



**HAL**  
open science

**Etude intégrée des ressources en eau et des  
fonctionnements hydrobiologiques sur le bassin versant  
du Haut Tarn : volet d'étude "communautés diatomiques  
de l'Alignon et de la Goudesche" : rapport final**

Michel Coste, Juliette Tison-Rosebery, François Delmas

► **To cite this version:**

Michel Coste, Juliette Tison-Rosebery, François Delmas. Etude intégrée des ressources en eau et des fonctionnements hydrobiologiques sur le bassin versant du Haut Tarn : volet d'étude "communautés diatomiques de l'Alignon et de la Goudesche" : rapport final. irstea. 2004, pp.22. hal-02600620

**HAL Id: hal-02600620**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02600620v1>**

Submitted on 16 May 2020

**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.

ETUDE INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU ET DES  
FONCTIONNEMENTS HYDROBIOLOGIQUES SUR LE  
BASSIN VERSANT DU HAUT-TARN.;

Volet d'étude « Communautés diatomiques de  
l'Alignon et de la Goudesche »

**- Rapport Final -**



M. COSTE  
J. TISON  
F. DELMAS

**Département Gestion des Milieux Aquatiques**

Unité de Recherche Qualité des Eaux  
50, avenue de Verdun

33612 CESTAS Cedex

- Tel. (33) 5 57 89 08 00

- Fax (33) 5 57 89 08 01

**Etude Cemagref N°138**

Novembre 2004

## SOMMAIRE

	<b>Page</b>
<b>I.- Introduction</b>	<b>2</b>
<b>II.- Matériel et méthodes</b>	<b>2</b>
<b>III.- Résultats et discussion</b>	<b>5</b>
III-1 Paramètres immédiats	<b>5</b>
III-2 Classification des stations d'échantillonnage	<b>8</b>
III-21) Caractéristiques auto-écologiques générales des assemblages	<b>9</b>
III-22) Pourcentages d'abondance relative de chaque espèce	<b>11</b>
III-3 Particularités floristiques	<b>13</b>
III-4 Fluctuations saisonnières	<b>15</b>
III-5 Qualité biologique des stations	<b>16</b>
<b>IV.- Conclusions générales</b>	<b>18</b>
<b>V.- Références bibliographiques</b>	<b>19</b>
<b>VI Planches couleur des assemblages typiques</b>	<b>20</b>

## **ANNEXES**

**Annexe 1 - Carte des stations de prélèvement**

**Annexe 2 – Liste récapitulative des prélèvements 2000-2002**

**Annexe 3 - Inventaires récapitulatifs 2000-2002 en effectifs**

**Annexe 4 - Liste taxinomique récapitulative 2000-2002**

**Annexe 5 - Résultats des indices diatomiques 2000-2002**

# ETUDE INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU ET DES FONCTIONNEMENTS HYDROBIOLOGIQUES SUR LE BASSIN VERSANT DU HAUT-TARN.

Volet d'étude « Communautés diatomiques de l'Alignon et de la  
Goudesche »

**- Rapport Final -**

**(période 2000-2002)**

## *I- Introduction*

Les observations menées sur le bassin versant du Haut Tarn depuis fin 1999 à l'initiative du Parc National des Cévennes et sous la coordination scientifique du CNRS (Université de Nice) avaient pour objectifs principaux d'évaluer la qualité générale de ces milieux apicaux, fragiles et dotés d'une valeur patrimoniale, et de tenter de repérer l'incidence écologique éventuelle des activités humaines (en particulier pratiques culturelles et sylvicoles) en vue d'optimiser les options d'aménagement, de surveillance ou éventuellement de gestion corrective à appliquer sur ces territoires.

Cette étude a été financée conjointement par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, la DIREN PACA et une part d'auto-financement du PNC, Maître d'Ouvrage. Les investigations phycologiques ont été réalisées au cours de 9 campagnes d'échantillonnage réalisées le plus souvent en périodes d'étiage au printemps et au cours des étés 2000 à 2002.

49 relevés ont été effectués sur 6 stations de la Goudesche 96 sur l'Alignon et ses affluents durant cette période. Une centaine de relevés provenant de contenus stomacaux d'Ephéméroptères ont également été examinés et confrontés à ceux collectés sur substrats naturels.(LeGUELLEC 2002).

## *II- Matériel et méthodes*

Les techniques d'échantillonnage décrites dans les rapports annuels sont inspirées de la norme AFNOR (T90-354) relative à la collecte, préparation et énumération des diatomées benthiques. Les raclages de substrats durs en place ont été complétés par des suivis de colonisation sur carreau de faïence immergés durant deux mois. Ce dernier type d'investigation s'est révélé assez aléatoire dans des milieux dotés d'une telle dynamique des écoulements (substrats déplacés ou emportés par des crues), et a été rapidement abandonné. Tous les relevés conservés sous forme de préparations permanentes (résine Naphrax) dans la collection du Cemagref de Bordeaux assurent la traçabilité de ces investigations et pourront servir d'éléments de référence ou de comparaison dans les années ultérieures. La prospection biologique a été complétée par des mesures instantanées de température, pH, conductivité et oxygène dissous à l'aide de d'appareils de mesure physico-chimique de marque WTW.

Les résultats d'inventaires (Krammer et Lange-Bertalot, 1986-1991) exprimés en abondance relative ont permis de dresser une liste des taxons recensés et de mettre à jour leur synonymie selon la taxinomie la plus actuelle grâce au logiciel OMNIDIA v.3 (Lecointe & al.1993).

Les espèces remarquables ont fait l'objet de planches photographiques réalisées sur photomicroscope Leitz DMRD équipé d'une caméra Tri-ccd Dampisha. Ces observations ont été complétées par microscopie électronique à balayage à l'EGID Université de Bordeaux 3 sur un matériel Philips 525M à filament de tungstène.



Fig.1 : Sondes WTT en action sur ALI2(Juil.02) Fig.2 : Photomicroscope Leitz DMRD Cemagref Fig.3 M.E.B. Philips 525M Egid Univ. Bordeaux 3

La base de données exploitée dans ce rapport pour croiser les informations abiotiques et biologiques regroupe un réseau de 17 stations des bassins versants de l'Alignon et de la Goudesche (Tableau 1 ci-dessous) pour lesquelles nous disposons de données physiques, physico-chimiques et floristiques complètes et comparables concernant au total 62 échantillons prélevés d'avril 2001 à juillet 2002 (Tableau 2), sur un total de 142 relevés.

Les données environnementales permettant de décrire l'ambiance physico-chimique et écologique aux stations échantillonnées ont été collectées à chaque date pour celles reflétant des conditions instantanées in situ, ou une fois pour toutes pour celles ayant une plus grande validité temporelle (données géographiques, données renseignant sur l'occupation du territoire, sur la fréquentation touristique etc...) : 1) Conductivité, pH et température ont donc été mesurés sur le terrain à chaque date (sondes WTW). 2) Les caractéristiques générales de l'environnement des stations ont été décrites et codées en tenant compte de l'ombrage, l'occupation du sol (essences dominantes), la pression d'habitation, la fréquence touristique, et la pression agricole selon des données d'observation de terrain (voir Tableau 2 page suivante). Altitude, distance aux sources et superficie du bassin versant ont aussi été renseignés.

**Tableau 1 : Stations échantillonnées**

Cours d'eau	Station	Localisation	Dates d'échantillonnage
Alignon	ALI1	Aval confluence Latte te Cloutasses, aval Aubarets	03/04/01 – 19/06/01 – 05/02/02 – 10/07/02
	ALI2	Aval Urfruits – aval pont	05/02/02
	ALI3	Ferme Troubat amont limnigraphe	03/04/01 – 19/06/01 – 05/02/02 – 10/07/02
	ALI4	Amont confluence Goudesche Amont pont Baraquette	03/04/01 – 19/06/01 – 05/02/02 – 10/07/02
	ALI5	Aval confluence Goudesche Aval pont Baraquette	03/04/01 – 19/06/01 – 10/07/02
Goudesche	GOU1	En face de la Croix de Berthel	03/04/01 – 05/02/02 – 10/07/02
	GOU2	Au niveau du pont 1030 m	20/06/01 – 05/02/02 – 10/07/02
	GOU3	Amont de la confluence avec l'Alignon	03/04/01 – 05/02/02 – 10/07/02
	GOU3bis	Station Diren	03/04/01 – 05/02/02 – 10/07/02
Valat des Filles	FILL	Affluent rive droite de la Goudesche – à l'amont de la station TOUR	03/04/01 – 20/06/01 – 05/02/02 – 10/07/02
Valat de la Tour	TOUR	Amont confluence Valat des Filles	03/04/01 – 20/06/01 – 05/02/02 – 10/07/02
Valat de la Latte	LATT	Amont confluence Valat des Cloutasses – amont Aubarets	03/04/01 – 19/06/01 – 05/02/02 – 10/07/02
Valat des Cloutasses	CLOU	Amont confluence avec Valat de la Latte – amont Aubarets	19/06/01 – 05/02/02 – 10/07/02
Valat de Cougneiral	COUG	Affluent rive droite de l'Alignon Aval du pont	03/04/01 – 19/06/01 – 05/02/02 – 10/07/02
Valat de la Sapine	SAPI	Affluent rive droite de l'Alignon Aval Troubat	03/04/01 – 19/06/01 – 05/02/02 – 10/07/02
Valat de la Faysse	FAYS	Affluent rive droite de l'Alignon Amont Masméjean	19/06/01 – 05/02/02 – 10/07/02
Valat du Jouc	JOUC	Affluent rive gauche de l'Alignon Amont Troubat	03/04/01 – 19/06/01 – 05/02/02 – 10/07/02

PREP	GR	CDST	DATE	pH	T°C	Cond	OSOL	HAB	CULT	TOUR	GEOL	OMB	ALT	DSO	SBV
10615	1	A141	3/04/01	6,31	5,4	17,39	1	1	1	2	1	0	1,25	2,70	2,50
10616	1	CO41	3/04/01	6,12	6,8	16,57	2	0	0	0	1	2	1,15	1,50	1,80
10620	1	SA41	3/04/01	6,58	6,6	15,35	2	0	0	0	1	2	1,07	0,75	0,54
10623	1	JO41	3/04/01	6,44	5,4	17,4	2	0	0	0	2	2	1,08	1,50	2,50
10627	1	FI41	3/04/01	6,84	7,6	19,84	2	0	0	1	1	2	1,03	1,60	1,60
10629	1	TO41	3/04/01	6,87	7,5	22,8	2	0	0	1	1	2	1,03	0,60	0,50
10630	1	G141	3/04/01	6,66	9	21,9	3	0	1	2	2	0	1,10	1,30	0,90
10664	1	CL61	19/06/01	6,8	11	20,4	1	1	1	2	1	1	1,26	1,50	0,81
10665	1	LA61	19/06/01	5,94	11,1	18,6	1	0	1	1	1	0	1,26	1,50	0,80
10667	1	CO61	19/06/01	6,17	10,1	16	2	0	0	0	1	2	1,15	1,50	1,80
10668	1	A161	19/06/01	6,24	13,6	17,6	1	1	1	2	1	0	1,25	2,70	2,50
10669	1	JO61	19/06/01	6,54	11,3	18	2	0	0	0	2	2	1,07	1,50	2,50
10671	1	SA61	19/06/01	6,2	10	16,8	2	0	0	0	1	2	1,07	0,75	0,54
10676	1	FA61	19/06/01	6,28	9,8	18,5	3	1	1	0	1	2	1,07	1,70	1,80
10679	1	FI61	20/06/01	6,42	8	22,3	2	0	0	1	1	2	1,03	1,60	1,60
10681	1	TO61	20/06/01	6,57	8	26,2	2	0	0	1	1	2	1,03	0,60	0,50
10999	1	CL22	5/02/02	4,14	3,7	3,6	1	1	1	2	1	1	1,26	1,50	0,81
11000	1	LA22	5/02/02	5,75	3,8	21	1	0	1	1	1	0	1,26	1,50	0,80
11001	1	A122	5/02/02	5,82	3,9	19,4	1	1	1	2	1	0	1,25	2,70	2,50
11002	1	CO22	5/02/02	5,79	3,5	16,1	2	0	0	0	1	2	1,15	1,50	1,80
11004	1	A322	5/02/02	5,89	4,3	11,5	3	1	0	1	3	1	1,08	4,70	8,80
11005	1	JO22	5/02/02	5,81	4,3	10,7	2	0	0	0	2	2	1,08	1,50	2,50
11006	1	SA22	5/02/02	6,18	4,8	2,09	2	0	0	0	1	2	1,07	0,75	0,54
11007	1	FA22	5/02/02	6,11	4,7	23	3	1	1	0	1	2	1,07	1,70	1,80
11008	1	FA22	5/02/02	6,11	4,7	23	3	1	1	0	1	2	1,07	1,70	1,80
11138	1	CL72	10/07/02	6,65	13,7	13,91	1	1	1	2	1	1	1,26	1,50	0,81
11139	1	CL72	10/07/02	6,65	13,7	13,91	1	1	1	2	1	1	1,26	1,50	0,81
11140	1	LA72	10/07/02	5,99	12,7	19,26	1	0	1	1	1	0	1,26	1,50	0,80
11141	1	LA72	10/07/02	5,99	12,7	19,26	1	0	1	1	1	0	1,26	1,50	0,80
11142	1	A172	10/07/02	6,66	14,1	19,92	1	1	1	2	1	0	1,25	2,70	2,50
11143	1	CO72	10/07/02	6,49	10,8	17,17	2	0	0	0	1	2	1,15	1,50	1,80
11147	1	JO72	10/07/02	6,25	11,4	19	2	0	0	0	2	2	1,08	1,50	2,50
11148	1	SA72	10/07/02	6,69	11,5	18,46	2	0	0	0	1	2	1,07	0,75	0,54
11149	1	FA72	10/07/02	6,54	12,3	22,1	3	1	1	0	1	2	1,07	1,70	1,80
11152	1	G172	10/07/02	6,22	16,9	31,6	3	0	1	2	2	0	1,10	1,30	0,90
11153	1	TO72	10/07/02	6,63	12,4	24,7	2	0	0	1	1	2	1,03	0,60	0,50
11154	1	FI72	10/07/02	6,45	12,9	27,5	2	0	0	1	1	2	1,03	1,60	1,60
10618	2	A341	3/04/01	6,51	6,3	17,63	3	1	0	1	3	1	1,08	4,70	8,80
10621	2	A441	3/04/01	6,82	6,5	19,95	4	1	1	2	1	1	1,01	7,00	14,50
10622	2	A541	3/04/01	6,92	7	21,3	1	1	1	2	1	0	1,01	7,50	25,00
10625	2	GD41	3/04/01	6,99	7,6	25,2	3	0	0	1	1	1	1,02	4,00	10,00
10626	2	G341	3/04/01	6,91	6,8	25,6	3	1	0	2	1	1	1,00	4,50	10,50
10673	2	A461	19/06/01	6,62	12	20,9	4	1	1	2	1	1	1,01	7,00	14,50
10674	2	A561	19/06/01	6,45	12	28,5	1	1	1	2	1	0	1,01	7,50	25,00
10675	2	A361	19/06/01	6,39	10,1	18,3	3	1	0	1	3	1	1,08	4,70	8,80
10680	2	G261	20/06/01	6,56	8,2	31,7	2	0	0	2	1	1	1,03	3,50	6,00
11003	2	A222	5/02/02	6,01	4,1	19,2	3	1	1	1	1	2	1,10	3,50	5,40
11144	2	A372	10/07/02	6,57	12,4	19,92	3	1	0	1	3	1	1,08	4,70	8,80
11145	2	A472	10/07/02	6,57	12,4	19,92	4	1	1	2	1	1	1,01	7,00	14,50
11146	2	A372	10/07/02	6,69	12,8	19,87	3	1	0	1	3	1	1,08	4,70	8,80
11150	2	A472	10/07/02	6,96	14,8	24,5	4	1	1	2	1	1	1,01	7,00	14,50
11151	2	A572	10/07/02	6,83	14,4	26,8	1	1	1	2	1	0	1,01	7,50	25,00
11155	2	G272	10/07/02	6,76	14,11	36	2	0	0	2	1	1	1,03	3,50	6,00
11156	2	G372	10/07/02	6,92	13,5	31,4	3	1	0	2	1	1	1,00	4,50	10,50
11157	2	GD72	10/07/02	6,92	13,7	31,5	3	0	0	1	1	1	1,02	4,00	10,00
11009	3	A422	5/02/02	6,63	4,4	47	4	1	1	2	1	1	1,01	7,00	14,50
11011	3	G122	5/02/02	6,56	4,5	55,5	3	0	1	2	2	0	1,10	1,30	0,90
11012	3	TO22	5/02/02	6,43	4,4	58,4	2	0	0	1	1	2	1,03	0,60	0,50
11013	3	FI22	5/02/02	6,63	4,3	46,4	2	0	0	1	1	2	1,03	1,60	1,60
11014	3	G222	5/02/02	6,75	4,4	84	2	0	0	2	1	1	1,03	3,50	6,00
11015	3	GD22	5/02/02	6,67	4,4	74	3	0	0	1	1	1	1,02	4,00	10,00
11016	3	G322	5/02/02	6,28	4,4	76,1	3	1	0	2	1	1	1,00	4,50	10,50

PREP= N° preparation; GR = n° de cluster ; CDST = Code station; T° =température en degrés C. Cond= Conductivité en µS/cm  
OSOL = occupation des sols : 1= résineux; 2= feuillus; 3= pâtures; OMB = ombrage/éclairage : 0 nul; 1= faible ; 2 = sous couvert forestier  
HAB = Présence d'habitations (1) ; absence =0; CULT = présence de cultures et possibilités d'apports d'engrais (0= absence)  
TOUR = fréquentation touristique : 0 =nulle; 1=faible 2= importante; GEOL = géologie 1 =arènes granitiques;2=granit; 3= schistes  
ALT altitude en km ; DSO = distance aux sources en km; SBV = superficie bassin versant km2

Tableau 2 : Codes des variables environnementales utilisés lors du traitement des données

Les données collectées ou mesurées ont ensuite été organisées en base de données, puis analysées par le recours à différentes techniques multivariées (analyse ascendante hiérarchique, analyse factorielle des correspondances, analyse en composantes principales...), à l'aide du logiciel ADE4 (Thioulouse et Chessel, en libre accès sur le site <http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4/ADE-4.html>).

Sur la base de leurs descripteurs environnementaux abiotiques, les stations ont été classées par groupes homogènes (clusters déterminés en utilisant la distance de Ward pour repérer les similitudes entre stations).

Puis les caractéristiques floristiques principales de chaque groupe ont été décrites et analysées sur la base des pourcentages d'abondance relative de chaque espèce par relevé (1 relevé = 1 station X 1 date).

L'interprétation des résultats d'inventaires a fait appel à la floristique, la biodiversité des communautés, ainsi qu'à leur capacité de bioindication illustrée à partir des caractéristiques auto-écologiques extraites des compilations de la littérature scientifique (Van Dam & al 1994).

La qualité biologique a été évaluée à l'aide d'indices diatomiques s'appuyant sur la sensibilité spécifique, l'amplitude écologique et l'abondance de chaque taxon (IPS, Coste in Cemagref, 1982) ou sur le barycentre de profils écologiques préétablis (en probabilité de présence) pour plus de 209 taxons à partir de 7 classes de qualité physico-chimiques (IBD, Afnor 2000).

### ***III- Résultats et discussion***

#### **III-1. Distribution écologique des espèces selon les paramètres environnementaux immédiats (acidité et minéralisation)**

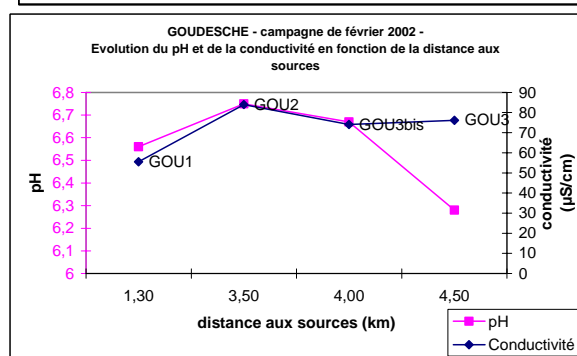
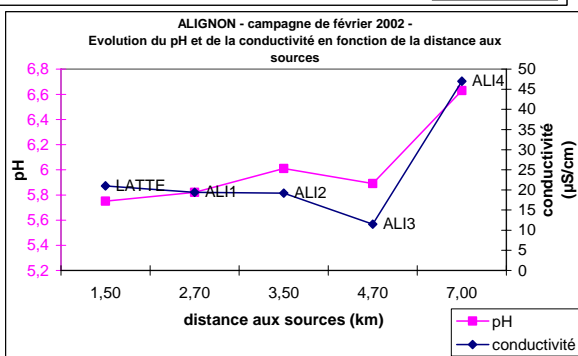
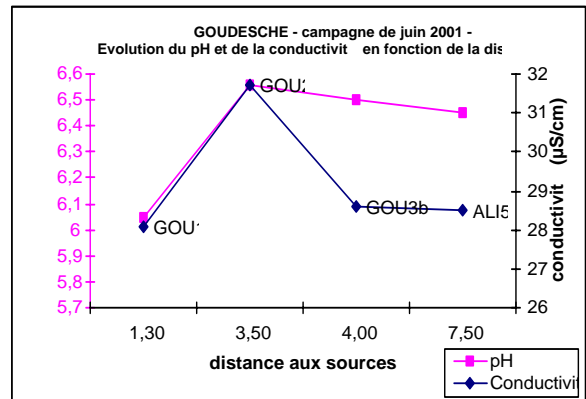
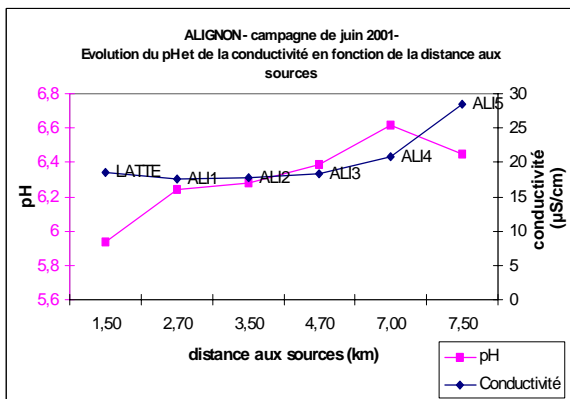
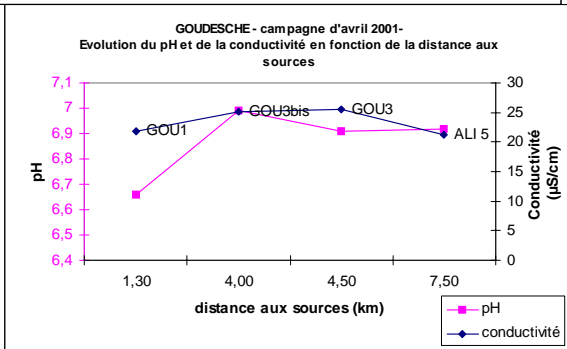
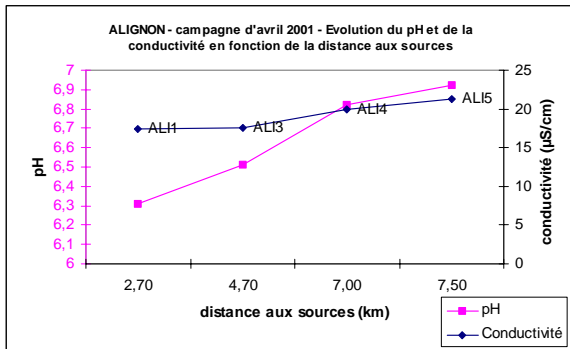
Pour pouvoir valablement comparer les gradients longitudinaux dans les cours d'eau, il a été jugé préférable d'illustrer l'évolution d'un paramètre de l'amont à l'aval aux mêmes dates (mêmes conditions hydrologiques au long du cours de la rivière). En effet, dans l'absolu, les conditions physico-chimiques sont susceptibles de varier assez sensiblement entre les conditions de crues ou de débits soutenus et les conditions d'étiage estival (ex : le pH a pu passer de 4,14 en hautes-eaux hivernales à 6,8 en étiage estival sur le Valat des Cloutasses).

Les paramètres mesurés lors des campagnes de terrain montrent des variations amont - aval non négligeables et même parfois assez marquées, en particulier sur les critères de la conductivité électrique et du pH des eaux (Figure 2 page suivante). Pour la réalisation de ces profils en long, seuls les 62 relevés pour lesquels nous disposons de données complètes (descripteurs environnementaux + diatomées) ont été considérés.

La conductivité relativement basse toute l'année s'accroît sensiblement de l'amont vers l'aval (gain de minéralisation) avec une variante sur la Goudesche où les maxima sont atteints le plus souvent sur la station 2 (cette caractéristique trouvant probablement son explication dans une particularité géologique entraînant des répercussions hydrochimiques locales).

Dans la Goudesche, les valeurs de pH les plus élevées, proches de la neutralité, apparaissent sur la station 2, de façon cohérente avec les caractéristiques du profil en long de conductivité électrique de la colonne d'eau. Dans l'Alignon, le pH s'accroît sensiblement de l'amont vers l'aval, où il reste légèrement inférieur aux valeurs observées dans la Goudesche.

Les pH des affluents qui coulent souvent sous couvert forestier ne sont pas significativement différents de ceux des cours principaux mais ils hébergent des communautés aux caractéristiques plus marquées pour les milieux acides (avec des proportions plus fortes de taxons acidobiontes et acidophiles). C'est le cas des Valats de la Latte de la Sapine et de la Faysse (Figures 3 et 4 en pages 7 et 8).





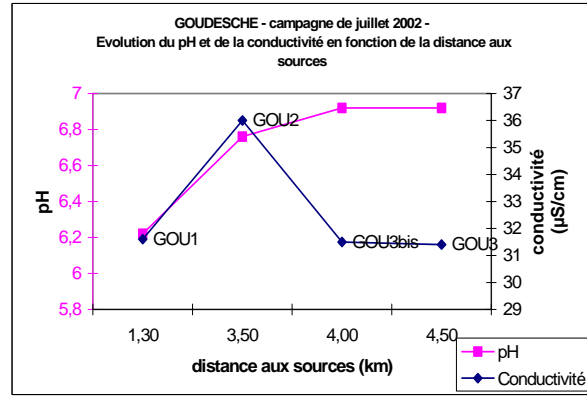
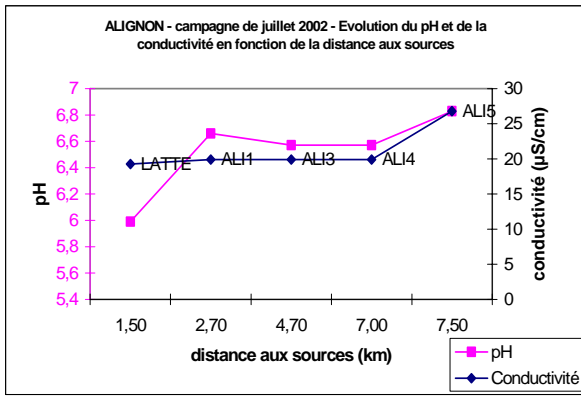


Fig. 2 : Evolution longitudinale du pH et de la conductivité

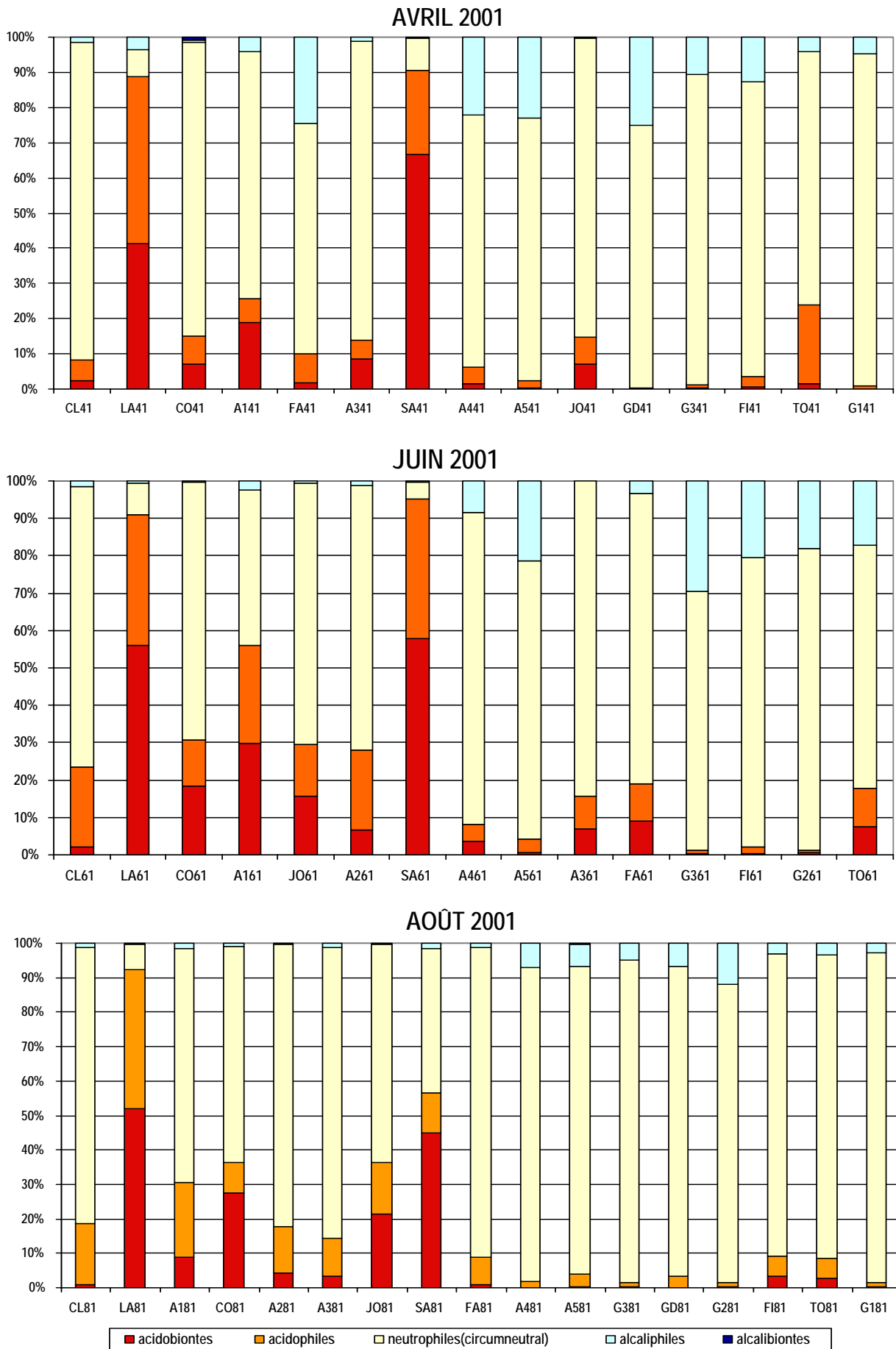


Figure 3 : Affinités ioniques des assemblages diatomiques en 2001



Une Analyse en Composantes Principales (voir Figure 5a en page précédente) a été réalisée sur les paramètres environnementaux des 62 relevés considérés précédemment (se reporter au Tableau 2 en page 4 pour les abréviations), puis ceux-ci ont été classés en groupes homogènes grâce à une analyse par cluster (Figure 5b). 4 groupes de stations s'individualisent nettement selon leurs paramètres environnementaux, correspondant au positionnement de terrain illustré en Figure 6 ci-dessous).

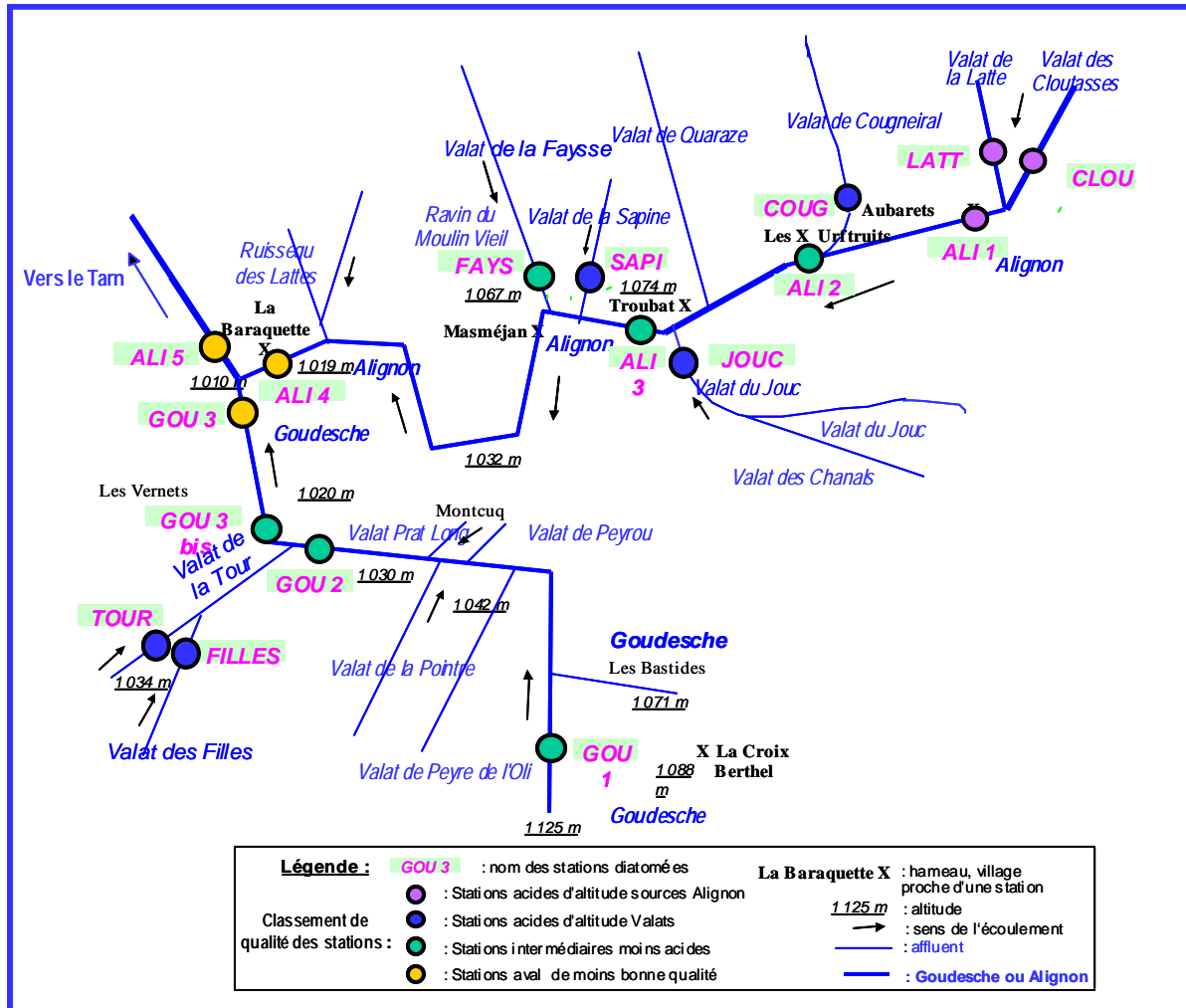


Figure 6 : Classement des stations selon leurs paramètres environnementaux

Si l'on s'intéresse maintenant aux caractéristiques des communautés de diatomées peuplant chacun des 4 groupes de stations, l'information dont elles sont porteuses est à considérer à deux niveaux différents : 1) un niveau de perception assez sommaire des assemblages, basé sur une approche fonctionnelle des communautés (description à l'aide des **caractéristiques auto-écologiques générales** des diatomées qui les composent), et 2) le niveau plus fin des assemblages décrits par les **pourcentages d'abondance relative de chaque espèce**.

### III-21) Caractéristiques auto-écologiques générales des assemblages de chaque station à chaque date :

A ce niveau simplifié de description des assemblages, l'information portée par les diatomées en correspondance avec les groupes de stations identifiées par l'ACP et le cluster est assez claire. Les quatre groupes définis par les variables environnementales se caractérisent par des flores aux caractéristiques écologiques générales différentes selon (van Dam, 1994) (voir Figure 7).

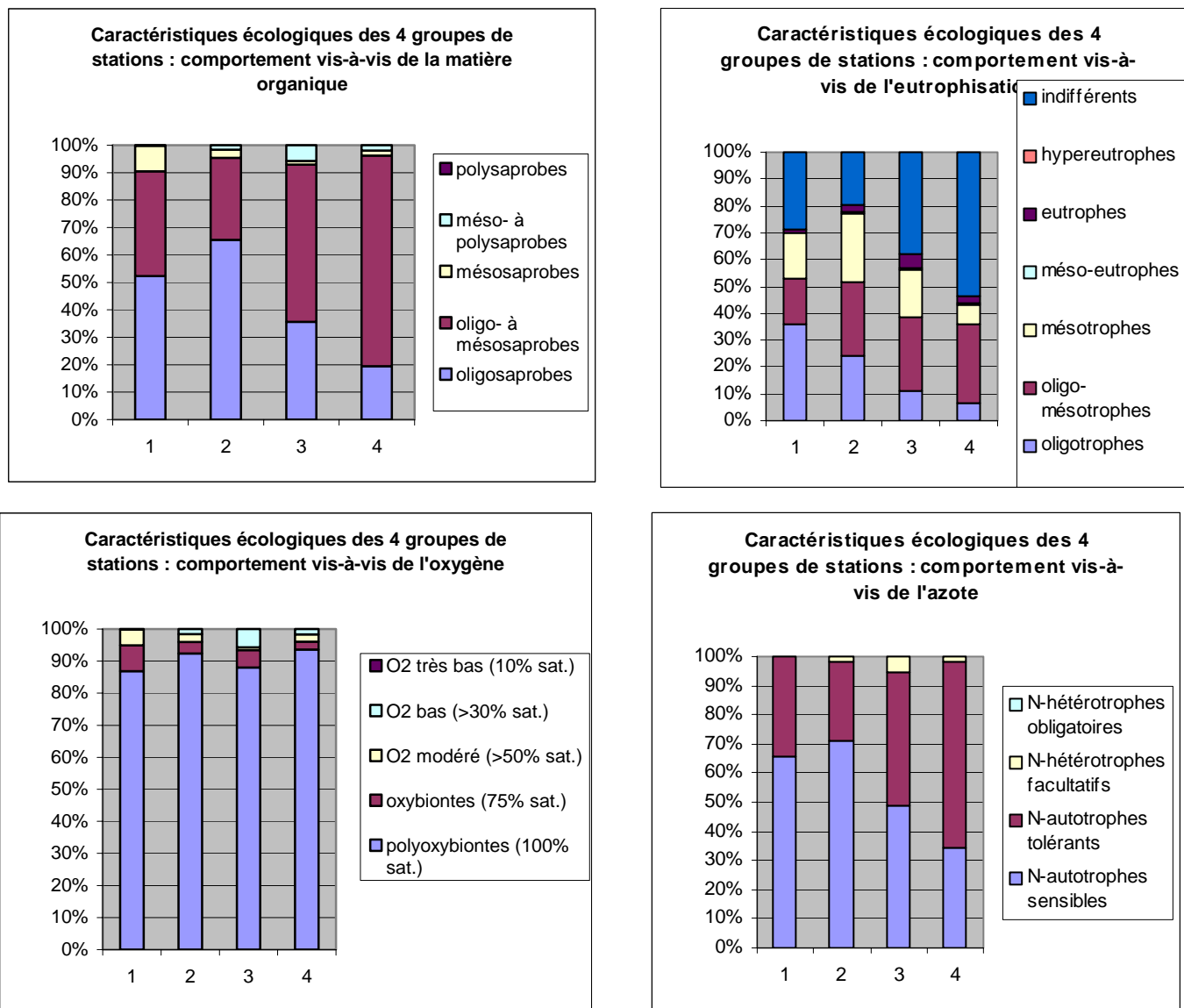


Fig. 7 : Caractéristiques écologiques générales des 4 groupes de relevés déterminés par l'ACP

Le descriptif des 4 groupes, sur le plan abiotique et sur le plan des caractéristiques auto-écologiques des flores qui peuplent les stations, est le suivant :

Le **Groupe 1** correspond à la station la plus amont de l'Alignon, ainsi qu'à son bassin versant constitué des valats de la Latte et des Cloutasses.

Le **Groupe 2** regroupe majoritairement les échantillons provenant des autres valats.

Ces 2 groupes représentent donc des stations de cours d'eau de petite taille (Ordre 1) très peu minéralisés, très proches des sources et correspondant aux plus fortes altitudes. Sur ces cours d'eau, la saison ne modifie pas l'équilibre fonctionnel des assemblages, même si une variation saisonnière de composition spécifique intervient. On y trouve très majoritairement des taxons acidobiontes (voir Annexe 6), N-autotrophes sensibles, oligotrophes, polyoxybiontes et oligosaprobés (Fig 7). Ces stations très en amont du bassin versant n'ont comme apport minéral que celui des roches sous-jacentes, dont la nature cristalline magmatique (granits et schistes) conduit à la production d'une eau pauvre et acide. Les résineux constituant l'essence principale renforcent cet effet bien marqué sur les valats (Sapine). Enfin du fait d'un habitat dispersé et rare, les rejets domestiques susceptibles d'enrichir les valats en matières organiques et minérales sont négligeables.

Le **Groupe 3** rassemble les stations ayant une position moyenne sur l'Alignon et la Goudesche. pH et conductivité augmentent (de façon relative). La proportion de taxons acidobiontes et sensibles à l'eutrophisation baisse pour laisser davantage de place aux taxons plus indifférents (*Nitzschia fonticola*, *Navicula gregaria*).

Enfin le **Groupe 4** est constitué des stations situées à l'aval de l'Alignon et de la Goudesche, stations qui semblent davantage influencées par la densité croissante des habitations et par la plus grande fréquence touristique associée. C'est dans ce groupe que l'on compte le maximum d'espèces indifférentes typiques d'eaux de moins bonne qualité (*Amphora pediculus*, *Caloneis bacillum*).

### III-22) Pourcentages d'abondance relative de chaque espèce :

Une Analyse Factorielle des Correspondances a été réalisée sur le jeu de données intégrant les 62 relevés réalisés sur lesquels existaient à la fois les données de description de l'environnement et les données de relevés biologiques (voir Tableau 2 en page 4). Cette analyse a utilisé les données de description des assemblages diatomiques, exprimées en abondance relative par taxon (400 individus comptés par station et par date, identifiés à l'espèce), en les mettant en correspondance avec l'identité des relevés (1 relevé = 1 station X 1 date). La projection du positionnement des stations sur le croisement des axes portant la part la plus importante d'explication des distances inter-assemblages diatomiques (axe 1 et axe 2) est illustrée en Figure 8 ci-dessous.

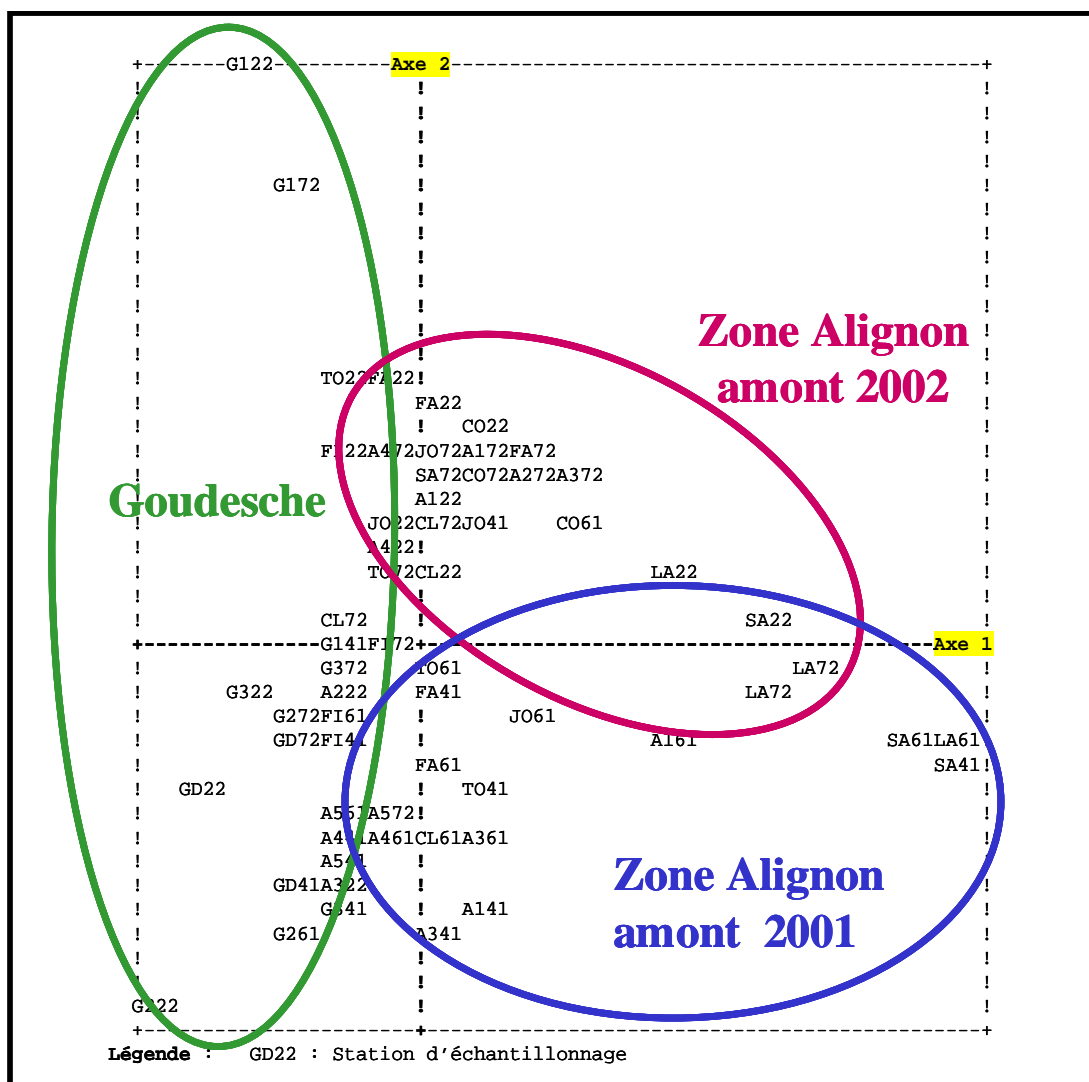


Fig. 8 : AFC réalisée sur les données d'assemblages diatomiques de 62 relevés

En essayant de repérer l'ordonnement des stations sur la base de la composition de leurs assemblages identifiés à l'espèce, on constate que la séparation des stations n'intervient plus en 4 groupes, mais en 3, et que cette ségrégation ne permet plus de séparer aussi clairement les 4 types de cours d'eau qui avaient été repérés sur la base de l'analyse des descripteurs environnementaux et confirmés par l'examen des caractéristiques auto-écologiques des assemblages..

En effet, la difficulté ici est triple :

- 1) les espèces typiques de situations d'amont très peu minéralisées et acides ne disparaissent pas brutalement de la composition des assemblages de stations plus aval, la dérive normale amont-aval conditionnant la stratégie de colonisation des diatomées et la composition spécifique à une station donnée. Elles vont simplement représenter progressivement une part de moins en moins importante des assemblages de l'amont vers l'aval, cette substitution par des espèces plus adaptées aux conditions locales de faisant d'autant plus lentement que les conditions physiques (température, éclaircissement ...) et hydrochimiques subissent des transitions progressives.
- 2) En plus des variations dues à l'hydrochimie, les cortèges biologiques sont aussi fortement influencés par la saison, et une bonne part des assemblages visibles au printemps ou en été en situations amont à thermique plus fraîche peuvent se trouver en hiver ou début de printemps dans des stations nettement plus en aval, ce qui rend plus difficile une ségrégation nette des stations lorsqu'on les considère toutes dates d'échantillonnage confondues (le cas dans cette analyse).
- 3) Les peuplements de diatomées suivent une évolution saisonnière différente d'une année sur l'autre.

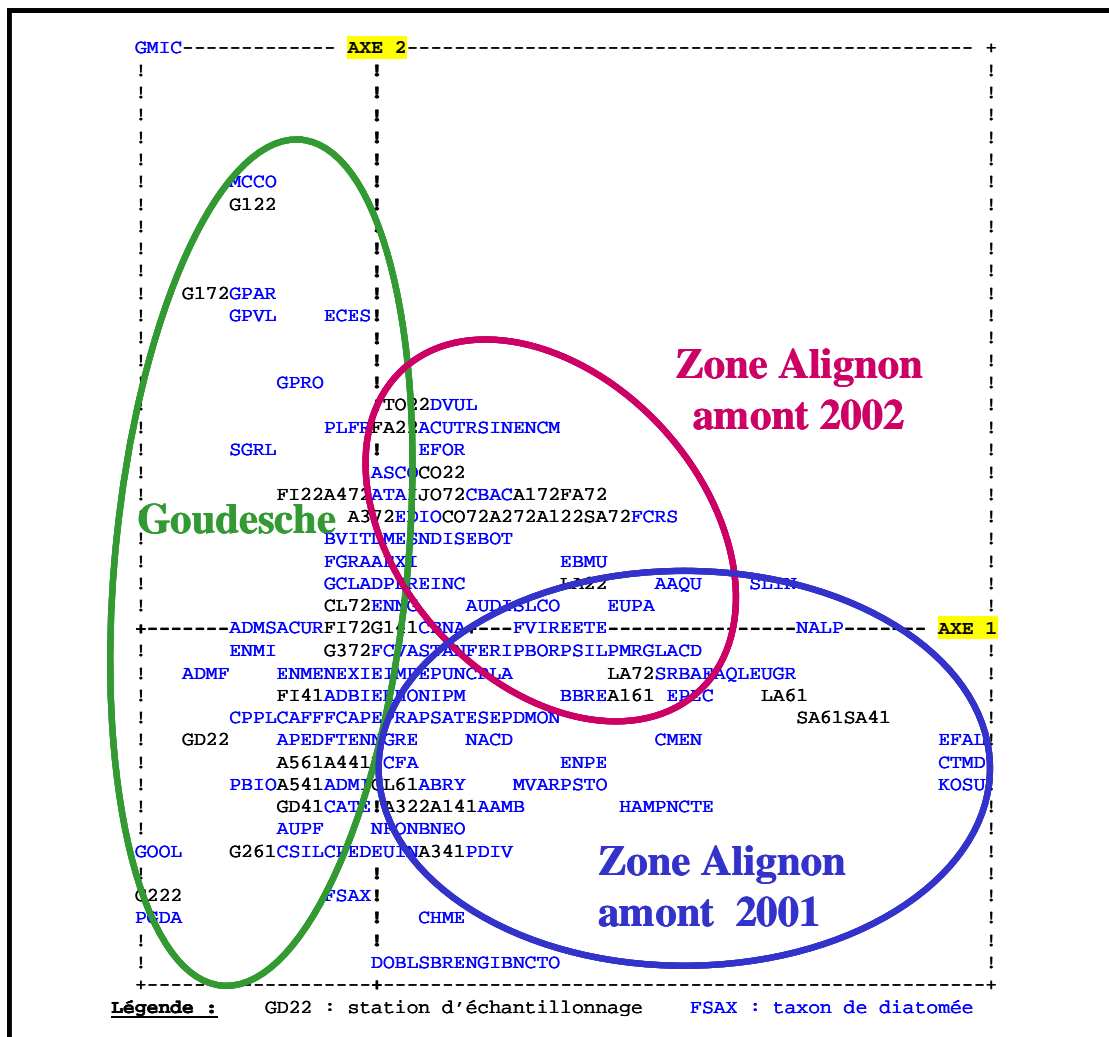


Fig. 9 : Positionnement relatif des espèces et des stations étudiées avec l' AFC

Les résultats présentés en Figure 9 permettent d'observer et de montrer la correspondance entre la distribution des stations repérée en Figure 8 et la distribution des espèces les plus représentatives de ces stations (positionnement dans le même nuage).

Pour les 3 séries de raisons pré-évoquées, les cortèges amont-aval d'un même continuum de cours d'eau ne se séparent pas bien au niveau de leur composition spécifique toutes dates confondues.

Les 3 groupes nets identifiés par l'AFC, que l'on retrouve de la même façon avec une analyse ascendante hiérarchique, illustrent en premier lieu plus grande homogénéité des stations appartenant à un même réseau hydrographique amont-aval. Les assemblages de la Goudesche sont caractéristiques et se regroupent dans le cluster correspondant (couleur verte, voir Figures 8 et 9).

Pour le groupe « Alignon et tributaires », on retrouve le même type de regroupement. Par contre, deux clusters différents s'identifient, qui correspondent à une évolution différente des flores lors de l'année 2001 (cluster figuré en bleu) et 2002 (cluster figuré en rouge).

### III-3. Particularités floristiques (biodiversité, rareté / banalité des espèces)

La microflore diatomique des bassins de l'Alignon et de la Goudesche s'est avérée relativement riche en dépit des faibles potentialités en nutriments (Voir Figure 10 ci-dessous). Plus de 260 taxons ont pu être identifiés en cumulé sur les 3 années d'étude (227 sur le bassin de l'Alignon et 169 sur la Goudesche) avec des formes peu représentées en France comme *Gomphonema rhombicum* M. Schmidt (Figure 12), déjà signalé en Corse et en Espagne (Galice) ou encore *Achnanthes taiensis* Carter (Figures 11 et 13) qui n'avait pas encore été observé en Europe avant cette étude.

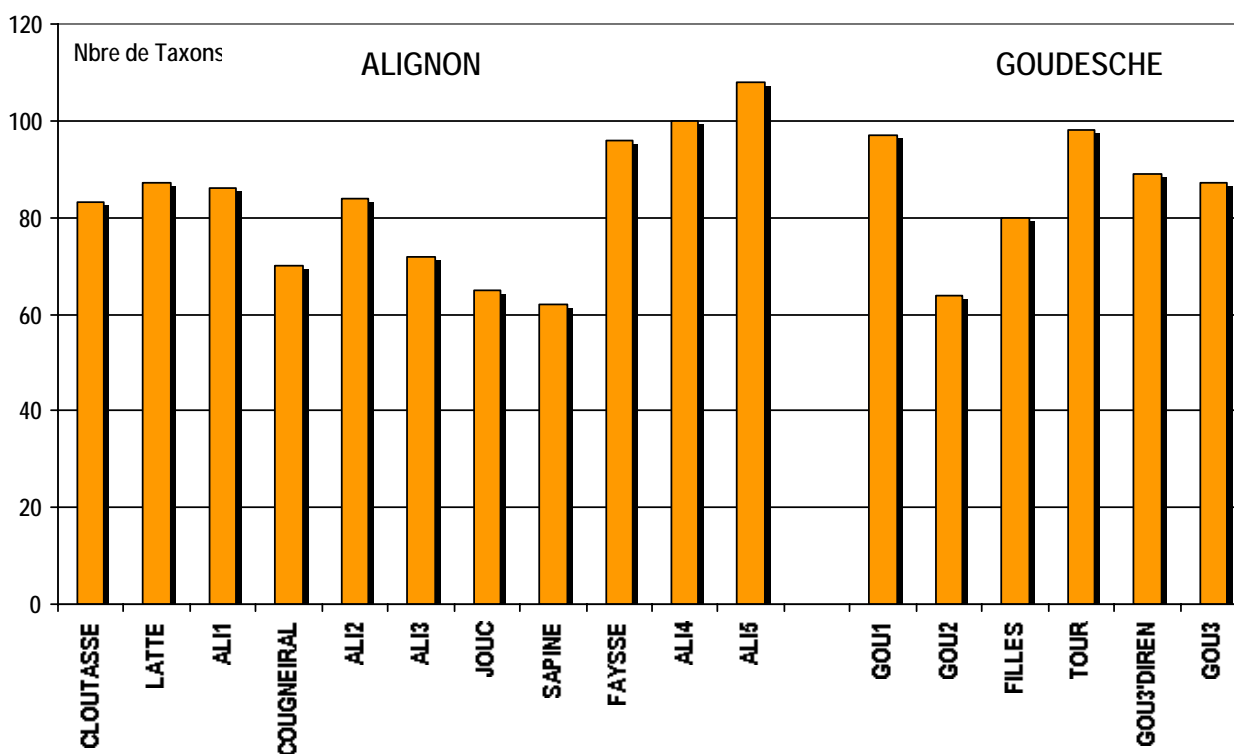


Fig. 10 : Graphe récapitulatif des taxons recensés entre Mai 2000 et Juillet 2002

Un cortège de taxons acidophiles vient augmenter la diversité spécifique de ces écosystèmes.

La richesse spécifique s'accroît sensiblement de l'amont vers l'aval dans le bassin de l'Alignon (arrivée de nouveaux taxons représentatifs de situations plus enrichies en nutriments, qui s'ajoutent aux cortèges des affluents amont).



Pour la Goudesche, une plus grande stabilité de ce critère de biodiversité est notée de l'amont vers l'aval. La station la plus amont est un peu atypique, connaissant des écoulements normaux en hiver, mais prenant la forme d'une petite gorgue à très faibles écoulements l'été, avec les élévations de température correspondantes qui en résultent. De plus, cette station a fait l'objet de travaux en 2001-2002, qui ont généré des perturbations et des conditions locales spécifiques. Cette diversité des conditions d'écoulement, de thermique et de physico-chimie entre hiver et été, qui conditionne une évolution très différente des cortèges saisonniers, augmente artificiellement la bio-diversité de cette station. Une chute nette apparaît sur la station 2, aux conditions hydrodynamiques plus constantes, puis la diversité à la station 3 est du même ordre que celle des 2 tributaires dont l'un (valat de la Tour) a la plus grande biodiversité de tous les tributaires de cet ordre de taille.

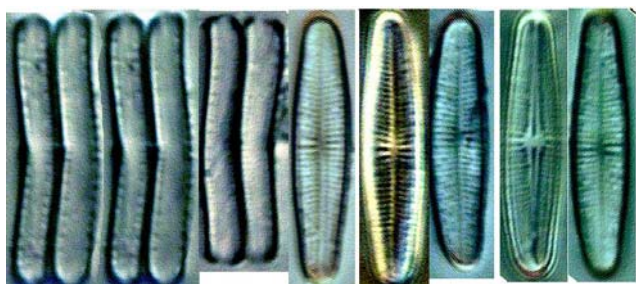


Fig.11 : *Achnanthes taiaensis* Carter

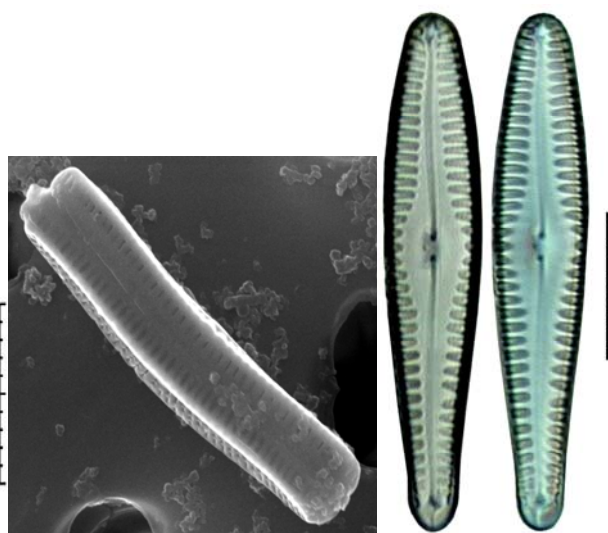


Fig. 12 *Gomphonema rhombicum* M.Schmidt

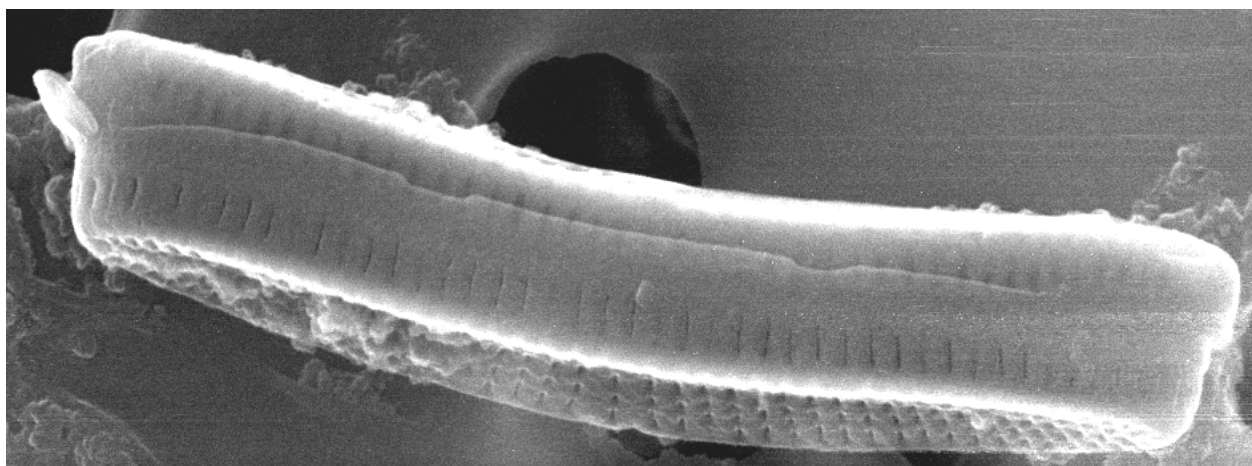


Fig. 13 : *Achnanthes taiaensis* Carter vue connective au M.E.B., photo S. Galaup EGID

Sur le plan de la rareté ou de la banalité des espèces rencontrées, la classification élaborée par Lange-Bertalot & Steindorf (1996) pour l'Allemagne et l'Europe Centrale montre que 31% des taxons de l'Alignon et 26% de la Goudesche sont en régression ou menacés de disparition (Figure 14 en page suivante). On peut cependant noter que, dans leur majorité, les espèces dominantes sont rarement considérées comme menacées.

Outre les espèces précitées le cortège des formes acidobiontes généralement électives des tourbières contribue pour une large part à l'effectif des taxons "en voie de disparition".

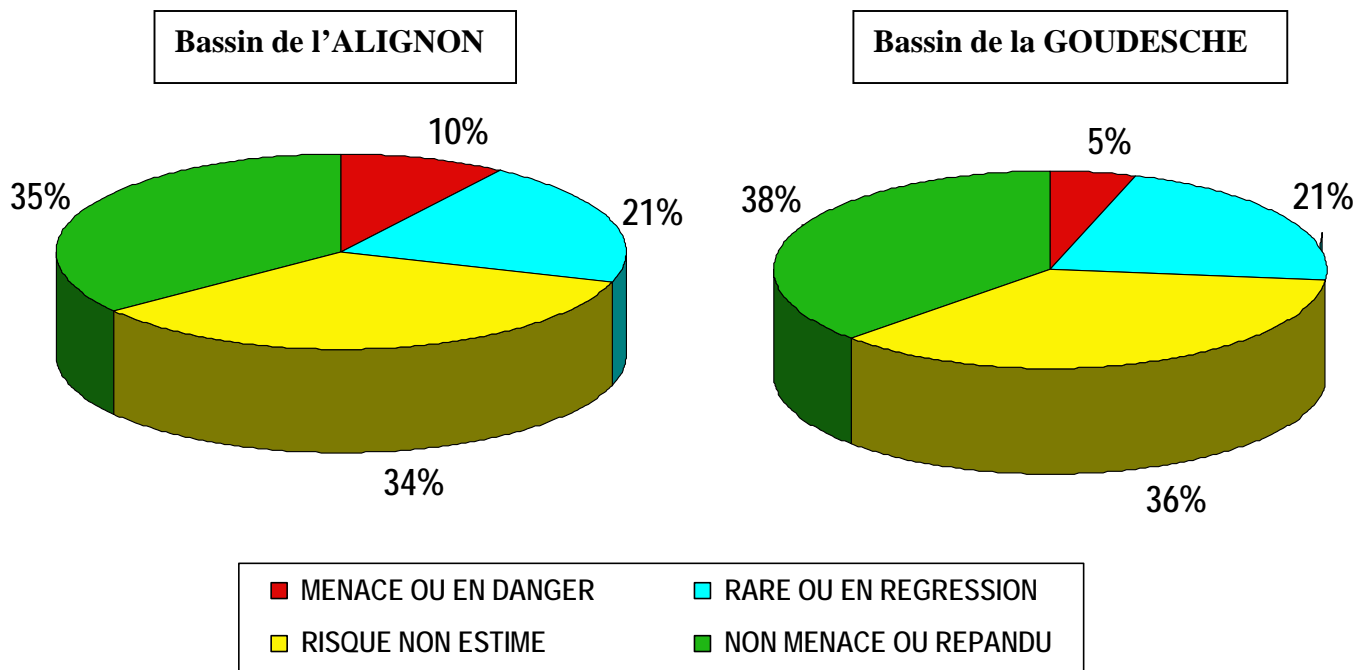


Fig. 14 : Distribution (en % de taxons) des diatomées considérées comme menacées de disparition ou en danger en Allemagne et Europe Centrale selon la "Rote Liste" de Lange Bertalot et Steindorf (1996)

#### III-4 Fluctuations saisonnières (Figures 15 à 21)

Sur l'ACP en Figure 7a, la composition microfloristique paraît peu influencée par les variations de température (telles que mesurées sur les stations) et de débit, alors qu'elle semble influencée fortement par l'altitude (gradient marquant fortement l'axe 2). Mais en fait, la température et la dynamique thermique sont les 2 facteurs les plus influencés par l'altitude. La richesse spécifique reste néanmoins assez constante avec maintien du stock des espèces tout au long de l'année. L'existence de températures relativement élevées en période d'étiage estival dans tous les endroits fortement éclairés simultanément en altitude (station ALI 1 Aubaret) et sur le cours inférieur (ALI5 Baraquette) atténue les différences imputables aux autres paramètres (altitude pente) et contribue à une certaine homogénéisation de la distribution des espèces.



Fig.15 Eclussions de Batraciens à Aubaret Août 2000



Fig 16 Zynématales (Chlorophycées)ALI1 Août 2000

Les algues filamenteuses présentent en revanche une zonation amont aval bien marquée et paraissent plus sensibles à l'effet température-éclairage, ainsi qu'aux vitesses d'écoulement.

Les Rhodophycées (*Lemanea plurisp.*) sont abondantes tout le long du cours de l'Alignon avec une préférence pour les secteurs ombragés. Les Xanthophycées avec *Hydrurus foetidus* prédominent sur le cours supérieur de l'Alignon et de ses affluents d'altitude (valats de la Latte, de Cougneiral et de la Sapine). Elles régressent l'été partout où la température peut atteindre 15°. Dans les secteurs bien éclairés, les Chlorophycées apparaissent en période d'étiage estival (Aubaret, Baraquette ) sur l'Alignon et la Goudesche (Zynema et Spirogyra essentiellement), avec parfois des Cyanophycées comme durant l'été 2000. (cf. Rapports d'étapes). Il n'a pas été possible d'établir de relations nettes entre la chimie des eaux et ces proliférations, et les apports forestiers (litière) pourraient contribuer à ces développements de Cyanobactéries.



Fig.17-18 : Cyanophycées Baraquette et Valat de la Tour Juin 2000



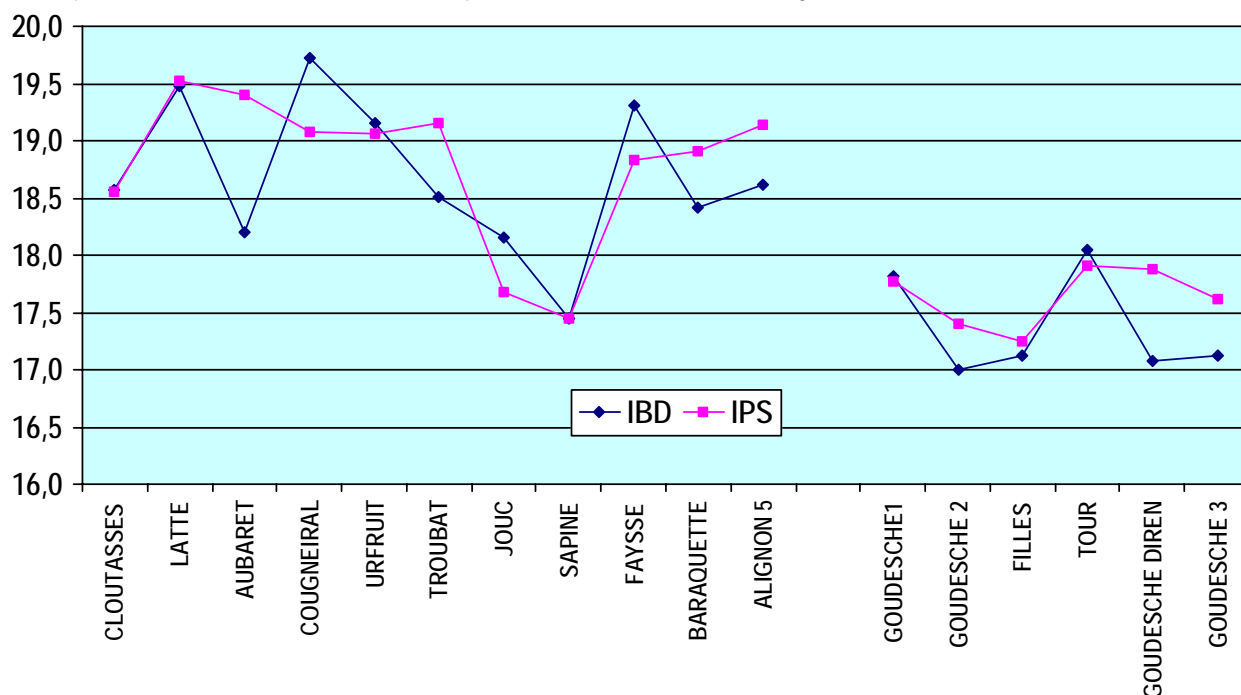
Fig.19-20 : *Hydrurus* Latte 08/2001; *Lemanea* ALI4 Juin 2000

### III-5 Qualité biologique des stations

Estimée à l'aide d'indices de conception différente: IPS basé sur les sensibilités de toutes les espèces présentes (Cemagref 1982-1991) et IBD (Afnor 2000) utilisant un nombre restreint de profils écologiques pré-établis, elle s'est avérée le plus souvent de très bonne à excellente tout au long de l'année (Figure 22). Une qualité sensiblement moins bonne est obtenue sur la Goudesche avec des fluctuations estivales marquées sur les stations 1 (en travaux en 2001-2002, station lenticule l'été) et la station 2 soumise à une fréquentation touristique plus marquée (parkings).

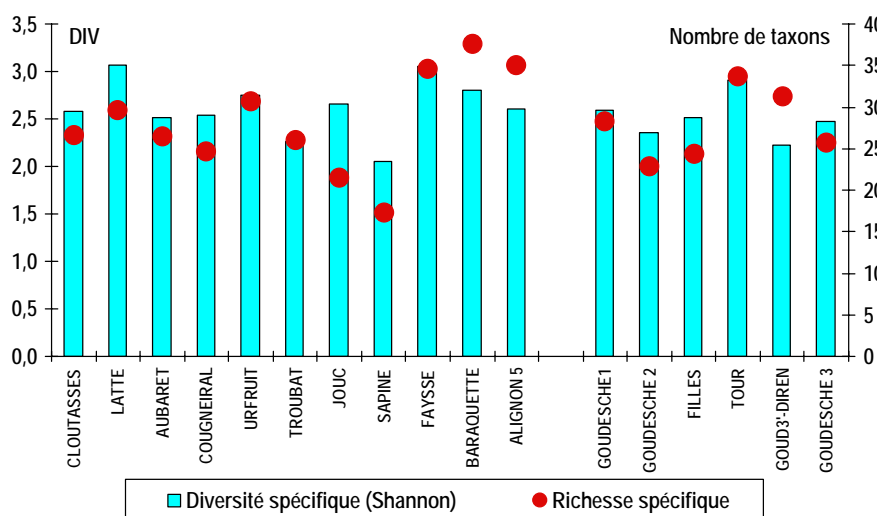
Ces indices élevés le reste de l'année permettent de considérer la plupart de ces stations comme sites de référence utiles à la définition du bon état écologique selon la DE pour les cours d'eau de cette région.

Même la station la plus aval de l'Alignon 5, bien qu'un peu enrichie en nutriments (élevage, fréquentation touristique, eaux usées) reste de bonne qualité si l'on considère la moyenne des notes d'indices.



**Fig. 21 :** Valeurs moyennes des indices IPS et IBD sur les 3 années d'observations

La diversité spécifique (Figure 22) calculée à partir de l'indice de Shannon montre peu de fluctuations au cours de la période de suivi, tout au plus un enrichissement sensible de l'amont vers l'aval sur le bassin de l'Alignon, ce qui est normal du fait que les stations aval de ce cours d'eau sont sous flux d'espèces venant de tous ses tributaires, y compris de la Goudesche pour la station 5 située à l'aval de la confluence. En revanche, la biodiversité est plus faible sur les affluents, aux eaux plus pauvres et où se développent des espèces spécialisées sélectionnées en fonction des fortes spécificités de ces milieux (acidité, hydrodynamique, parfois ombrage...). Sur le bassin de la Goudesche, c'est le Valat de la Tour qui est le plus diversifié.



**Fig.22 :** Richesse spécifique et diversité moyennes (Période 2000-2002)

#### *IV- Conclusions générales*

Les observations effectuées sur la microflore algale du bassin versant du Haut-Tarn durant la période 2000-2002 illustrent la difficulté, du fait de l'éloignement et du nombre nécessairement limité de tournées, à faire des investigations suffisamment pointues et répétées pour bien comprendre les rouages de la dynamique interspécifique, et même inter-familles d'algues.

Si les communautés diatomiques ont été assez bien répertoriées pour la période considérée avec des effets perceptibles notamment de l'acidité et de la fréquentation touristique, l'incidence des variations de débit, de la température et de l'éclairement susceptibles d'affecter la biomasse algale est peut être mieux reflétée par les communautés algales filamenteuses, dont le suivi aurait nécessité des investigations plus lourdes encadrant l'étiage estival. En effet, l'évolution de ces assemblages est nettement plus dynamique que celui des diatomées (fortes évolutions sous quinzaine, alors que les diatomées peuvent rester représentatives de la qualité d'eau écoulee pendant 1,5 à 2 mois) et aurait donc nécessité un suivi plus resserré dans le temps, malheureusement incompatible avec les budgets de cette étude.

Les quelques modifications observées dans la structure des assemblages diatomiques restent peu spectaculaires et confirment la bonne homogénéité des distributions amont aval. On peut noter une certaine stabilité, au moins fonctionnelle, des communautés dans le temps malgré les épisodes hydrologiques auxquels elles sont soumises :

- maintien des spécificités relevées au niveau des affluents,
- richesse et diversité spécifiques peu variables au cours de ces 3 années,
- variation inter-annuelle de la trajectoire des assemblages au niveau taxinomique spécifique (notamment sur le bassin de l'Alignon, entre 2001 et 2002, années où les assemblages ont subi une trajectoire d'évolution saisonnière différente sur les mêmes stations),
- Maintien de l'équilibre des caractéristiques auto-écologiques (fonctionnelles) des populations.

La formulation de recommandations au niveau de la gestion reste donc restreinte dans ce contexte où les cours d'eau, malgré quelques altérations et un certain enrichissement amont-aval, restent des situations de référence ou pseudo-référence au niveau national. Elles pourraient se limiter à une recommandation de vigilance renforcée durant les périodes les plus critiques (étiage estival) qui voit l'assèchement de certains affluents (Valat des Filles) et une forte réduction à peu près générale des débits en même temps qu'intervient l'accroissement de la fréquentation touristique. Il pourrait aussi être réfléchi à la mise en place de quelques petits aménagements ciblés destinés à intercepter des sources de pollutions localisées, peu préoccupantes en périodes de débits soutenus mais un peu plus déclassantes en période estivale (conjonction de faible dilution et de températures plus élevées).

En dehors des aspects hydrologiques, une attention marquée nous paraît donc devoir être apportée aux points suivants :

- maintien d'un suivi physico-chimique annuel (2 à 3 campagnes/an sur les cours inférieurs)
- surveillance des sites soumis durant l'été aux fréquentations touristiques les plus importantes (Goudesche Stations 1 et 2), (Alignon 1 - Aubaret), et à des impacts ponctuels d'élevages (Alignon 1 - Aubaret).
- surveillance des efflorescences algales (algues filamenteuses) entre juin et septembre (une prolifération généralisée pourrait susciter le déclenchement d'investigations supplémentaires : identifications et analyses).

La fragilité de ces systèmes aquatiques va de pair avec leur capacité de récupération et leur conservation leur vaut déjà d'être considérés comme systèmes de référence, non seulement au niveau national, mais aussi européen.

## V. *Références bibliographiques - Auteurs cités*

AFNOR (2000) - Qualité de l'Eau. Détermination de l'indice biologique diatomées (IBD) - Norme NF T90-354 : 63 pages.

COSTE in Cemagref (1982) - Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Q.E.Lyon-A.F.Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, 218p

KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT (1986 - 1991) - *Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. 876 p.; 2 Teil : Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 596 p.; 3 Teil : Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, 576 p.; 4 Teil : Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. 437 p. In Süßwasserflora von Mitteleuropa . Band 2/1-4 - H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Ed.), G. Fischer verlag., Stuttgart.:*

LANGE-BERTALOT, H. & A. STEINDORF (1996) - Rote Liste der Limnischen Kieselalgen (Bacillariophyceae). *Schriften-Reihe. f. Vegetationskunde* **28** : 633-677.

LECOINTE, C, Coste M., Prygiel, J. (1993) - « OMNIDIA » : a software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management, *Hydrobiologia* 269/270: 509-513.

LE GUELLEC, G. (2002) - Comparaison des assemblages diatomiques présents dans les tubes digestifs des Ephéméroptères Heptageniidae, avec ceux prélevés sur le substrat de manière standardisée. *DESS Dynamique des Ecosystèmes aquatiques UPPA-UER Sci. & Tech. Cemagref GMA.*, : 28p. + annexes

VAN DAM, H., A. MERTENS & J. SINKELDAM (1994) - A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands J. Aquatic Ecol.* **28** (1): 117-133.

## VI - Planches couleur des assemblages typiques