



HAL
open science

Dynamique des apports en nutriments azotés et phosphorés à la rivière Aveyron

Eric Chauvet, Marc Prat, Jean-Noël Tourenq

► **To cite this version:**

Eric Chauvet, Marc Prat, Jean-Noël Tourenq. Dynamique des apports en nutriments azotés et phosphorés à la rivière Aveyron. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 1983, vol. 19 (n° 1), pp. 51-58. 10.1051/limn/1983006 . hal-01221465

HAL Id: hal-01221465

<https://hal.science/hal-01221465>

Submitted on 28 Oct 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : <http://oatao.univ-toulouse.fr/>
Eprints ID : 9634

To link to this article : doi: 10.1051/limn/1983006
URL : <http://dx.doi.org/10.1051/limn/1983006>

To cite this version : Chauvet, Eric and Prat, Marc and Tourenq, Jean-Noël [Dynamique des apports en nutriments azotés et phosphorés à la rivière Aveyron](#). (1983) Annales de Limnologie - International Journal of Limnology, vol. 19 (n° 1). pp. 51-58. ISSN 0003-4088

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

Dynamique des apports en nutriments azotés et phosphorés à la rivière Aveyron

E. Chauvet¹

M. Prat²

J.N. Tourenq³

A partir de données physico-chimiques acquises sur le cours supérieur de l'Aveyron (octobre 79 à septembre 80), la nature des apports en nutriments azotés et phosphorés, leur localisation et le rôle auto-épurateur de certains tronçons sont mis en évidence.

Dynamics of contributions of nitrogen and phosphorus to the river Aveyron.

From the start of the acquisition of physical-chemical data from the upper reaches of the Aveyron (October 1979 - September 1980), the nature of contributions of nitrogen and phosphorus nutrients, their location and the self-purifying role of certain sections are described.

Le cours supérieur de l'Aveyron (amont de Rodez) présente des signes manifestes d'eutrophisation. Si, même dans les zones lotiques, le phytoplancton est peu concerné par ce phénomène, le périphyton (essentiellement des Diatomées benthiques) et les macrophytes aquatiques traduisent, par leur important développement, une évolution en liaison avec l'apport de nutriments (Chauvet 1981).

Nous nous sommes efforcés dans ce travail de localiser et définir la nature des apports en nutriments le long du Haut-Aveyron et de ses affluents au cours d'un cycle annuel.

1. — Rivière étudiée

L'Aveyron est un affluent rive droite du Tarn. La région étudiée correspond au bassin supérieur de son cours, en amont de Rodez. Quinze stations de

mesure ont été choisies sur le cours principal et les affluents (figure 1).

Les affluents de la rive droite (le Merdans, la Serre) présentent une résistivité faible, un pH élevé, une alcalinité et une dureté calcique fortes et peu de silice. Ils s'opposent aux affluents de la rive gauche (la Verlenque, l'Olip, le Galtiès, la Loubière et la Briane) dont la résistivité est élevée, le pH plus faible, l'alcalinité et la dureté calcique faibles et la teneur en silice importante ; une teneur en silice et une résistivité beaucoup plus élevées caractérisent les stations O1, O2, G et surtout L. Ces différences sont dues à la nature géologique des sous-bassins versants drainés par ces affluents : globalement, le sud (affluents rive gauche) est un massif cristallin, alors que le nord (affluents rive droite) est constitué de causses calcaires.

2. — Méthodes

Les méthodes de dosage d'azote et de phosphore sont celles utilisées pour mettre en évidence dans les eaux, de faibles quantités de nutriments.

L'ammoniac a été dosé selon la méthode au bleu-indophénol (de Dora Sheiner) avec une préci-

1. Centre d'Ecologie des Ressources Renouvelables (C.N.R.S.), 29, rue J. Marvig, 31055 Toulouse Cedex.

2. Institut de Mécanique des Fluides (I.M.F.), 2 rue Camichel, 31071 Toulouse Cedex.

3. Laboratoire d'Hydrobiologie, E.R.A. 702 du C.N.R.S., Université Paul Sabatier, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex.

3. — Résultats et discussion

a) Etude comparative des concentrations.

En A2, A5 et surtout A7, on observe de fortes concentrations en NH_4 , NO_2 et ortho- PO_4 (plus de $100 \mu\text{g.l}^{-1}$ P). En A3, A4 et A6, on remarque une très nette diminution des teneurs par rapport aux stations précédentes, en particulier pour NO_2 , ortho- PO_4 et P total dissous. Les concentrations sont sen-

siblement plus élevées en O_2 qu'en O_1 . Les teneurs en azote et phosphore de la Serre (S), du Galtiès (G) et de la Loubière (L) sont très faibles. La Briane (B) présente de fortes concentrations en NH_4 , NO_2 , NO_3 ainsi que les plus fortes teneurs en phosphore du bassin.

A l'issue de cette analyse, on peut tracer une carte indiquant l'importance relative des teneurs en azote et en phosphore aux différentes stations d'étude (fig. 1).

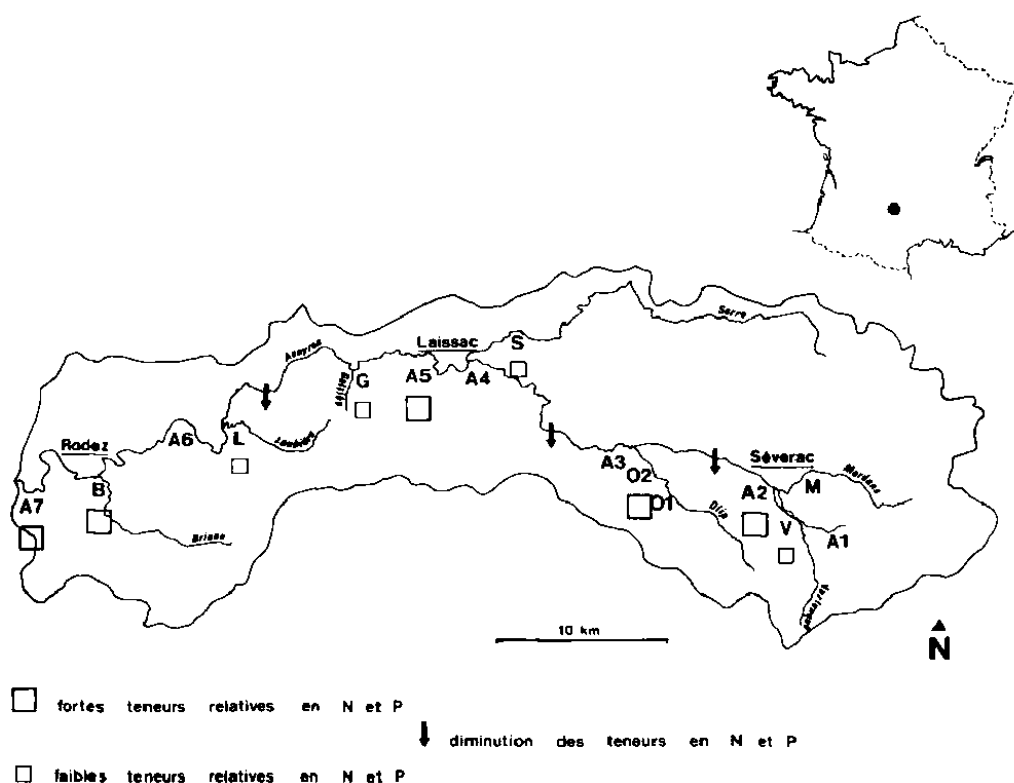


Fig. 1. Carte du haut-bassin de l'Aveyron indiquant l'importance relative des teneurs en azote et en phosphore aux différentes stations étudiées.

A1 l'Aveyron à sa source ; V la Verlanque ; M le Merdand ; A2 l'Aveyron à l'aval de Séverac ; o1 l'Olip à Recoules ; o2 l'Olip à Varès ; A3 l'Aveyron à Bézonnes ; A4 l'Aveyron à Manson ; S la Serre à Coussergues ; A5 l'Aveyron à Laissac ; G le Galtiès ; L la Loubière ; A6 l'Aveyron à Roquette ; B la Briane au Monastère ; A7 l'Aveyron en aval de Rodez.

b) Etude des relations concentrations-débits.

D'après Manczak et Florczyk (1971) et Hall (1970), on peut résumer à trois cas simples les différents types de pollution d'une rivière (Belamie, 1978) :

- cours d'eau principalement pollué par les rejets ponctuels et constants proches de la station de

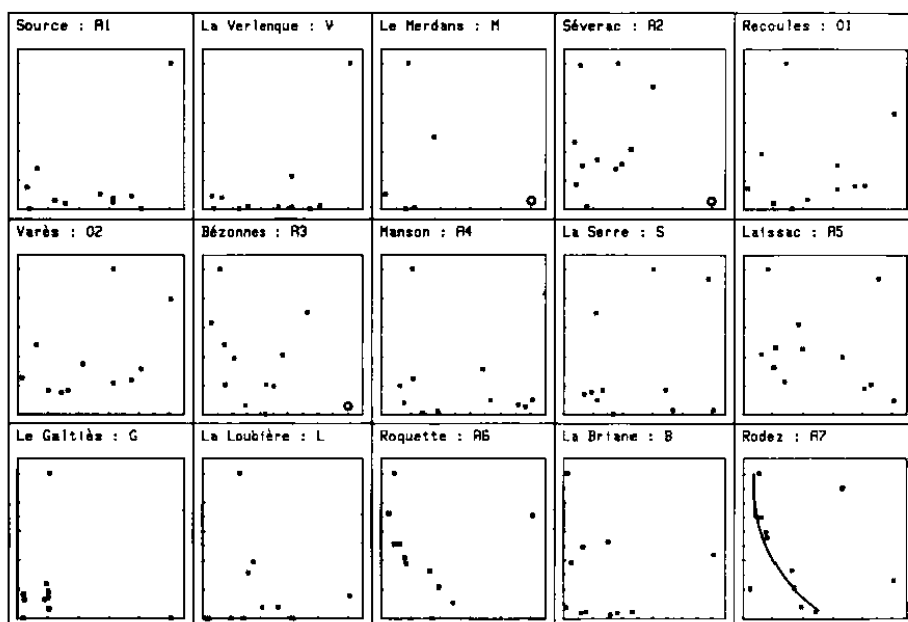
mesure ; la fonction $C = f(Q)$ (avec, C : concentration et Q : débit) est décroissante et de type hyperbolique ;

- cours d'eau où le lessivage est prépondérant ; la fonction $C = f(Q)$ est croissante et de divers types : linéaire, exponentielle, logarithmique ;

- cours d'eau moyennement pollué ; la fonction $C = f(Q)$ est composite. L'apport en éléments fertilisants occasionné par les rejets (principal facteur de pollution pour les faibles débits) tend à être masqué par les apports dus au lessivage lorsque les débits augmentent.

Les figures 2, 3, 4 et 5 donnent une représentation graphique des relations concentration-débit pour NH_4 , NO_3 , ortho- PO_4 et P total dissous (les concentrations en ordonnée et les débits en abscisse sont exprimées en valeur relative).

Fig. 2. Relations concentration-débit pour l'ammoniaque (O : valeur manquante ; concentrations en ordonnée et débits en abscisse sont exprimés en valeur relative du maximum pour chaque station).



Rejets ponctuels :

L'examen des représentations graphiques de ces relations pour NH_4 , ortho- PO_4 et P total dissous montre que :

- les stations A2, O2, A3 et A7 sont de façon très nette sous l'influence de rejets ponctuels. Ceci est particulièrement évident à la station A7 pour NH_4 et aux stations A2 et O2 pour ortho- PO_4 et P total dissous, par exemple ;

Fig. 3. Relations concentration-débit pour les nitrates (concentrations en ordonnée et débits en abscisse sont exprimés en valeur relative).

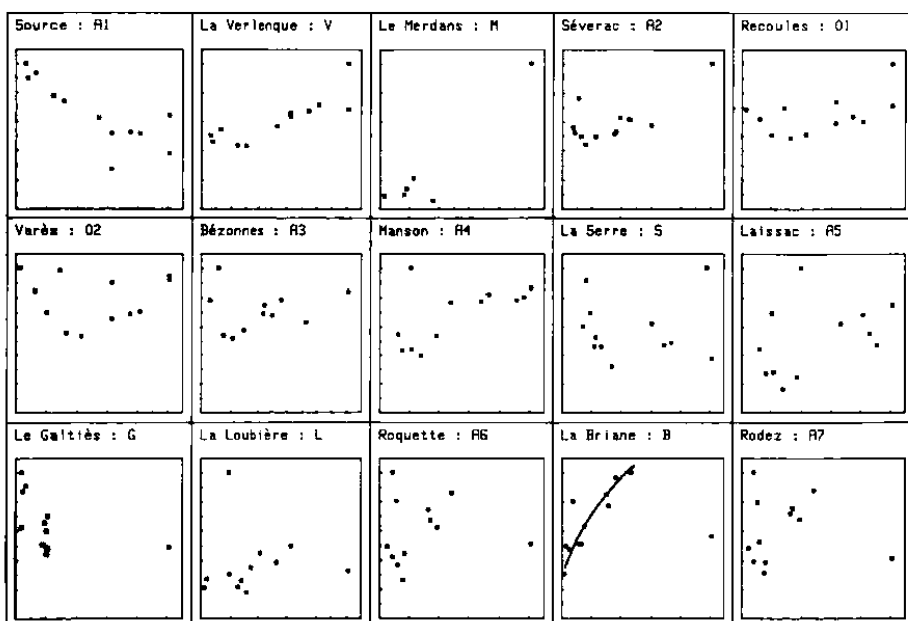


Fig. 4. Relations concentration-débit pour les ortho-phosphates (concentrations en ordonnée et débit en abscisse sont exprimés en valeur relative).

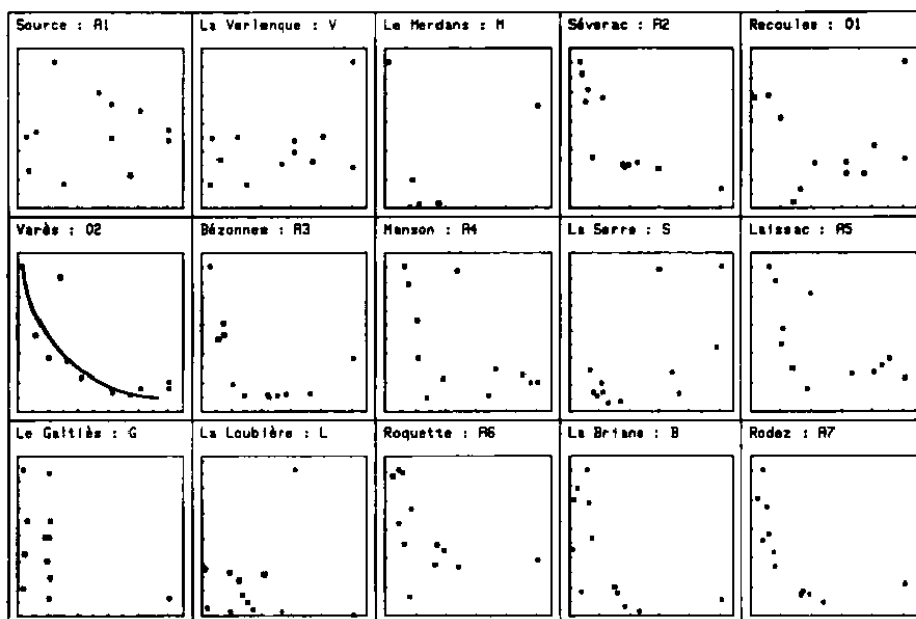
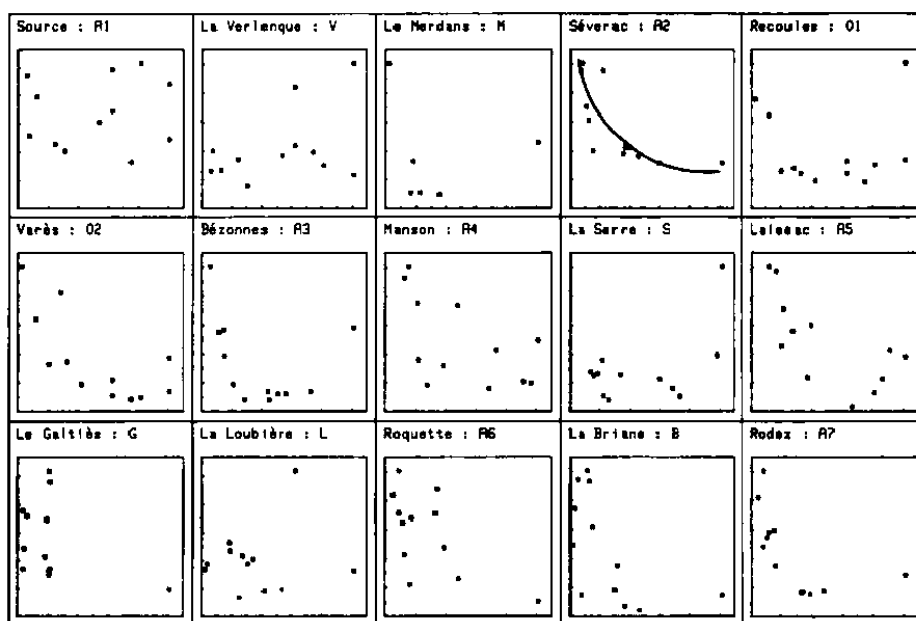


Fig. 5. Relations concentration-débit pour le phosphore total dissous (concentrations en ordonnée et débits en abscisse sont exprimés en valeur relative).



- les rejets ponctuels jouent un rôle important pour les stations A6, A5, A4 et B.

Rejets diffus :

L'examen visuel des relations concentration-débit pour NO_3 montre que l'apport par lessivage est marqué pour les stations V, O1, A4, L et surtout B, et que ce mécanisme joue un rôle assez important pour les stations O2, A3 et A6.

Cas complexe :

La Serre, à la station S, est un exemple de rivière où la fonction $C = f(Q)$ est composite. L'examen visuel de la relation $(\text{NO}_3)\text{-}Q$ montre une grande dispersion des points, de même que la relation $(\text{ortho-PO}_4)\text{-}Q$. Il est donc impossible de distinguer un effet de dilution (rejet ponctuel) d'un effet de lessivage (rejet diffus).

A l'issue de cette deuxième analyse, on peut tracer une carte indiquant l'origine des apports (fig. 6).

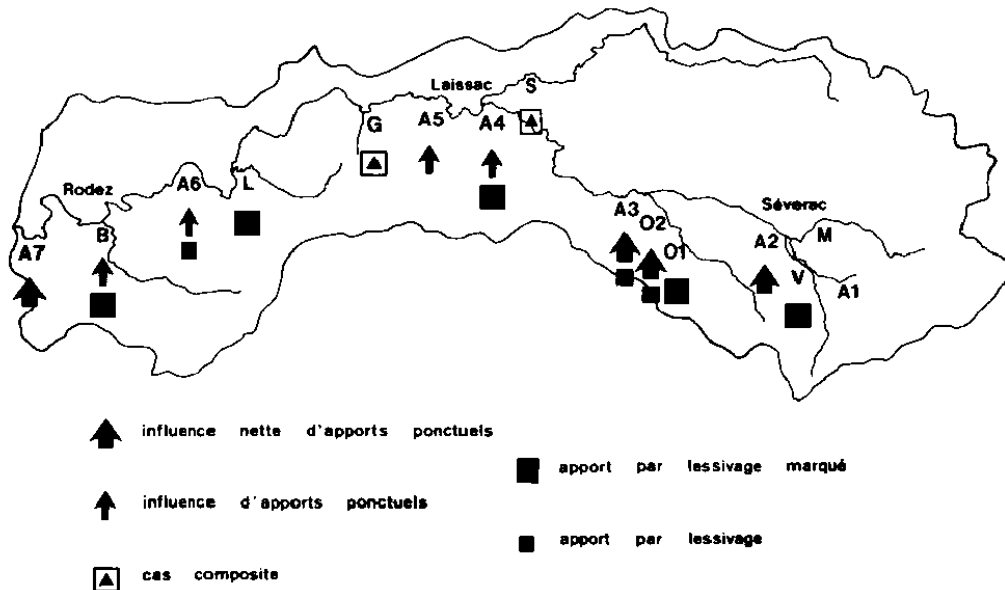


Fig. 6. Représentation schématique des types d'apports.

c) Calcul des flux mensuels.

Les flux globaux ($\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$) parvenant à chaque station et dans chaque tronçon ont été calculés pour NH_4 , NO_3 , ortho- PO_4 et P total dissous, chaque mois et dans l'hypothèse d'un régime permanent (tableau II).

Pour chaque station, on calcule donc les quantités :

$$\Phi_x^\alpha = Q_x \times C_x^\alpha$$

avec : Φ_x^α = flux en constituant α à la station x ;

Q_x = débit à la station x ;

C_x^α = concentration en constituant α à la station x

Pour chaque tronçon, on calcule la quantité R , différence entre deux flux consécutifs (si R est positif, il y a apport ; si R est négatif, il y a perte).

$$R_i^\alpha = \Phi_{i+1}^\alpha - \Phi_i^\alpha - \sum_{j=1}^n \Phi_j^\alpha = Q_{i+1} \times C_{i+1}^\alpha - Q_i \times C_i^\alpha - \sum_{j=1}^n \Phi_j^\alpha$$

Les stations i (amont) et $i+1$ (aval) sont situées sur l'Aveyron, les n stations j sont situées sur les affluents entre i et $i+1$.

Ces calculs permettent l'étude de l'évolution spatiale et saisonnière de ces flux résiduels et leur comparaison avec les flux arrivant aux stations. D'une

manière générale, on constate une opposition entre les six premiers et les six derniers mois de l'étude ; les flux sont nettement plus faibles au printemps et en été, particulièrement ceux de nitrates, élément pour lequel les concentrations fortes sont associées aux débits élevés (hiver).

- R1 et R6 sont positifs pour les quatre éléments considérés et fortement corrélés, respectivement avec A2 et avec A7 ;
- R2 est presque toujours négatif pour les quatre éléments ;
- R3 est positif pour NH_4 et NO_3 ; pour le phosphore, R3 est positif de novembre à mars et négatif ou très faible d'avril à septembre ;
- R4 est positif pour ortho- PO_4 et P total dissous ; pour NO_3 , R4 est négatif au printemps et en été et positif en automne et en hiver ;
- R5 est positif pour NO_3 , négatif pour les autres éléments.

Ceci confirme le caractère ponctuel des apports de nutriments au niveau des stations A2 (Séverac), A5 (Laissac) et A7 (Rodez). Par ailleurs, un phénomène de « perte » de nutriments est mis en évidence sur certains tronçons : en particulier, les flux d'azote et de phosphore se révèlent négatifs tout au long de l'année sur R2, sur R5 (ammoniaque, phosphore), et au printemps et en été sur R3 (phosphore) et R4 (nitrates).

Tableau II. Flux de nutriment correspondant à chaque station et à chaque tronçon.
 1 : Ammoniaque (x 0,1 mg.s⁻¹ N) ;
 2 : Nitrates (mg.s⁻¹ N) ;
 3 : Orthophosphates (x 0,1 mg.s⁻¹ P) ;
 4 : Phosphore total dissous (x 0,1 mg.s⁻¹ P).

1													2												
	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Sept.			
R1	0	0	5	5	100	12	2	10	3	0	6	1	256	203	210	116	438	264	150	226	123	40	74	35	
V	0	41	16	351	2520	0	11	17	1	1	23	12	1192	684	466	482	612	587	150	355	119	35	75	31	
M	0	10	9	924	940	0	0	0	0	0	0	0	4950	223	9	114	92	72	0	0	0	0	0	0	
R2	0	2410	1242	3495	3015	1502	17	904	450	164	1300	371	559	651	519	500	595	731	143	156	153	109	379	172	
OE	0	2461	1278	4775	6671	1534	30	993	462	165	1320	304	6350	1001	1200	1300	2320	1653	444	796	390	264	520	230	
OE	0	399	212	506	1263	270	81	230	50	64	85	7	1427	854	611	841	1305	765	263	324	201	483	140	26	
R3	0	-2146	-1400	-5400	-6362	-1576	120	-1163	-423	-25	-1000	-297	-2659	112	100	-4	-700	-243	-35	-31	-100	-191	6	-21	
R3	0	714	0	201	1572	290	240	52	00	204	324	94	5405	2040	1923	2137	2943	2176	672	1040	460	476	674	240	
R3	0	1212	1344	3012	-410	671	-103	06	002	12	3545	330	-2302	4621	3169	2351	3165	4410	223	663	276	30	1039	205	
R3	0	1026	1344	4003	1162	960	57	135	901	216	3069	432	3093	7465	5952	4400	6120	6594	895	1300	765	514	1713	320	
R	0	1313	41	864	164	25	62	0	31	212	40	26	351	2732	1043	1207	952	503	327	294	320	267	349	210	
R4	0	-1023	670	-1260	1150	10050	733	2990	343	1005	-3013	203	2362	1100	2100	650	124	-1250	-193	-610	-217	-141	-9	-0	
R4	2471	1316	2055	3690	2404	11957	051	3120	1355	2233	895	661	5046	11300	9324	6174	2124	6323	637	1331	600	640	2053	700	
G	0	23	1	2	4	0	1	3	3	5	1	0	6	11	11	16	13	50	2	13	13	13	3	2	
L	0	0	2	2	7	0	0	10	5	0	0	0	110	200	150	123	70	210	30	34	36	46	3	2	
RS	0	-907	-730	-2010	-2495	-306	140	-2100	-442	-1610	327	-207	-2050	5147	1191	3424	1915	14460	866	1500	735	595	557	33	
RS	0	932	1320	1673	0	11660	932	956	520	010	1223	454	3211	16750	9661	9737	9115	21076	1573	2001	1653	1244	3061	770	
R	0	47	32	363	10	1042	15	10	142	37	40	1	201	2407	1012	1300	1240	2565	471	292	320	102	11	11	
RS	0	3210	4466	17002	13430	35300	15634	15406	13704	9120	8016	540	1146	6041	3550	2700	4760	594	226	430	1565	324	1155	201	
W2	10000	4007	5025	19037	13457	49000	16641	16402	14046	9705	10070	1463	4730	25200	15463	12753	15120	25030	2705	3603	2546	1710	1305	1060	

3													4												
	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Sept.			
R1	16	16	13	9	14	5	1	13	7	1	2	1	25	24	12	10	14	7	3	3	3	1	3	1	
V	170	60	50	41	40	41	0	20	20	5	7	1	302	21	155	00	60	06	13	50	24	0	9	4	
M	423	3	10	20	6	0	0	0	0	0	0	0	493	24	10	50	34	17	0	0	0	0	0	0	
R1	430	1002	733	716	1170	047	353	1276	731	537	579	495	2037	1332	993	1213	1503	1355	515	1000	615	662	620	530	
R2	1040	1001	007	706	1245	093	403	1316	750	643	500	490	2063	1451	1170	1370	1600	1465	532	1076	642	671	641	535	
O2	536	303	234	207	414	215	200	252	107	675	154	45	1250	256	450	223	460	200	360	261	212	750	230	50	
R2	2673	-656	-459	-495	-027	-400	-257	-1220	-70	-245	-130	26	3500	-037	-073	-1157	-069	-093	-416	-1043	-156	-424	-132	37	
RS	4256	760	502	490	1033	632	434	349	066	974	003	563	7620	060	756	436	1270	777	402	294	600	1000	740	600	
R3	0021	713	062	44	666	775	-255	265	-107	-41	320	203	-000	3007	1751	440	250	742	-05	670	-99	149	467	224	
R4	3435	1402	1544	542	1690	1400	170	614	550	933	933	052	2013	4077	2500	076	1520	1520	390	064	600	1154	1216	053	
S	4	92	219	127	30	19	3	5	6	9	4	0	32	310	057	112	90	63	17	71	19	63	40	30	
R4	2700	2005	2450	2631	3523	4906	1345	467	1740	1074	037	1352	3013	5260	-752	-461	3107	0141	3350	1000	3000	2665	1004	1001	
G	0220	4455	4221	3300	5200	6412	1527	1005	2313	2017	1773	2211	0507	9664	2612	527	4007	0724	3773	2123	3717	3002	2250	2004	
G	0	1	5	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	5	0	1	5	0	2	2	2	3	0	1	
L	2	21	0	4	0	0	0	2	1	1	0	0	6	46	7	5	10	23	6	2	0	0	1	0	
RS	-4340	-1516	-1017	-1220	-2203	003	-1172	1100	7946	-1922	-362	-1513	-4270	-6750	1766	5000	2330	-7300	-2390	400	-2500	-2592	-420	-2000	
RS	1072	2064	3204	2077	3050	7216	355	2194	10261	097	1412	600	1500	2964	4391	5534	7156	2442	701	2615	1147	1301	1032	705	
R	145	150	292	760	634	1412	1000	1432	1240	470	170	41	130	251	346	760	1560	2000	1200	1000	1672	505	105	40	
RS	10000	4141	5050	4770	5650	27530	0216	5000	-1004	10717	4474	4170	0300	13037	7126	4400	2744	54000	15926	6000	10623	13243	5000	5345	
R	12305	7064	9356	7624	9350	36172	10571	0626	10426	12004	6004	4910	11104	17052	11062	10703	11470	55425	10000	11110	13442	15100	7067	6100	

Ces pertes peuvent provenir soit d'une autoépuration par assimilation végétale (macrophytes et périphyton) soit, en ce qui concerne l'azote, d'un phénomène de dénitrification bactérienne. L'utilisation de l'azote par les plantes supérieures dans les eaux n'explique généralement qu'un très faible pourcentage des pertes (Casey 1977). Un calcul simple montre que dans l'hypothèse d'une densité de périphyton correspondant au maximum rencontré dans l'Aveyron (80 g.m⁻² de matières sèches pour 14 g.m⁻² de matière organique), la croissance de ces algues ne peut expliquer qu'au maximum 1% des pertes de nitrates. En fait, de nombreux auteurs s'accordent à reconnaître l'importance majeure des phénomènes de dénitrification au niveau des sédiments, par réduction bactérienne des nitrates en azote gazeux N₂ et oxyde nitreux N₂O (Kaushik et al. 1981). Ce phénomène estival et printanier enregistré sur de nombreux cours d'eau comparables au Haut-Aveyron peut conduire à des pertes annuelles de plusieurs centaines de kg d'azote sur certains tronçons (Robin-

son et al. 1979) ; ces pertes peuvent représenter 50 % de l'apport en azote et 75 % de l'apport en nitrates (Hill 1979).

En conclusion de cette troisième analyse, on peut tracer une carte montrant les apports essentiels et les secteurs marqués par des phénomènes d'assimilation végétale et essentiellement de dénitrification bactérienne (fig. 7).

3. — Conclusion

La méthode suivie a permis de mettre en évidence plusieurs caractéristiques du réseau hydrographique du Haut-Aveyron. (1) La chimie de l'eau, avec des taux généralement élevés d'azote et de phosphore, favorise le développement de la végétation aquatique ; par ailleurs, les plus fortes concentrations sont atteintes pour les faibles débits, au printemps et en été. (2) Les quantités de nutriments issues des bassins forestiers sont très faibles (cas des

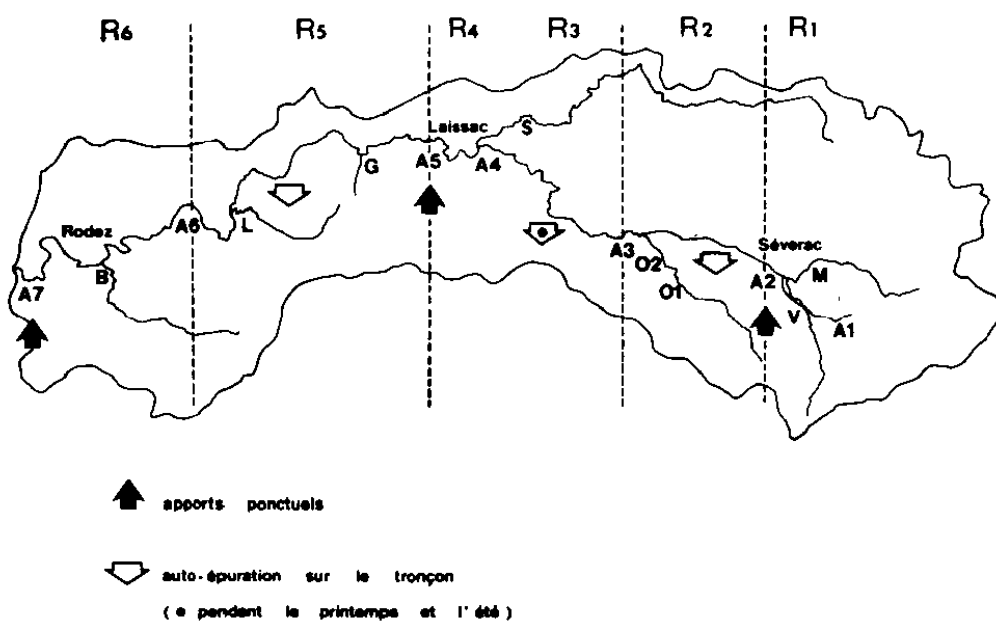


Fig. 7. Localisation des apports essentiels et des phénomènes d'autoépuration.

affluents la Verlenque, le Galtiès, la Loubière). (3) L'effet des zones cultivées sur la charge en nutriments se manifeste sur la Briane ; cet effet se trouve cependant partiellement masqué par l'existence de rejets ponctuels. (4) Certains tronçons de l'Aveyron et de quelques affluents (la Serre) ont un rôle auto-épurateur (phénomènes de dénitrification bactérienne). (5) Les trois localités les plus importantes du bassin versant (Séverac, Laissac et surtout Rodez) sont à l'origine d'importantes pollutions ponctuelles.

Travaux cités

Belamie (R.). 1978. — Transfert des fertilisants vers les eaux de surface dans un petit bassin versant agricole. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 20 : 1503-1508.

- Casey (H.). 1977. — Origin and variation of nitrate-nitrogen in the chalk springs, streams and rivers in Dorset, and its utilisation by higher plants. *Prog. Wat. Tech.*, 8 (4/5) : 225-235.
- Chauvet (E.). 1981. — Eutrophisation du Haut-Aveyron. *Thèse de 3^e cycle. Univ. Toulouse* : 97 p.
- Hall (R.). 1970. — Dissolved solids discharge relationships 1 - mixing models - *Wat. Res. Research*, 6 (3) : 845-850.
- Hill (A.R.). 1979. — Denitrification in the nitrogen budget of a river ecosystem. *Nature*, 281 : 291-292.
- Kaushik (N.K.), Robinson (J.B.), Stammers (W.N.) & Whiteley (H.R.). 1981. — Aspects of nitrogen transport and transformation in headwater streams. In : *Perspectives in Running Water Ecology*, Lock M.A. & Williams D.D. (eds), *Plenum Press, New York* : 113-139.
- Manczak (H.) & Florczyk (H.). 1971. — Interpretation of results from studies of pollution of surface flowing water. *Water Research*, 5 (8) : 575-584.
- Robinson (J.B.), Whiteley (H.R.), Stammers (W.N.), Kaushik (N.K.) & Sain (P.). 1979. — The fate of nitrate in small streams and its management implications. In : *Best management practices for agriculture and silviculture. Proceedings of the 10th Annual Cornell Agricultural Waste Management Conference*. R.C. Loehr, D.A. Haith, M.F. Walter and C.S. Martin (eds), 1978. Ann Arbor Sci. Publishers Inc., Ann Arbor, M.I.

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un programme P.I.R.E.N. financé par l'Agence Financière de Bassin Adour-Garonne (convention n° E/09/79).