



HAL
open science

Etude d'une manifestation de l'eutrophisation du fleuve Charente : le développement de végétaux macrophytes

Francis Moinereau

► **To cite this version:**

Francis Moinereau. Etude d'une manifestation de l'eutrophisation du fleuve Charente : le développement de végétaux macrophytes. Sciences de l'environnement. 1989. hal-03814954

HAL Id: hal-03814954

<https://hal.inrae.fr/hal-03814954>

Submitted on 14 Oct 2022

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.

MINISTERE DE L' AGRICULTURE

**ECOLE NATIONALE D' INGENIEURS DES TRAVAUX AGRICOLES
DE BORDEAUX**

Option : AGRONOMIE-FERTILISATION

MEMOIRE

présenté par

Francis MOINEREAU

pour l'obtention du diplôme

D' INGENIEUR DES TECHNIQUES AGRICOLES

**ETUDE D'UNE MANIFESTATION
DE L'EUTROPHISATION
DU FLEUVE CHARENTE :
LE DEVELOPPEMENT DE VEGETAUX MACROPHYTES**

**Etude réalisée au Centre National du Machinisme Agricole
du Génie Rural des Eaux et des Forêts
C.E.M.A.G.R.E.F. (Groupement de Bordeaux)**

1989

n° 1334

DOC ARCH. SQE

RX00001430

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE D'INGENIEURS DES TRAVAUX AGRICOLES
DE BORDEAUX

Option : AGRONOMIE-FERTILISATION

MEMOIRE

Irstea Bordeaux
DOCUMENTATION

présenté par

Francis MOINEREAU

pour l'obtention du diplôme

D'INGENIEUR DES TECHNIQUES AGRICOLES

ETUDE D'UNE MANIFESTATION
DE L'EUTROPHISATION
DU FLEUVE CHARENTE :
LE DEVELOPPEMENT DE VEGETAUX MACROPHYTES

Etude réalisée au Centre National du Machinisme Agricole
du Génie Rural des Eaux et des Forêts
C.E.M.A.G.R.E.F. (Groupement de Bordeaux)

1989

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à l'égard de Monsieur Alain DUTARTRE, qui m'a encadré et conseillé en sa qualité de maître de stage .

Je remercie également tous les membres du C.E.M.A.G.R.E.F. qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire et plus particulièrement:

- Monsieur Henri BEUFFE, hydrobiologiste
- Monsieur Edouard JEOFFRE, pilote du bateau
- Madame Chantal GARDES, documentaliste
- Suzanne VITTINGHOFF et Patricia DROUILLAT, stagiaires

Enfin, j'adresse ma reconnaissance à Monsieur LEROY, Directeur du groupement du C.E.M.A.G.R.E.F. de Bordeaux, ainsi qu'à Monsieur AYPHASSORHO, Chef de la division *Qualité des Eaux*.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
--------------------	---

PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE
--

<u>I - LA CHARENTE</u>	2
1 - PRESENTATION DU BASSIN VERSANT.....	2
1.1 Situation.....	2
1.2 Géologie et Pédologie.....	4
1.3 Le climat.....	4
1.4 Usages industriels et urbains.....	5
1.5 Usages agricoles.....	5
2 - PRESENTATION DU FLEUVE CHARENTE.....	6
2.1 Situation.....	6
2.2 Historique.....	6
2.3 Caractéristiques morphodynamiques.....	7
2.3.1 Substrats.....	7
2.3.2 Profil en long.....	7
2.3.3 Hydrologie.....	9
2.3.4 Aménagements.....	9

<u>II - L'EUTROPHISATION</u>	11
1 - PRESENTATION DU PHENOMENE D'EUTROPHISATION.....	11
1.1 Définition et concept.....	12
1.2 Les causes.....	12
1.3 Effets et manifestations.....	14
1.3.1 Une diminution de la qualité de l'eau.....	14
1.3.2 Une altération de la faune.....	15
1.3.3 Une modification de la flore.....	15
2 - LE DEVELOPPEMENT DE MACROPHYTES	15
2.1 Clés de détermination et classification.....	15
2.1.1 Les hydrophytes.....	16
2.1.2 Les hélrophytes.....	17
2.2 Les macrophytes et l'écosystème aquatique.....	17
2.2.1 La vitesse du courant.....	17
2.2.2 Le substrat.....	18
2.2.3 La profondeur.....	18
2.2.4 Autres facteurs influençant le développement de macrophytes.....	19
2.3 Rôles de la végétation aquatique.....	19
2.3.1 Rôles physico-chimiques.....	19
2.3.2 Rôles biologiques.....	19
2.3.2.1 <i>La production primaire</i>	19
2.3.2.2 <i>La diversification des habitats</i>	20
2.3.2.3 <i>La source de nourriture</i>	20
2.3.3 Rôles mécaniques.....	20
2.4 Prolifération : nuisances et moyens de contrôle....	20
2.4.1 Les nuisances engendrées.....	20
2.4.1.1 <i>Entrave à la circulation de l'eau</i>	20
2.4.1.2 <i>Entrave au pompage et à l'irrigation</i>	22
2.4.1.3 <i>Entrave à la navigation et aux loisirs</i>	22
2.4.2 les moyens de contrôle.....	22
2.4.2.1 <i>Les moyens de lutte physique et mécaniques</i> ..	22
2.4.2.2 <i>Les moyens de lutte biologique</i>	23
2.4.2.3 <i>Les moyens de lutte chimique</i>	24

DEUXIEME PARTIE : METHODES ET RESULTATS

1 . METHODES UTILISEES.....	25
1.1 Recherche d'informations auprès d'organismes départementaux.....	25
1.1.1 Le développement végétal.....	25
1.1.2 Les facteurs climatiques et morphodynamiques...	25
1.2 Dimensions de l'étude et contraintes inhérentes...	25
1.2.1 Un vaste milieu d'étude.....	25
1.2.2 Les contraintes rencontrées.....	26
1.3 L'approche par trois échelles différentes.....	26
1.3.1 Une vue d'ensemble: l'étude à partir des rives..	26
1.3.1.1 <i>Un ensemble de vingt stations</i>	26
1.3.1.2 <i>Les paramètres étudiés</i>	26
1.3.1.3 <i>La mise au point d'une fiche</i>	28
1.3.2 Etudes des rives du cours moyen.....	29
1.3.2.1 <i>Le choix du cours moyen</i>	29
1.3.2.2 <i>Les paramètres étudiés</i>	29
1.3.2.3 <i>La mise au point d'une fiche</i>	29
1.3.3 Les stations de référence	30
1.3.3.1 <i>Le choix de trois sites d'étude</i>	30
1.3.3.2 <i>Les paramètres étudiés</i>	30
1.3.3.3 <i>La mise au point d'une fiche</i>	32
2 - RESULTATS ET ANALYSES.....	32
2.1 Actualisation des données.....	32
2.1.1 Climat et débits.....	32
2.1.1.1 <i>Le climat</i>	32
2.1.1.2 <i>Le débit</i>	33
2.1.2 Qualité des eaux.....	34
2.1.2.1 <i>Evolution dans le temps</i>	34
2.1.2.2 <i>Evolution dans l'espace</i>	36
2.2 Le point sur la végétation aquatique	38
2.2.1 L'ensemble du cours.....	38
2.2.1.1 <i>Une grande diversité végétale</i>	38
2.2.1.2 <i>La répartition géographique des espèces</i>	42
2.2.2 Le cours moyen.....	42
2.2.2.1 <i>Les espèces rencontrées</i>	43
2.2.2.2 <i>La répartition géographique</i>	47
2.2.2.3 <i>Les autres paramètres</i>	52
2.2.3 Les stations de référence.....	53
2.2.3.1 <i>La station A : ANGOULEME, bassin de vitesse</i> . 54	
2.2.3.2 <i>La station B : NERSAC, Le pont de la Meure</i> .. 57	
2.2.3.3 <i>La station C : CHATEAUNEUF</i>	60

TROISIEME PARTIE : SYNTHESE ET CONCLUSIONS

1 - LIMITES DES METHODES ET AUTRES APPROCHES ENVISAGEABLES	
1.1 Limites des méthodes employées : l'exemple de la station de NERSAC.....	63
1.2 Autres approches envisageables.....	65
1.2.1 Quantification de la biomasse.....	65
1.2.1 Phénométrie.....	65
1.2.2 Teneur azotée des macrophytes.....	65
1.2.4 Utilisation de l'écho-sondeur.....	66
2 - "1989" : UNE ANNEE DE REFERENCE.....	67
2.1 L'évolution 1987-1989 constatée sur quatre saisons...	67
2.2 Représentativité des 4 stations.....	67
3 - L'EUTROPHISATION ET LE DEVELOPPEMENT VEGETAL.....	67
3.1 les principales espèces rencontrées.....	68
3.2 Actions envisageables pour lutter contre l'eutrophisation	
3.2.1 Mieux gérer la fertilisation azotée.....	68
3.2.2 Limiter les apports de phosphates.....	69
3.2.3 Agir sur les facteurs de développement.....	69
3.2.3.1 Reprofilage, drainage, désenvasement.....	69
3.2.3.2 Maintien d'un débit minimal d'eau.....	69
3.2.3.3 Gestion de la ripisylve.....	70
CONCLUSION.....	71

BIBLIOGRAPHIE

RESUME

L'eutrophisation, phénomène d'enrichissement des eaux en éléments fertilisants (N, P,...), a pris ces dernières années une ampleur considérable sur le bassin charentais. Ainsi le fleuve "Charente" manifeste des signes d'eutrophisation parmi lesquels le développement de végétaux aquatiques supérieurs ou macrophytes.

Afin de localiser et de quantifier en terme d'abondance cette production végétale, une étude intégrant trois échelles géographiques différentes a été menée. Au préalable, une actualisation des données relative à la qualité des eaux avait permis, avec une connaissance écologique de base et une reconnaissance de terrain de déterminer les zones à risque.

Ces différentes étapes ont permis de dresser une liste et une cartographie des principales espèces hydrophytes rencontrées. La prise en compte de paramètres de développement (profondeur et vitesse) et de conditions climatiques particulières (sécheresse) est apparue nécessaire afin d'expliquer une telle dynamique végétale.

Quoique d'une ampleur exceptionnelle un tel développement doit attirer l'attention des responsables de la gestion du fleuve et quelques mesures préventives sont proposées.

Mots clefs :

Eutrophisation,
Fleuve Charente,
Végétaux macrophytes,
Hydrophytes,
Répartition,
Qualité des eaux.

Titre en anglais : Study of an eutrophication sign of the river

"Charente" : Macrophytes's development.

INTRODUCTION

Des symptômes d'eutrophisation* sont apparus depuis quelques années sur le fleuve Charente . Ce phénomène semble avoir montré une évolution rapide qui se manifeste, notamment, par un développement important de végétaux aquatiques supérieurs fixés ou *macrophytes*.

Ces proliférations végétales provoquent dans certaines parties du fleuve une gêne pour la navigation, la pêche, le tourisme et des travaux de faucardage ont déjà été engagés.

Afin de déterminer les facteurs d'eutrophisation de la Charente et de mieux comprendre les relations existant entre les composantes morphodynamiques, les apports du bassin versant, le développement végétal, l'Agence ADOUR-GARONNE a demandé au C.E.M.A.G.R.E.F. de réaliser une étude.

Au sein de la division *Qualité des Eaux* , mon travail a donc consisté en une actualisation des données bibliographiques concernant la Charente, son bassin versant et la qualité de ses eaux.

Ce travail préliminaire cherche à mettre en évidence les relations trophiques existant au sein de l'écosystème fluvial, en déterminant les facteurs favorisant les proliférations végétales (plancton, algues filamenteuses, macrophytes, diatomées benthiques)

Ainsi l'étude des différentes espèces macrophytes présentes et leur représentation géographique devrait conduire à une meilleure compréhension du phénomène et pourrait donc déboucher sur des propositions de gestion du fleuve .

L'étendue géographique, la variété des situations considérées, les variations saisonnières et interannuelles, ne permettent pas de prétendre à une parfaite représentativité de la situation.

Malgré tout, après avoir estimé les nuisances consécutives à l'eutrophisation, un plan d'action devrait être mis en place tant au niveau du traitement des rejets (déphosphatation et élimination conjointe de l'azote) que des sources de pollution (optimisation de l'usage des phosphates dans les lessives, apports agricoles diffus).

Ces actions, ainsi que celles concernant plus directement l'aménagement et l'entretien du fleuve devraient contribuer à une maîtrise grandissante de l'eutrophisation.

* = *Phénomène d'enrichissement du milieu en éléments minéraux fertilisants dont les principaux sont l'azote et le phosphore* .

Le groupement du C.E.M.A.G.R.E.F. de Bordeaux ayant déjà réalisé des études sur la présentation du bassin versant de la Charente (1) et des apports agricoles s'y rattachant (2), nous allons simplement effectuer une rapide présentation de celui-ci ainsi que du fleuve Charente lui-même.

Nous aborderons ensuite le problème de l' eutrophisation soulignant ainsi l'importance que revêt la qualité de l'eau dans laquelle se développe les végétaux macrophytes.

PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I - LA CHARENTE

1 - PRÉSENTATION DU BASSIN VERSANT

1.1 Situation (cf carte 1)

D'une superficie approximative de 10 000 km², situé pour sa quasi-totalité (93%) dans la région Poitou-Charente, le bassin de la Charente possède une Surface Agricole Utile (S.A.U.) de 721 600 hectares (ha). D'après le recensement de 1982, il compte près de 600 000 habitants dont près du cinquième se trouve dans quatre villes importantes:

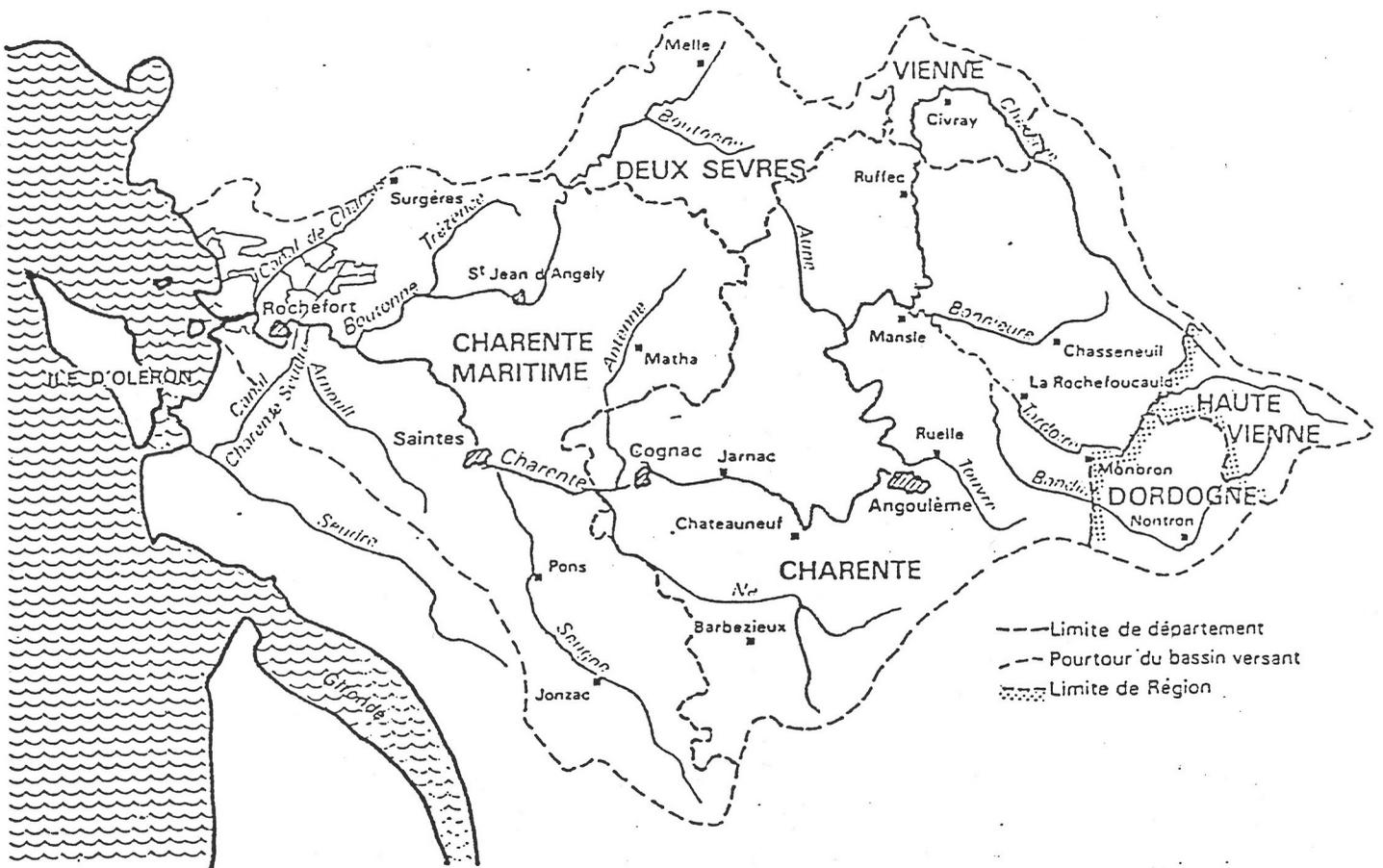
- Cognac : 20 624 habitants
- Saintes : 25 419 habitants
- Rochefort : 25 881 habitants
- Angoulême : 45 942 habitants

Les départements des Deux-Sèvres et de la Vienne sont pour une infime partie, drainés dans leurs parties sud par le bassin de la Charente.

Ce dernier est divisé en 25 sous-secteurs numérotés d'amont en aval selon une classification définie par la Mission Technique "Adour-Garonne" (cf annexe 1) et qui constituent son réseau hydrographique.

Carte 1 : localisation du bassin de la Charente

La Charente et ses affluents :
limites hydrologiques et administratives



--- Limite de département
 Pourtour du bassin versant
 ▨ Limite de Région

1.2 Géologie et Pédologie (cf cartes, annexe 2 et 3)

A l'Est du bassin on trouve des terrains cristallins, contreforts du Massif-Central, sur lesquels la Charente prend sa source.

Cette zone est prolongée au Sud-Ouest et au Nord par une frange tertiaire qui borde ainsi le bassin occupé au niveau de l'embouchure par une zone d'alluvions quaternaires. Le reste du bassin est constitué de calcaires secondaires appartenant au *Jurassique*, ceci au Nord d'une ligne Angoulême-Cognac-Rochefort, et au *Crétacé* au Sud de cette même ligne. Ainsi au niveau pédologique on observe essentiellement des *Rendzines* appelées localement *Terres de Groies*. Cependant une multitude d'autres formations caractérisent ce bassin telles que les *Terres de Champagne* (au Sud), les *Terres de Brande* (à l'Est), mais aussi *Les Marnes*, *Les Terres rouges* et *les Marais*.

1.3 Le Climat

Le climat du bassin de la Charente est de type océanique humide ; il s'explique à la fois par une faible altitude moyenne et une influence maritime marquée. Un ensemble de critères climatiques nous intéresse pour notre étude, il sera bon de les actualiser le moment venu . Pour l'heure, il s'agit de présenter le climat au travers d'une moyenne établie sur la période 1961-1985 pour les critères suivants :

- Pluviométrie :

Tableau n° 1 : Moyennes pluviométriques mensuelles (en mm)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANNEE
COGNAC (16)	88	75	75	64	87	49	45	54	71	70	91	94	863
LA ROCHELLE(17)	87	72	61	50	57	47	41	57	70	76	94	93	805

Source: *Météorologie Nationale, base aérienne de Cognac*

- Température moyenne: 5°C en Janvier à 19°C en Juillet

-Insolation moyenne: environ 2000 heures

-Evapo-Transpiration (ETP) :
Cognac = 806mm
La Rochelle = 848mm

1.4 - Usages industriels et urbains

Une centaine d'installations industrielles utilisent directement les eaux de la Charente, trois à quatre fois plus si l'on tient compte de l'ensemble du réseau hydrologique.

Cependant on peut distinguer deux zones bien distinctes sur le plan industriel et urbain:

- En amont d'Angoulême, le bassin supporte peu d'activités industrielles : une teinturerie à La Rochefoucault, quelques gravières près de Roumazière, l'abattoir de Ruffec et trois laiteries.

Par contre dans ou près de l'agglomération d'Angoulême sont implantées plusieurs papeteries, cartonneries (Godard...), industries chimiques (Leroy-Sommer) et une métallurgie.

En outre Angoulême représente avec ses communes satellites une agglomération de près de 90 000 habitants dont le réseau d'eaux usées est traité essentiellement par les stations d'épuration de Frégéneuil.

- En aval d'Angoulême se situent les agglomérations de Cognac, où la société REVICO traite près du tiers des vinasses départementales, Saintes et Rochefort qui sont également sièges d'une industrialisation importante.

1.5 - Usages agricoles

Il existe environ 30 000 exploitations agricoles sur le bassin de La Charente d'une S.A.U moyenne de 24 hectares et dont l'assolement global est réparti comme suit* :

- 28 % en prairies naturelles
- 7% en prairies artificielles
- 5% en cultures fourragères
- 18% en blé tendre
- 10% en autres céréales
- 13% en tournesol
- 9% en maïs grain
- 10% en vignes et vergers

En ce qui concerne les productions animales, le bassin ne se classe pas dans les zones d'élevage intensives puisque l'on compterait* :

- 160 500 vaches
- 166 500 autres bovins
- 116 800 porcins
- 111 000 ovins
- 83 700 caprins
- 2 180 500 volailles et lapins

* = D'après la méthode d'actualisation présentée par ZAHM (2)

2 - PRESENTATION DU FLEUVE CHARENTE

2.1 Situation

La Charente est un fleuve côtier d'environ 360 kilomètres de long, qui prend sa source en Haute-Vienne (Commune de *Cheronnac*) à 314 mètres d'altitude puis s'écoule sur les contreforts du Massif Central.

Elle coule ensuite en Charente, direction Nord / Nord-Ouest, pénètre dans la Vienne puis revient vers le Sud. A partir de *Montignac*, la Charente est une rivière domaniale dont la Police des Eaux est confiée à l'Equipement. C'est alors que son tracé devient plus sinueux, notamment entre Ruffec et Angoulême, où elle traverse des zones calcaires appartenant au *Jurassique*.

Elle se dirige ensuite vers l'Ouest, poursuivant son cours tranquille et régulier, arrosant Cognac et Saintes pour rejoindre Rochefort où se situe l'estuaire, large mais envasé.

Celui-ci se jette dans l'Océan Atlantique au niveau du bassin conchylicole de Marennes-Oléron qui assure à lui seul près du tiers de la production nationale d'huitres.

2.2 Historique

Au Moyen Age, le fleuve était la principale voie commerciale sur laquelle était basé tout l'essor économique de la Région. Au 18ème siècle, sous la direction de Turgot, un plan général fût élaboré pour en régulariser le cours et dix-neuf écluses furent construites à cet effet entre Cognac et Angoulême.

Ces aménagements assurèrent pendant longtemps la supériorité du fleuve sur tout autre moyen de communication.

Mais vint ensuite la concurrence des voies terrestres qui, alliée à la disparition progressive des productions économiques traditionnelles (sel, papier...), entraîna une désaffection du trafic. La navigation sur la Charente au début du siècle était donc nulle d'où sa disparition de la nomenclature des voies navigables entre 1926, pour la partie située dans le département de la Charente, et 1957 pour celle située dans le département de la Charente-Maritime.

Aujourd'hui, sous l'impulsion d'une Institution Interdépartementale créée en 1977 entre les départements de la Vienne, de la Charente et de la Charente-Maritime, le fleuve et les activités qui y sont liées connaissent un nouvel essor. Il existe en effet un vaste programme de restauration et d'entretien (*cf annexe 4*) du lit destiné à renforcer l'attractivité de la vallée, à améliorer l'écoulement des eaux de crue et à maintenir un débit d'étiage suffisant pour satisfaire aux besoins en eau croissants.

2.3 Caractéristiques morphodynamiques

2.3.1 Substrats

Des études menées par le S.R.A.E* de Poitou-Charentes (3) font état de la nature géologique des zones traversées . Ainsi La Charente s'écoule dans son cours supérieur à travers les contreforts du Massif Central sur des formations soit métamorphiques, soit, pour une majeure partie, granitiques. Des eaux de nature siliceuse apparaissent donc jusqu'à Chantrezac.

Ensuite et jusqu'à Mansle, on observe des eaux bicarbonatées calciques, résultantes de l'influence des calcaires francs du *Jurassique* . Malgré la nature plus marneuse du secteur Mansle-Angoulême et les apports des affluents rive gauche, tel que Le Bandiat, les eaux restent de même type. La traversée de calcaires crayeux et de marnes blanches, légèrement en amont d'Angoulême, engendre une eau de composition alcaline-terreuse mais l'action des alluvions demeurent prépondérante.

A l'aval d'Angoulême, les versants rive gauche et rive droite sont essentiellement calcaires et les eaux de La Charente demeurent bicarbonatées calciques, reflétant ainsi l'homogénéité de la nature géologique.

* = Service Régional Aménagement des Eaux

2.3.2 Profil en long (cf côtes, en annexe 5)

Le cours supérieur de la Charente, de la zone des sources jusqu'à l'aval de Ruffec, soit 105 km, présente plusieurs ruptures de pente.

Aussi, pour les trente premiers kilomètres, on note une pente moyenne de 2,2 % . où les eaux s'écoulent dans une vallée étroite et accidentée. Le lit peu profond de la rivière entraîne alors un régime hydraulique de type torrentiel.

De l'aval de Roumazière à Saint Saviol, soit 51 km, les caractéristiques morphodynamiques se modifient sensiblement : la pente moins importante, de 1,1%, entraîne une largeur de plan d'eau plus grande et un cours plus calme qui redevient ensuite plus torrentiel entre Civray et Saint Saviol, sur 5 km, où la pente atteint 2,6 %.

A partir de Ruffec, La Charente devient progressivement une rivière de plaine (pente inférieure à 0,5 %), large et profonde, qui possède un régime hydraulique très calme.

Figure n° 1 **Débits annuels moyens**

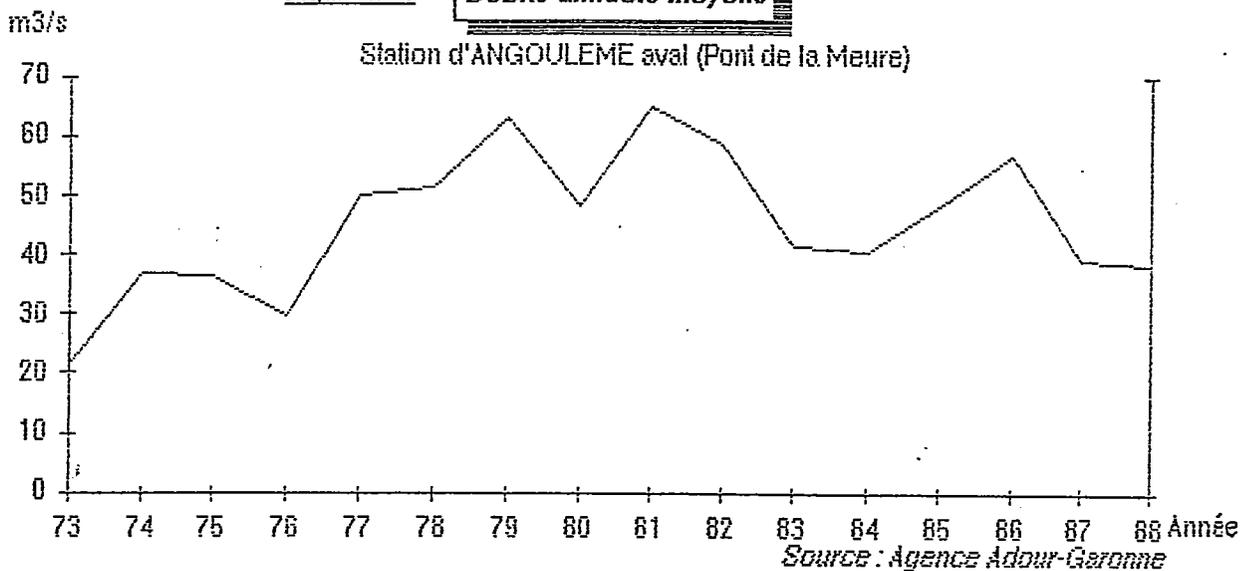
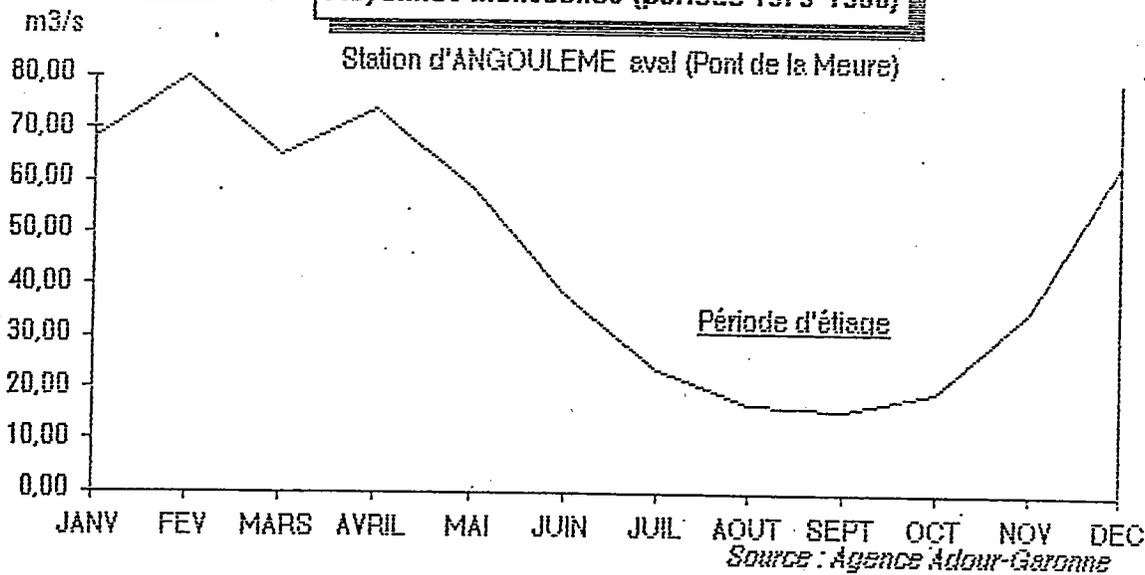


Figure n° 2 **Moyennes mensuelles (période 1973-1986)**



2.3.3 Hydrologie

La Charente possède un régime pluvial océanique caractérisé par des crues d'hiver et des basses eaux ou étiage de Juin à Novembre (cf figures 1 et 2).

Ces dernières années ont été caractérisées par un débit d'étiage de plus en plus faible (excepté 1988) et des inondations répétées:

- FAIBLESSE DES ETIAGES

La faiblesse naturelle des débits d'étiage due au déficit pluviométrique estival (forte Evapo-Transpiration Potentielle) est aggravée par des prélèvements croissants, provenant notamment des besoins en eau pour l'irrigation (36 000 hectares irrigués en 1988 contre 16 500 en 1980) mais aussi des activités industrielles et des adductions d'eau potable. Le débit résiduel de La Charente atteint alors le débit critique de $1\text{m}^3/\text{s}$ à l'amont d'Angoulême et seulement 5 à $6\text{ m}^3/\text{s}$ à Rochefort.

Les prévisions font état de plus de 60 000 hectares irrigués avant la fin du siècle d'où la nécessité d'assurer une gestion cohérente des ressources en eau.

- IMPORTANCE DES CRUES

Quoique crues et décrues soient lentes, elles ponctuent l'histoire de La Charente dont le relief de la basse vallée, très plat, prédispose aux inondations.

Ainsi la ville de Saintes a connu de fortes inondations en 1961, 1962, 1982 et 1983 avec près de 350 millions de francs de dégâts en 1982.

Toutes ces raisons ont conduit les élus locaux, les divers usagers et les riverains à l'élaboration d'un projet de protocole de gestion des eaux du bassin de La Charente.

2.3.4 Aménagements (cf carte 2)

Au 18^{ème} siècle, 19 écluses furent construites sur le cours moyen c'est à dire entre Angoulême et Cognac .

Actuellement, l'aménagement hydraulique de La Charente et de ses affluents est confié depuis 1977, date de sa création, à l'Institution Interdépartementale qui a pour principaux objectifs d'augmenter les débits d'étiage et de réduire les effets des inondations.

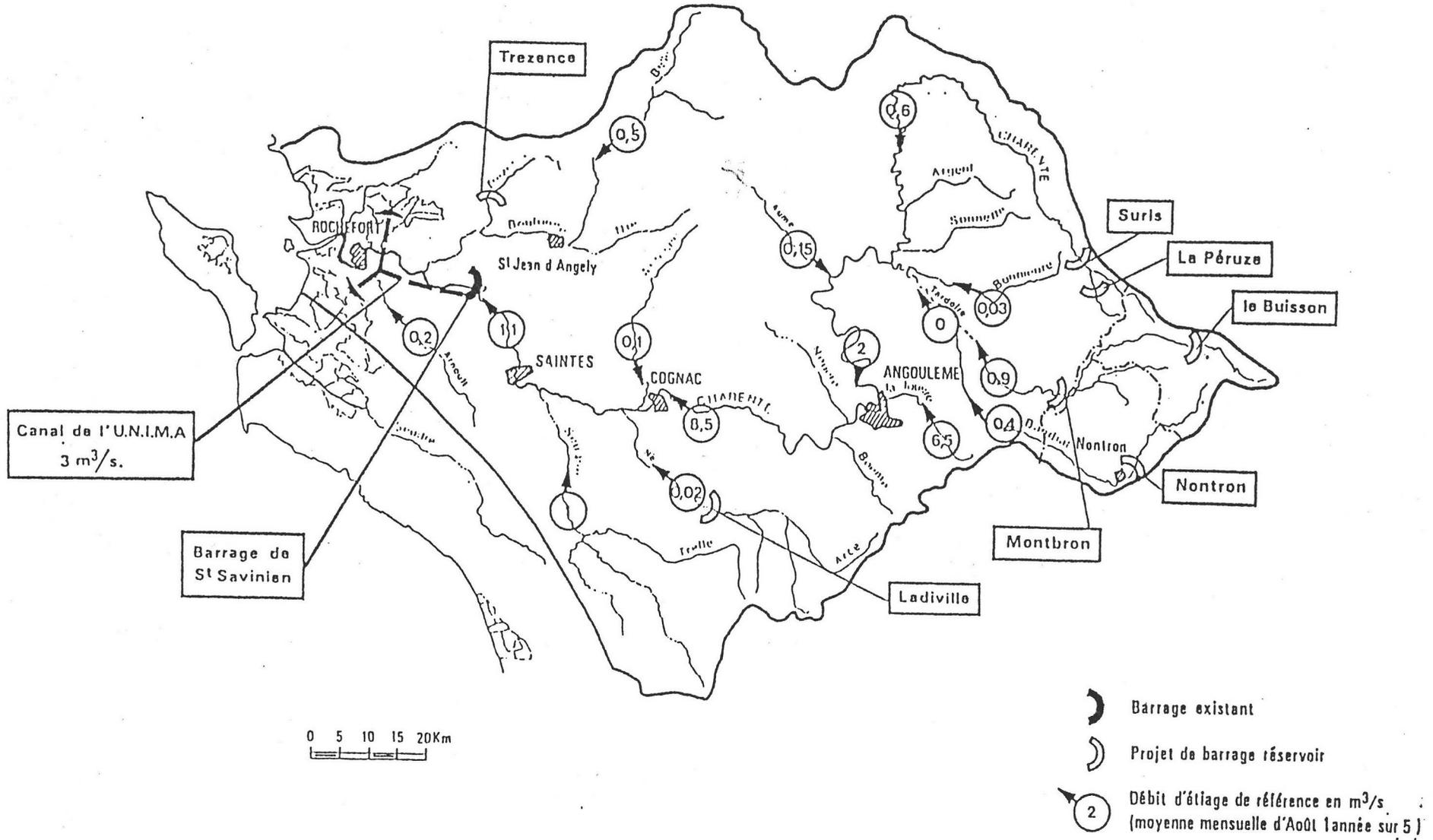
A cet effet, l'Etat et la Région réalisèrent en 1983 un contrat de plan comprenant deux volets (4):

- Un volet relatif à la protection contre les inondations par des aménagements localisés comprenant l'enlèvement des obstacles naturels et artificiels dans le lit mineur et l'amélioration des conditions d'écoulement dans le lit majeur (coût : 40 millions de francs).

BASSIN "CHARENTE"

Débits d'étiage

Aménagements hydrauliques



- Un volet relatif à l'accroissement des ressources en eau comportant d'une part la construction du barrage de LAVAUD sur le cours amont de La Charente (10.10^6 m^3 , 57 millions de francs) et d'autre part l'étude du barrage de *La Trézence*, affluent de *La Boutonne* .

Le programme d'intervention proposé par l'Institution Interdépartementale pour l'aménagement de la Charente et de ses affluents comporte la réalisation d'une tranche de stockage de 25.10^6 m^3 par décennie.

En outre, la mise en oeuvre d'un protocole entre les différents usagers (irrigants, industriels, collectivités, conchyliculteurs, pisciculteurs, bénéficiaires de loisirs), l'Etat et l' Agence de l'Eau Adour-Garonne devrait permettre de mieux gérer l'eau en quantité et en qualité. En effet, en fonction du rythme annuel de progression, le volume des consommations nettes supplémentaires à compenser serait de 25.10^6 m^3 dans les dix ans et de 50.10^6 m^3 à long terme dont les deux tiers consacrées à l'irrigation (1).

II - L' EUTROPHISATION

1 - PRESENTATION DU PHENOMENE D'EUTROPHISATION

1.1 Définition et concept

Ethymologiquement, le terme *eutrophe* vient du grec "eu" qui signifie bien et "trophe" pour nourriture d'où la signification de bien nourri .

Ainsi l'eutrophisation désigne, en limnologie, le phénomène d'enrichissement du milieu naturel (lac, cours d'eau) en éléments fertilisants sous forme de sels dissous, les principaux étant les nitrates et les phosphates (5). Une des conséquences directes est l'accroissement de la productivité ou de la fertilité du milieu (*cf fig.3*) d'où une production accrue des formes végétales aquatiques suivantes:

- *plancton* : algues microscopiques en suspension
- *algues filamenteuses* : végétaux fixés
- *diatomées benthiques* : algues microscopiques fixées
- *macrophytes* : végétaux supérieurs fixés ou non

Cependant comme le souligne J. BIERNAUX (6), il s'agit "d'un phénomène naturel et bénéfique en matière de production aquatique de niveau primaire, ce dont profitent les organismes animaux des niveaux supérieurs de l'échelle alimentaire jusqu'aux poissons."

Il s'agit là du processus "normal" résultant du contact de l'eau avec le substrat et le sol ainsi que de l'enrichissement dû aux apports atmosphériques (azote, soufre) et exogènes (végétaux morts, animaux et leurs déjections). cf fig.4

Cette idée d'eutrophisation "harmonieuse" a été reprise par VILLERET (7) et le rapport de l'OCDE (8) signale que, sur un plan purement scientifique, l'eutrophisation ne constitue qu'un aspect particulier de la productivité de l'écosystème.

Dans le même rapport le terme d'eutrophisation est également employé comme synonyme de réponse du milieu aquatique à un enrichissement excessif en substances nutritives.

BARROIN (9) va plus loin en intégrant dans sa définition les effets néfastes induits par le phénomène (dégradation de la qualité de l'eau, mortalité des poissons, développement de maladies cutanées et virales) alors que BIERNAUX (6) défend le terme, lorsqu'il y a pollution, d'hypertrophisation (*trop bien nourri*).

Ainsi suivant l'utilisateur, il existe plusieurs définitions de l'eutrophisation, nous nous intéresserons, pour notre part, à l'aspect "développement végétal" engendré par le phénomène. En effet l'importance de l'eutrophisation est grandissante.

Diverses activités dont l'agriculture intensive laissent échapper des quantités croissantes de nutriments et en particulier de l'azote. Par ailleurs, les efforts importants de lutte contre la pollution domestique ont permis de limiter la pollution des eaux superficielles : des quantités très importantes de matières organiques sont ainsi traitées. Mais les stations classiques d'épuration des eaux usées domestiques produisent des nutriments tels que nitrates et phosphates qui sont directement consommables par les végétaux : les potentialités nutritives des milieux végétaux en sont donc augmentées.

1.2 Les causes

De nombreux facteurs participent aux développements végétaux tels que la température, l'éclairement, la transparence, la vitesse du courant, la profondeur, etc mais l'origine de leur prolifération est souvent due à un excès d'éléments fertilisants, qu'ils soient issus de sources ponctuelles (stations d'épuration, rejets urbains) ou de sources diffuses (bassin versant agricole, rejets industriels).

D'autres substances comme le potassium, le magnésium, les sulfates ou les microéléments exercent probablement, elles aussi, une certaine action qu'il faut relativiser.

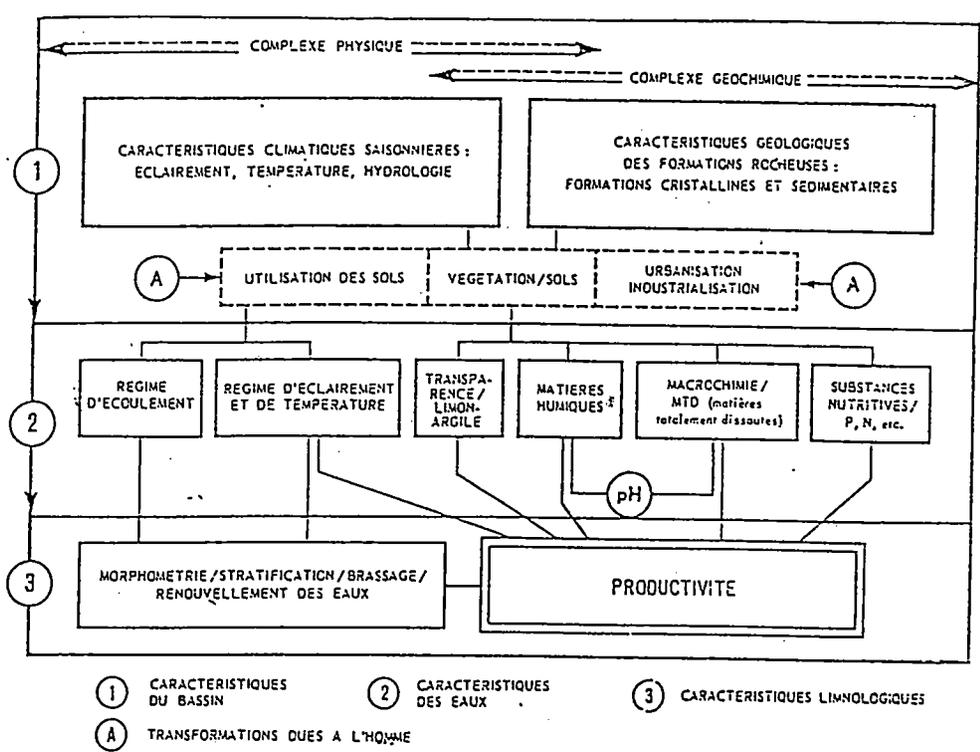


Fig 3: Les 3 niveaux déterminants de la productivité aquatique
 Source: rapport OCDE , 1982

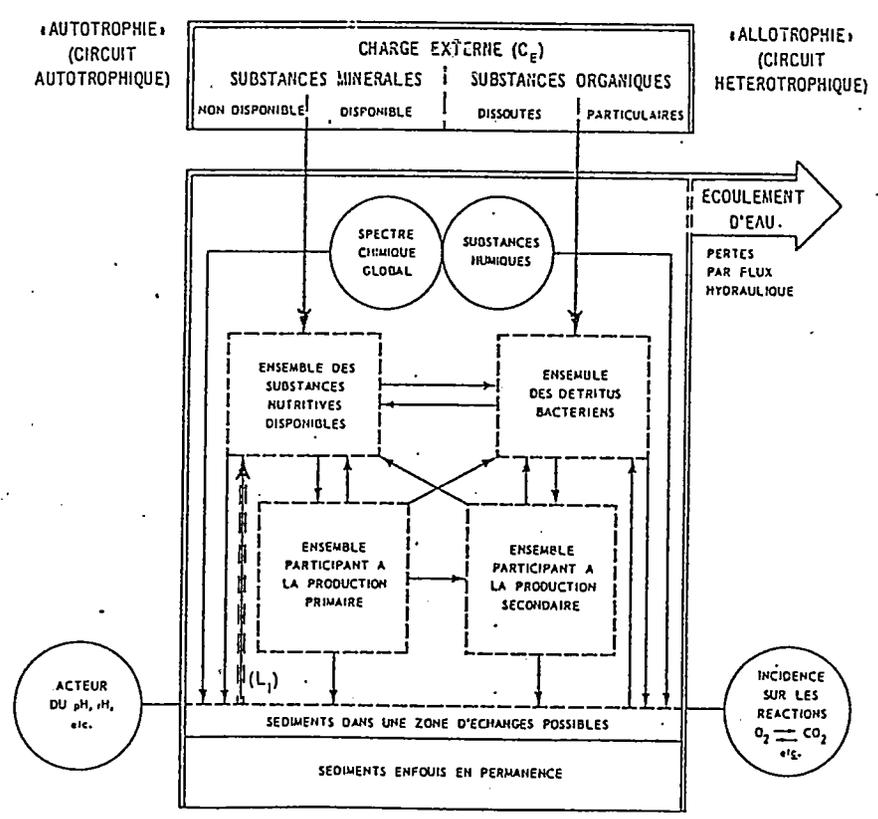


Fig 4: Equilibres physico-chimiques du milieu aquatique
 Source: Rapport OCDE , 1982.

BENNETON (5) en citant VOLLENWEIDER (10) donne, "en se basant sur des concentrations printanières des formes azotées et phosphorées, les critères de pollution d'ordre critique suivants : 10 mg de P/m³ et de 200 à 300 mg d'N/m³". Il faut cependant noter qu'il n'existe pas de normes mondiales concernant les pollutions liées à l'eutrophisation.

En outre, si l'on s'attache aux causes de la pollution engendrée, comme l'a réalisé l'agence R.M.C (11), il faut également inclure dans ce paragraphe l'augmentation de la biomasse végétale qui va se manifester par de nombreuses conséquences ou effets sur l'écosystème (cf fig.3).

1.3 Effets et manifestations

On peut considérer que la matière organique végétale produite dans le milieu par photosynthèse constitue une pollution, au même titre que les apports exogènes dus aux rejets, si elle dépasse les possibilités d'assimilation de l'édifice biologique.

Ceci se traduit par une simplification et globalement un appauvrissement global de l'écosystème puisque l'on constate les faits suivants :

1.3.1 Une diminution de la qualité de l'eau

On observe une diminution de la transparence et un changement de couleur des eaux dus à une forte turbidité (développement d'algues en suspension rendant l'eau trouble). L'activité photosynthétique très forte engendrée par le développement végétal provoque sur le plan physico-chimique:

- le jour, une sursaturation anormale en oxygène (jusqu'à 200%). Inversement, la nuit lorsque la photosynthèse s'annule pour laisser place à la respiration, on constate une baisse en oxygène dissous qui peut aller jusqu'à l'anoxie (taux nul).

- Parallèlement, la photosynthèse utilise du gaz carbonique (CO₂), ce qui a pour effet d'augmenter le pH jusqu'à des valeurs de 9,2 et 9,3 rendant, comme le souligne BENNETON (5), certains éléments comme l'ammonium plus toxiques.

- Lors de la dégradation microbienne, il y a des productions possibles d'ammoniac, de nitrites ou d'hydrogène sulfuré (H₂S).

Il y a donc altération de la valeur d'usage de l'eau puisqu'il y a une dégradation des qualités organoleptiques et accroissement des difficultés de filtration pour la potabilisation (colmatage des filtres par les fleurs d'eau, ...).

En outre, les intérêts sociaux et touristiques (sports nautiques, baignade, pêche...) sont compromis dans les situations d'intense eutrophisation.

1.3.2 Une altération de la faune (cf annexe 6)

On a vu qu'une eutrophisation naturelle et progressive contribue à l'essor de la vie piscicole, notamment en créant un développement végétal responsable d'une certaine oxygénation et de zones de frayère.

En revanche une eutrophisation importante a un effet désastreux sur la faune piscicole par modification de l'équilibre physico-chimique (voir précédemment).

On observe alors une raréfaction des Salmonidés, espèce la plus sensible puisque ayant les seuils létaux suivants (extraits de 5):

- concentration en oxygène dissous inférieure à 5 g/l
- concentration en ammoniac supérieure à 0,5 mg/l
- concentration en nitrites supérieure à 0,1 mg/l

Ceci peut s'effectuer au profit d'espèces moins sensibles (Cyprinidés) bien qu'ayant, elles aussi, à lutter contre la diminution de zones de frayère due à un envasement d'origine végétale accru.

1.3.3 Une modification de la flore

Autrefois représentative d'un milieu naturel, elle devient exubérante et peut même engendrer un ralentissement des débits, en plus des nuisances directes ou indirectes citées précédemment.

Ainsi toutes les catégories végétales (émergées, semi-immersées, flottantes ou submersées) sont stimulées dans leur croissance et l'envasement organique peut être augmenté.

2 - LE DEVELOPPEMENT DE MACROPHYTES

Il s'agit là d'une des manifestations de l'eutrophisation et à ce titre l'importance du développement de végétaux macrophytes constitue un des éléments du "bilan de santé" de la Charente.

Mais préalablement à la description de ces manifestations, il est nécessaire de faire succinctement le point sur les différents groupes de végétaux.

2.1 Les différents groupes de végétaux

Afin de lever l'ambiguïté des termes "amphibie", "aquatique", "semi-aquatique", etc, les biologistes ^{parmi} lesquels J. MONTEGUT (13) ont établi une classification à partir de clés de détermination écologiques (cf annexe 7).

Ainsi deux grands groupes se distinguent avec d'une part:

- *Les hydrophytes (Hy)* : Végétaux développant la totalité de leur appareil végétatif à l'intérieur du plan d'eau ou à sa surface.

- *Les hélrophytes* (He) : Végétaux finissant par développer un appareil végétatif et reproducteur totalement aérien, mais gardant leurs appareils souterrains dans un substrat gorgé d'eau.

Il s'agit d'une classification simplifiée et une multiplicité de clés de détermination (*annexe 8*), notamment basées sur les feuilles des végétaux (14), permettent une bonne approche de la systématique sans avoir nécessairement des connaissances approfondies en botanique.

Ainsi on distingue d'après la classification des principaux végétaux aquatiques (15):

2.1.1 Les hydrophytes

Au sein de ce groupe on peut distinguer plusieurs sous-groupes issus des caractéristiques suivantes:

* Le degré de fixation qui permet de différencier:

- Les hydrophytes nageants (Hyn): Flottants (*Hydrocharis*) ou situés entre deux eaux (*Utricularia*).

- Les hydrophytes radicants (Hyr): Fixés sur un support ou sur le fond à l'aide de rhizomes ou de racines.

* La répartition de l'appareil végétatif vis à vis du plan d'eau qui est à l'origine de la distinction entre:

- Les hydrophytes submergés : Ils "tapissent" le fond (*Najas, Isoetes, Chara, Elodea, Fontinalis, Lobelia, Vallisneria*)

- Les hydrophytes affleurants : Ils passent de l'état submergé à celui d'affleurant au cours de leur développement (*Famille des Potamots, Myriophylles, Ceratophylles.*)

- Les hydrophytes flottants appartenant eux mêmes à deux types en fonction de la morphologie de leurs feuilles.

* La capacité et le niveau de floraison

Les inflorescences peuvent être absentes ou très discrètes (*Littorella, Zanichellia, Ceratophyllum...*)

Elles peuvent aussi être submergées (*Fontinalis, Isoetes, Callitriches, Chara, Elodea, Ruppia ...*), flottantes (*Vallisneria, Luronium, Nymphaea...*) ou juste au dessus du plan d'eau, les hélrophytes étant seuls capables d'élever leurs inflorescences à plus d'un mètre au dessus de celui-ci.

2.1.2 Les hélophytes

Les nuances qui existent au sein de ce groupe font distinguer:

* Les hélophytes-hydrophytes

Espèces dont la base peut ou doit rester submergée en permanence; les botanistes les classent parfois dans le groupe des hydrophytes.

Il s'agit d'espèces telles que *Alisma plantago-aquatica*, *Cicuta virosa*, *Phragmites australis*, *Ranunculus lingua*, *Sagittaria sagitifolia*, *Scirpus lacustris*, *Sparganium sp*, *Veronica aquatica*.

* Les hélophytes vrais ou amphiphytes

Ce sont des plantes à caractère hygrophile dont les racines prospectent les horizons gorgés d'eau (berge, sous-bois, fossés, marécages, rizières...).

Ainsi on y trouve les espèces des berges abruptes argileuses ou marneuses (*Butomus umbellatus*, *Iris pseudacorus*, *Mentha arvensis*) mais aussi celles des berges plates et exondées   caractère sableux, vaseux ou tourbeux (*Equisetum palustre*, *Juncus bulbosus*, *Ranunculus flammula* ...).

On y trouve également beaucoup d'espèces vivant près d'un plan d'eau telles que *Caltha palustris*, *Carex sp.*, *Cirsium oleraceum*, *Molinia caerulea*, *Polygonum persicaria* et bien d'autres que l'on peut rencontrer en terrain humide.

2.2 Les macrophytes et l'écosystème aquatique

Les travaux de S.M. HASLAM (16) montrent, notamment, l'importance de facteurs tels que le courant, le substrat et la profondeur sur les végétaux appartenant à l'écosystème aquatique. Il convient donc de s'y intéresser de plus près.

2.2.1 La vitesse du courant

On peut considérer que lorsque la vitesse est nulle (bras morts) l'écosystème fluvial est similaire à celui d'une eau stagnante de plan d'eau. Pour notre part, il s'agit d'une vitesse de courant faible dans la partie moyenne et supérieure de la Charente (0,1 à 0,5 m/s) qui s'identifie à un cours d'eau de plaine. Il s'y développe donc une flore d'eau courante adaptée à cet écosystème particulier (cf annexe 9).

D'après BARBE (17) on pourrait y trouver les associations d'hydrophytes enracinés suivants : Renoncules, Elod es, Potamots flottants, Vallisn ries, Myriophylles, Callitriches et les formes nageantes de la Glyc rie flottante, du Rubanier Simple, Sagittaire, Fontinelle, Nénuphar jaune.

La vitesse du courant modifie les caractères adaptatifs tels que l'allongement et l'effilement des tiges et des feuilles, alors qu'un ralentissement peut favoriser la présence de Lentilles d'eau, Nénuphars et Potamots tout en induisant des floraisons plus nombreuses.

2.2.2 Le substrat

Il influe sur la richesse minérale des eaux et donc sur la végétation aquatique en termes quantitatif et qualitatif. Ainsi sur substrats siliceux, sableux, graveleux les eaux sont faiblement minéralisées (pH de 5 à 6,5) et sont dites oligotrophes.

Par contre sur substrat calcaires ou marneux les eaux sont plus fortement minéralisées en calcium, nitrates et phosphates (pH de 6,5 à 8) d'où un développement planctonique et végétal supérieur. C'est le cas de la Charente plus largement décrit dans le chapitre I.2.3.1 et où l'on trouve de l'estuaire jusqu'à Saintes des eaux saumâtres chargées en chlorure de sodium et de magnésium pouvant engendrer l'apparition d'espèces particulières (*Ruppia*, *Zannichellia*).

En terme général, ce type d'écosystème conduit à la substitution progressive des fonds érodés par des fonds déposés d'où existence d'une distribution longitudinale. D'autres paramètres, tels que la profondeur, conduisent aussi à une distribution de type verticale.

2.2.3 La profondeur

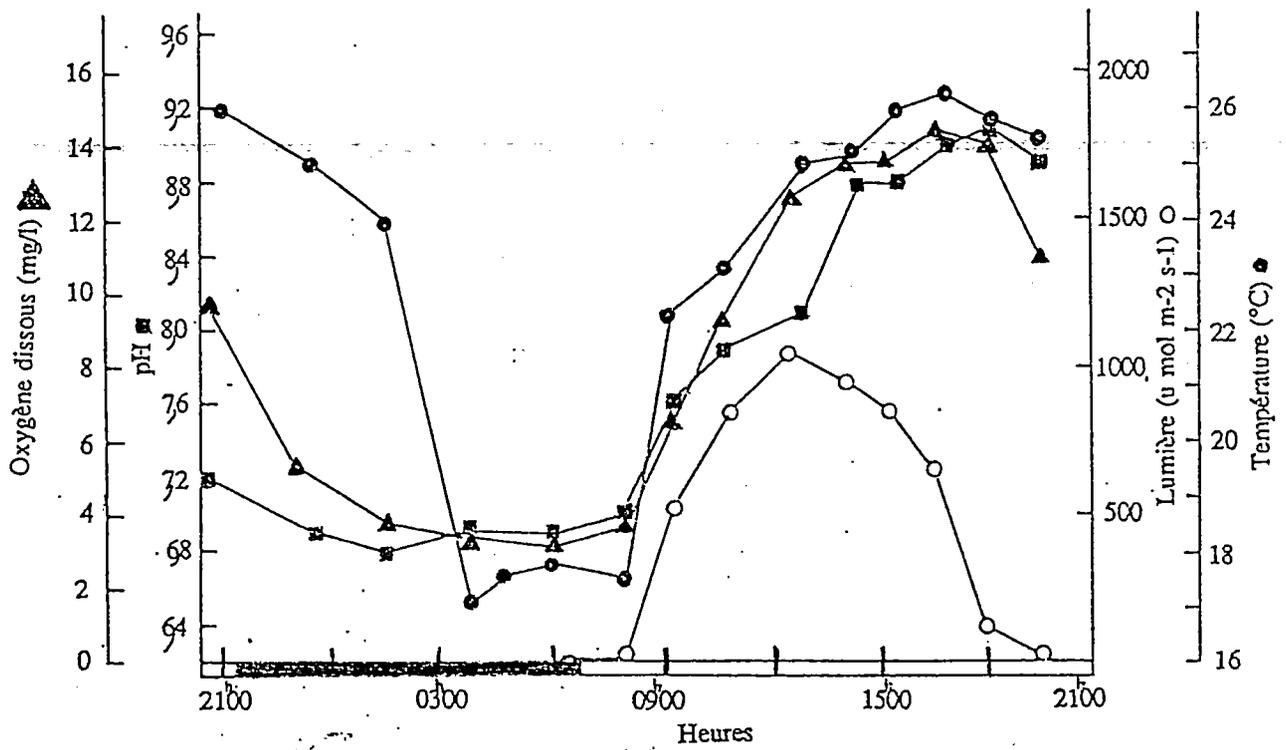
La quasi totalité des peuplements végétaux est localisée dans les premiers mètres : c'est la zone trophogène. En dessous de cette zone, la quantité d'énergie lumineuse incidente est très faible et ne permet pas le développement des organismes photosynthétiques.

Dans son secteur amont la Charente est caractérisée par une alternance d'habitats en faciès lotique (radiers ou secteurs superficiels) et lénitiques (plus profonds) c'est à dire une succession de "seuils et de mouilles". Ainsi ces secteurs d'eau vive devraient voir le développement sur des substrats blocs ou cailloux (profondeur: 10 à 50 cm), en fort courant, de bryophytes rhéophiles (*Cinclidotus*, *Fontinalis*) alors qu'en courant plus faible (profondeur: 30 à + de 100 cm) de nombreuses phanérogames devraient être présentes.

Le cours moyen de la Charente (Angoulême-Saintes) voit la profondeur moyenne s'accroître (2 à 5m), le courant se ralentir, ce qui doit favoriser le développement de végétaux de faciès lénitique.

Les cours d'eau de plaine ont généralement leurs zones rivulaires colonisées par des hydrophytes fixés affleurants (*Nuphar*, *Nymphaea*, *Potamogeton natans*, *Polygonum amphibium*...) alors qu'on observe sur et près des berges une végétation identique à celle des eaux calmes.

Figure 5- Température ●, lumière ○, oxygène dissous ▲ et pH ■ pendant un cycle de 24 h en février 1978 à 2 cm de la surface dans un herbier d'élodée du Canada (d'après BOWMER et coll., 1984).



2.2.4 Autres facteurs influençant le développement de macrophytes

La liste des paramètres ayant une action directe ou indirecte sur la production de biomasse d'origine végétale ne peut être exhaustive.

Il faut cependant souligner l'importance de facteurs tels que l'éclairement, la température, le débit sur le développement des végétaux aquatiques

2.3 Rôles de la végétation aquatique

2.3.1 Rôles physico - chimiques

Les végétaux aquatiques sont indispensables à toute forme de vie puisqu'ils réalisent la fonction chlorophyllienne, absorbant en phase diurne du gaz carbonique et produisant de l'oxygène. Ainsi l'oxygène libéré, outre de permettre la respiration des organismes animaux, a pour rôle essentiel de favoriser les oxydations.

Un équilibre doit s'instaurer entre les producteurs et les consommateurs d'oxygène que sont également les végétaux en phase nocturne .

On observe donc un cycle journalier de l'oxygène, du pH, des carbonates (cf fig 5) pouvant aller jusqu'aux conditions seuils pour la survie des poissons (ex: anoxie).

Les plantes jouent aussi le rôle d'agent épurateur de l'eau par leur contribution au processus d'oxydation nécessaire à la dégradation de la matière organique et par l'utilisation des sels dissous qu'elles assimilent (nitrates ...) .

2.3.2 Rôles biologiques

Ils revêtent trois aspects fondamentaux puisque les végétaux participent à la production primaire en étant donc source de nourriture et sont également générateurs d'habitat.

2.3.2.1 La production primaire

Les végétaux constituent l'élément de base de la chaîne alimentaire grâce à l'élaboration de chaînes carbonées. Cependant la part des macrophytes dans la production primaire est faible puisque elle atteint de 5 à 10 % de la biomasse produite, ce chiffre devenant plus important si l'on tient compte de la période de croissance moyenne (75 jours). Ainsi de nombreux chiffres sont avancés concernant la biomasse (ex: travaux de WETZEL, 1964) mais ceux-ci ne font référence qu'à des milieux d'eaux stagnantes (lacs), le plus souvent eutrophes .

Dans les milieux d'eaux courantes, la matière organique , issue de la matière végétale produite, est entraînée par le courant, déposée et décomposée en des lieux plus calmes et parfois transportée en aval à l'occasion d'une crue.

2.3.2.2 La diversification des habitats

Les végétaux procurent supports et abris pour tous les organismes animaux (zooplancton, invertébrés, al evins, poissons) de manière à ce que ceux-ci puissent se protéger, frayer, pondre.

GAUDET (1974) signale, en Angleterre, que dans les rivières à fond caillouteux la densité des organismes est de 3 à $4 \cdot 10^3/m^2$, alors qu'elle peut atteindre $40 \cdot 10^4/m^2$ dans les mousses et autres végétaux .

Enfin, sur un tout autre plan, il faut aussi noter que la végétation aquatique facilite la nidification des oiseaux.

2.3.2.3 La source de nourriture

Nous avons vu que les végétaux constituaient le premier maillon de la chaîne alimentaire.

A ce titre, ils peuvent être consommés directement par des organismes phytophages tels que :

- Poissons herbivores: brêmes ,carpes ,cyprinidés asiatiques
- Mollusques, crustacés, larves d'insectes
- Ragondin (Myocastor coypu) qui consomme de préférence les rhizomes .

Ils peuvent également l'être indirectement par des prédateurs de deuxième ou troisième ordre dont l'homme qui peut, par exemple, consommer des poissons herbivores.

2.3.3 Rôles mécaniques

Les végétaux aquatiques peuvent constituer :

- Une entrave à l'écoulement

Leur prolifération constitue un élément de réduction de la section mouillée originelle provoquant un ralentissement du courant (- 0,1 à 0,3 m/s selon DAWSON) ainsi qu'une augmentation de la hauteur d'eau .

Ce phénomène peut être mesuré par le coefficient de CHEZY-MANNING qui rend compte de la rugosité du substrat et des obstacles à l'écoulement et est donc fortement corrélé avec la biomasse d'origine végétale (cf fig 6).

- Un élément de fixation et de consolidation des berges

Racines et rhizomes constituent un frein à l'érosion des berges et permettent à celle-ci de se consolider en fixant les sédiments.

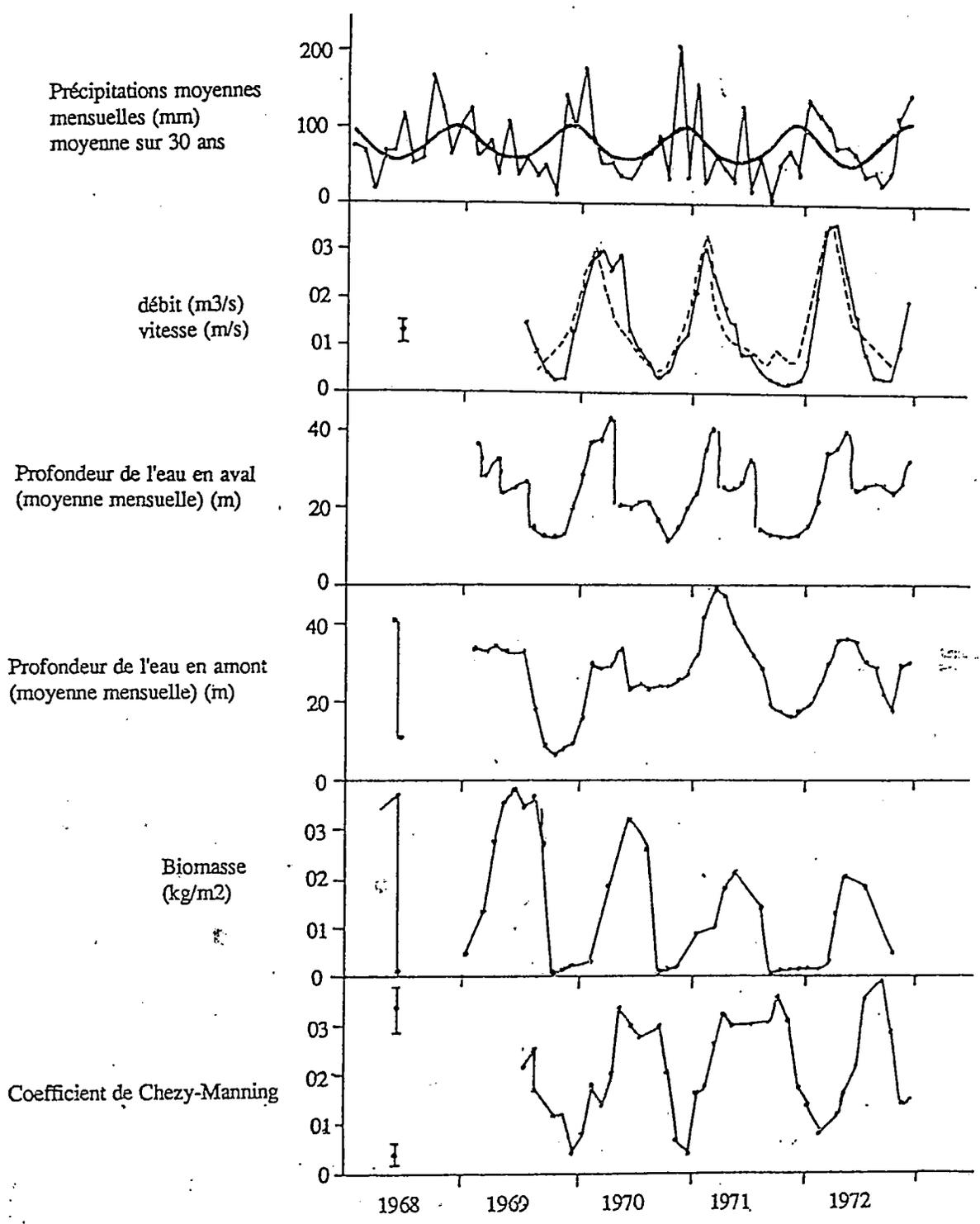
2.4 Proliférations : nuisances et moyens de contrôle

2.4.1 Les nuisances engendrées

2.4.1.1 Entrave à la circulation de l'eau

Le développement végétal peut gêner l'évacuation des crues et des fossés de drainage, engendrant parfois un système d'eau stagnante, notamment en période d'étiage.

Figure 6 - Relations existant entre la biomasse végétale se développant dans un cours d'eau anglais. Diverses caractéristiques hydrologiques et hydrauliques du milieu (d'après DAWSON, 1978).



La colonisation du lit de la rivière peut alors s'effectuer soit à partir des berges, soit à partir du lit de la rivière lorsque la hauteur d'eau le permet .

2.4.1.2 Entrave au pompage et à l'irrigation

Dans un canal d'irrigation ou d'aménée d'eau il peut se produire des accroissements importants et rapides de macrophytes (ex: Characées) pouvant aller jusqu'à l'obstruction et au débordement.

Il peut y avoir accumulation d'algues et de débris végétaux au niveau des grilles et des filtres nécessitant des nettoyages fréquents et coûteux.

2.4.1.3 Entrave à la navigation et aux loisirs

Les végétaux se développant dans la zone superficielle constituent un obstacle physique à l'avancée des bateaux, notamment lorsque ceux-ci sont équipés de moteurs à hélice. En outre pêche et sports nautiques sont également gênés voire compromis si le recouvrement devient important.

2.4.2 Les moyens de contrôle

2.4.2.1 Les moyens de lutte physique et mécanique

- Ombrage

En créant un écran, on engendre un facteur limitant et on jugule le développement des végétaux.

La gestion de la végétation arborescente et arbustive des rives ou ripisylve (18) est donc un moyen de limiter ou d'empêcher le développement d'espèces aquatiques.

Il faut cependant signaler l'influence de facteurs ayant une incidence directe ou non sur l'ombrage tels que la largeur et l'orientation du cours (cf annexe 10) mais aussi la composition et la hauteur de la ripisylve .

En outre, les végétaux possèdent des tolérances spécifiques vis à vis de l'ombrage (cf annexe 11) .

- Faucardage et récolte

La coupe des tiges et des feuilles s'appelle le faucardage. Elle se fait grâce à des dispositifs de coupe montés sur bateau ou tracteur .

L'efficacité du faucardage dépend de l'époque , de la hauteur de coupe et du nombre de passages (ex: 2 faucardages en Juin et Août épuisent plus les plantes à rhizomes).

Cependant l'opération de faucardage laisse les plantes aller au fil de l'eau provoquant une gêne physique (accumulation dans des zones de faible vitesse de courant) et biochimique (dégradation du milieu et consommation d'oxygène).

Depuis quelques années , divers fabricants proposent donc des matériels qui permettent la récolte des plantes (cf annexe 12) dont la dérive est ainsi évitée.

Il existe d'autres matériels tels que les bateaux "désherbeurs-dévaseurs" équipés de fraises rotatives, ainsi que des pelles hydrauliques équipées de godets faucardeurs (cf annexe 12) .

- Curage , drainage , reprofilage

Ces différents travaux ont pour but d'améliorer les conditions hydrauliques en créant un milieu plus favorable à l'écoulement des eaux.

Ainsi dans chacun des cas le développement végétal est mieux contrôlé puisque l'on évacue les vases et les végétaux (curage) et que l'on rend le milieu plus profond (drainage, reprofilage).

2.4.2.2 Les moyens de lutte biologique

Il s'agit de rompre un équilibre biologique de façon à en créer un plus favorable en limitant ou supprimant plusieurs types d'espèces aquatiques grâce à l'introduction d'un ou plusieurs parasites spécifiques.

Cet acte doit être réfléchi et l'on se doit d'être prudent dans sa réalisation afin de contrôler son évolution et d'atteindre le but recherché.

- Les microorganismes pathogènes et invertébrés phytophages

Actuellement des recherches sont menées pour utiliser des bactéries et des champignons comme agents de contrôle.

Des recherches similaires concernant les insectes, mollusques et crustacés phytophages ont donné des résultats positifs sur quelques unes des espèces causant les nuisances les plus importantes aux Etats-Unis et en Australie : par exemple, une espèce de fougère flottante très envahissante (*Salvinia*) a été efficacement contrôlée par une espèce de Coléoptère.

- Les poissons

Tous les alevins mangent pendant quelque temps des algues et du plancton. On ne dispose pas en France d'espèces dont le régime alimentaire soit uniquement herbivore.

Cependant des espèces telles que *le Hotu*, *la Soffie*, *le Chevaine*, *le Gardon* et *la Muge* gardent une part importante de végétaux dans leur régime alimentaire.

En outre, d'autres espèces comme *la Carpe* peuvent par un surpeuplement (ex: 3000 carpes de 2 à 300 g /ha) faire disparaître des herbiers de Myriophylles, Cératophylles, Elodées et même d'algues filamenteuses.

Seules des espèces tropicales ou asiatiques (ex: carpe chinoise) possèdent un régime alimentaire uniquement herbivore mais leur condition de survie nécessite une température supérieure à 14° C d'où une implantation géographique spécifique.

De plus la législation interdit l'introduction d'espèces non indigènes (art 439/1 du Code Rural) excepté pour des raisons expérimentales sous contrôle du Ministère de l'Environnement.

- Les oiseaux

Les oies, cygnes, sarcelles et canards peuvent être utilisés pour éliminer les petites plantes flottantes (lentilles d'eau), les plantes immergées lorsqu'elles atteignent la surface , ainsi que les algues filamenteuses . Il faut cependant contrôler les populations afin d'éviter toute conséquence secondaire néfaste pour le milieu.

- Les mammifères rongeurs

Le ragondin (*Myocastor Coypu*) et le rat musqué consomment des végétaux aquatiques mais ne peuvent être conseillés pour le contrôle d'une prolifération tant les dépréciations sur les cultures riveraines et autres effets indésirables sont nombreux.

2.4.2.3 Les moyens de lutte chimique

Jusque dans les années 70 et encore actuellement la destruction des plantes aquatiques était seulement réalisée par les moyens cités précédemment.

Or la découverte des herbicides de synthèse a permis la lutte chimique de manière à maîtriser le développement de végétaux aquatiques indésirables .

Cependant leur emploi étant soumis à réglementation, il apparait nécessaire de préciser celle-ci ainsi que les produits utilisables et leurs conditions d'applications (cf annexe 13).

- Réglementation

Depuis 1972, les produits utilisés pour le désherbage en milieu aquatique sont soumis à une homologation particulière (loi 72-1139).

L'application en est strictement réglementée et vise à lutter contre les algues, les hydrophytes et les héliophytes.

- Produits homologués

Il s'agit des matières actives suivantes :

Amminotriazole , *chlortiamide* , *dalapon* , *dichlobényl* , *diquat* *glyphosate* et l'association *amminotriazole + dalapon + triazafluron* .

Pour de plus amples renseignements il sera utile de se reporter au tome 4 du "Milieu aquatique" édité par l'A.C.T.A (19).

- Techniques et conditions d'application

On ne peut pas généraliser puisque chaque cas est spécifique.

Il est alors indispensable de définir une stratégie avec un spécialiste et bien entendu de respecter les doses et conditions d'emploi du fabricant.

DEUXIEME PARTIE : METHODES ET RESULTATS

1 - METHODES UTILISEES

1.1 Recherche d' informations auprès d'organismes départementaux

1.1.1 Le développement végétal

Afin de mener à bien notre étude nous avons pris contact avec des personnes de terrain susceptibles de nous renseigner sur l'état du développement végétal.

Ainsi la collecte d'informations provenant des services départementaux des Fédérations de Pêche, de l'Equipement a permis de situer les "zones à risque". A ce titre, je tiens à remercier tout particulièrement Messieurs Dessiriex, End et Brochard appartenant à la cellule hydrologique de la Direction Départementale de l'Equipement de Charente .

Je tiens également à souligner la participation et l'aide de nombreuses personnes lors de cette campagne de prospection (cf annexe aux remerciements).

Grâce a cette collaboration une carte des zones à fort risque de "végétalisation" a pu être établie (cf annexe n°14) .

1.1.2 Les facteurs climatiques et morphodynamiques

Le développement de végétaux aquatiques est directement lié aux conditions climatiques et du milieu (vitesse du courant, débit, charge en éléments minéraux ...) que l'on doit connaître pour mieux "situer" le phénomène dans sa dynamique spatio-temporelle. Le Service Régional de l'Aménagement des Eaux de Poitou-Charentes ainsi que l'Agence Adour-Garonne et la Météorologie Nationale (Base de Cognac) nous ont donc communiqués les plus récentes informations disponibles concernant la région du cours moyen du fleuve "Charente". Il faut d'ores et déjà souligner les conditions climatiques exceptionnelles de l'année 1989 .

1.2 Dimensions de l'étude et contraintes inhérentes

1.2.1 Un vaste milieu d'étude

S'il ne faut pas perdre de vue le but de l'étude c'est à dire cartographier et dresser une liste des nuisances engendrées par les végétaux macrophytes, il faut aussi prendre conscience de l'importance du milieu d'étude que représente la Charente.

Ces 360 kilomètres de cours et une largeur allant de quelques mètres a plus de 70 constituent une difficulté d'ordre géographique.

Il a donc fallu s'adapter à ce problème d'ordre dimensionnel en procédant par une approche progressive et non systématique, en adoptant un plan de travail tentant de concilier trois échelles différentes.

Tableau n° 2. Paramètres physico-chimiques mesurés

Mesure	Unité	Appareil	Observations
<i>pH</i>	unité pH	pHmètre	Limite de la vie aquatique : 5 à 9. Eaux alcalines plus diversifiées.
<i>Conductibilité</i>	µsiemens/cm	Conductimètre	Appréciation des matières minérales en solution (150 <> 750 µs/cm)
<i>Température</i>	degrés Celsius	Thermomètre	Augmentation de la température : diminution du taux de gaz dissous
<i>Oxygène dissous</i>	mg/l	Oxymètre	Ce taux traduit l'intensité de l'activité chlorophyllienne

Tableau n° 3 : Estimations et mesures des paramètres morphodynamiques

Paramètres	Unité	Echelle d'estimation
<i>Largeur</i>	mètres	
<i>Profondeur</i>	mètres	
<i>Vitesse du courant</i>	mètres/seconde	
<i>Substrat</i>	échelle	1 = vase 2 = limon 3 = sable 4 = gravier 5 = caillou 6 = bloc 7 = roche
<i>Turbidité</i>	échelle	0 = fond visible 1 = turbidité faible (vue > 0,75 m) 2 = turbidité moyenne (vue de 0,3 à 0,75 m) 3 = turbidité forte (vue < 0,3 m)
<i>Couleur</i>		
<i>Pente de la berge</i>	échelle	1 = < 0,30° 2 = de 30 à 60° 3 = de 60 à 90° 4 = verticale
<i>Hauteur de la berge</i>	mètres	
<i>Encombrement & Erosion & Ombrage</i>	échelle	0 = nul 1 = faible 2 = moyen 3 = important
<i>Ripisylve</i>	échelle	0 = inexistante 1 = notable 2 = discontinue 3 = dense

1.2.2 Les contraintes rencontrées

Outre les dimensions, d'autres facteurs d'ordre matériel ont fixé les limites du travail réalisé. Il apparaît nécessaire de les citer pour justifier l'approche retenue pour l'étude. Ainsi le nombre de personnes sur le terrain a été restreint (entre deux et trois) ceci sur une période d'environ trois semaines.

Le matériel utilisé a été un ensemble de deux véhicules dont un 4X4, un canoé, un pneumatique (*Zodiac*), ainsi que des appareils de mesure (pHmètre, conductimètre, oxymètre, thermomètre, écho-sondeur, moulinet hydrométrique).

Les prélèvements et identifications se sont toujours effectués à partir de la surface d'où une certaine perte d'information, mais il s'agissait d'une concession indispensable. La durée d'un travail en plongée n'était pas conciliable avec le temps imparti pour l'étude.

1.3 Les approches successives

1.3.1 Une vue d'ensemble : l'étude à partir des rives

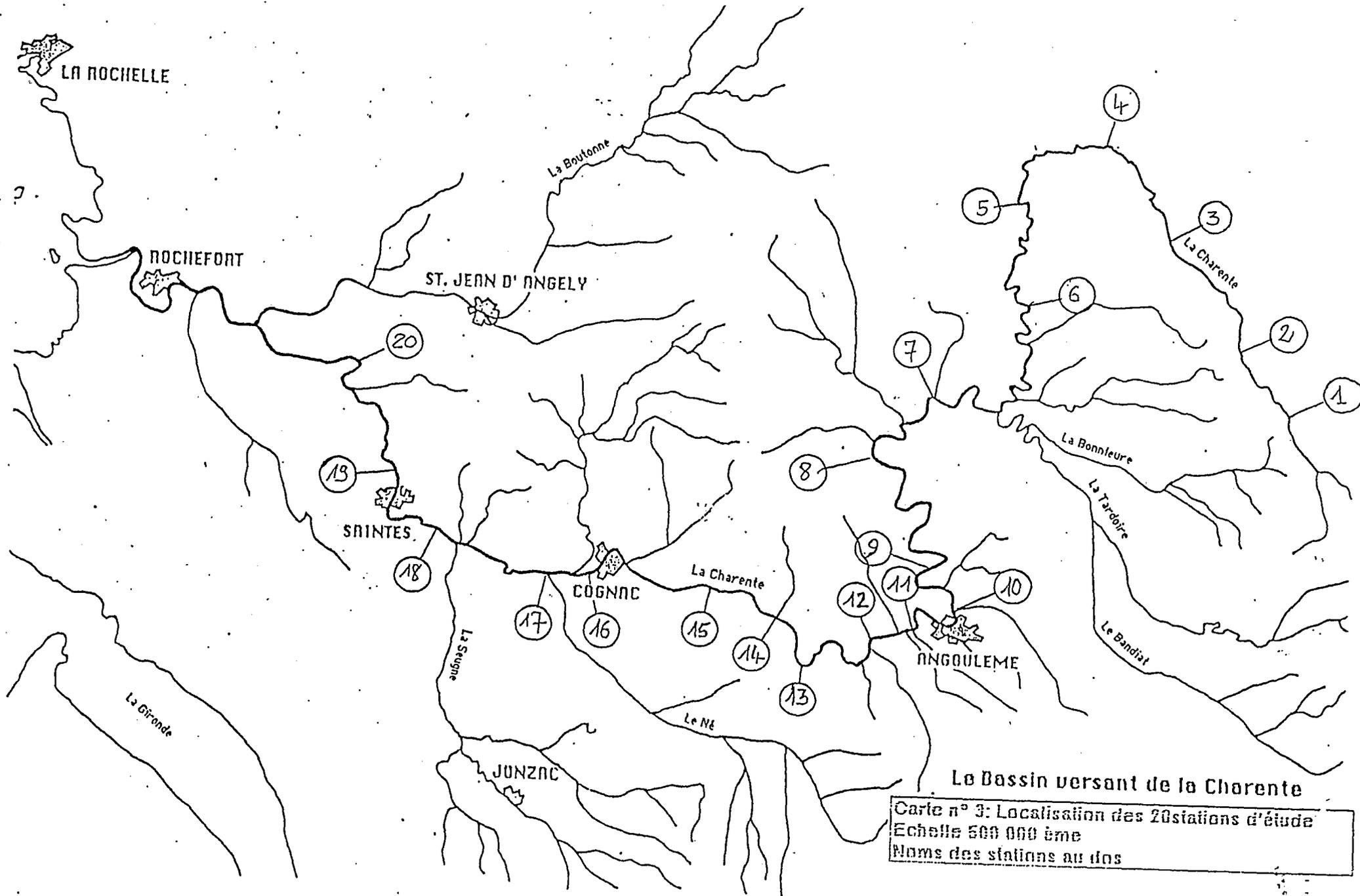
1.3.1.1 Un ensemble de vingt stations

Pour mener à bien l'étude et intégrer les contraintes précédemment citées il était nécessaire de disposer d'une connaissance globale concernant l'ensemble du cours. Celle-ci a été acquise en synthétisant les renseignements récoltés lors des prises de contact et la descente des rives du fleuve en voiture. Une liste de vingt stations disséminées sur l'ensemble du cours (*cf carte 3 + liste*) a été établie en tenant compte de l'existence de stations S.R.A.E et de stations antérieurement étudiées par le C.E.M.A.G.R.E.F.

1.3.1.2 Les paramètres étudiés

Ces stations ont été prospectées les 1^{er} et 2 Juin et un ensemble de critères physico-chimiques (*cf tableau n°2*) et divers critères morphodynamiques (*cf tableau n° 3*) ont été relevés.

La végétation aquatique a également été estimée grâce à l'utilisation d'une échelle d'abondance issue de l'adaptation, pour raison informatique, de l'échelle de J. Braun Blanquet (J.B.B).



Le Bassin versant de la Charente
 Carte n° 3: Localisation des 20 stations d'étude
 Echelle 500 000 ème
 Noms des stations au dos

LISTE DES 20 STATIONS D'ETUDE DES MACROPHYTES DE LA CHARENTE
(Descente voiture du 1/06/89)

- 1- LAVAUD
- 2- Pont Sigoulant (N 141)
- 3- Amont d'ALLOUE (Direction Massignac.au pied du Château)
- 4- SAVIGNE (amont de Civray)
- 5- VOULEME
- 6- BARRO (D 192)
- 7- La Terne
- 8- La Touche.Pont de la Fagnouse
- 9- VINDELLE
- 10- Pont de Roffit
- 11- BASSEAU (Pont de la Meure)
- 12- NERSAC
- 13- CHATEAUNEUF
- 14- BASSAC
- 15- BOURG S/ CHARENTE
- 16- COGNAC (Rive gauche)
- 17- JARNOUZEAU (Rive droite)
- 18- PORT HUBLE (Rive droite)
- 19- BUSSAC (Rive droite)
- 20- PORT D'ENVAUX (Rive droite)

Tableau n°4 : Echelle d'abondance-dominance

Note employée	Note J.B.B	Recouvrement
5	5	> 75 %
4	4	de 50 à 75 %
3	3	de 25 à 50 %
2	2	de 5 à 25 %
1	+ et 1	< à 5 %

On définit le recouvrement comme étant l'expression en pourcentage de la continuité de la couverture végétale. L'abondance-dominance, autre critère employé en phytosociologie, est l'expression de l'espace relatif occupé par l'ensemble des individus de chaque espèce. Cet espace qui est déterminé à la fois par leur nombre (abondance) en terme de densité et leur dimension (dominance) en terme de projection au sol connaît des difficultés d'expression induites par le phénomène de sociabilité.

En effet, deux espèces peuvent occuper autant de place, l'une par de nombreux individus de faible dimension, l'autre au moyen d'un petit nombre de gros individus. Cette difficulté a donc été contournée par l'adoption d'une échelle plus globale à l'image de celle de J. Braun Blanquet.

1.3.1.3 La mise au point d'une fiche (cf annexe n°15)

Afin de collecter les données, une fiche a été mise au point de manière à noter les informations propres à chaque station. On y trouve :

- Les références : Charente/station
- La date et l'heure
- Largeur, profondeur, vitesse du courant (estimations)
- Substrat, turbidité*, pente, hauteur de berge, ombrage, encombrement (estimations sur une échelle allant de 0 à 3)
- Couleur
- pH
- Conductivité (en microsiemens/cm)
- Température (en degrés Celsius)
- Oxygène dissous (en milligramme par litre)
- La liste des espèces végétales et leur abondance
- Schéma ou observation particulière

Note: * turbidité = Phénomène provoqué par l'existence de particules ou d'organismes en suspension rendant l'eau "trouble".

1.3.2 Etude des rives du cours moyen (Angoulême - Jarnac)

1.3.2.1 Le choix du cours moyen

Après avoir disposé des renseignements globaux et en tenant compte des informations fournies par les services compétents (Cellule hydrologique de la D.D.E de Charente) un effort plus particulier a été porté sur les secteurs offrant, à priori, une diversité de cas intéressante. Ainsi a été retenu comme tronçon d'étude le cours de la Charente de l'amont d'Angoulême (pont de Roffit) à l'amont de Jarnac (pont de la Vinade) soit 41 kilomètres de cours d'eau. Pour la reconnaissance effectuée en canoé entre le 15 et le 24 Juin, le cours de la Charente a été divisé en secteurs de 250 mètres.

Quoique ce choix puisse paraître arbitraire, il apparaissait correspondre à la dimension optimale en terme de diversité, conjuguant à la fois un souci de précision et la prise en compte de la taille du fleuve.

1.3.2.2 Les paramètres étudiés

Lors de cette descente rive par rive seuls des critères d'ordre morphodynamiques ont été retenus. Ainsi, outre trois critères déjà utilisés lors de la reconnaissance en voiture (hauteur de la berge, vitesse du courant, turbidité) seuls deux autres ont été utilisés afin de décrire les rives (végétation et érosion). Bien évidemment les critères relatifs à la végétation ont été maintenus avec une estimation globale du recouvrement.

L'existence d'algues filamenteuses traduit généralement une certaine richesse en éléments minéraux et a donc été notée (présence ou absence).

1.3.2.3 La mise au point d'une fiche (cf annexe 16)

Chaque secteur de chacune des rives a été considéré comme l'unité de travail et a donc fait l'objet d'une fiche où ont été portées les indications suivantes:

- Les références: Charente, N°du bief*, N°du secteur, rive
- La date, l'heure, le climat (échelle de 0 à 3)
- Hauteur de berge, vitesse du courant (estimations)
- Ripisylve **, indice d'érosion, turbidité (estimations sur une échelle allant de 0 à 3)
- Recouvrement total en pourcentage
- Liste des espèces végétales et leurs abondances
- Schéma ou observation particulière

Notes: * bief: portion du cours compris entre deux écluses

** ripisylve: végétation ligneuse et herbacée des berges

1.3.3 Les stations de référence

1.3.3.1 Le choix de trois sites d'étude

Après avoir réalisé la reconnaissance en canoé, 3 sites ont été retenus sur le cours moyen. Ceux-ci ont constitué les stations de référence pour l'étude des végétaux macrophytes.

Cinq profils transversaux ont été réalisés entre le 26 et le 30 Juin sur chacune des trois stations de référence suivantes:

- Station A : Bassin de vitesse en aval d'Angoulême (secteurs 15 à 21)
- Station B : Pont de la Meure à Nersac (secteurs 59 à 65)
- Station C : Ile de la Fuie en aval de Chateauneuf (secteurs 120 à 125)

L'étude de ces stations a commencé par la réalisation de profils longitudinaux puis transversaux (cf fig n°7 et annexe n°17) de façon à mettre en oeuvre une méthode des "points contacts" adaptée au milieu aquatique. Cette technique généralement appliquée aux écosystèmes terrestres (prairies : LONG 1958, DAGET et POISSONNET 1974, FORGEAND et TOUFFET dans les Landes en 1979) a dû être modifiée pour intégrer des problèmes spécifiques au milieu aquatique, par exemple :

- La turbidité, qui limite la vision
- Le courant qui fait se déplacer l'appareil végétatif...

1.3.3.2 Les paramètres étudiés

La berge (nature et hauteur) ainsi que la ripisylve (nature et hauteur) ont constitué les limites de chacun des profils et ont donc été notées. Ensuite, chaque point matérialisé tous les 2,5 mètres sur la corde tendue en travers du cours a fait l'objet d'un relevé.

A chacun de ceux-ci ont été notées la profondeur et la distance à la berge. La vitesse du courant en surface (-0,2 mètre) et en profondeur (0,2 du fond) ont été mesurées tous les deux points grâce à un moulinet hydrométrique. Chaque relevé a ensuite fait l'objet d'une liste floristique issue des prélèvements réalisés à l'aide de grappins à la verticale du point.

Ici et contrairement aux méthodes employées précédemment (sauf pour les algues filamenteuses), seul le critère de présence ou d'absence a été pris en compte.

Figure n° 7 ; Réalisation de profils longitudinaux et transversaux

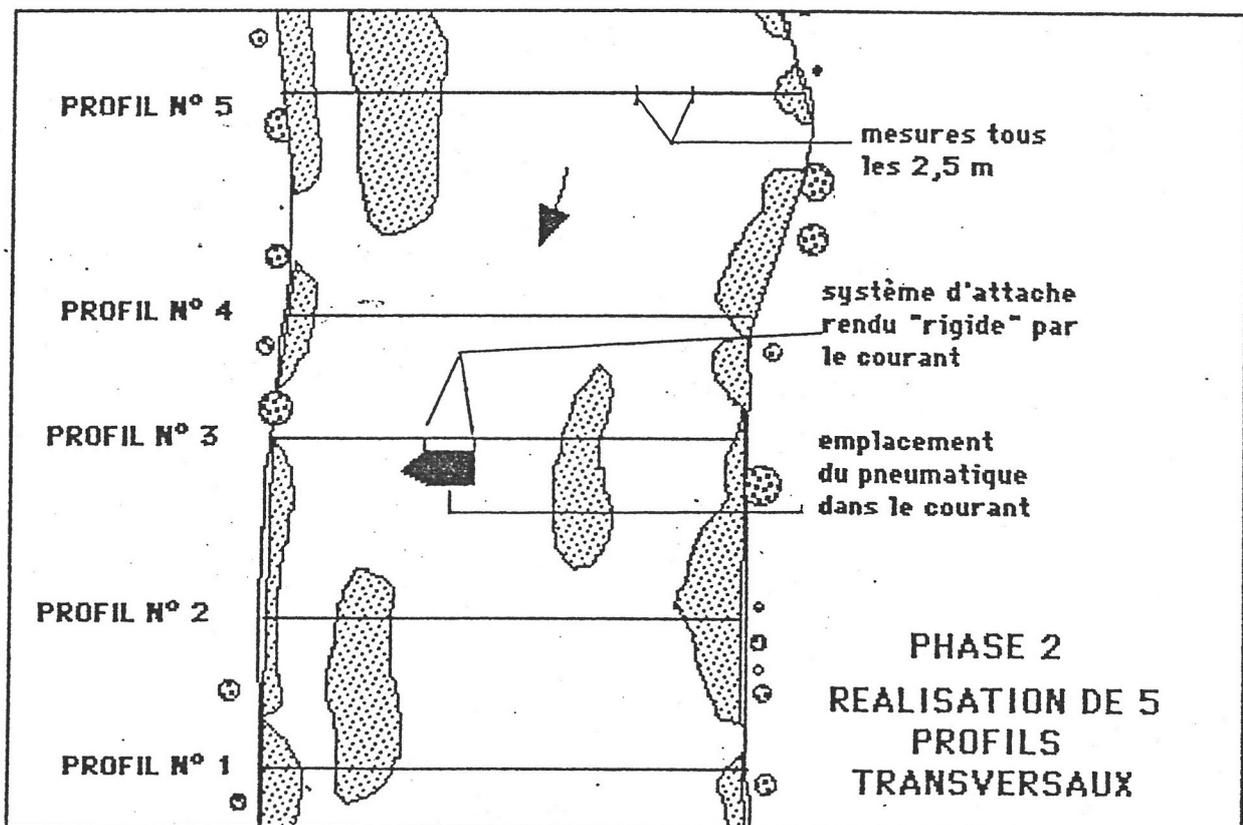
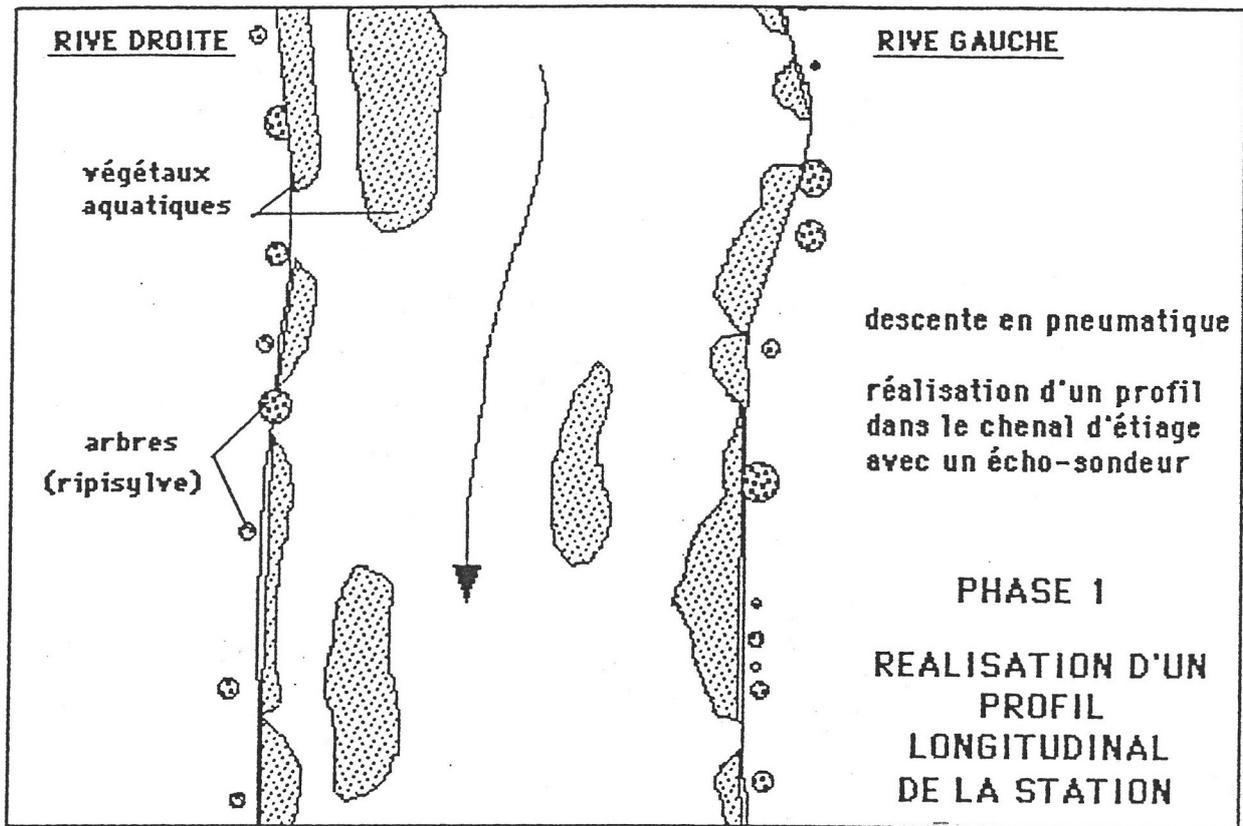
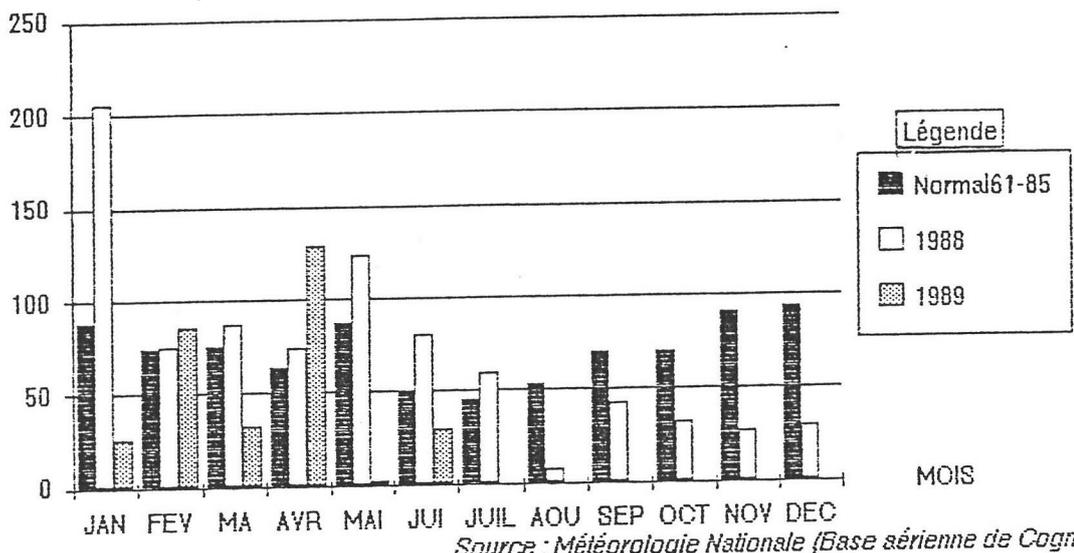
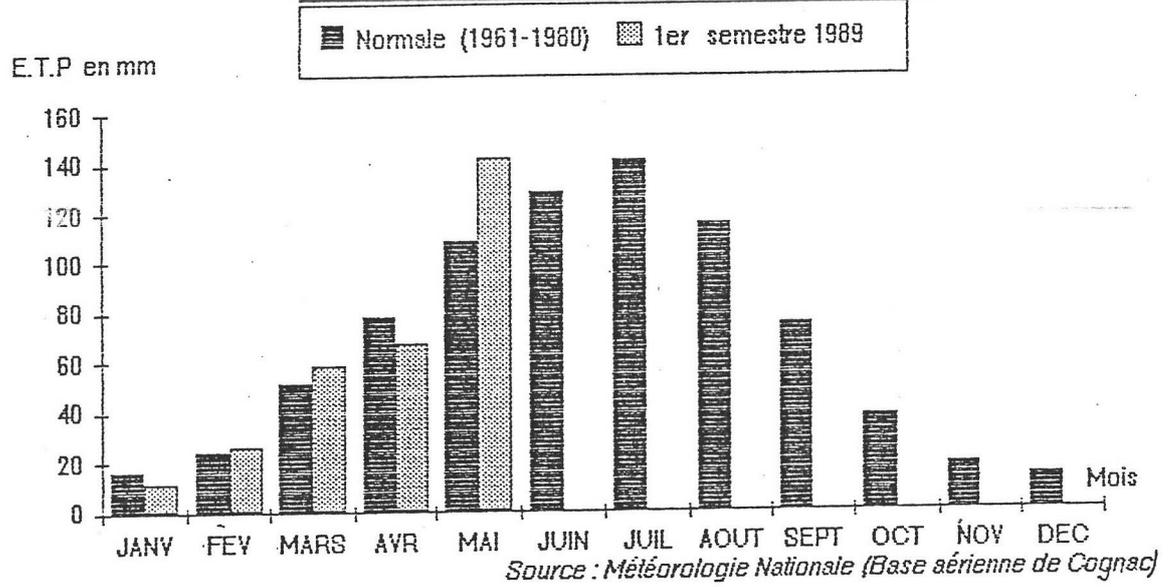


Figure n° 8 Précipitations



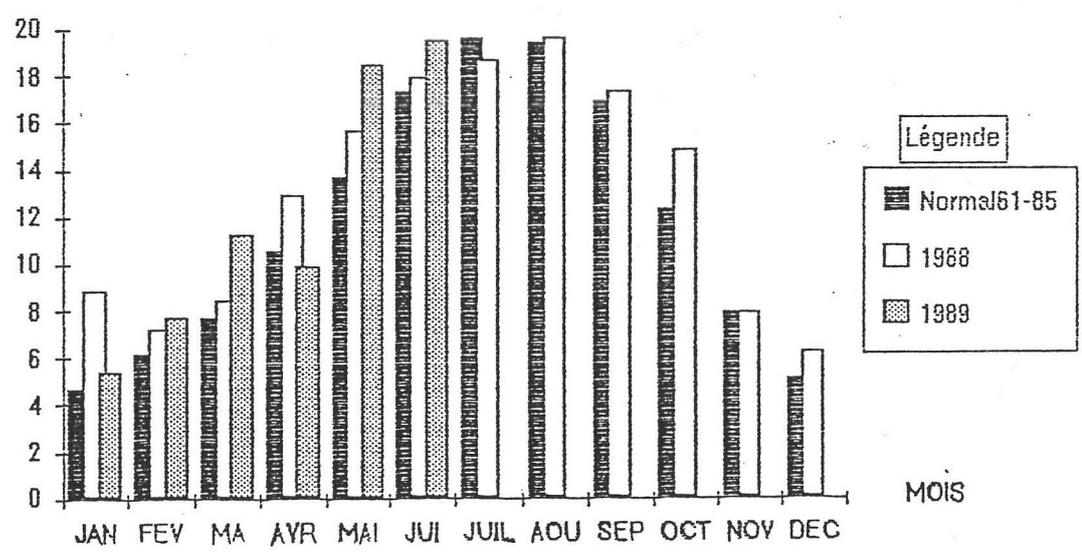
Source : Météorologie Nationale (Base aérienne de Cognac)

Figure n° 9 EvapoTranspiration Potentielle - Méthode Penman



Source : Météorologie Nationale (Base aérienne de Cognac)

Figure n° 10 Températures



1.3.3.3 La mise au point d'une fiche (cf annexe 18)

Après avoir précisé les références suivantes : station, n° du profil, date et climat, il reste à préciser les caractéristiques de chacune des berges et de sa végétation (ripisylve). Enfin à chaque point a été noté:

- La distance à la berge
- La profondeur
- Le substrat
- La vitesse du courant (en surface et en profondeur)
- La liste des espèces
- La présence ou non d'algues filamenteuses

2 - RESULTATS ET ANALYSES

2.1 Actualisation des données

2.1.1 Climat et débit

S'il est deux paramètres importants concernant le développement végétal il s'agit du niveau d'eau lié à la pluviométrie et au débit ainsi que la température. C'est pourquoi avant de faire le point sur la végétation aquatique, il apparait nécessaire de présenter ces paramètres.

2.1.1.1 Le climat

(référence : station météorologique de Cognac- cf figures n°8, n°9, n°10)

1989 apparait comme une année exceptionnnelle puisque toutes les conditions de développement des végétaux aquatiques sont réunies, a savoir:

- Un niveau d'eau exceptionnellement bas.

La sécheresse hivernale, 200 mm de précipitations dans le second semestre 1988, a engendré un niveau d'eau faible. Celui-ci s'est encore abaissé suite au déficit hydrique du premier semestre 1989. La somme des précipitations (cf figure n°8) de ce semestre a en effet atteint environ 305 mm contre près de 644 en 1988.

Cependant la moyenne établie sur la période 1961-1985 (ou Normale 1961-1985) traduit le déséquilibre qu'ont connu ces deux années puisque la somme des précipitations du premier semestre "normal" atteint 440 mm contre 425 mm pour le second semestre.

Les agriculteurs ont compensé cette période de déficit hydrique par une irrigation accrue pour faire face a une forte E.T.P (cf figure n°9) d'où une amplification du phénomène de baisse du niveau de la Charente dû aux pompages et à l'évaporation "directe". Il faut d'ailleurs signaler la prise de mesures par arrêté préfectoral pour faire face à cette période de sécheresse avec notamment l'interdiction d'irriguer pendant certaines heures (cf annexe n°19).

Figure n° 11 Débits moyens mensuels (Période 1983-1988)

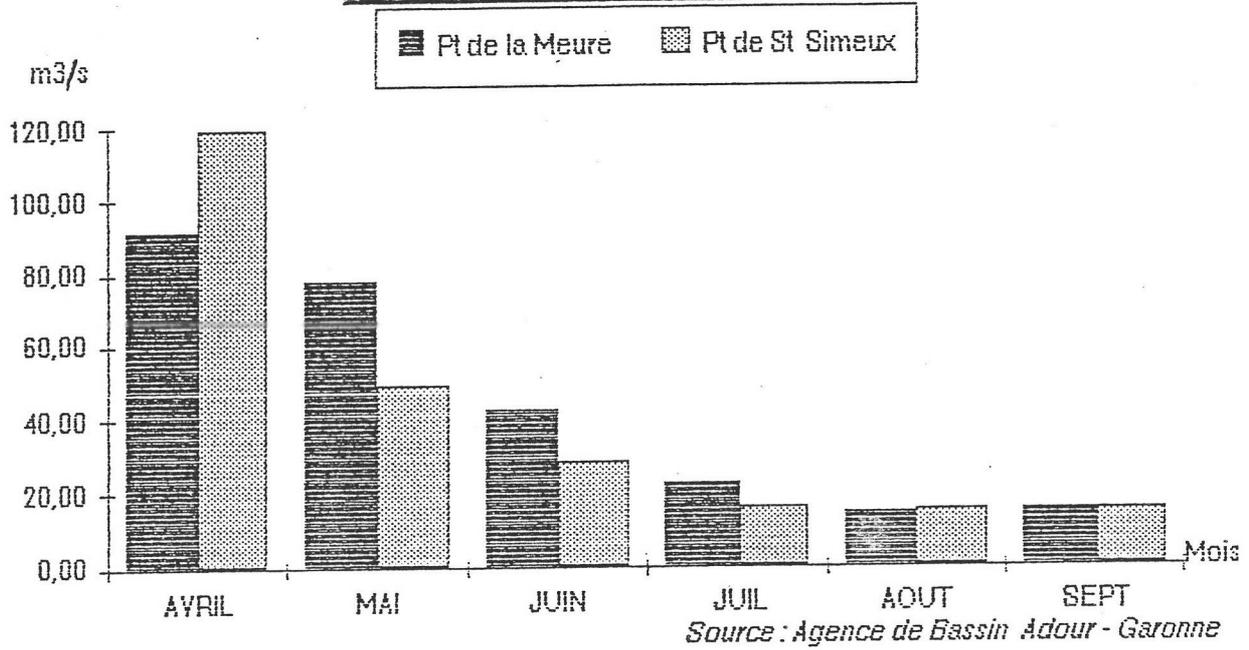
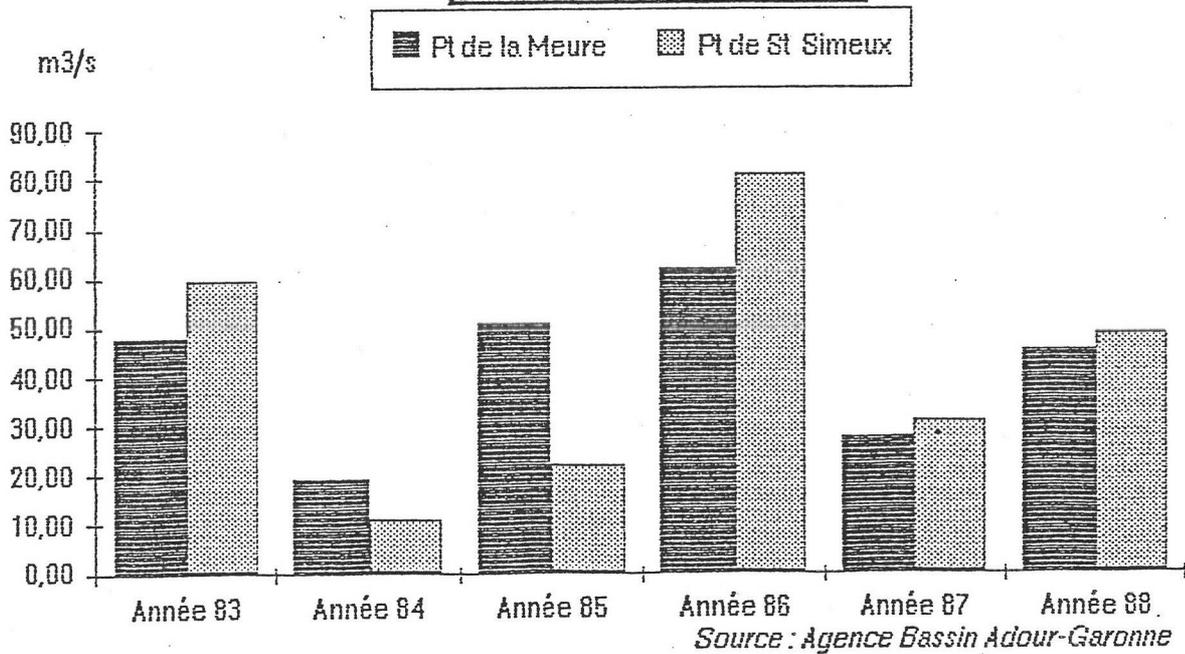


Figure 11 bis Débits moyens Printemps-Eté



- Températures moyennes élevées

En effet les mois de Mai et Juin 1989 possèdent des températures moyennes plus élevées que celles de la période 1961-1985, ainsi que de celles de 1988 (cf figure n°10). Or ces températures élevées conjuguées à un niveau d'eau et une vitesse du courant faibles provoquent une augmentation de la température de l'eau.

Ceci a pour conséquence de faciliter le développement des végétaux aquatiques qui, de plus, captent mieux la lumière (niveau d'eau faible) dont l'intensité reste optimale (ensoleillement accru).

2.1.1.2 Le débit (cf tableau n°5)

Le débit est défini comme étant le volume d'eau écoulé en un point donné, pendant l'unité de temps et exprimé généralement en m³ par seconde (m³/s).

Le C.E.M.A.G.R.E.F disposait des débits mensuels et annuels du fleuve Charente jusqu'en 1983. De façon à actualiser ces données et après avoir contacté l'Agence de Bassin, celle-ci nous a communiqué les débits instantanés mesurés mensuellement (ou tous les deux mois) pour les stations du pont de la Meure et de Saint-Simeux (cours moyen, aval d'Angoulême) entre 1983 et 1988 (cf figure n°11).

Cependant aucune information n'est disponible sur les débits relatifs au premier semestre 1989 qui apparaissent cependant exceptionnellement faibles comme sur l'ensemble du territoire (cf annexe n°20).

Une estimation établie à partir des mesures effectuées sur les stations de référence nous donne à titre purement indicatif une fourchette allant de 7 à 12 m³/s, fin Juin (cours moyen).

Tableau n°5 : Débits instantannés de la Charente (en m³/s)

STATIONS	Angoulême	Nersac	Chateauneuf
Profil n°1	9,80	10	10,75
Profil n°2	11,44	10,28	9,02
Profil n°3	11,83	9,91	9,82
Profil n°4	7 (?)	8,34	10,63
Profil n°5	10,06	9,70	9,83
Débit/station	10,03	9,65	10,01

Source : mesures réalisées lors de l'étude, fin Juin 1989

Figure n° 12

Taux de nitrates annuels moyens entre 1973 et 1988

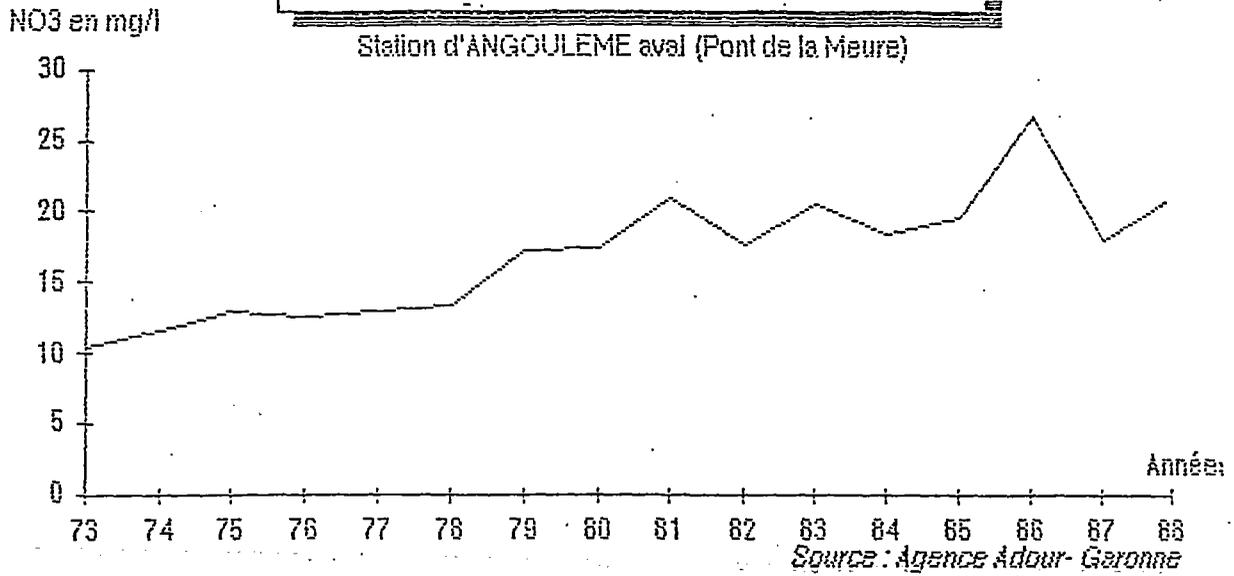
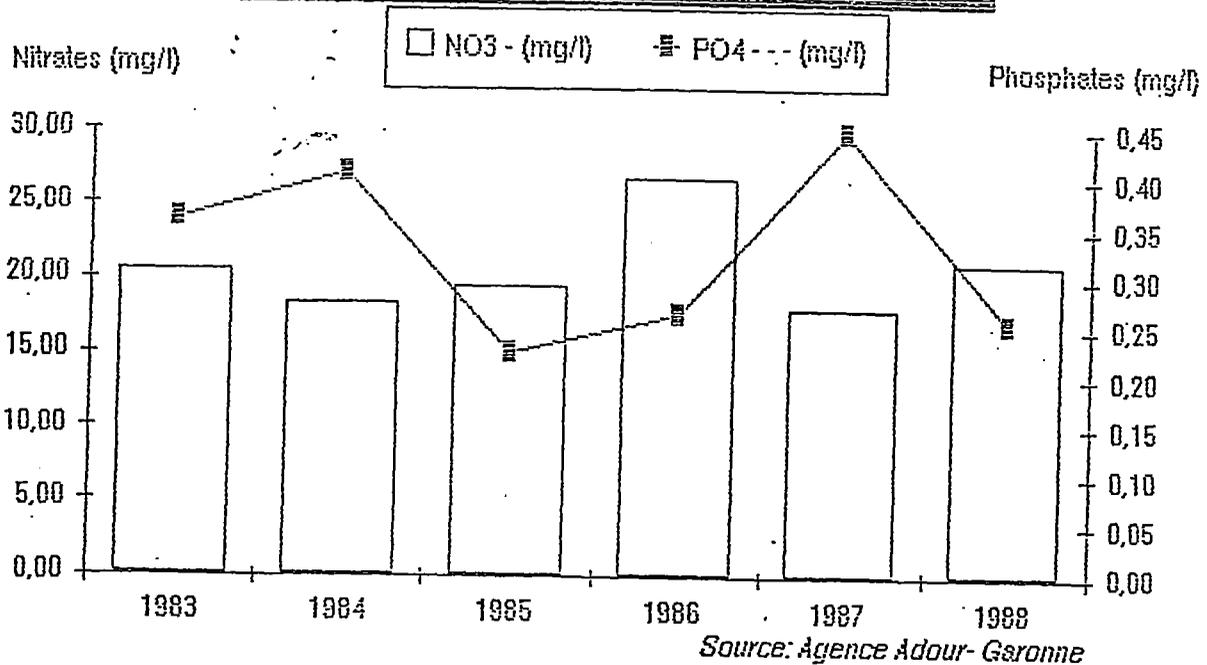


Figure n° 13

Teneurs en NO3 et PO4 - Station du "Pont de la Meure"



2.1.2 Qualité des eaux

Il est difficile de qualifier un fleuve en terme d'eutrophisation puisqu'il n'existe pas de normes universelles. Ainsi peut on, tout au plus, suivre l'évolution dans l'espace et dans le temps, de la composition de l'eau. (N, P, ...)
C'est pourquoi on va s'attacher à suivre la période 1973-1988 et plus particulièrement celle de 1983 à 1988 grâce aux données du fichier de l'Agence Adour-Garonne et aux mesures réalisées par le C.E.M.A.G.R.E.F.

Ces dernières, quoique relatives aux années 1987 et 1988, n'en constituent pas moins des références appréciables. En effet des tests de fertilité et des mesures de biomasse chlorophyllienne ont complété ces mesures. La caractérisation biologique de la qualité des eaux de la Charente (cf annexe n° 21) qui en est issue reste problématique dans la mesure où une compétition peut exister entre différents types de végétaux.

2.1.2.1 *Evolution dans le temps*

* Nitrates et Phosphates

(Sources: Agence Adour-Garonne, C.E.M.A.G.R.E.F.)

Ce sont les principaux éléments d'eutrophisation et doivent donc à ce titre faire l'objet d'une étude spécifique. Ainsi, sur une période de 15 ans (cf fig. n° 12), le taux annuel moyen de nitrates au pont de la Meure (aval d'Angoulême) a plus que doublé, passant d'une dizaine de mg/l (10,2 en 1973) à plus de vingt (21,1 en 1988) allant jusqu'à atteindre 27 mg/l en 1986. Ces taux inférieurs à 44 mg/l classent les eaux de la Charente en qualité moyenne (classe 1B de la grille multi-usages, cf annexe n° 22). Le taux de phosphates oscille entre 0,22 mg/l (1985) et 0,45 mg/l (1987) sur une période de 6 ans (cf fig n° 13).

Les moyennes mensuelles établies sur cette même période (1983 à 1988) montrent des taux plus importants en hiver pour les nitrates (25 mg/l) et en été pour les phosphates allant jusqu'à 0,62 mg/l .

Les résultats obtenus par le C.E.M.A.G.R.E.F. (20) traduisent les différences de conditions hydrologiques avec un taux de nitrates toujours supérieur en 1988, année pluvieuse engendrant un lessivage plus important (cf fig n°14).

Bien évidemment ces résultats ponctuels ne sont pas valables pour l'ensemble du cours mais montrent cependant l'importance du phénomène résultant des pertes par ruissellement et lessivage sur l'ensemble du bassin.

On note que l'azote lessivé se présente en presque totalité sous forme nitrate, alors que l'azote des eaux de ruissellement est en moyenne à 50 % sous forme ammoniacale. De même, pour le phosphore, deux conclusions ~~peuvent~~ peuvent être tirées du rapport HENIN (21):

- 99 % du phosphore apporté par les engrais reste fixé au sol
- l'essentiel du phosphore présent dans le milieu naturel provient des rejets domestiques (dont 50 % par les détergents) et de l'élevage.

ZAHM (2) a établi le bilan de ces pertes sur le bassin de la Charente (cf tableau n°6), auxquelles il faut ajouter les rejets de station (cf annexe n°23) établis à partir des

9.
e
9.
a

Tableau n° 7: Paramètres physico-chimiques annuels

Pt de la Meure	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Débit en m3/s	41.56	40.74	48.34	56.79	39.13	38.50
Temp en °C	14.31	15.00	14.25	14.18	14.21	14.28
pH	7.51	7.80	7.69	7.61	7.56	7.64
Cond. (µs/cm)	438.50	398.25	435.88	372.63	418.63	446.25
O2 dissous (mg/l)	9.05	8.18	8.51	8.04	8.41	9.41
Taux sat. O2	90.38	82.13	85.50	77.88	82.00	94.25
NO3 - (mg/l)	20.48	18.35	19.43	26.69	18.01	21.11
PO4 - - - (mg/l)	0.36	0.41	0.23	0.26	0.45	0.26

Source : Agence Adour-Garonne

Tableau n° 8 : Paramètres physico-chimiques mensuels

Pt de la Meure	JANY	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
Débit en m3/s	71.50	69.60	60.00	100.67	77.33	42.15	22.67	14.41	15.36	16.56	51.00	60.20
Temp en °C	7.00	5.87	9.00	11.77	14.72	17.52	19.67	19.18	16.80	13.66	9.70	7.73
pH	8.30	7.77	7.90	7.80	7.70	7.68	7.68	7.50	7.38	7.50	7.50	7.83
Cond. (µs/cm)	576.00	455.67	404.50	359.33	408.00	406.67	407.83	394.80	430.40	427.20	451.33	433.33
O2 dissous (mg/l)	10.40	11.53	11.20	10.67	9.93	8.93	6.77	5.48	7.34	7.20	9.83	10.00
Taux sat. O2	88.00	95.33	100.00	101.33	101.00	96.33	75.67	60.80	78.00	71.80	89.33	86.67
NO3 - (mg/l)	24.00	25.80	24.50	21.97	18.92	20.93	17.90	18.88	23.84	14.64	23.17	24.47
PO4 - - - (mg/l)	0.10	0.10	0.25	0.07	0.13	0.17	0.38	0.50	0.64	0.62	0.39	0.19

Source : Agence Adour-Garonne

données du fichier de l' Agence de l'eau Adour-Garonne.

Tableau n°6 : Pertes par ruissellement et lessivage (N, P)

Pertes	Azotées (en T)		Phosphatées (en T)	
	Mini	Maxi	Mini	Maxi
Ruissellement	7000		220	
Lessivage	5366	25595	71	462
TOTAL	12366	32595	291	682

Source : ZAHM (2)

Bien évidemment, la Charente n'est pas l'unique collecteur de l'ensemble de ces pertes mais elle est à l'image des eaux du bassin au même titre que la nappe phréatique.

L'importance des pertes varie en fonction de nombreux paramètres tels que la pluviométrie, le couvert végétal, le type de sol. L'irrigation a une action prépondérante puisqu'elle s'accompagne généralement d'un niveau de fertilisation élevé et engendre un lessivage accru.

Les phosphates, moins mobiles, proviendraient pour une majeure partie de l'utilisation accrue de détergents (lessives et produits d'entretien), d'engrais incluant les apports organiques d'élevages (fumier, lisier).

Des cartes de synthèse sur les rejets industriels et urbains en phosphore total, azote Kjeldhal et matières organiques ont été établies et sont disponibles en annexes n°24, 25, 26.

* Les autres paramètres disponibles

Ils ont été collectés sur la période allant de 1983 à 1988, au niveau du pont de la Meure et sont portés dans le tableau n°7. En terme d'évolution un recul de six années apparaît être insuffisant et n'engendre pas de commentaires particuliers. Cependant les moyennes mensuelles du taux d'oxygène dissous et de son taux de saturation (cf tableau n°8) montrent la fragilité de l'écosystème pendant les mois d'été, période de développement végétal intense.

On atteint en effet, pendant cette période, des seuils critiques en terme de vie aquatique (anoxie...) et toute pollution ponctuelle peut alors prendre une toute autre dimension.

Les végétaux aquatiques, par leur rôle d'agents épurateurs, permettent ainsi de "digérer" des résidus ponctuels comme le sont ceux des papeteries au niveau d'Angoulême et des distilleries au niveau de Cognac.

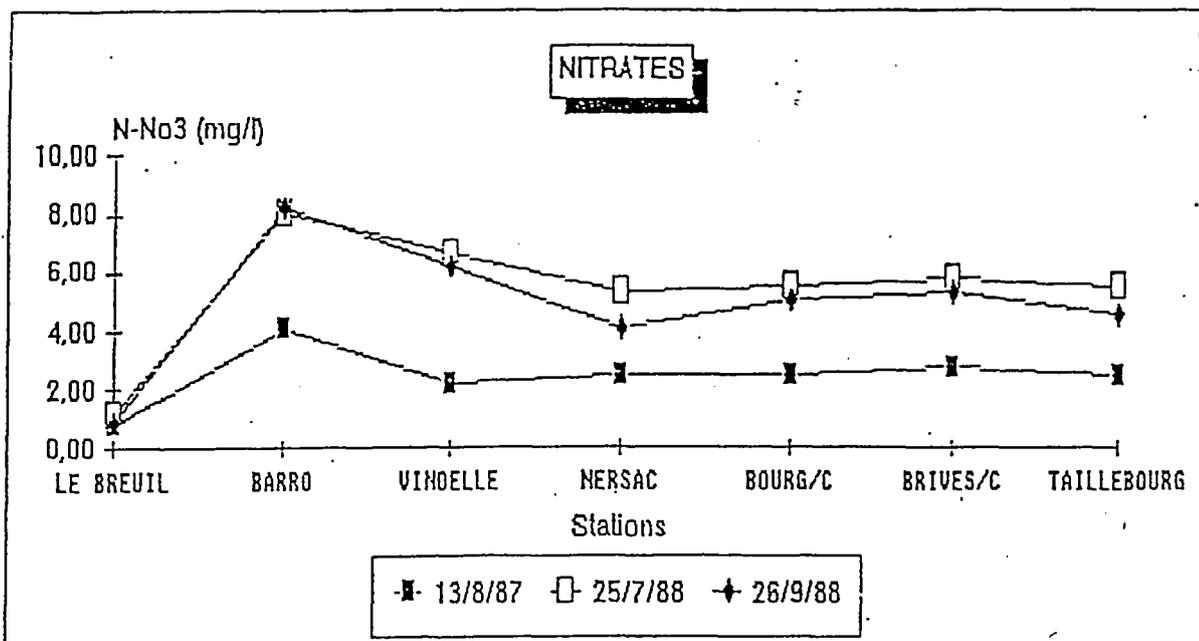


Figure n° 14 : Concentrations en nitrates sur les stations de prélèvement

Source : C.E.M.A.G.R.E.F.

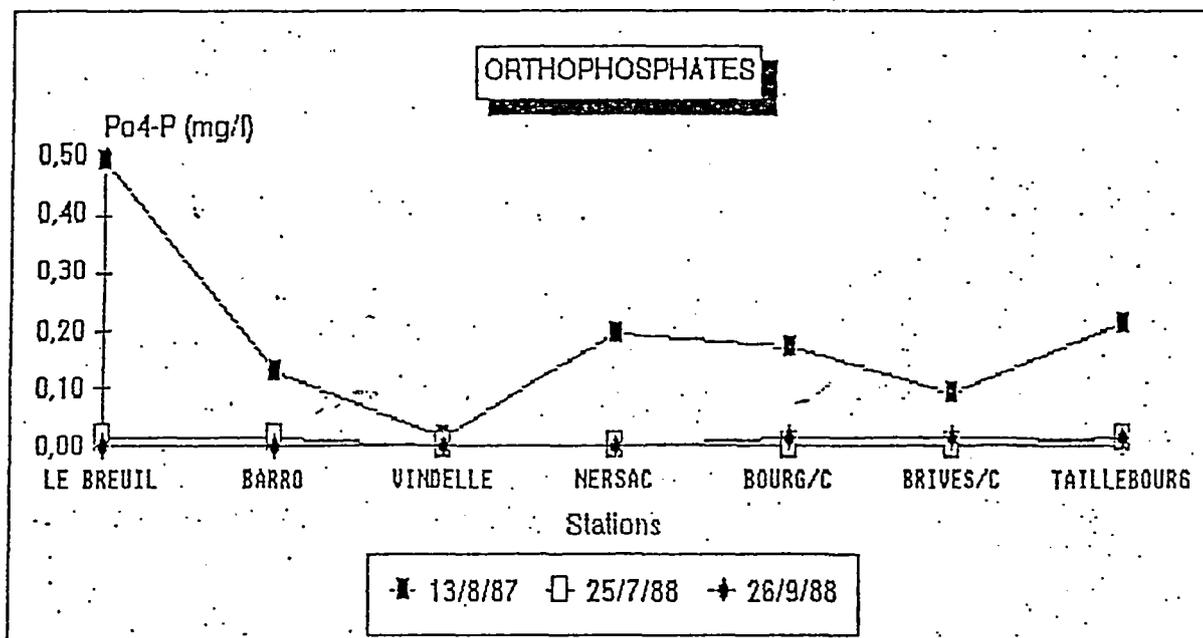


Figure n° 15 : Concentrations en orthophosphates

Source : C.E.M.A.G.R.E.F.

2.1.2.2 Evolution dans l'espace

* Situation générale de la qualité des eaux de la Charente

Les études menées par le C.E.M.A.G.R.E.F. en 1987 et 1988 (20) permettent d'établir les distinctions d'ordre suivant:

- La concentration en nitrates est maximum à la station de Barro, en Charente amont, qui draine des régions à fort caractère agricole. Le taux du cours moyen apparaît stable quelque soit la station (cf figure n°14)

- Les phosphates voient leur taux augmenter au niveau de la ville d'Angoulême, qui se situe entre les stations de Vindelle et de Nersac, ceci pour 1987. (cf figure n°15)

Les algues constituent un compartiment essentiel dans l'étude de la qualité des eaux car elles jouent un rôle d'indicateur très intéressant de fertilité et de niveau de pollution. A ce titre, elles ont été étudiées afin d'établir une cartographie de la qualité des eaux du bassin versant charentais (annexe n°21).

- La biomasse planctonique paraît plus élevée à l'amont d'Angoulême qu'à l'aval immédiat (station de Nersac). Elle croît assez faiblement entre Angoulême et Cognac, puis augmente fortement à l'aval de Cognac (station de Brives/Charente) (cf figure n°16)

- Les valeurs obtenues pour le ~~est~~ Potentiel de Fertilité mesuré (PFm) sont toujours supérieures aux limites caractérisant les milieux mésotrophes à eutrophes. Les rejets de l'agglomération d'Angoulême ont un effet très net sur l'augmentation du PFm qui rediminue légèrement à l'aval de Nersac. (cf figure n°17)

L'ensemble de ses résultats conduit à classer les eaux de la Charente en qualité moyenne à bonne (classe 2 ou 1B), avec un indice de polluo-sensibilité traduisant des caractères de pollution légère et moyenne ou des situations d'eutrophisation.

* Situation des 20 stations au 1^{er} Juin 1989

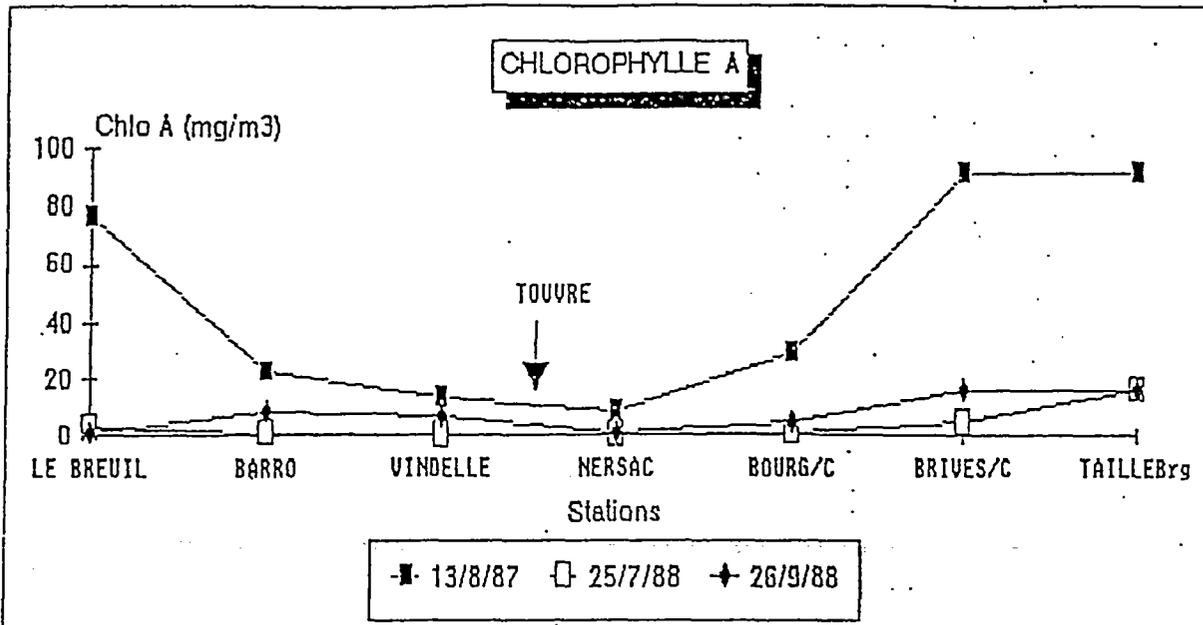
(cf fig. 18 et 19)

Il faut noter le caractère ponctuel des remarques qui vont suivre, les relevés ayant été réalisés une seule fois sur l'ensemble des vingt stations (cf carte n°3).

On constate une augmentation du pH compris entre 7 et 8 et de la conductivité qui passe de 250 μ S/cm à 600 μ S/cm entre les stations 1 et 4 pour se stabiliser autour de 700 μ S/cm. Ce chiffre élevé traduit la grande richesse des eaux en éléments minéraux dissous avec obtention de ce niveau dès la station 5 (Voulême).

Le taux d'oxygène dissous semble connaître une légère diminution après Angoulême (stations 10 à 12) pour croître entre Chateaufort et Cognac (stations 13 à 16), ce qui semble conforter la thèse de l'"intérêt" du cours moyen en terme

Figure n°16 : Evolution de la concentration en chlorophylle a le long de la Charente



Source : C.E.M.A.G.R.E.F

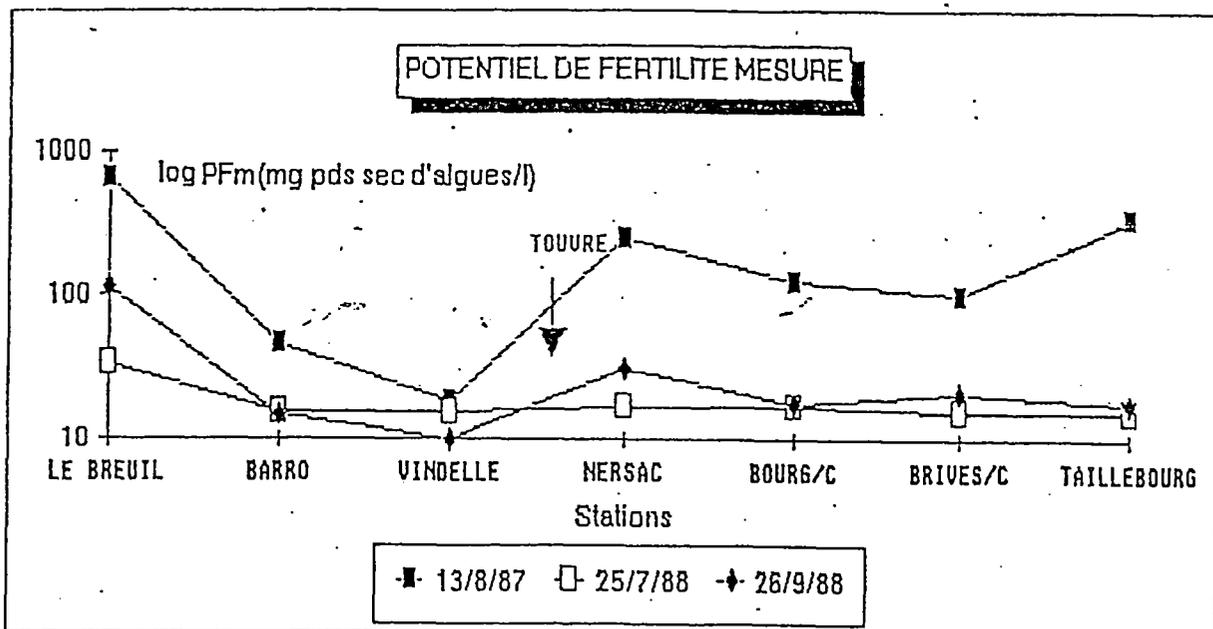


Figure n°17 : Evolution du potentiel de fertilité mesuré le long de la Charente

Source : C.E.M.A.G.R.E.F

Figure n° 18 Températures et taux d'Oxygène dissous

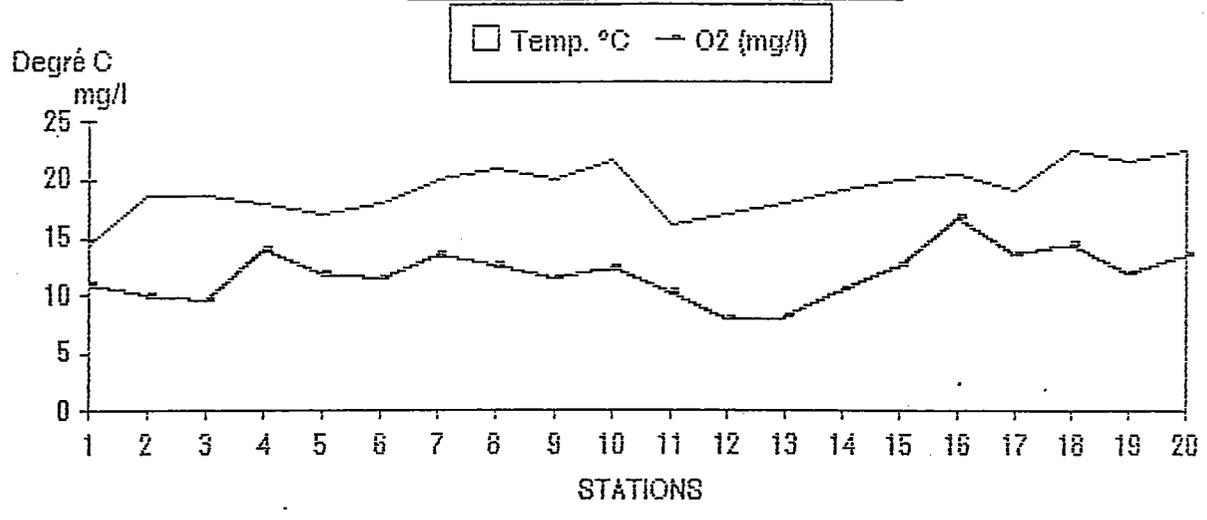
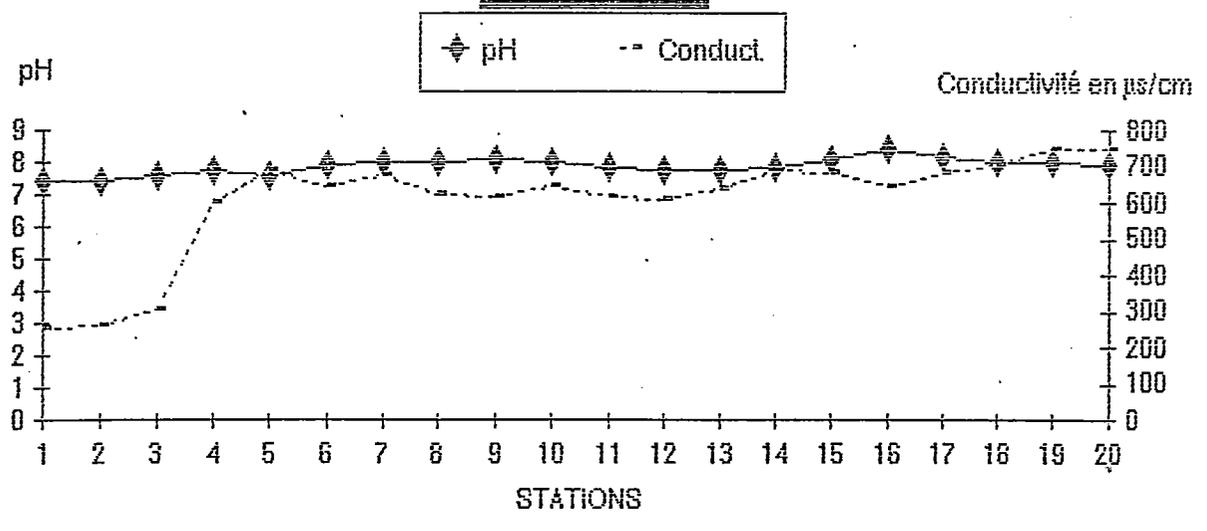


Figure n° 19 pH et conductivité



d'activité biologique.

La température de l'eau croît d'une façon quasi linéaire au cours de la journée (1^{ère} journée : stations 1 à 10, seconde: stations 11 à 20) allant de 15°C à 22°C., ce qui apparaît exceptionnel pour début Juin et favorable aux développements végétaux.

2.2 Le point sur la végétation aquatique

2.2.1 L'ensemble du cours

Le relevé de la végétation aquatique s'est effectué au sens large c'est à dire en tenant compte de sa diversité, allant jusqu'à y inclure une mousse (*Fontinalis antipyretica*).

A ce titre, héliophytes et hydrophytes ont été notés sous forme de code à quatre lettres composé à partir de leurs noms latins (cf liste des espèces) et que nous utiliserons par la suite. Ainsi une espèce héliophyte (Hl) comme le roseau a été notée SCLA pour *SCirpus LAcustris* et une espèce hydrophyte (Hy) comme le Myriophylle a été notée MYSP pour *MYriophyllum SPicatum*.

Il faut signaler que les espèces *Potamogeton pectinatus* (POPC) et *Potamogeton obtusifolius* (POOB) ont été codées, tout d'abord, par POFI pour *Potamogeton* fin. Seule l'identification ultérieure à la loupe binoculaire a permis d'effectuer une distinction qui sera abandonnée lors de la reconnaissance du cours moyen.

2.2.1.1 Une grande diversité végétale

Trente et une espèces ont été identifiées lors de la prospection, du début Juin (cf liste des espèces). Parmi celles-ci, seules les vingt espèces hydrophytes feront l'objet d'un suivi en terme d'abondance.

Afin de réaliser une étude plus complète, la présence d'algues filamenteuses a également été notée puisqu'elle peut être synonyme d'une certaine eutrophisation du milieu. (cf tableau n°9)

Dans sa partie amont (stations 1 à 9) la Charente rassemble la quasi totalité des espèces rencontrées. Ainsi, dès la station 7 (La Terne, en aval de Mansle) une part importante de la diversité spécifique est réalisée. (cf fig. n° 20) On y compte 17 espèces hydrophytes sur les 20 soit 85 % et plus de 90 % des héliophytes (10/11) avec une moyenne s'établissant à plus de 87 % (27 espèces rencontrées sur 31 au total). Les résultats du nombre d'enregistrements des différentes espèces hydrophytes ainsi que leurs abondances moyennes et cumulées ont été rassemblées dans le tableau n°10.

Tableau n° 9 : Présence et abondance des espèces hydrophytes sur les 20 stations

Espèces / Stations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CALL	1	1		1	3		1		1		1	1								
RAFL	2	4	1					1			2		1							
NULLU		2	3	2	3	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	3	2
ELCA				2	2								1							
MYSP				2	1	2	2		1		2	2		1	2	1	2		1	2
SPSP				1	2	1					1		1	2	2	2		1	1	2
POLU				1			1					1		2	2	1		1	2	3
POFL					2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1			2
BEER					4				1											
FOAN (mousse)					1	2	2	1			1	2		1						
POCR					1						1									
POPC (=POFI)					1		1		1	1	1	2	3		3	1	2	2	3	3
POOB (=POFI)							1				1	1								
LEMI					1								1	1	2	2	1			1
POPE					2	2							1					1		
CEDE						1	2		1	1		2	2	2			2		2	
MYSC						1	1		1											
POAM									1								1			
SASA													1	1						1
LEPO													2							1
Algues filamenteuses		x									x	x				x		x		1

Figure n° 20 Nombre d'espèces cumulées

□ Espèces diff. cumulées — Espèces hyd. diff. cumulées

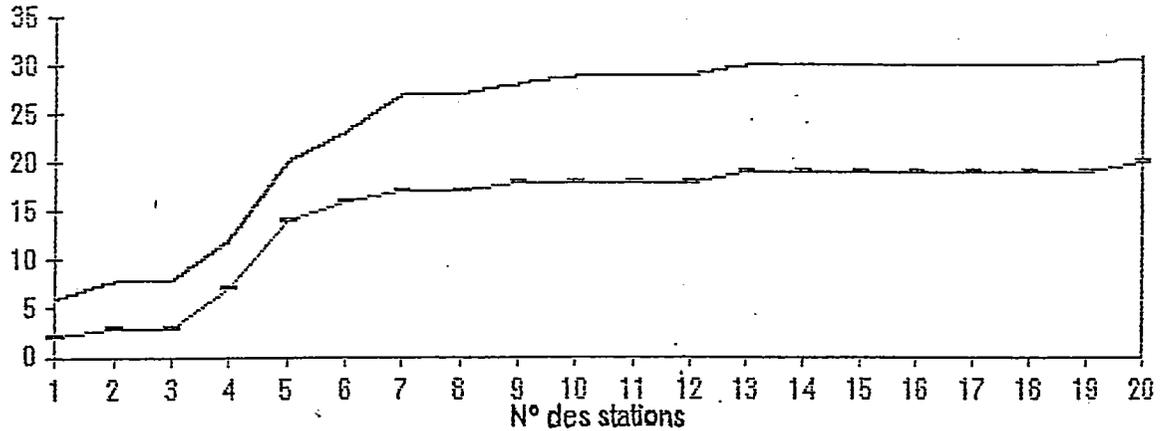


Figure n° 21 Abondance végétale par station

□ Nbre esp. hyd. — Abond. moy./ station indice d'abondance

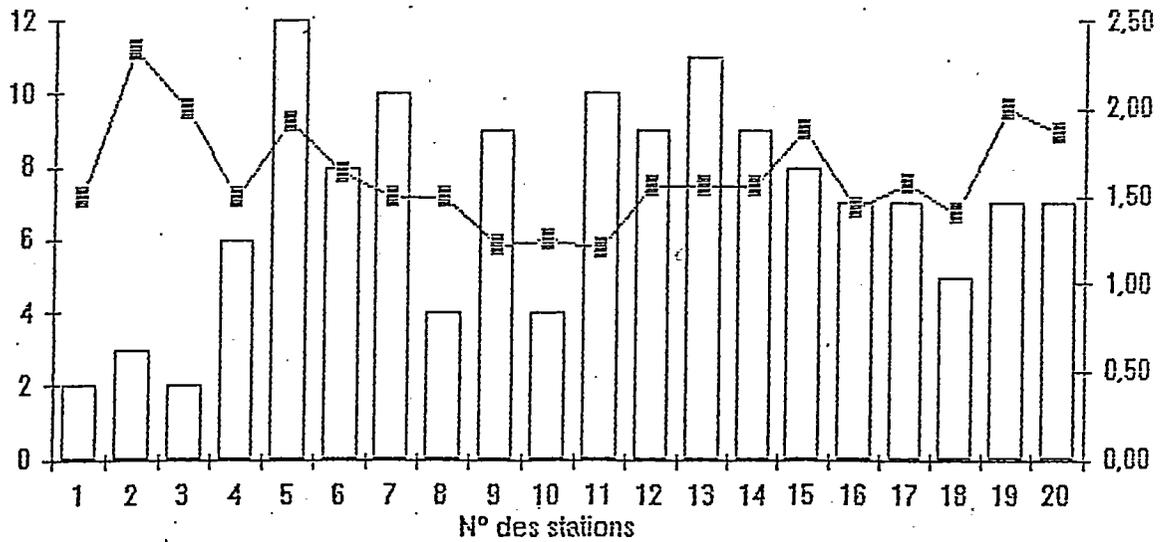


Tableau n° 10 : Présence et abondance des espèces hydrophytes

Espèces	Nbre d'enreg.	Abond. cumulées	Abond. spéc. moy.
CALL	8	10	1,25
RAFL	8	11	1,83
NULU	19	39	2,05
ELCA	3	5	1,67
MYSF	13	21	1,62
SPSP	10	14	1,40
POLU	9	14	1,58
POFL	14	23	1,64
BEER	2	5	2,50
FOAN	7	10	1,43
POCR	2	2	1,00
POPC	13	24	1,85
POOB	3	3	1,00
LEMI	7	9	1,29
POPE	4	6	1,50
CEDE	9	15	1,67
MYSO	3	3	1,00
POAM	4	4	1,00
SASA	2	4	2,00
LEPO	1	1	1,00

<p>Liste, code, nom commun, classification des espèces rencontrées par ordre d'apparition sur l'ensemble des vingt stations</p>

Exemple:

0- Genre espèce /code/ nom / Hydrophyte (Hy) ou Hélophyte (Hl)

- 1- CALLITRICHE spp. /CALL/ Callitrie / Hy
- 2- RANUNCULUS fluitans /RAFL/ Renoncule flottante / Hy
- 3- GRAMINEE /GRAM/ Graminée aquatique / Hl
- 4- PHALARIS arundinacea /PHAR/ Baldingère faux roseau / Hl
- 5- SCROPHULARIA auriculata /SRAU/ Scofulaire auriculée / Hl
- 6- IRIS pseudacorus L./IRPS/ Iris d'eau, faux acore / Hl
- 7- NUPHAR lutea L./NULU/ Nénuphar jaune / Hy
- 8- ALISMA plantago-aquatica L./ALPL/ Plantain d'eau / Hl
- 9- ELODEA canadensis Michx /ELCA/ Elodée du Canada / Hy
- 10- MYRIOPHYLLUM spicatum /MYSP/ Myriophylle / Hy
- 11- SPARGANIUM spp. /SPSP/ Rubanier ou Ruban d'eau /Hy
- 12- POTAMOGETON lucens L. /POLU/ Potamot luisant/ Hy
- 13- POTAMOGETON fluitans Roth. /POFL/ Potamot des rivières / Hy
- 14- SCIRPUS lacustris L. /SCLA/ Jonc des chaisiers / Hl
- 15- BERULA erecta Coville /BEER/ Berle à feuilles étroites / Hl
- 16- FONTINALIS antipyretica L. /FOAN/ Fontinelle / Hy
- 17- POTAMOGETON pectinatus L. /POPC/ Potamot à f.pectinées / Hy
- 18- POTAMOGETON obtusifolius M&K. /POOB/ Potamot à f.obtuses/Hy
- 19- LEMNA minor L. /LEMI/ Lentille mineure /Hy
- 20- POTAMOGETON perfoliatus L. /POPE/ Potamot à f.perfoliées/Hy
- 21- PHRAGMITES australis (Cav & Trin.)/PHAU/ Roseau / Hl
- 22- CERATOPHYLLUM demersum L. /CEDE/ Cornifle / Hy
- 23- MYOSOTIS scorpioides /MYSC/ Myosotis des marais / Hl
- 24- TYPHA latifolia L. /TYLA/ Quenouille / Hl
- 25- SCIRPUS acicularis L. /SCAC/ Scirpe aciculé / Hl
- 26- BUTOMUS umbellatus L. /BUOM/ Jonc fleuri / Hl
- 27- POLYGONUM amphibium L. /POAM/ Renouée amphibie / Hl & Hy
- 28- RORIPPA amphibia L. /ROAM/ Cresson de cheval / Hl
- 29- SAGITTARIA sagittifolia L. /SASA/ Sagittaire (Fléchière)/Hy
- 30- LEMNA polyrhiza L. /LEPO/ Lentille à nombreuses racines /Hy
- 31- POTAMOGETON crispus L. /POCR/ Potamot à f. crépues / Hy

Notes : * POFI = POTAMOGETON fin (cf POPC + POOB)
* FOAN est une mousse

Le classement qui en est issu fait apparaître la suprématie en terme d'abondance cumulée des espèces suivantes:

1. Nénuphar jaune (NULU) avec 39 "points d'abondance"
2. Potamot a feuilles pectinées (POPC) avec 24 points
ou 27 pour POFI
(=POPC+POOB)
3. Potamot des rivières (POFL) avec 23 points
4. Myriophylle (MYSP) avec 21 points
5. Cornifle (CEDE) avec 15 points
6. Rubanier (SPSP) et Potamot luisant (POLU) avec 14 points

Ainsi le Nénuphar jaune est incontestablement l'espèce la plus fréquemment rencontrée (fréquence $f = 0,95$ c.a.d 19 stations sur 20) et la plus abondante (abondance moyenne a.m. = 2,05). On distingue ensuite un groupe de trois espèces comprenant les Potamots (POPC et POFL) et le Myriophylle (MYSP) dont les caractéristiques de fréquence et d'abondance sont très proches ($f=0,65$ à $0,7$, a.m. = $1,65$ à $1,85$). Les caractéristiques écologiques de ce groupe d'espèces (*cf fiches en annexe*) montrent le caractère alcalin et eutrophe du milieu. MONTEGUT (15) souligne "le caractère dynamique et encombrant" du Potamot pectiné (POPC) par l'enchevêtrement du chevelu que forme son appareil végétatif avec les appareils des autres espèces.

Le groupe des espèces les plus fréquentes comporte également un ensemble de trois espèces ($f = 0,5$; a.m. = $1,4$ à $1,7$) constitué par la Cornifle (CEDE), le Rubanier (SPSP) et le Potamot luisant (POLU).

L'abondance et la fréquence des autres espèces font que celles-ci ne seront pas ultérieurement prises en compte. En effet la Callitrie (CALL) et la Renoncule (RAFL) sont essentiellement présentes ($f = 0,4$ et $0,3$) dans la partie amont alors que la Fontinelle (FOAN) et la Lentille d'eau (LEMI) possèdent des formes végétatives peu encombrantes. Ces caractéristiques font que toutes ces espèces sont notables ($f = 0,35$; a.m.= $1,43$ et $1,29$) sans constituer un aspect prioritaire de l'étude

2.2.1.2 La répartition géographique des espèces

D'une façon générale, Angoulême marque la frontière entre le monde végétal diversifié mais irrégulier de la Charente amont et la constance du cours moyen. En effet comme on peut le noter sur la figure n°21, les stations allant de 1 à 10 possèdent une très grande diversité spécifique allant de 2 à 12 espèces par station avec des abondances cumulées variant de 3 à 33. Ainsi les stations 5, 7 et 9 sont les plus "riches" et sont également régulièrement disposées sur le cours qui draine alors les bassins de la *Bonnieure* (affluent en rive gauche) et de l'*Aume Couture*, riches bassins agricoles.

Le cours moyen de la Charente enregistre un nombre d'espèces élevé et stable (9 à 11) alors que leur abondance moyenne croît jusqu'à Bourg/Charente (station 15).

La partie aval connaît un nombre d'espèces moyen et stable de 7; excepté la station 18 avec 5 espèces, et une abondance moyenne croissante.

Les algues filamenteuses sont présentes à partir d'Angoulême et malgré leur absence sur certaines stations (14, 15, 18) se retrouvent jusqu'à l'aval de Saintes.

2.2.2 Le cours moyen

Lors de la reconnaissance en canoé du cours moyen nous avons distingué rive droite et rive gauche sur un ensemble de 164 secteurs de 250 mètres, allant du pont de Roffit (amont d'Angoulême) jusqu'au pont de la Vinade (aval de Bassac). Nous avons ainsi couvert la portion du fleuve comprise entre les stations 10 et 14. Ce choix essayait de correspondre à un optimum géographique conjuguant les contraintes de temps, les conclusions de l'étude préalable ainsi que la synthèse des données en notre possession.

Ces dernières s'articulent autour de 6 points essentiels :

- La Charente est navigable à partir d'Angoulême et son chenal de navigation est entretenu par les soins de la D.D.E de Charente, notamment par la réalisation de travaux de faucardage, désenvasement...

- La Touvre, affluent rive gauche en amont d'Angoulême, constitue l'alimentation principale du débit d'étiage de la Charente et influe donc sur l'écosystème.

- Angoulême représente une des principales sources de pollution par ses rejets industriels (Leroy-Sommer, Papeteries Godard...) et domestiques (stations d'épuration de Frégeneuil) comme le montrent les cartes composant les annexes n°24, 25, 26.

- Les études préalables effectuées par le SRAE (3) et le C.E.M.A.G.R.E.F. ont montré l'intérêt du cours moyen en termes d'importance (dimensions, débits...) et de fertilité.

- La DDE de Charente Maritime ne signale pas de problèmes majeurs liés à la végétalisation du fleuve, les travaux de faucardage étant rares et ponctuels (traversée de Saintes...).

- L'influence maritime (marées, salinité) peut être ressentie bien au-delà du barrage de Saint Savinien (aval station 20) allant, en période estivale, jusqu'à Saintes.

2.2.2.1. Les espèces rencontrées

L'étude précédente nous a montré que la portion du cours délimitée par les stations du pont de Roffit et celle de Bassac réunissait une grande diversité spécifique puisqu'on y note la présence de 17 espèces hydrophytes sur les 20 que compte l'ensemble du cours. En outre la présence d'algues filamenteuses (types : Cladophora Glomerata Kutz) a été signalée aux stations 11, 12 et 13.

Un rapide calcul effectué à partir des abondances cumulées de différentes espèces hydrophytes sur les 5 stations conduit au classement suivant.

1. Potamot fin (POFI)	avec 9 points
2. Potamot des rivières (POFL)	avec 8 points
Nénuphar jaune (NULU)	avec 8 points
3. Cornifle (CEDE)	avec 7 points
4. Myriophylle (MYSP)	avec 5 points
5. Rubanier (SPSP)	avec 4 points

Cependant ce classement effectué à partir des espèces les plus abondantes sur 5 stations ponctuelles prévaut-il pour l'ensemble de la partie du cours moyen étudié ?

Nous allons maintenant répondre à cette question grâce au traitement des données collectées et qui sont relatives aux seules espèces hydrophytes auxquelles ont été ajoutés deux espèces hélrophytes pouvant se trouver dans le cours ou y jouant un rôle. Il s'agit du Jonc des chaisiers (SCLA) et du Cresson de cheval (ROAM) dont les existences ponctuelles méritent d'être signalées.

Les services hydrologiques de la D.D.E de Charente signalent fin Août 1989 un développement important de SCLA qui confirme l'option choisie.

Au total la présence de vingt espèces, identiques à celles signalées précédemment, si on y adjoint POCR, a été relevée. Il sera nécessaire de se reporter à la liste des espèces en page n° 44 lorsque les espèces seront orthographiées sous leurs noms de code.

Après les avoir classés par ordre décroissant d'abondance cumulée, une cartographie des 7 principales espèces sera réalisée par bief et par rive (cf annexes n° 27 à 33).

* Trois grands groupes d'espèces

Afin d'effectuer un classement à partir des fréquences et des abondances cumulées de chaque espèce, il est nécessaire de fixer les limites de chacune des classes. Ainsi on distingue trois groupes d'espèces qui se différencient en ayant des fréquences d'apparition supérieures à 0,5, comprises entre 0,2 et 0,5 et enfin inférieures à 0,2. Les abondances cumulées ordonneront les différentes espèces à l'intérieur de ces 3 groupes.

- 1^{er} groupe : les 7 espèces principales (cf tableau n°11)

Elles sont à la fois fréquentes ($f > 0,5$) et abondantes ($a.m. > 1,6$)

Tableau n°11 : Caractéristiques des espèces principales

Classement	Espèces	Ab.cum.	Ab.moy.(a.m.)	Fréquence (f)
1	POFI	651	2,37	0,86
2	POFL	583	2,18	0,83
3	NULU	567	2,3	0,77
4	MYSP	449	1,9	0,74
5	SASA	359	1,74	0,64
6	SPSP	308	1,41	0,68
7	CEDE	274	1,61	0,53

Il faut noter que sous la dénomination POFI sont regroupées deux espèces difficiles à différencier à l'oeil nu et dont nous avons précédemment parlé. L'espèce POPC y serait cependant largement plus représentée d'après des identifications ponctuelles et celles réalisées lors de l'étude préalable au niveau des stations considérées .

Ainsi se dégage incontestablement le même quatuor que sur l'ensemble du cours avec un groupement qui mériterait être étudié plus particulièrement. Il s'agit du Nénuphar jaune, Potamot pectiné, Potamot des rivières et le Myriophylle. La Sagittaire ou Fléchière (SASA) arrive en 5^{ème} position avec une fréquence légèrement inférieure au Rubanier (SPSP) qui possède, en revanche, une abondance moyenne nettement inférieure malgré son système de colonisation stolonifère. En effet la Sagittaire possède un appareil végétatif très imposant (feuilles longues et larges) et est surtout très bien adaptée aux eaux alcalines, eutrophes.

La dernière des espèces de ce groupe, la Cornifle (CEDE) est nettement moins fréquente ($f = 0,53$) tout en étant aussi abondante ($a.m. = 1,6$). Ceci peut être lié à la préférence de cette espèce pour des substrats vaseux, rares sur la Charente majoritairement graveleuse.

- 2^{ème} groupe : les 3 espèces peu abondantes et moyennement fréquentes

Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau n°12a : Caractéristiques des espèces du second groupe

Classement	Espèces	Ab.cum.	Ab.moy.	Fréquence (f)
8	LEMI	170	1,3	0,41
9	FOAN	164	1,1	0,47
10	POPE	92	1,3	0,22

Ce groupe rassemble deux espèces relativement fréquentes ($f=0,5$) mais dont les formes végétatives induisent une faible abondance. Il s'agit de la Fontinelle (bryophyte) et de la Lentille d'eau (LEMI). Quant au Potamot perfolié (POPE), il s'agit d'une espèce adaptée aux eaux calcaires, profondes et eutrophes mais peu fréquente au sein de ce groupe ($f = 0,22$).

- 3^{ème} groupe : les espèces "mineures"

Il s'agit d'espèces peu fréquentes aux abondances moyennes voisines ou égales à 1, traduisant donc une présence simplement ponctuelle.

Tableau n°12b : Caractéristiques des espèces "mineures"

Classement	Espèces	Ab. cum.	Ab. moy.	Fréquence (f)
11	ELCA	44	1,33	0,1
12	POAM	23	1	0,07
13	POCR	23	1	0,07
14	RAFL	22	1	0,07
15	SCLA	15	1,25	0,05
16	PODE	10	1	0,03
17	POLU	10	1,43	0,03
18	LEPO	8	1	0,025
19	ROAM	6	1	0,019
20	CALL	3	1	0,01

Il faut signaler le cas de l'Elodée du Canada (ELCA) qui est généralement peu abondante en eau courante. Malgré une fréquence faible (0,1), son abondance moyenne (1,33) marque le caractère "colonisateur" que l'on retrouve dans le bief 4, en rive vaseuse au niveau des secteurs 52 à 55, et qui peut être le fruit d'une eutrophisation liée aux rejets de papeterie. Les abondances moyennes obtenues par le Potamot luisant (POLU) et le Jonc de chaisiers (SCLA) sont peu représentatives puisqu'elles sont issues d'un très petit nombre d'individus (respectivement 10 et 15).

Figure n° 22

Fréquences et abondances moyennes des 7 principales espèces

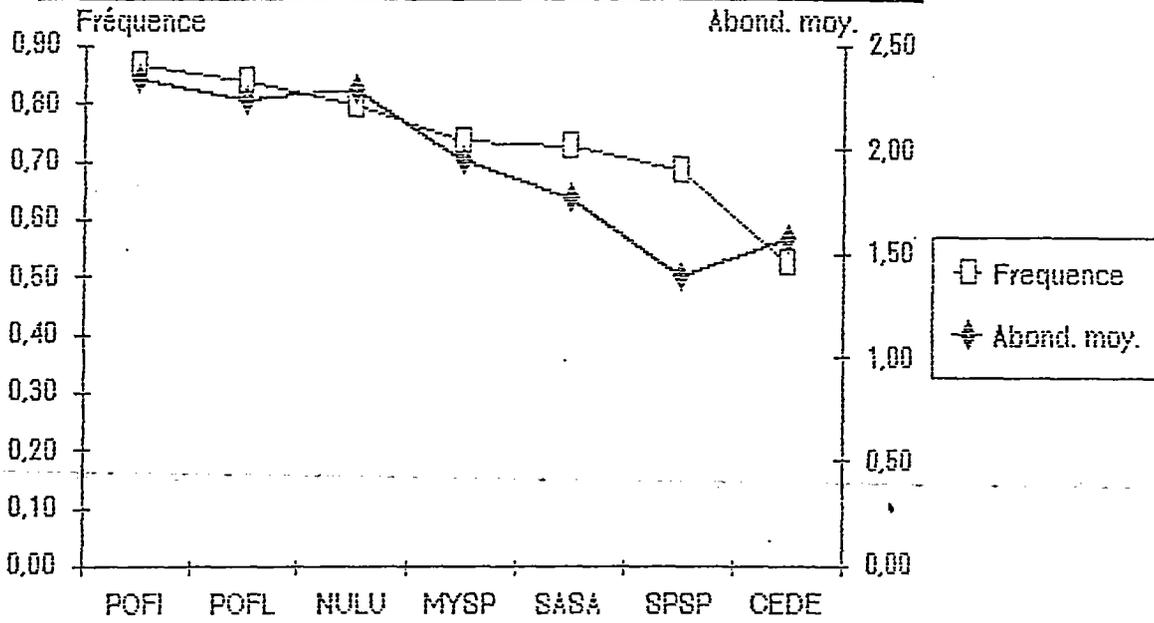
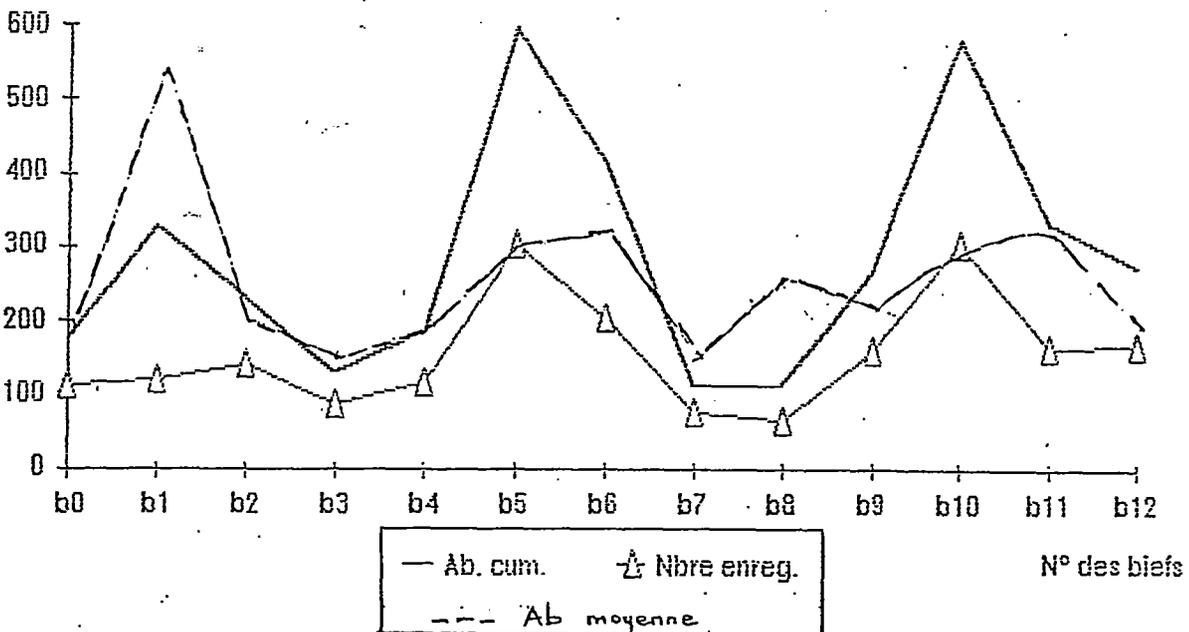


Figure n° 23

Abondances cumulée et nombre d'enregistrements



* Les espèces dominantes

Parmi celles-ci se dégage le tiercé incontestable formé par les Potamots fins, le Nénuphar jaune et le Potamot des rivières. Comme nous l'avons précédemment signalé la dénomination Potamot fin est en fait composé par l'association du Potamot pectiné et de Potamot obtu. Les estimations faites lors de la reconnaissance du cours ainsi que des comptages ponctuels montrent que le Potamot pectiné représente 80 à 90 % des plantes notées "POFI".

Ainsi un nouveau classement établi à partir de cette estimation et en utilisant les abondances cumulées donne :

- | | |
|----|------------|
| 1. | POFL (583) |
| 2. | NULU (567) |
| 3. | POPC (521) |
| 4. | MYSF (449) |

La place de POPC au sein des espèces dominantes peut être discutée puisque sa représentativité au sein du groupement POFI est fondée sur une trentaine d'observation.

Ces résultats n'impliquent pas une hiérarchie d'ordre écologique et c'est l'ensemble des 4 espèces, voire des 7 principalement représentées qu'il faut retenir comme composantes principales de la végétation aquatique de la Charente.

D'une manière générale, leur présence traduit les aspects d'alcalinité (pH élevé), de faible vitesse de courant et d'eutrophisation des eaux de la Charente. Leurs fréquences et leurs abondances sont indiquées dans la figure n° 22.

2.2.2.2. La répartition géographique

Afin de mieux visualiser la présence et l'abondance des 7 principales espèces, des cartes ont été établies sur l'ensemble de la partie reconnue lors de cette étude.

* La répartition par bief

Le cours du fleuve présente des seuils naturels, bien souvent aménagés par des écluses qui permettent la navigation. C'est pourquoi l'étude des espèces présentes sur cette partie sera menée par bief qui sont constitués d'un nombre variable de secteurs allant de 5 à 23 (cf carte des biefs, annexe n°34). Il apparaît donc nécessaire de raisonner en terme d'abondance moyenne de façon à mettre en évidence la végétalisation de certains biefs indépendamment de leur longueur. Cependant à l'intérieur d'un même bief l'utilisation des fréquences d'apparition et des abondances cumulées s'imposent à nouveau pour comparer l'importance des différentes espèces. Ainsi les biefs 5 et 10 offrent par leur longueur (respectivement 6 et 5 kilomètres) un nombre d'enregistrements spécifiques important (cf fig. n°23) mais ce sont les biefs 1, 6 et 11 qui apparaissent les plus colonisés par les végétaux.

Les principales espèces sont caractérisées par leurs fréquences et leurs abondances illustrées dans les figures (fig. n° 24 à 28)

Figure n° 24

Ab. cum.

Abondances cumulées des 4 principales espèces

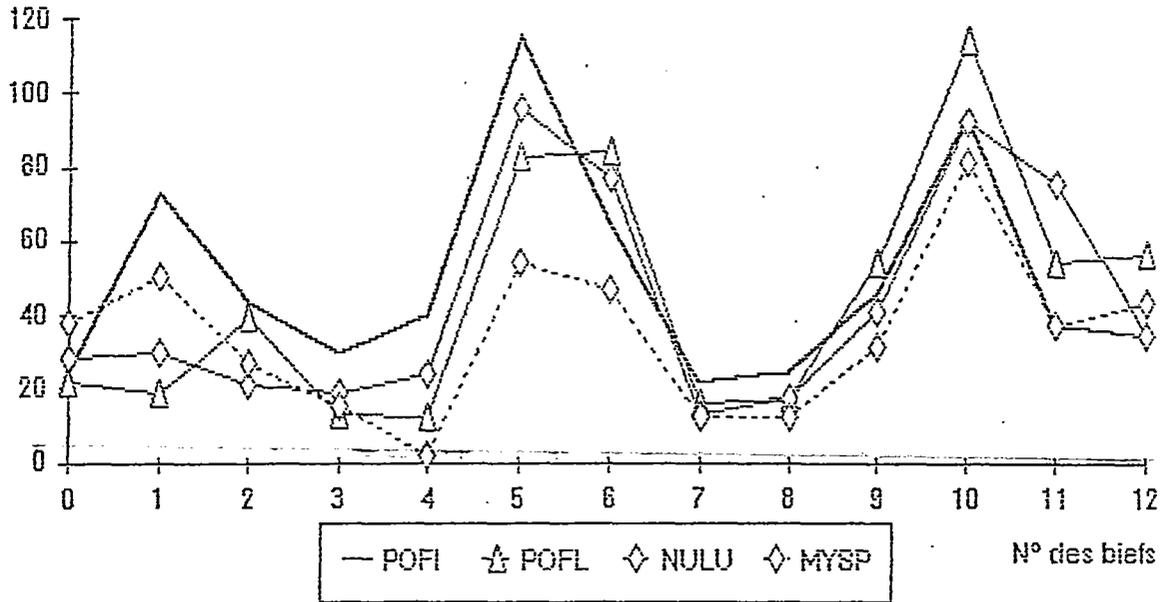


Figure n° 25

Ab. moy.

Abondances moyennes des 4 principales espèces par biefs

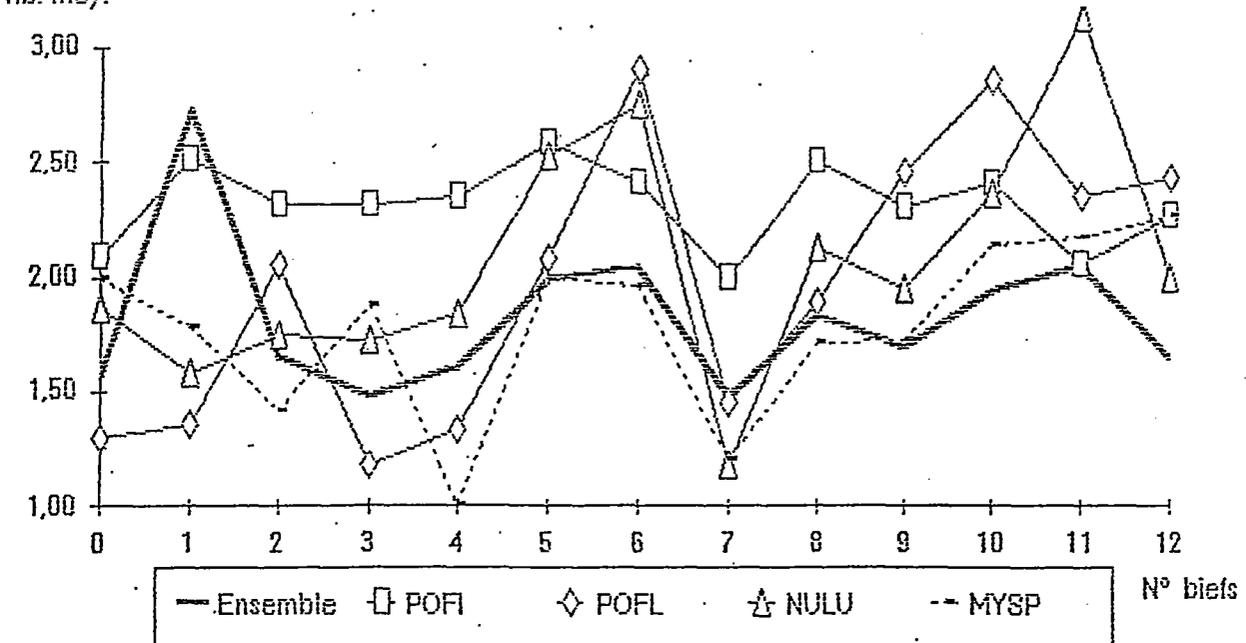


Figure n° 27 **Fréquences des 3 espèces du deuxième groupe**

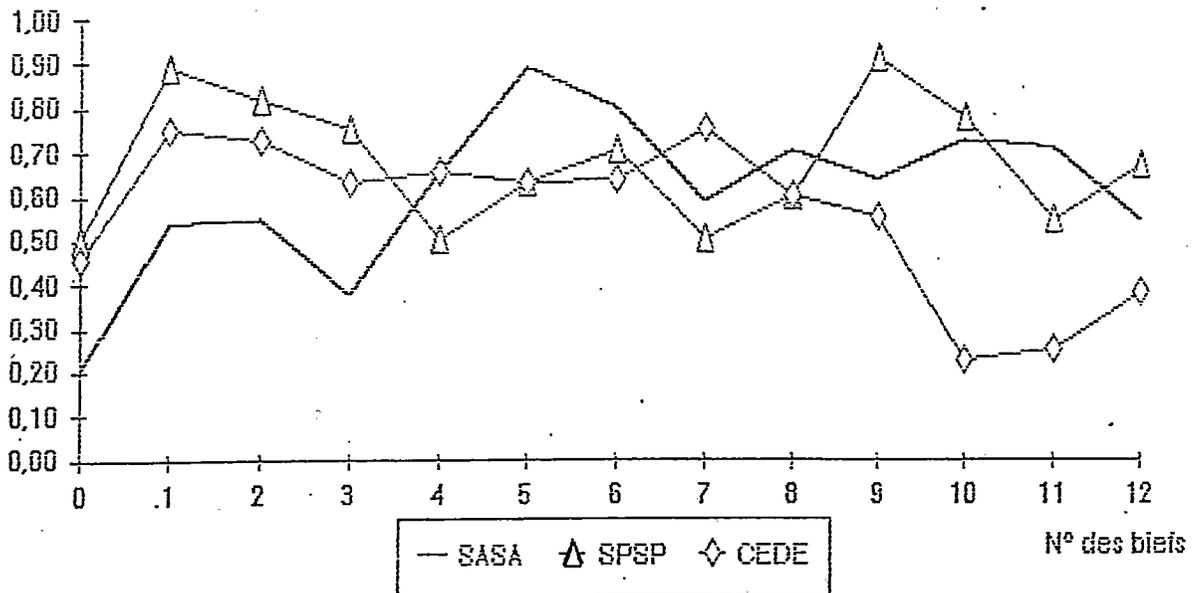


Figure n° 28

Abondances moyennes des 3 espèces du second groupe par biefs

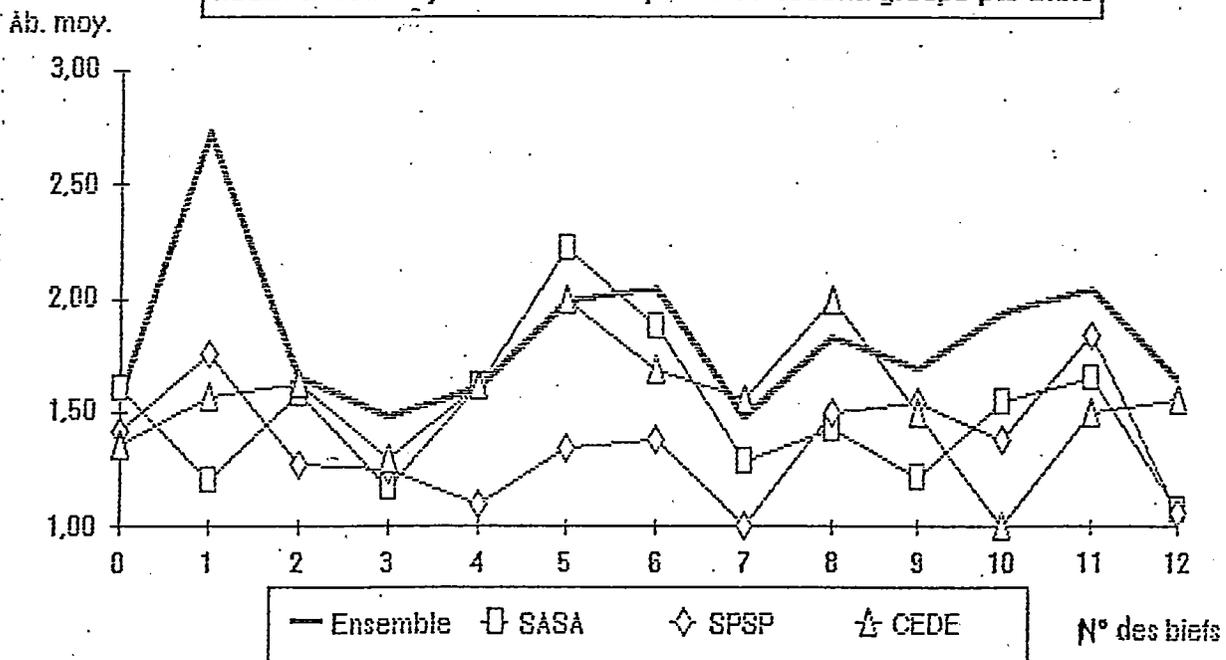
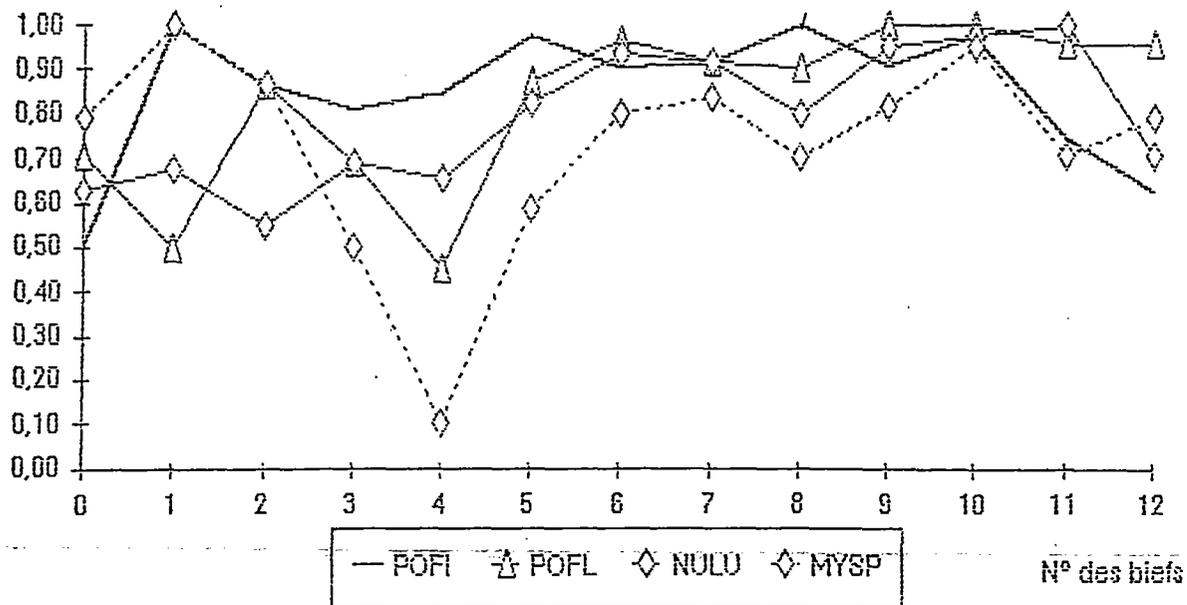


Figure n° 26 **Fréquences des 4 principales espèces**



- le bief 1 est composé de 14 secteurs compris entre les écluses de Saint Cybard et de Thouérat et où se trouve le bassin de vitesse d'Angoulême, le Pont de la R.N 10 ainsi que les rejets des stations d'épuration de Frégeneuil (en rive gauche).

On y note la présence de 13 espèces dont les 7 plus fréquentes sont signalées dans le tableau ci-dessous:

Tableau n°13 : Caractéristiques spécifiques du bief 1

Classement	Espèces	Ab.cum.	Ab.moy.	Fréquence
1	POFI	73	2,51	1
2	MYSP	50	1,78	1
3	SASA	45	2,5	0,64
4	SPSP	44	1,7	0,89
5	CEDE	33	1,57	0,75
6	NULU	30	1,58	0,68
7	POFL	19	1,35	0,5

Le Potamot fin et la Sagittaire constituent les espèces dominantes quoique ayant des fréquences notablement différentes - MYSP et SPSP sont plus fréquents que SASA mais ne disposent pas de l'abondance moyenne de cette dernière qui traduit la forte végétalisation du bief et qui s'accompagne du développement d'algues filamenteuses dont la fréquence s'élève à 0,3. Il faut rappeler l'existence de rejets urbains mais aussi de berges vaseuses et d'une faible profondeur qui sont autant de paramètres favorables aux développements végétaux. Ces paramètres seront ultérieurement abordés afin de signaler les plus importants d'entre eux.

- Le bief 6 est composé de 15 secteurs numérotés de 80 à 94 entre l'écluse de Sireuil et celle de la Liège. Le classement spécifique qui le caractérise est noté dans le tableau n°14 où apparaissent les abondances cumulées, les moyennes et les fréquences.

Tableau n°14 : Caractéristiques spécifiques du bief 6

Classement	Espèces	Ab. cum.	Ab. moy.	Fréquence
1	POFL	84	2,9	0,97
2	NULU	77	2,75	0,73
3	POFI	65	2,41	0,9
4	MYSP	47	1,96	0,8
5	SASA	45	1,96	0,8
6	CEDE	32	1,68	0,63
7	SPSP	29	1,38	0,7

Tableau n° 16 : répartition rivulaire des principales espèces

POFI	Rive gauche	Rive droite	Ensemble
Abond. cum.	318	348	666
Nbre enreg.	140	144	284
Frequence	0,85	0,88	0,87
Abond. moy.	2,27	2,42	2,34
Ecart type	0,77	0,68	0,73
POFL	Rive gauche	Rive droite	Ensemble
Abond. cum.	312	302	614
Nbre enreg.	131	144	275
Frequence	0,80	0,88	0,84
Abond. moy.	2,36	2,10	2,24
Ecart type	0,83	0,82	0,82
NULU	Rive gauche	Rive droite	Ensemble
Abond. cum.	308	290	598
Nbre enreg.	132	129	261
Frequence	0,80	0,79	0,80
Abond. moy.	2,33	2,25	2,29
Ecart type	0,91	0,86	0,89
MYSP	Rive gauche	Rive droite	Ensemble
Abond. cum.	234	237	471
Nbre enreg.	120	122	242
Frequence	0,73	0,74	0,74
Abond. moy.	1,95	1,94	1,95
Ecart type	0,62	0,66	0,64
SASA	Rive gauche	Rive droite	Ensemble
Ab. cum.	216	170	386
Nbre enreg.	119	98	217
Fréquence	0,73	0,73	0,73
Ab. moy.	1,82	1,73	1,77
Ecart type	0,71	0,74	0,73
SPSP	Rive gauche	Rive droite	Ensemble
Abond. cum.	145	169	314
Nbre enreg.	105	120	225
Frequence	0,64	0,73	0,69
Abond. moy.	1,38	1,41	1,40
Ecart type	0,51	0,51	0,51
CEDE	Rive gauche	Rive droite	Ensemble
Abond. cum.	116	156	272
Nbre enreg.	77	95	172
Frequence	0,47	0,55	0,52
Abond. moy.	1,51	1,64	1,57
Ecart type	0,70	0,68	0,69

Les 3 espèces abondantes (a.m. > 2) sont également fréquentes ($f > 0,9$) et on y observe la très nette domination du Potamot des rivières qui conjugue une fréquence voisine de 1 et une abondance moyenne proche de 3. Le Nénuphar jaune occupe la seconde place avec une très forte abondance moyenne qui traduit l'existence d'herbiers, la plupart du temps monospécifiques.

Le Potamot fin montre également une forte fréquence et une abondance moyenne supérieure à celle de toutes les espèces ($2,41 > 2,04$). La fréquence d'apparition des algues filamenteuses, égale à 1, marque le caractère eutrophe des eaux également peu profondes (existence d'un seuil naturel). Les autres espèces sont toutes relativement fréquentes ($f > 0,63$) mais ont une a.m inférieure à 2.

- Le bief 11 est composé de 12 secteurs numérotés de 137 à 148 entre les écluses de Vibrac et celle de Juac. On y observe 16 espèces différentes, les 7 principales figurant dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°15 : Caractéristiques spécifiques du bief 11

Classement	Espèces	Ab.cum.	Ab.moy.	Fréquence
1	NULU	75	3,12	1
2	POFL	54	2,35	0,96
3	MYSP	37	2,17	0,7
4	LEMI	30	1,88	0,67
5	SASA	28	1,65	0,7
6	SPSP	24	1,86	0,54
7	FOAN	18	1,2	0,62

On observe la dominance du Nénuphar et du Potamot des rivières dont les fréquences sont proches ou égales à 1. Or le Nénuphar atteint ici une abondance moyenne exceptionnelle (3,12) qui marque le caractère dynamique des herbiers qu'il constitue. Les fréquences de la Lentille d'eau et de la Fontinelle illustrent, avec la suprématie du Nénuphar, l'existence d'un faible courant et d'un réseau hydrographique complexe (bras morts, embâcles...).

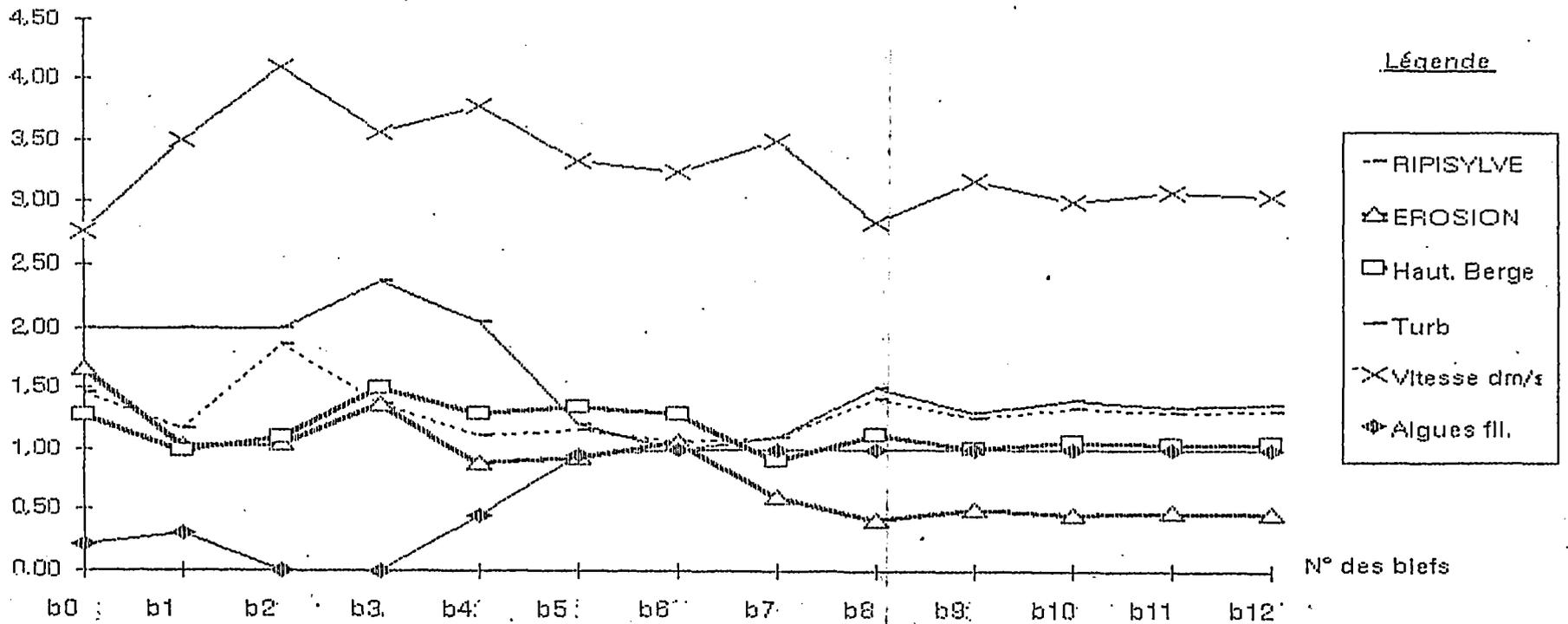
Les algues filamenteuses apparaissent avec une fréquence égale à 1 et confirment la végétalisation de ce bief particulièrement riche et diversifié.

* La répartition par rive

La reconnaissance s'étant effectuée rive par rive, on peut distinguer les résultats obtenus sur chacune d'entre elles. Or, les différences spécifiques, quoique notables, traduisent l'influence de paramètres très ponctuels et agissant localement sur le développement végétal.

Figure n° 29

Caractéristiques des biefs



Quelques uns de ces paramètres seront ultérieurement abordés de façon à souligner les grandes tendances qui les caractérisent. Ainsi la vitesse du courant, l'ombrage, la turbidité... font qu'il existe une diversité de cas que l'on ne peut pas analyser précisément dans une telle étude.

Cependant sur la portion du cours étudiée, on note pour les 7 principales espèces quelques éléments intéressants (cf tableau n°16).

Dans les cas de NULU et MYSP les fréquences et abondances moyennes apparaissent sensiblement égales quelque soit la rive. En revanche POFI est plus fréquent en rive droite, tout comme POFL ($f=0,88$) qui est plus abondant en rive gauche ($2,38 > 2,10$) contrairement à POFI. Les 3 autres espèces du groupe, moins fréquentes, possèdent des répartitions quelque peu différentes. On note en effet des fréquences d'apparition et des abondances moyennes plus élevées en rive droite pour SPSP et CEDE. Quant à SASA, seule son abondance moyenne plus élevée en rive gauche, la différencie de la rive droite. D'une manière générale la fréquence d'apparition est plus élevée en rive droite et l'abondance moyenne en rive gauche exceptés pour POFI, SPSP, CEDE.

De manière à mieux visualiser ces données il sera nécessaire de se reporter aux cartes en annexe.

Il n'existe pas d'explication satisfaisante pour expliquer les différences rivulaires constatées sur l'ensemble du cours et qui sont la résultante d'une somme importante de caractéristiques ponctuelles.

2.2.2.3. Les autres paramètres

Ils ont été estimés par secteur et pour chaque rive mais seront ici interprétés de façon globale et par bief (cf fig n°29)

* La vitesse du courant

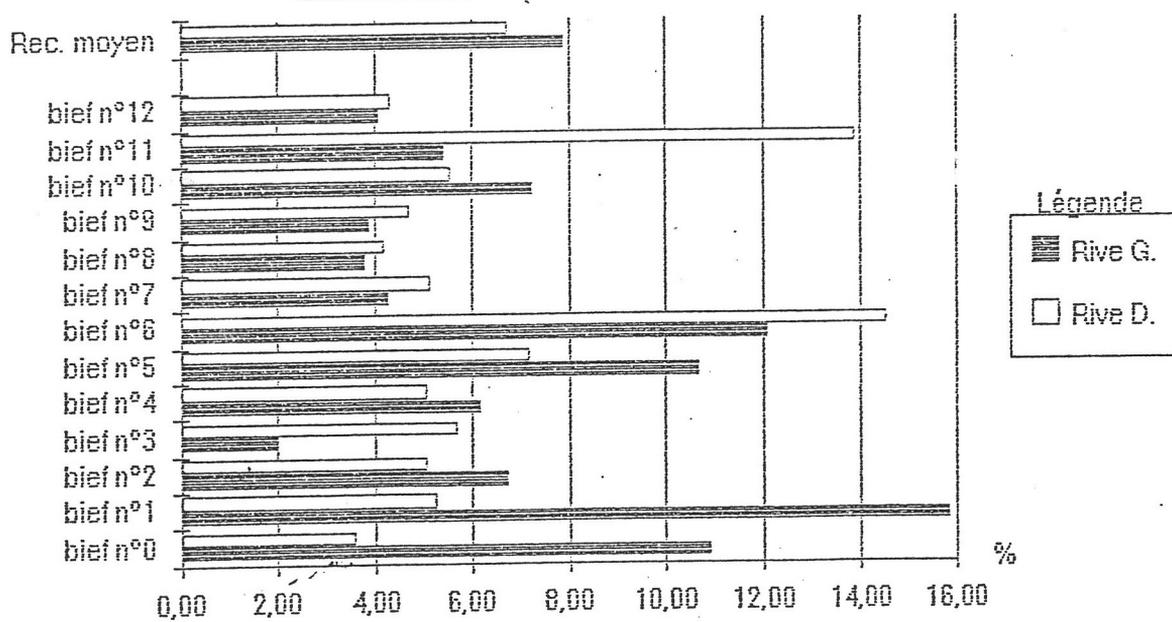
Certainement surestimée, il reste intéressant de constater qu'elle augmente au bief 2 pour diminuer jusqu'à se stabiliser au bief 8. Il faut signaler que dans bien des cas il est très difficile de l'estimer et qu'elle résulte de composantes morphodynamiques locales (embacles, largeur, profondeur...).

Ainsi elle diminue avec la proximité d'une écluse ou l'existence de bras qui sont alors propices aux développements végétaux. C'est le cas du bief 11 qui connaît, comme nous l'avons précédemment signalé, une abondance végétale moyenne importante.

* La ripisylve

Etablir une moyenne arithmétique de chiffres fixant des limites de classes est discutable. Les résultats obtenus sont donc à prendre avec précaution et à titre purement indicatif. Il en va ainsi pour la ripisylve composée essentiellement de peupleraies âgées et de frênes et qui constitue, lorsqu'elle existe, une source d'ombrage importante, notamment en rive gauche exposée Est - Ouest.

Figure n° 30 Recouvrement végétal par rive et par bief



Ainsi les biefs 0, 2 et 8 se démarquent par une note moyenne relative à la ripisylve plus importante (1,45 à 1,8) contrairement aux biefs 1 et 6 (1,07 à 1,17). La faiblesse de l'ombrage que procure la ripisylve constitue un des paramètres favorisant le développement végétal : les biefs 1 et 6 sont d'ailleurs largement colonisés par la végétation aquatique.

* Turbidité et algues filamenteuses

Nous avons vu que le développement algal est lié à la concentration en nutriments et peut, à ce titre, être un facteur de qualité des eaux. Or, il existe des phénomènes de compétition entre les différents types de végétaux (phytoplancton, algues, diatomées, macrophytes).

A ce titre, les facteurs de développement peuvent jouer un rôle prépondérant et entrer en interdépendance avec la production végétale qu'ils induisent. En effet, une turbidité excessive, que traduit un taux de M.E.S. élevé, entraîne une diminution de l'éclairement qui va lui-même provoquer un ralentissement du développement végétal. Or ce dernier peut se réaliser sous la forme d'un développement d'algues dont le ralentissement pourra créer une autorégulation en diminuant le taux de M.E.S.

Le développement d'algues filamenteuses macroscopiques pouvant s'accompagner de développements alguaux microscopiques influant sur la turbidité apparaît donc difficile à interpréter.

C'est donc avec une grande prudence que nous remarquerons que la diminution de la turbidité moyenne dans les biefs 5, 6 et 7 s'accompagne d'une augmentation de la fréquence d'apparition d'algues filamenteuses. Ces données moyennes se stabilisent ensuite vers l'aval avec une fréquence maximale de 1 pour la fréquence algale.

* Le recouvrement végétal

Pour chaque secteur il a été estimé en pourcentage de la superficie du cours recouverte par des végétaux ou correspondant à la projection de la couverture végétale visible de la surface. L'ensemble des données traitées bief par bief et rive par rive (cf fig. n°30) confirme l'importance du développement végétal dans les biefs 1, 6 et 11 mais également dans le bief 5. Des disparités importantes sont à noter entre les rives avec des écarts allant jusqu'à 10 % dans les biefs 1 et 11 et supérieur à 7 % dans le bief 0. Globalement le recouvrement végétal moyen apparaît supérieur en rive gauche où il avoisine les 8 % contre près de 7 % en rive droite.

2.2.3 Les stations de référence

Les méthodes précédemment employées utilisaient une échelle d'abondance dominance tenant compte du recouvrement spécifique, et doivent dorénavant être abandonnées. En effet, une approche semi-quantitative nécessitait l'emploi d'une technique adaptable au milieu aquatique. La technique des points-contacts apparaît, dès lors, la plus appropriée quoique ayant également ses limites.

Comme le signale J. HAURY (22), cette méthode employée en Grande-Bretagne sur la Lambourn (WRIGHT et al, 1981) et par lui-même sur le Scorff, rivière bretonne, conduit à une surestimation des principales espèces en regard des méthodes aérales et à l'encontre des espèces peu abondantes. Comme nous l'avons déjà précisé au chapitre 1.3.3.1, seules les espèces prélevées à la verticale d'un point et dans sa zone immédiate ont été notées. Les conditions matérielles pratiques de ces prélèvements (réalisations de profils longitudinaux, transversaux...) sont schématisées fig n°7 et ont déjà été décrites .

Les stations de référence peuvent être le point de départ d'une étude sur le dynamisme de la végétation dans le temps dont la réalisation constituerait le prolongement du présent travail.

Pour l'heure, nous allons traiter de la végétation macrophyte présente fin Juin 1989, sur l'ensemble des 15 profils réalisés sur les 3 stations de référence.

2.2.3.1 La station A : ANGOULEME : le bassin de vitesse

Elle s'étend sur les secteurs numérotés de 15 à 21 lors de l'étude précédente et est comprise entre le pont de Saint Cybard et le pont de la Route Nationale 10 (cf annexe n° 34).

Cinq profils transversaux notés de 1 à 5 ont donc été réalisés d'aval vers l'amont au niveau du bassin de motonautisme. Il faut rappeler que celui-ci possède une végétalisation importante avec un recouvrement en rive droite de 23,6 %.

Afin de mieux visualiser les caractéristiques de chacun de ces profils, ceux ont été reproduit sous formes de figures (cf fig.n°31 à 35) où ont été portées les informations suivantes :

- largeur du cours en mètres
- profondeur en mètres
- vitesse du courant en surface et en profondeur en dm/s
- nombre d'espèces relevées.

Les débits relatifs à chacun des profils sur l'ensemble des stations sont disponibles dans le tableau 5 et sont issus des mesures réalisées lors de l'étude.

L'écho-sondage effectué en suivant le chenal de navigation (annexe n°35) illustre la distribution longitudinale de la végétation. Son abondance spécifique calculée en effectuant la moyenne des secteurs considérés (cf annexe 36) met en évidence la suprématie de POFI, SASA, MYSP en rive gauche et de POFI, NULU, MYSP en rive droite. Les algues filamenteuses couvrent parfois les végétaux mais sont surtout présentes en couverture du fond dont la tendance sablo-graveleuse est représentative de l'ensemble des profils.

Lors des relevés, la présence d'algues filamenteuses a été noté au même titre que chaque espèce macrophyte.

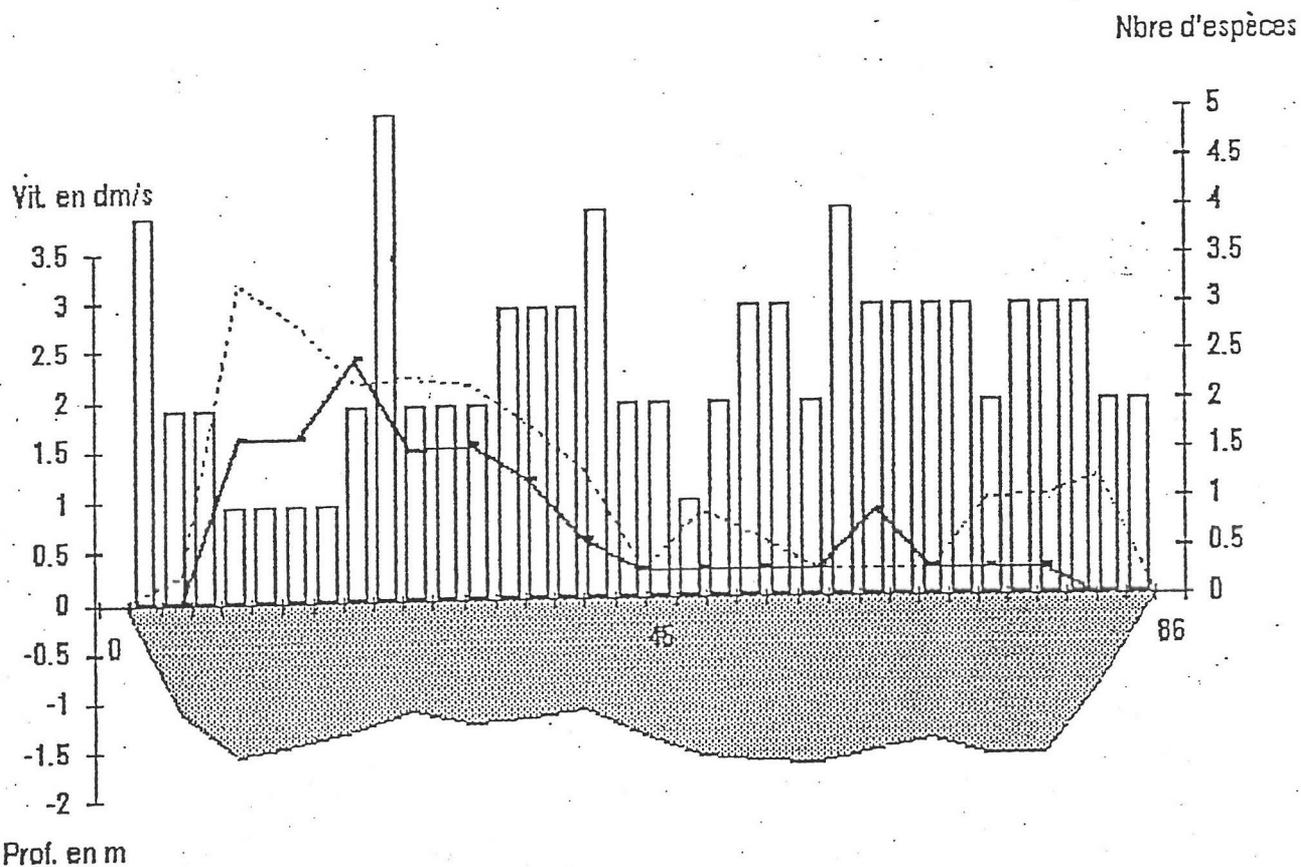
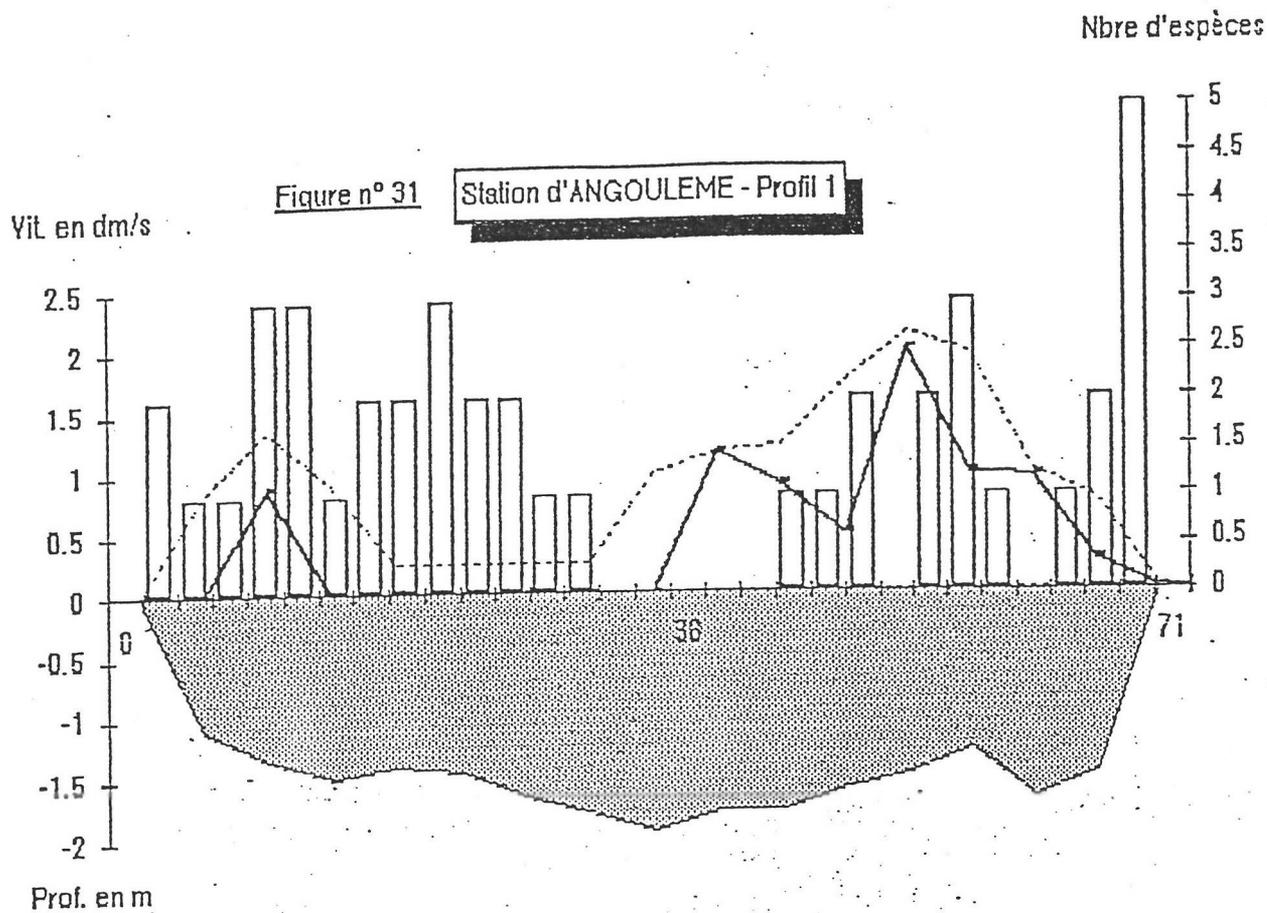


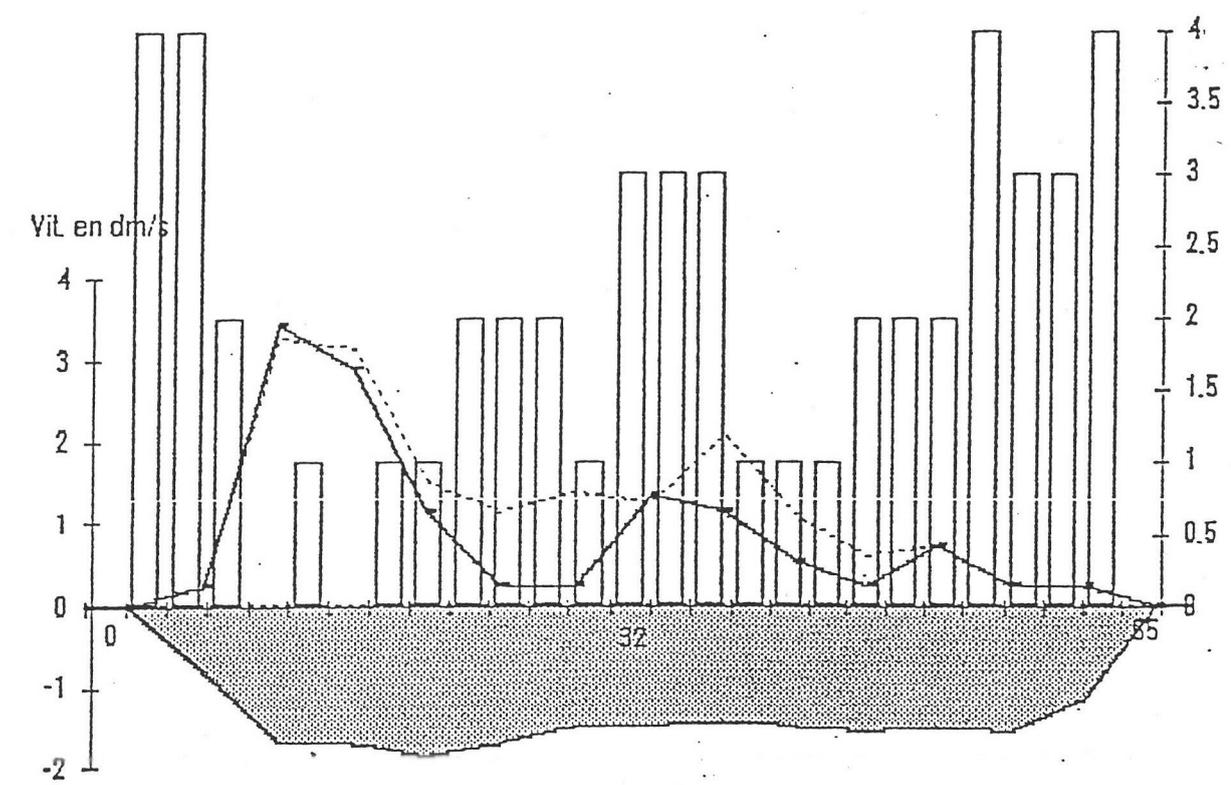
Figure n° 32 Station d'ANGOULEME - Profil n° 2

Tableau n° 14 : Station de référence "A" : Angoulême

Numéro du profil	1	2	3	4	5	TOTAL
Nombre de "points-contacts"	29	34	25	24	19	131
- avec végétaux	22	24	23	20	14	113
- sans végétaux	7	0	2	4	5	18
Légende des caractéristiques spécifiques :	Nbre d'enregist. = N /		Prof. max. (m) = P.m		/ Vit. max. = V.m. (dm/s)	
Espèces	Nbre/P.m./V.m.	N/P.m./V.m.	N/P.m./V.m.	N/P.m./V.m.	N/P.m./V.m.	
1. POFI	12 / 1,65 / 1,94	26 / 1,7 / 2,21	14 / 1,55 / 2,00	9 / 1,15 / -	2 / 1,7 / 2,22	63
2. SPSP	11 / 1,8 / 1,95	19 / 1,7 / 2,21	12 / 1,7 / 2,00	6 / 1,15 / -	10 / 1,8 / 2,42	60
3. CEDE	6 / 1,8 / 1,94	4 / 1,4 / -	5 / 1,65 / 3,26	3 / - / -	2 / 1 / 0,17	20
4. NILU	8 / 1,65 / 1,94	4 / 1,65 / -	1 / - / -	1 / 1,0 / 1,03	- / - / -	14
5. MYSP	- / - / -	7 / 1,3 / 2,76	2 / 1,7 / 2,00	- / - / -	3 / 1,7 / 2,22	12
6. FOAN	1 / 0,5 / 0,94	2 / - / -	- / - / -	1 / - / -	2 / 1,0 / 1,65	6
7. POPE	- / - / -	3 / 1,55 / 3,17	- / - / -	1 / 1,15 / -	- / - / -	4
8. LEMI	- / - / -	- / - / -	2 / 1,15 / -	- / - / -	1 / - / -	3
9. POFL	- / - / -	3 / - / -	- / - / -	- / - / -	- / - / -	3
9. ELCA	- / - / -	2 / - / -	- / - / -	- / - / -	- / - / -	2
SASA	- / - / -	2 / 1,6 / 0,90	- / - / -	- / - / -	- / - / -	2
SCLA	- / - / -	- / - / -	- / - / -	1 / 0,8 / -	1 / - / -	2
10. POCP	1 / - / -	- / - / -	- / - / -	- / - / -	- / - / -	1
Algues Filamenteuses	3	11	16	12	4	46
Nombre total d'enregistrements	42	63	52	36	25	192
Nombre moyen d'enreg./point	1,45	2,44	2,08	1,5	1,32	
Nombre d'espèces différentes	6	10	6	7	7	13

RD

Nbre d'espèces

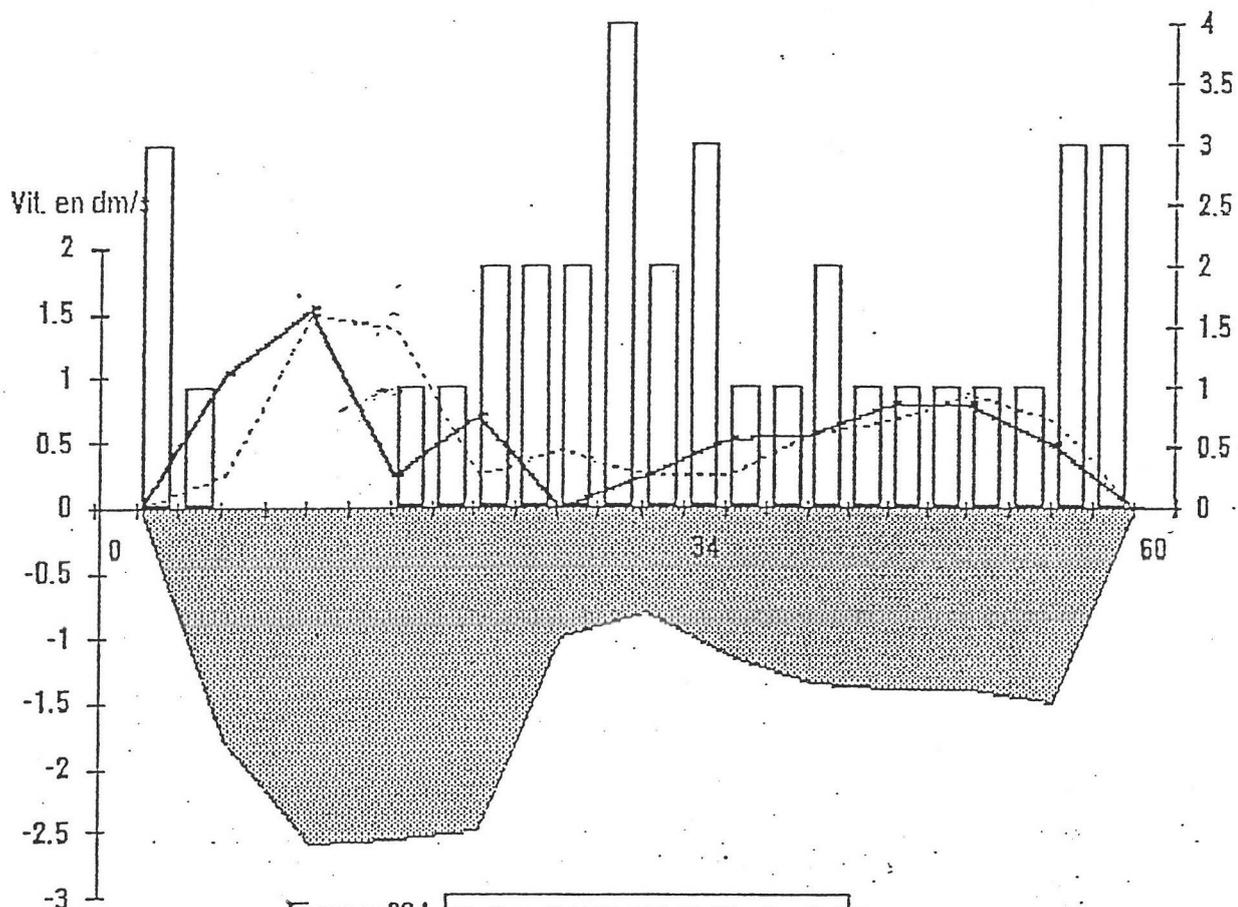


Prof. en m

Figure n° 33

Station d'ANGOULEME - Profil 3

Nbre d'espèces



Prof. en m

Figure n°34

Station d' ANGOULEME - Profil 4

RG

* Les espèces présentes

Sur l'ensemble des 5 profils on note la présence de 13 espèces différentes et d'algues filamenteuses. L'ensemble des données relatives à cette diversité végétale (cf tableau n° 17) fait apparaître la suprématie de POFI et de SPSP dont les fréquences avoisinent 0,5.

La présence d'algues filamenteuses en 3^{ème} place n'a rien de surprenant puisqu'elles se développent aisément dans toutes les conditions et sont particulièrement attirées par les milieux riches en éléments minéraux et par des températures élevées. CEDE, NULU, MYSP constituent des espèces moyennement fréquentes puisque leurs fréquences sont comprises entre 0,1 et 0,15. Des disparités existent cependant entre ces espèces puisque NULU est fréquent dans le profil 1, tout comme CEDE, alors que MYSP l'est dans le profil 2.

* Les paramètres influençant le développement spécifique

Les relevés effectués sur l'ensemble de la station permettent d'établir des classes de valeurs à l'intérieur desquelles se situent les différentes espèces. En effet la qualité des eaux d'une même station peut être jugée homogène et seuls des critères d'ordre morphodynamique tels que la profondeur, la vitesse du courant ou le substrat expliquent les différences spécifiques constatées.

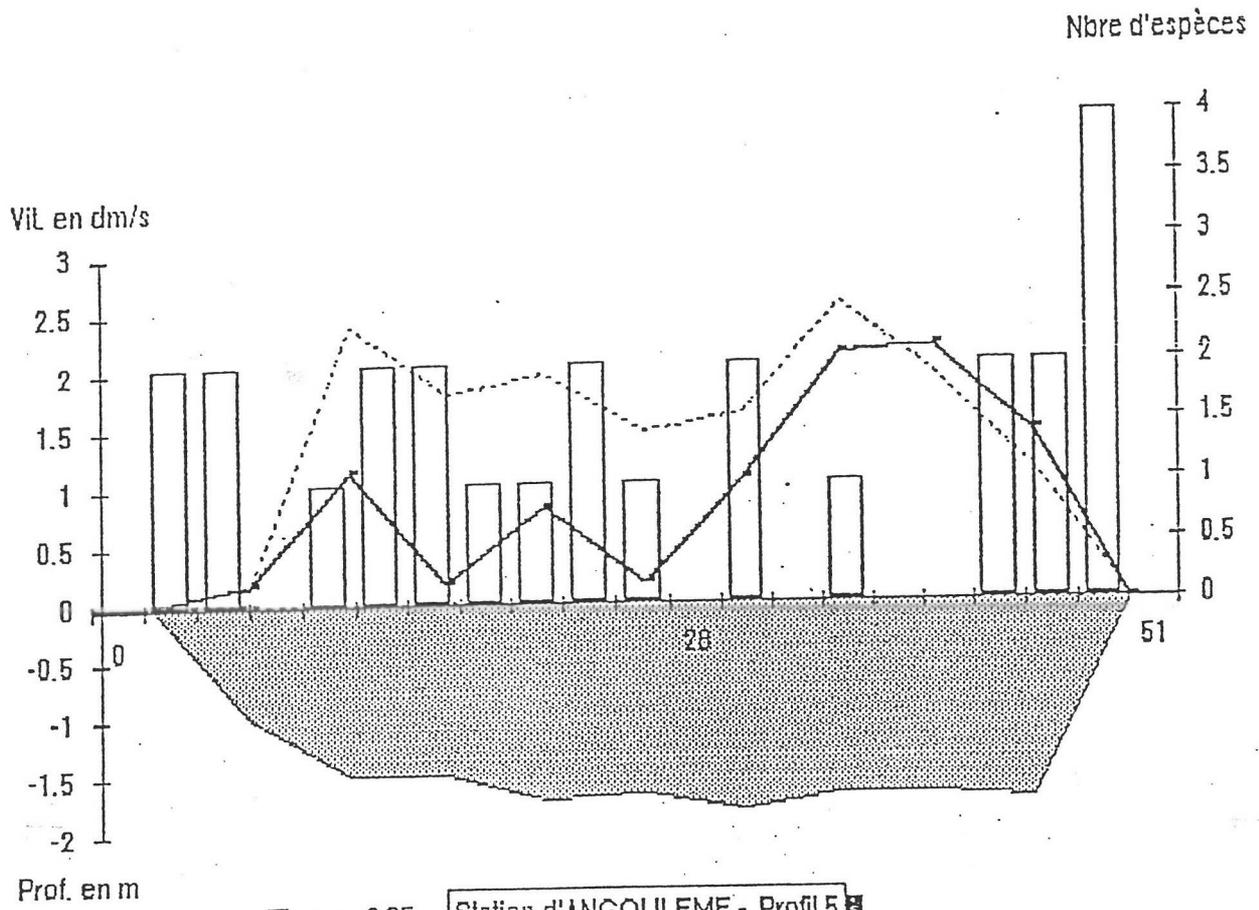
Or le substrat, relativement homogène, n'influe que ponctuellement sur le développement végétal et est alors noté sous la terminologie "berge vaseuse". Un classement des espèces les plus fréquemment rencontrées, établit en fonction des critères de vitesse et de profondeur fait apparaître, par exemple, la capacité de développement du nénuphar jusqu'à 1,8 m (cf tableau n° 18). Or les végétaux aquatiques se développent au printemps, période pendant laquelle vitesse et profondeur prennent des valeurs nettement plus importantes que celles mesurées. Cependant la hiérarchie établie fait apparaître des phénomènes de tolérance spécifiques qui permettent de classer les végétaux macrophytes.

Il faut noter le caractère très ponctuel des profils réalisés et les moyennes spécifiques ne semblent pas être à l'image de celles notées sur la station lors de la reconnaissance canoé.

Mais il ne s'agit plus de la même échelle d'étude, l'interprétation de ces disparités restent difficile.

Tableau n°18 : Caractéristiques des principales espèces de la station A

Espèces	Prof. max. (en m)	Vit. max. (en dm/s)
POFI	1,65 à 1,7	2,08 à 2,22
SPSP	1,7 à 1,8	2,08 à 2,42
CEDE	1,6 à 1,65	1,94 à 3,26
NULU	1,65 à 1,8	1,03 à 1,94
MYSP	1,3 à 1,7	2,08 à 2,76



R.D.

R.G.

2.2.3.2 La Station B : NERSAC : Le pont de la Meure

(cf annexes n° 34)

Elle s'étend sur les secteurs numérotés de 59 à 65 et est comprise entre un moulin désaffecté en rive droite et l'île située en aval du pont

Cinq profils notés de 1 à 5 ont également été réalisés. Le recouvrement végétal apparaît important et homogène avec une estimation de 11 % pour chacune des rives. Les caractéristiques de ces profils sont synthétisées dans le tableau 5 pour les débits et par les figures n°36 à 40 pour l'ensemble des autres caractéristiques. Les paramètres correspondants aux diverses espèces rencontrées sont résumés dans le tableau n°19

* Les espèces présentes (cf tableau n° 19)

Il faut d'ores et déjà signaler la présence d'algues filamenteuses dans la quasi totalité des relevés (93 %) ce qui explique un très faible nombre de "points-contacts" sans végétaux (3 %).

Le nombre maximal de 10 espèces différentes sur les 13 présentes est atteint au niveau du profil 3, où existe une très faible profondeur moyenne (1 m). Ce profil fait également preuve d'un nombre moyen d'espèces par point important (2,72).

Par opposition, le profil 2 connaît une très faible végétalisation avec une moyenne spécifique de 1,23 qu'il faut certainement relier à une profondeur plus importante pour une plus faible largeur (34 m).

En terme spécifique il faut noter la très nette domination de la Cornifle (CEDE) puisque présente dans 29 points sur les 99 étudiés. Viennent ensuite le Rubanier (SPSP) et le Potamot fin (POFI) avec respectivement 17 et 16 enregistrements. Les autres espèces connaissent une très faible fréquence d'apparition puisqu'elles possèdent toutes un nombre d'enregistrements inférieur ou égal à 8.

Sur cette station, la moyenne des secteurs de rives correspondant n'est pas représentative des résultats obtenus lors de l'étude des profils puisque l'on obtenait une dominance de POFI, POFL, SASA, NULU.

(cf annexe n° 37).

* Les facteurs inhérents à leur développement

Le tableau 20 présente les gammes de profondeurs et de vitesses dans lesquelles ont été observées les principales espèces.

R.G.

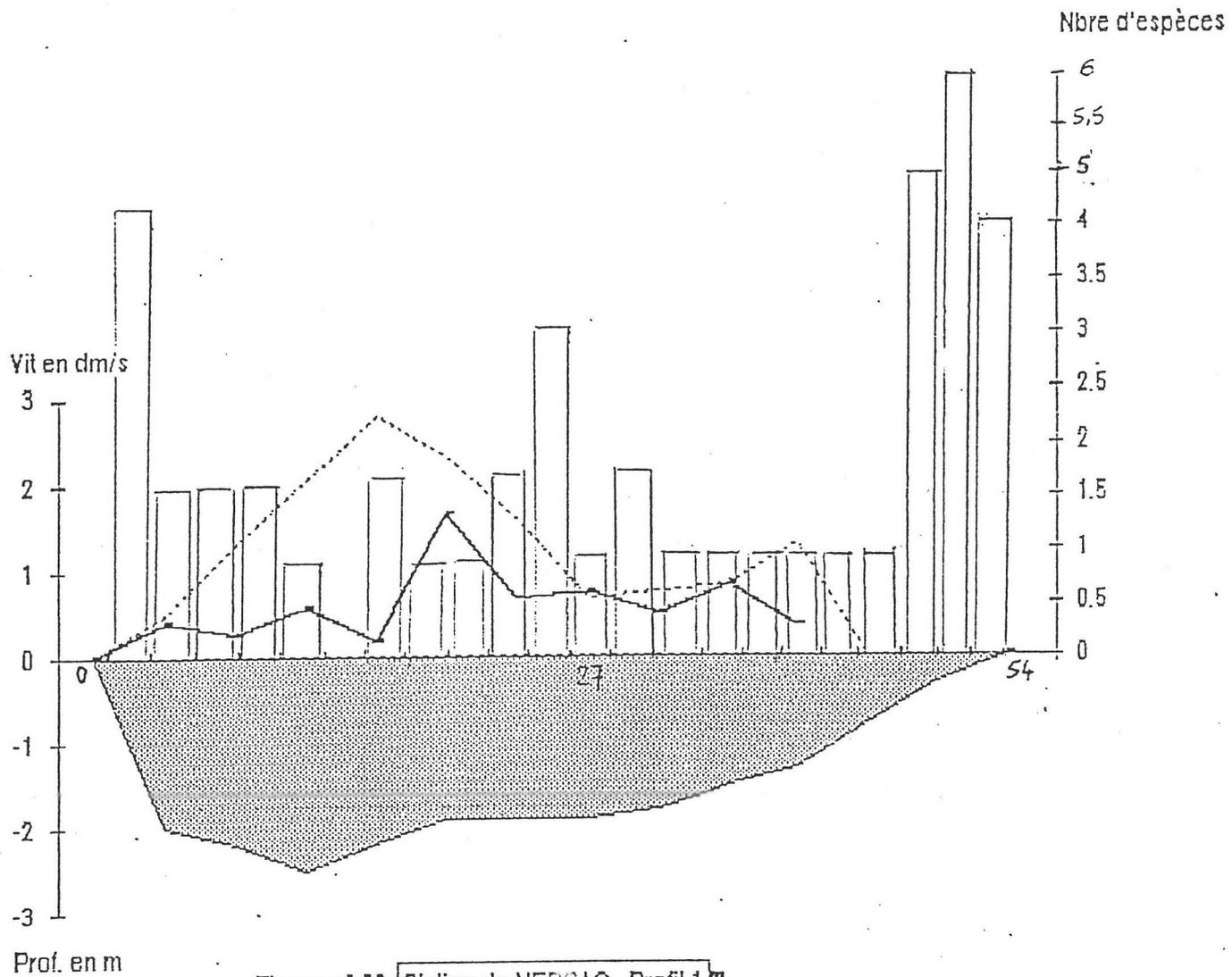


Figure n° 36 Station de NERSAC - Profil 1

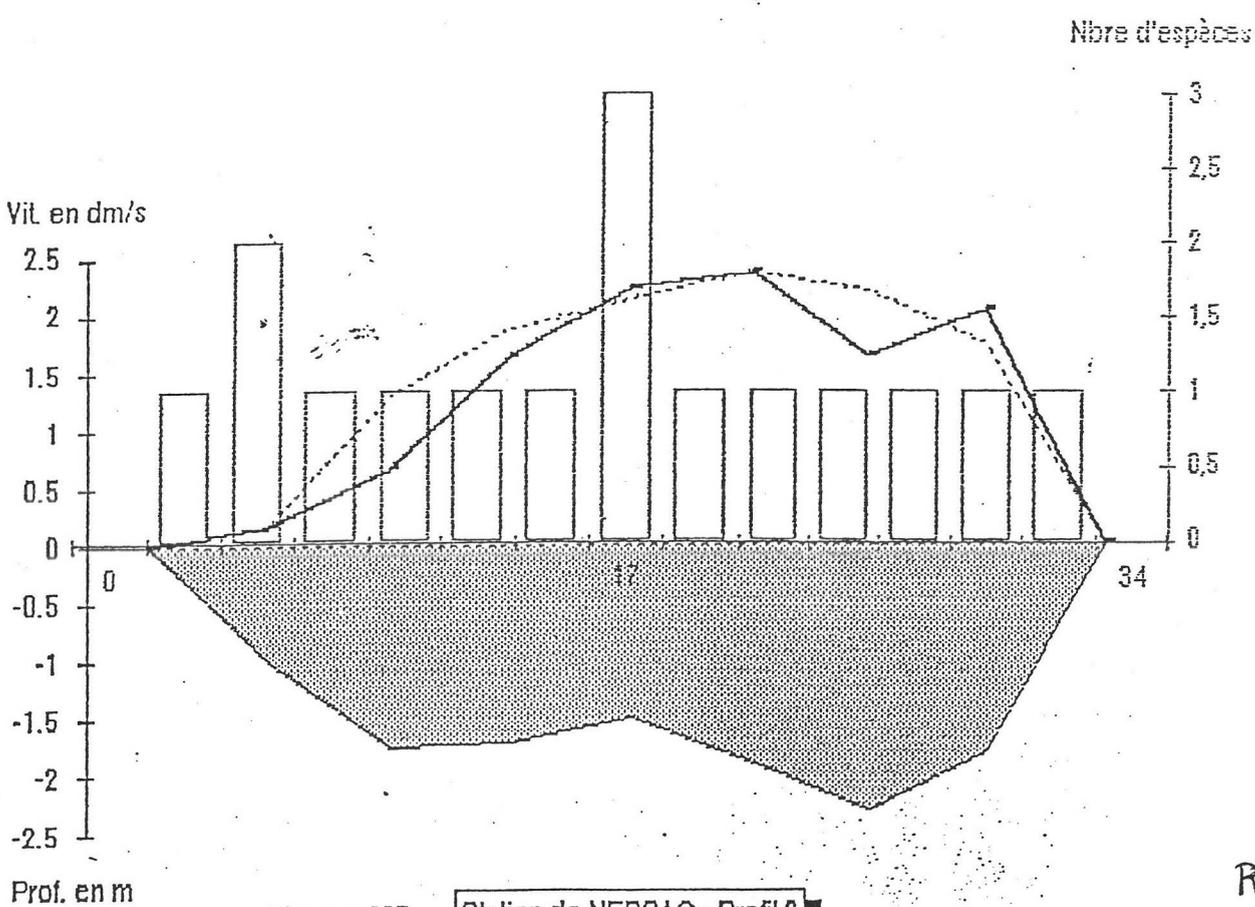


Figure n° 37 Station de NERSAC - Profil 2

R.D.

Tableau n°49 :

Station de référence "B" : Nersac

Numéro du profil	1	2	3	4	5	TOTAL
Nombre de "points-contacts"	22	13	25	21	18	99
- avec végétaux	21	13	25	21	16	96
- sans végétaux	1	0	0	0	2	3
Légende des caractéristiques spécifiques : Nbre d'enregist. = N / Prof. max. (m) = P.m. / vit. max. = V.m. (dm/s)						
Espèces	Nbre/P.m./V.m.	N/P.m./V.m.	N/P.m./V.m.	N/P.m./V.m.	N/P.m./V.m.	
1. CEDE	8 / 2,2 / 2,32	1 / 2,3 / 2,22	7 / 1,5 / 3,2	5 / 2 / 1	8 / 2,2 / 2,76	29
2. SPSP	1 / - / -	- / - / -	14 / 1,1 / 2,23	1 / 1,7 / -	1 / 1,3 / 2,76	17
3. POFI	4 / 1,3 / 1,32	- / - / -	10 / 1,5 / 3,2	2 / 2,3 / -		16
4. FOAN	4 / 2,4 / -	1 / 1,6 / -	1 / 1,8 / 2,38	1 / 1,6 / 0,58	1 / 1,3 / 2,76	8
5. MYSP	1 / - / 1,32	- / - / -	3 / 0,4 / 0,91		3 / 1,9 / 0,91	7
6. ELCA	2 / - / 1,32	- / - / -	1 / - / -	2 / 2 / -	2 / 1,8 / -	7
7. NULU	2 / 2,05 / -	- / - / -	- / - / -	3 / 1,7 / -	1 / 0,8 / -	6
8. LEMI	1 / - / -	- / - / -	3 / - / -	- / - / -	- / - / -	4
9. SASA	- / - / -	1 / 1,6 / -	1 / - / -	1 / 2 / 0,74	1 / 1,4 / -	4
10. POPE	1 / - / -	- / - / -	1 / - / -	- / - / -	- / - / -	2
11. SCLA	- / - / -	- / - / -	2 / - / -	- / - / -	- / - / -	2
12. POFL	- / - / -	1 / 1 / -	- / - / -	- / - / -	- / - / -	1
13. RAFL	- / - / -	- / - / -	- / - / -	- / - / -	1 / 1,6 / -	1
Algues Filamenteuses	21	12	25	20	15	93
Nombre total d'enregistrements	45	16	68	35	33	197
Nombre moyen d'enreg./point	2,04	1,23	2,72	1,67	1,83	1,98
Nombre d'espèces différentes	9	4	10	7	8	13

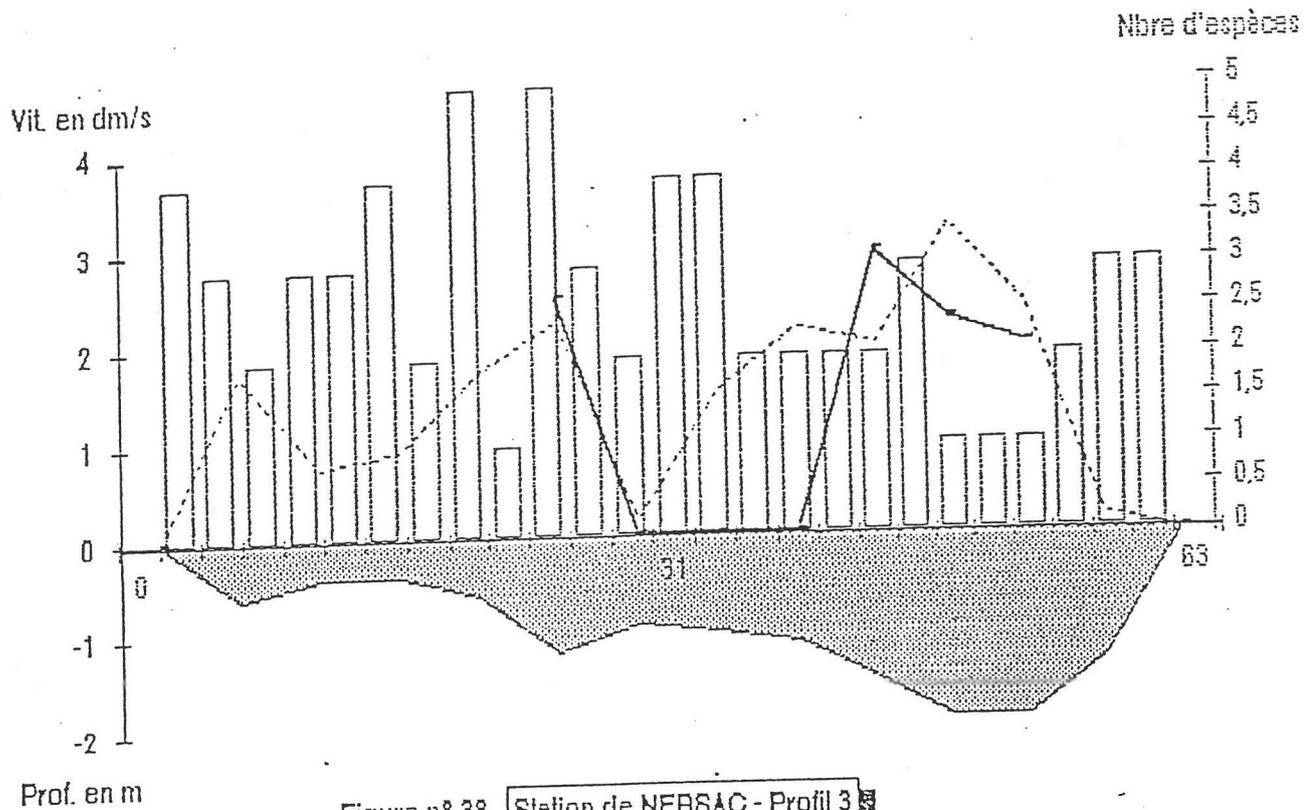


Figure n° 38 Station de NERSAC - Profil 3

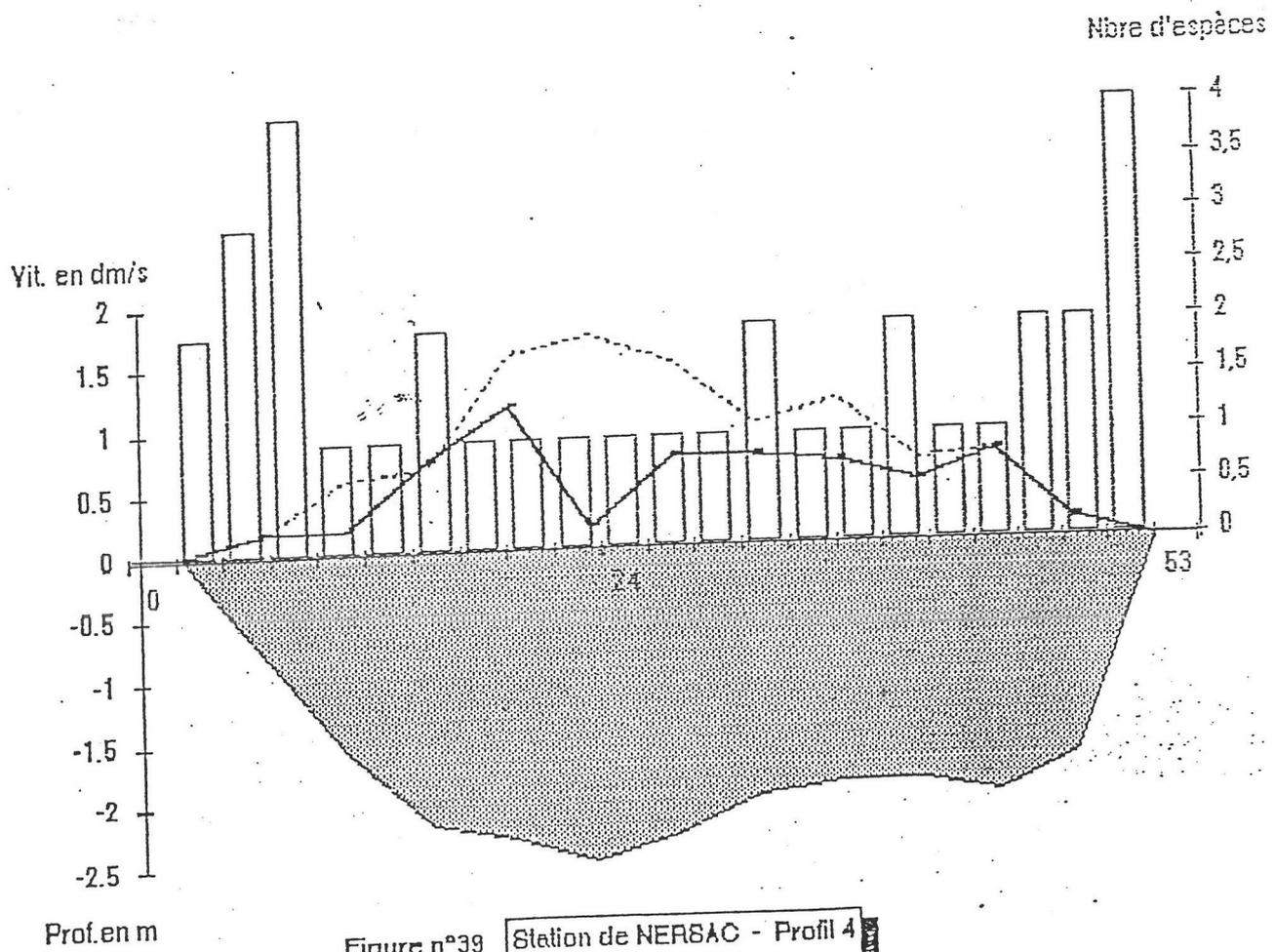


Figure n° 39 Station de NERSAC - Profil 4

RD

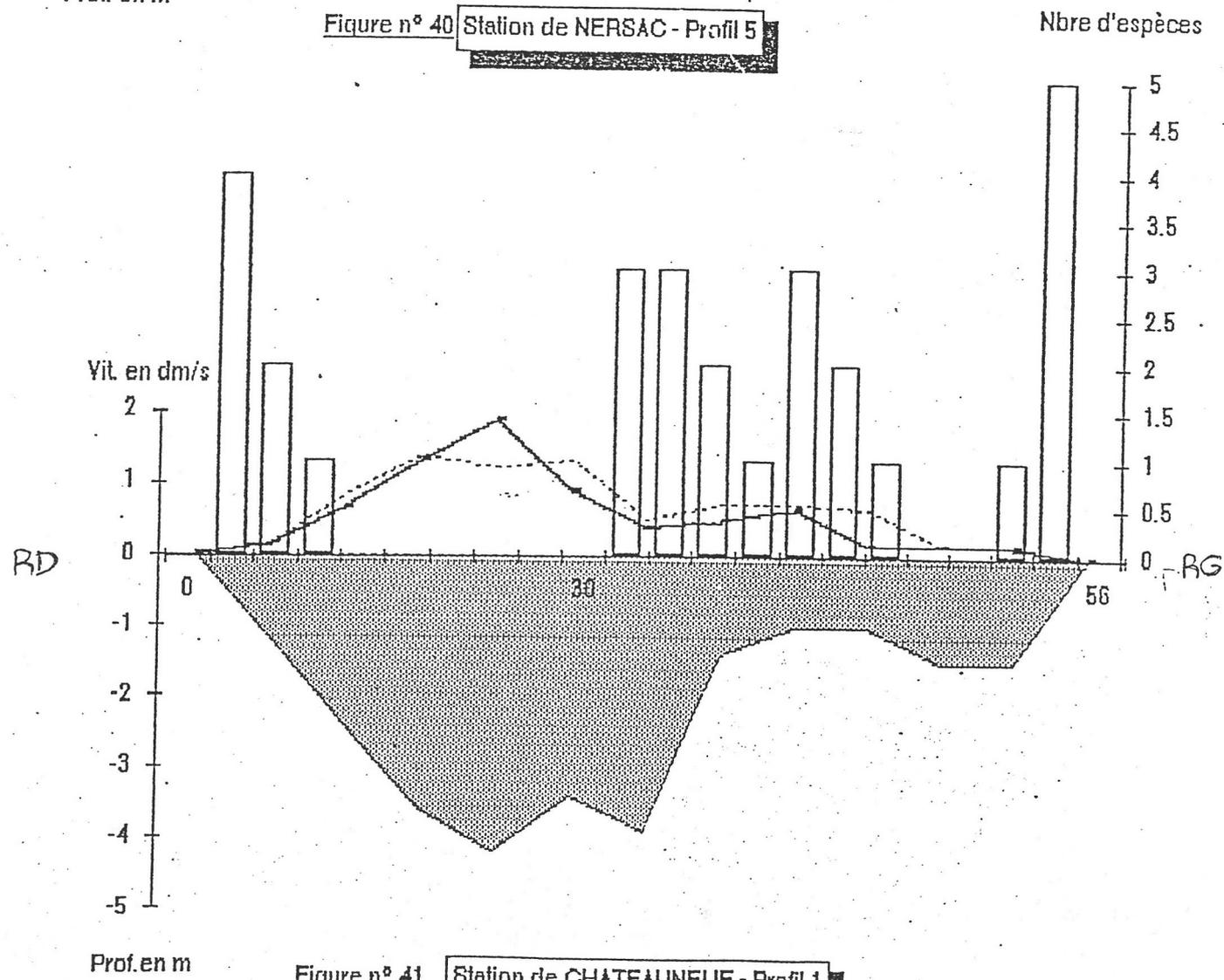
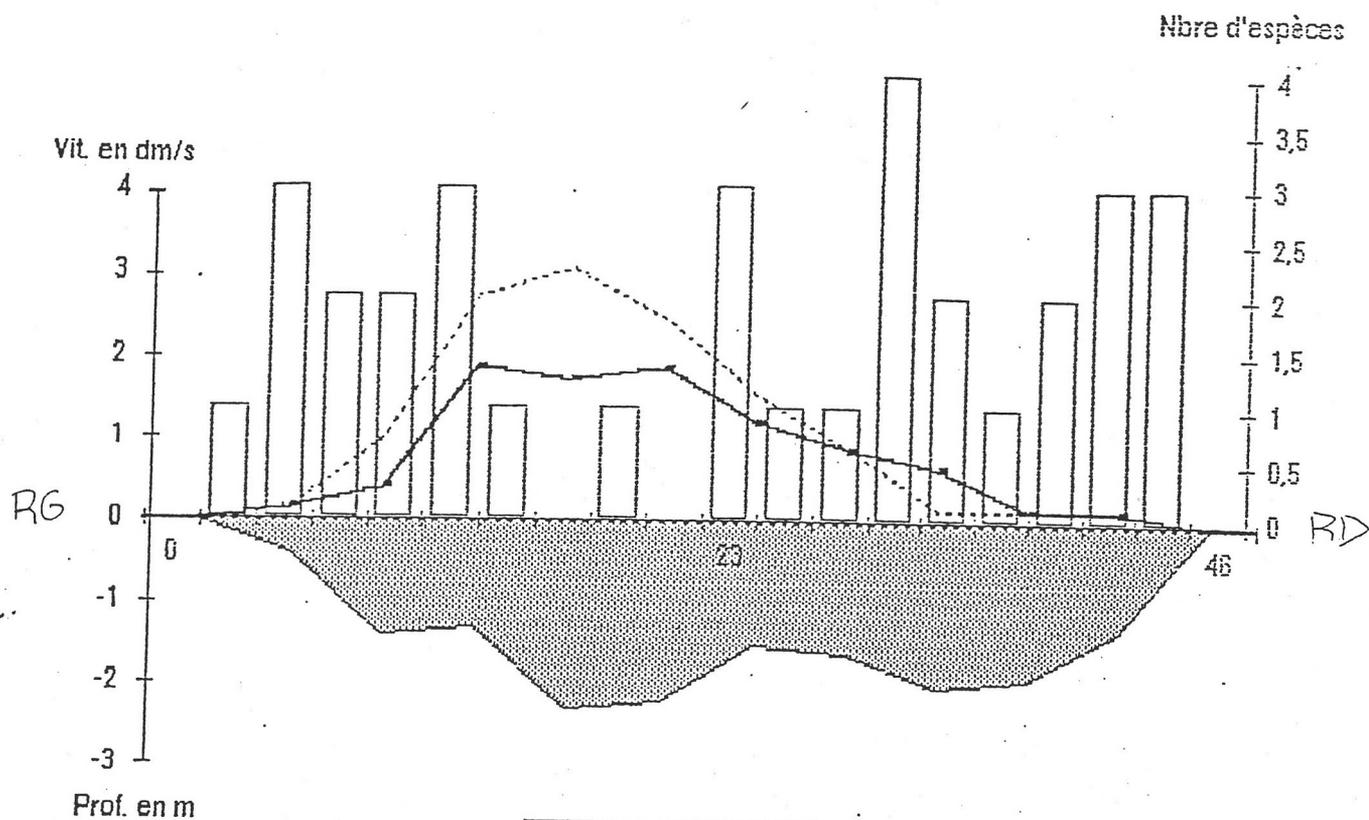


Tableau n°20 : Caractéristiques des principales espèces de la station B.

Espèces	Prof. max (en m).	Vit. max. (en dm/s)
CEDE	1,5 à 2,3	2,32 à 3,2
SPSP	1,1 à 1,7	2,23 à 2,76
POFI	1,3 à 2,3	1,32 à 3,2
FOAN	1,3 à 2,4	2,38 à 2,76
MYSP	0,4 à 1,9	0,91 à 1,32
ELCA	1,9 à 2	1,32
NULU	0,9 à 2,05	-

On remarque une adaptation au développement à des profondeurs supérieures à 2 mètres pour des espèces comme CEDE, POFI, FOAN. Ces chiffres apparaissent d'autant plus impressionnants si l'on tient compte du fait que leur développement printanier s'est effectué sous au moins un mètre d'eau supplémentaire. Malgré l'importance des vitesses sous lesquelles se développent certaines espèces (CEDE, SPSP, POFI, ...), celles-ci apparaissent faibles puisque toujours inférieures à 0,35 m/s.

2.2.3.3 La station C : CHATEAUNEUF (cf annexe n° 34)

Cette station apparaît différente des 2 précédentes par la faiblesse du développement végétal. On compte, en effet, seulement 42 points-contacts végétalisés sur 116. Ce faible chiffre s'accompagne également d'une présence peu marquée d'algues filamenteuses (17/116). L'ensemble de ces constatations met en évidence le facteur limitant qu'est la profondeur avec des valeurs atteignant 4 mètres. (cf figures n°41 à 45).

Les vitesses apparaissent, par contre, très faibles avec un maximum au profil n° 5 de 0,267 m/s. Le profil n° 5, avec sa faible profondeur (< 2m), est incontestablement le plus "riche" avec 10 espèces réunies sur les 13 notées pour l'ensemble de la station. Le profil n° 1 connaît également une diversité importante avec 10 espèces mais leur fréquence est faible (1,35/ point).

* Les espèces présentes (cf tableau n° 21)

POFL, NULU, MYSP et LEMI SONT les espèces les plus présentes sur l'ensemble de la station. Le nénuphar connaît une fréquence importante au profil 5 dont les caractéristiques sont décrites comme l'ensemble des autres espèces dans le tableau n°21. Le groupe qui se compose de SPSP, CEDE, FOAN, POFI apparaît avec une fréquence moyenne pour la station avec un nombre d'enregistrements allant de 5 à 9.

Les autres espèces sont simplement notées pour mémoire bien qu'ayant un rôle écologique à jouer.

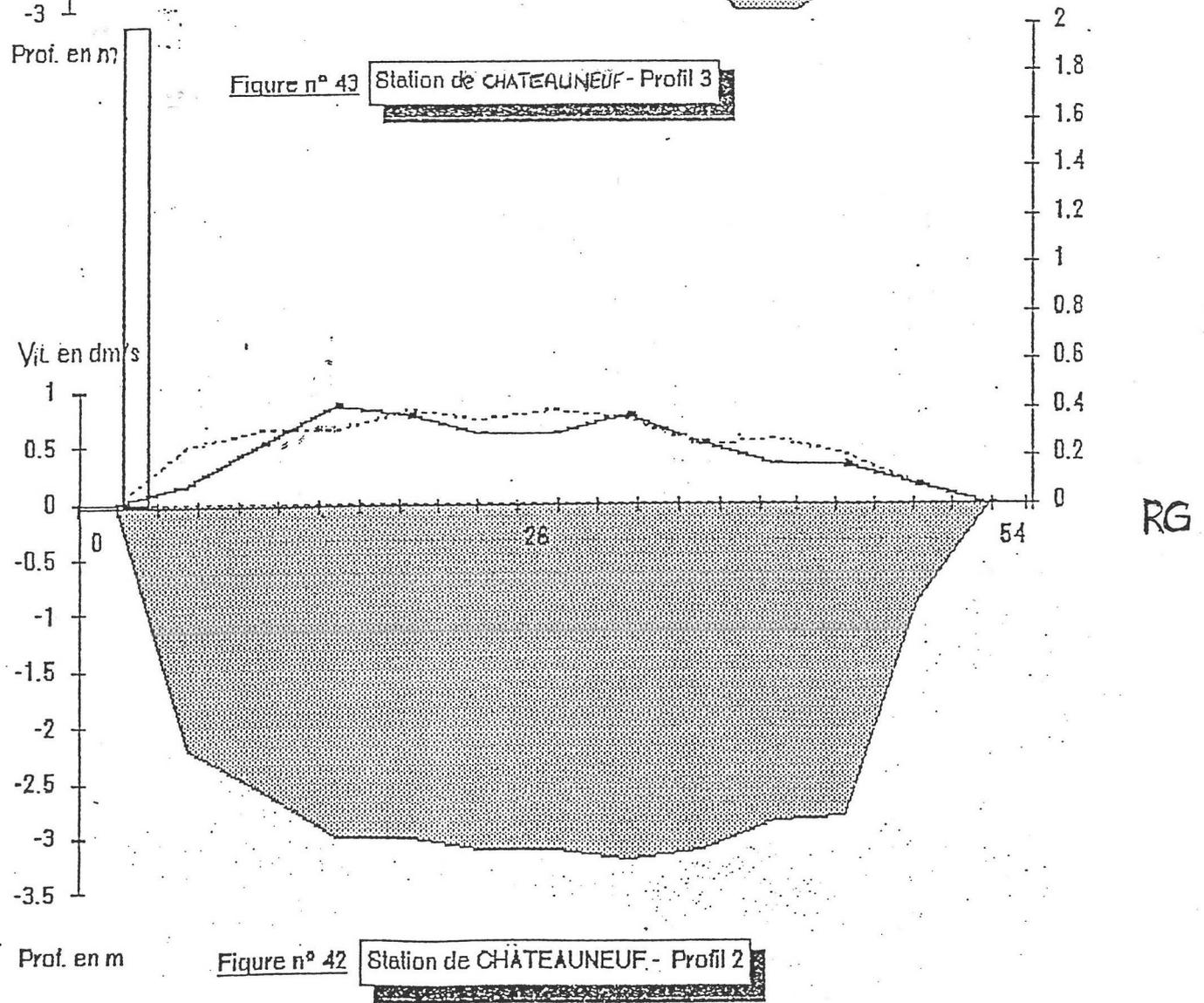
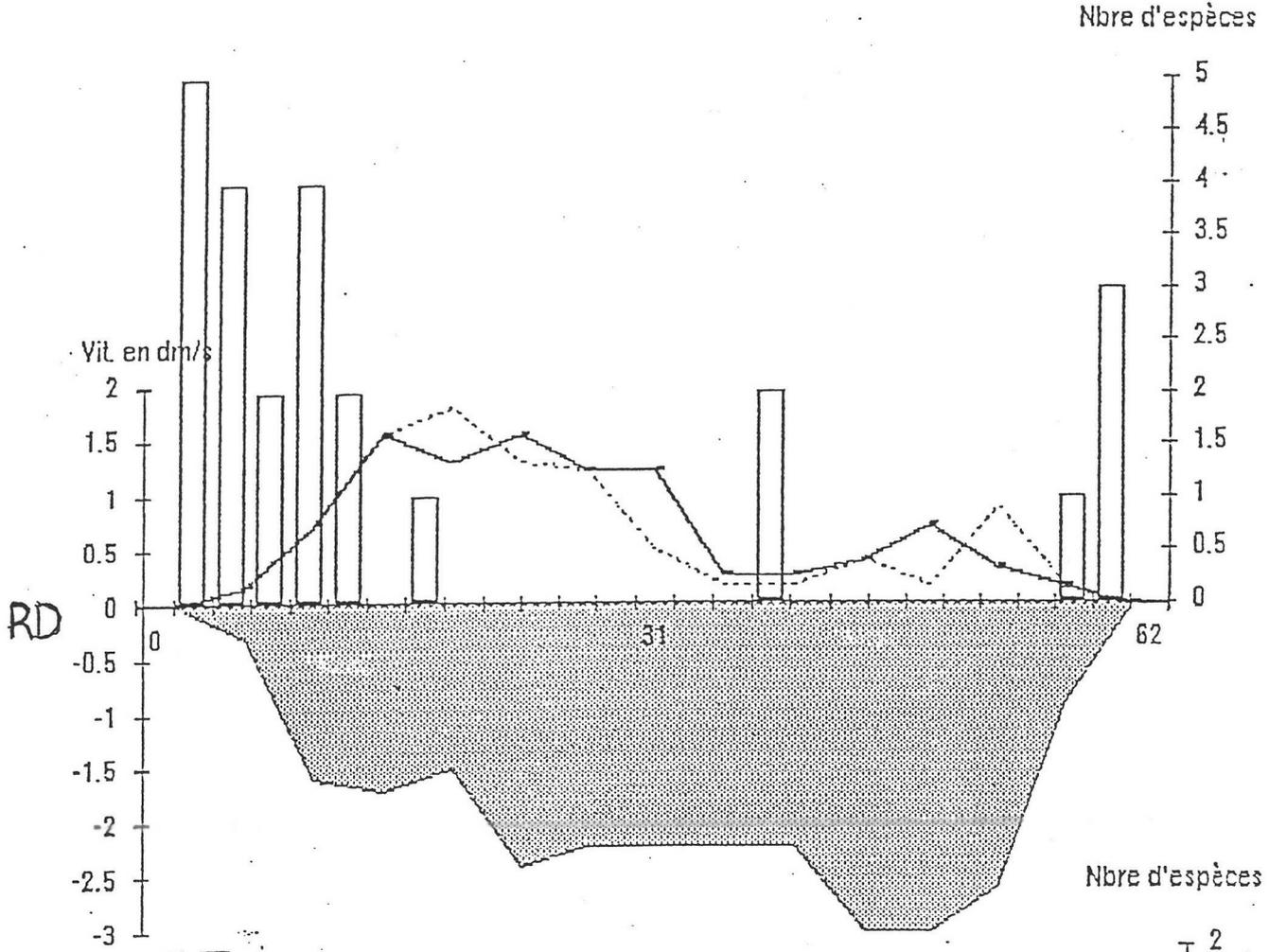


Tableau n°24 : Station de référence "C" : Chateauneuf

Numéro du profil	1	2	3	4	5	TOTAL
Nombre de "points-contacts"	20	22	25	25	24	116
- avec végétaux	11	1	9	2	19	42
- sans végétaux	9	21	16	23	5	74
Légende des caractéristiques spécifiques : Nbre d'enregist. = N / Prof. max. (m) = P.m. / Vit. max. = V.m. (dm/s)						
Espèces	Nbre/P.m./V.m.	N/P.m./V.m.	N/P.m./V.m.	N/P.m./V.m.	N/P.m./V.m.	
1. POFL	0 / 2 / -	1 / 0,7 / -	5 / 1,7 / 1,56		7 / 1,0 / -	21
2. NULU	5 / 1,7 / -		1 / 1,4 / -		10 / 2,1 / 1	16
3. MYSP	2 / 1 / -	1 / 0,7 / -	1 / 1,4 / -		4 / 1,0 / -	10
4. LEMI	4 / - / -		3 / 1,3 / -	2 / 1,3 / -	2 / - / 1	10
5. POFI	1 / 0,9 / -		4 / 2 / 0,74	1 / - / -	3 / 2,2 / 0,83	9
6. FOAN	2 / - / -		3 / 1,7 / 1,24	1 / - / -	3 / 2,2 / -	8
7. CEDE	2 / 1,5 / -		1 / 2,1 / -	2 / 1,3 / -		5
8. SPSP	1 / 0,9 / -		1 / 0,3 / -	2 / 1,3 / -	1 / 1,2 / -	5
9. BAFL					3 / 1,5 / 1	3
10. POPE	1 / 0,9 / -				1 / 1,2 / -	2
11. PODE						1
12. SCLA	1 / 1 / -			1 / 1,3 / -		1
13. SASA					1 / 1,6 / 2,07	1
Algues Filamenteuses	0	0	4	1	12	17
Nombre total d'enregistrements	27	2	23	10	47	109
Nombre moyen d'enreg./point	1,35	0,09	0,92	0,4	1,96	
Nombre d'espèces différentes	10	2	8	6	10	13

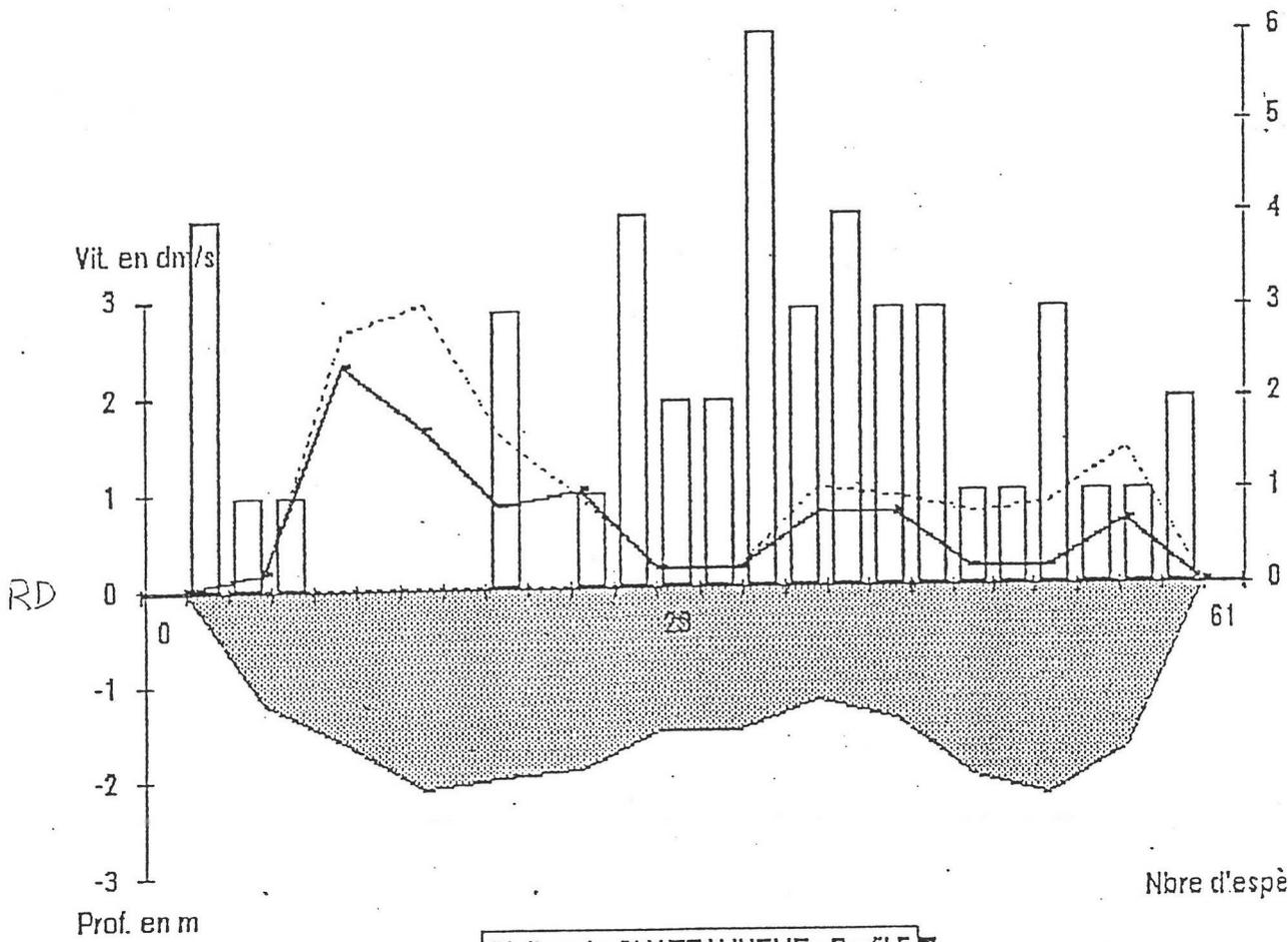


Figure n° 45

Station de CHATEAUNEUF - Profil 5

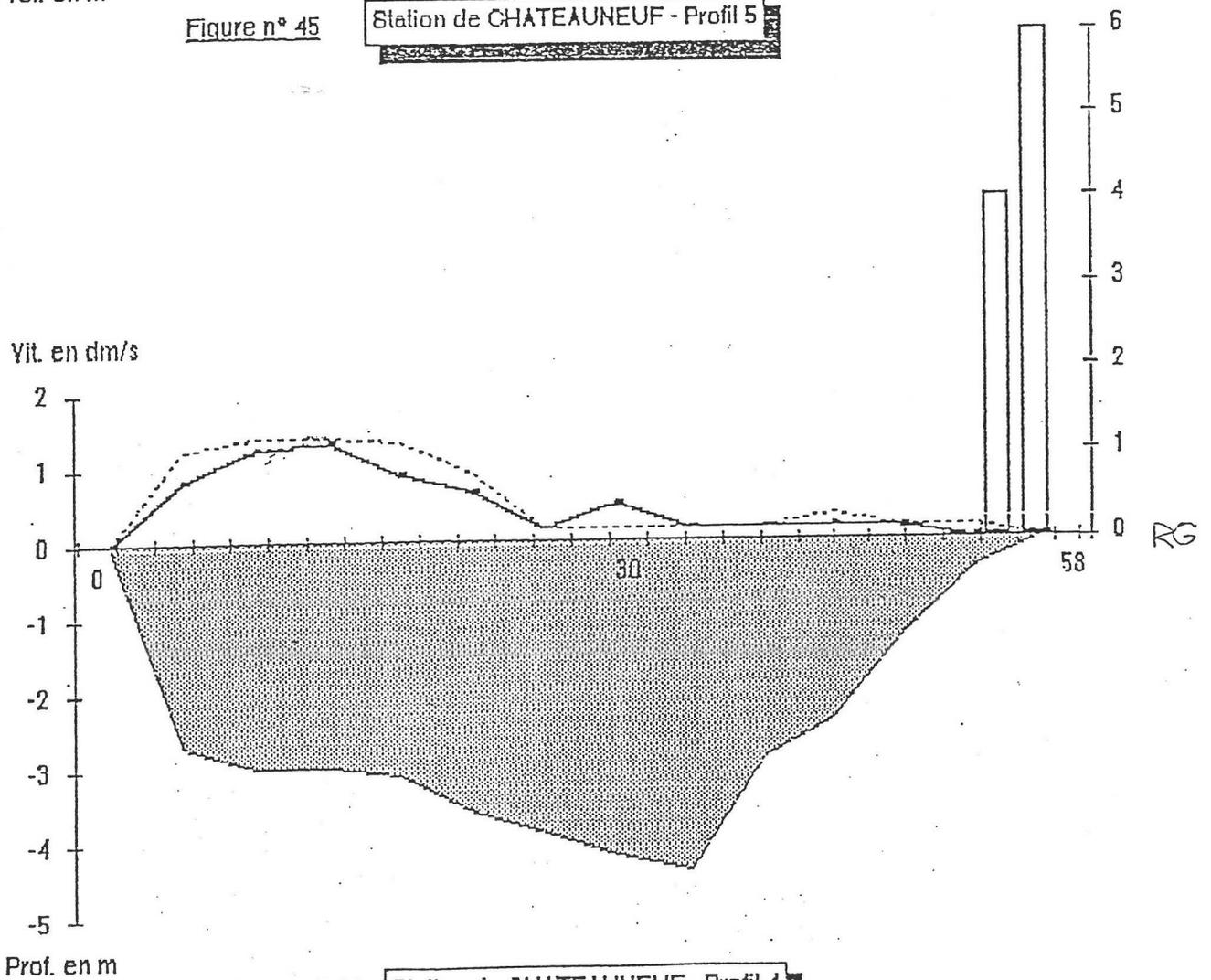


Figure n° 44

Station de CHATEAUNEUF - Profil 4

* Les facteurs inhérents a leur développement

Le facteur important apparait ici être la profondeur comme nous l'avons précédemment signalé.

Ainsi l'étude de la vitesse n'apparait pas être prioritaire pour les besoins de l'étude. On peut tout au plus signaler la présence de SASA en vitesse de courant égale à 0,267 m/s.

Le tableau ci dessous rassemble les caractéristiques des différentes espèces.

Tableau n°22 : Profondeurs maximales des espèces de la station C

Espèces	Profondeurs maximales (en m)
POFL	1,7 à 1,8
NULU	1,7 à 2,1
MYSP	1,4 à 1,8
LEMI	1,3
POFI	2 à 2,2
FOAN	1,7 à 2,2
CEDE	1,5 à 2,1
SPSP	0,9 à 1,3
RAFL	1,5
POPE	1,3
PODE	1,2
SCLA	1
SASA	1,6

Ainsi 2,3 à 2,4 mètres apparaissent être les valeurs limites de développement des végétaux aquatiques sur l'ensemble des stations. Il faut rappeler la majoration d'un niveau d'eau malheureusement inconnu pour pouvoir connaître les profondeurs du développement initial. Différentes hypothèses inhérentes au développement des végétaux enracinés font écoles. Parmi celles-ci citons la colonisation stolonifère à partir des rives qui s'effectuerait aussitôt les conditions lumineuses minimales réunies.

Les vitesses d'eau extrêmement faibles en cette période d'étiage ne semble pas être des facteurs inhibant le développement végétal mais elles le limitent dans bien des cas.

1- LIMITES DES METHODES EMPLOYEES ET AUTRES APPROCHES ENVISAGEABLES

Sur la station de Nersac (pont de la Meure) existent des données des trois échelles d'étude successivement employées. L'étude de cette station devrait donc permettre de resituer les diverses phases de travail et leurs limites respectives.

Les moyens matériels dont nous disposons et les contraintes de temps n'ont pas permis la réalisation d'une étude de la biomasse végétale qui serait néanmoins un complément très important.

1.1 Limites des méthodes employées : l'exemple de la station de NERSAC

Lors de la reconnaissance du cours en voiture, la station de Nersac était une des vingt stations de référence (cf. carte n°3). Huit espèces hydrophytes et leur abondance ainsi que la présence d'algues filamenteuses y furent notées (cf. tableau n°9).

La descente du cours moyen en canoé a également permis de relever la présence de huit espèces et d'algues filamenteuses. Cependant, le Callitriche (CALL) et le Potamot luisant (POLU) notés dans la flore de la station n'ont pas été notés lors de cette seconde phase. Cette seconde approche a permis en revanche de déceler deux espèces non repérées sur la station 12 : il s'agit de la Lentille d'eau (LEMI) et de la Sagittaire (SASA).

Les principales caractéristiques des approches successives (cf. tableau n°23) montrent également des disparités importantes dans l'approche "station de référence". En effet, le profil 3 (pont de la Meure) est "dominé" en terme végétal par la présence du Rubanier (SPSP), dans quatorze points sur vingt cinq. Or cette présence n'a pas été notée lors des reconnaissances précédentes. En outre, une plus grande diversité végétale est atteinte avec la présence de dix espèces.

Seul le fait que la rive gauche totalement colonisée par endroit (recouvrement = 30%) soit difficilement accessible en canoé peut expliquer l'omission de SPSP dans la phase 2. Outre ce fait notable, les différences constatées apparaissent liées à :

- des limites matérielles : temps, visibilité,...
- des limites d'interprétations : en particulier "subjectivité" de l'abondance.

L'approche par profils successifs permet une relative rigueur par des relevés systématiques des espèces présentes. A partir de la surface, l'oeil humain ne peut distinguer dans de nombreux cas les espèces qui tapissent l'ensemble du fond ; c'est pourquoi la représentation spécifique obtenue lors de la réalisation de ces profils apparaît la plus objective, quoique surestimant les espèces les plus fréquentes d'après HAURY.

Tableau n°23 : les différentes approches réalisées

Méthodes	Approche globale (ensemble du cours)	Approche cours moyen (cours moyen)	Approche station de référence
Date	02 / 06 / 89	20 / 06 / 89	27 / 06 / 89
Moyen	Voiture / berge	Canoé / rive	Pneumatique / cours
Lieu	station 12	secteur 61	profil n°3
Espèces	Espèce / Abondance POFI / 3 MYSP / 2 POFL / 2 FOAN / 2 CEDE / 2 CALL / 1 NULU / 1 POLU / 1 Algues filamenteuses	Espèce / Abondance MYSP / 3 POFL / 3 POFI / 3 SASA / 2 CEDE / 2 FOAN / 1 LEMI / 1 NULU / 1 Algues filamenteuses	Espèce / fréquence SPSP / 0,56 POFI / 0,4 CEDE / 0,28 MYSP / 0,12 LEMI / 0,12 SCLA / 0,08 FOAN / 0,04 ELCA / 0,04 SASA / 0,04 POPE / 0,04 Algues filamenteuses
Nbre d'espèces	8	8	10
Critères mesurés ou estimés	physico - chimiques morphodynamiques	morphodynamiques Recouvrement = 30 %	Profondeur / Vitesse 0 points-contact sans végétaux

Afin d'avoir une estimation du recouvrement végétal la plus précise et objective possible, une campagne de photographies aériennes doit être menée sur les trois stations de référence.

Certaines difficultés d'interprétation liées à la turbidité du milieu, la vitesse du courant, l'ombrage et la ripisylve apparaissent sans doute. Cependant ces résultats devraient constituer des éléments complémentaires autorisant une meilleure analyse de la physionomie de ces stations.

1.2 Autres approches envisageables

1.2.1 Quantification de la biomasse spécifique

En terme écologique l'échelle d'abondance-dominance permet de classer les différentes espèces en fonction de leur densité, du volume qu'elles occupent et de leur recouvrement sur la station.

De manière à quantifier cette production végétale, des prélèvements systématiques peuvent être réalisés. Après avoir distingué les différentes espèces (densité, fréquence, profondeur,...), il apparaît intéressant de connaître la biomasse fraîche ou sèche qu'elles représentent. C'est pourquoi après un passage à l'étuve, la biomasse spécifique permet de relativiser la présence de certaines espèces tout en rendant quantifiable la production de chacune d'entre elles.

Il s'agit là d'une autre échelle d'étude qui, dans le cas des macrophytes, permettrait de mieux situer leur rôle dans l'écosystème et dans son eutrophisation.

1.2.2 Phénométrie

Dans cette méthode, seule la biomasse respective des différents organes est recherchée (DAWSON 76). Elle permet de connaître quelle partie du végétal croît le plus et en quelles conditions.

1.2.3 Teneur azotée des macrophytes

Afin de mieux situer les végétaux macrophytes dans le phénomène d'eutrophisation, une étude complémentaire peut être menée sur les teneurs en azote et en phosphore. La recherche des liens entre la chimie des eaux et les concentrations végétales spécifiques (GERLOFF et KROMBOLZ 1966) pourrait permettre, en intégrant des paramètres morphodynamiques, de modéliser le développement des espèces les plus "encombrantes".

1.2.4 Utilisation de l'écho-sondeur

Lors de la réalisation des profils l'utilisation de l'écho-sondeur est apparue intéressante pour localiser les zones d'herbiers qui apparaissent nettement sur les enregistrements. C'est pourquoi son utilisation en tant qu'outil de détection précoce apparaît être une des voies d'avenir pour lutter contre des développements végétaux excessifs.

Figure n° 46 Evolution des macrophytes sur la station de BARRO

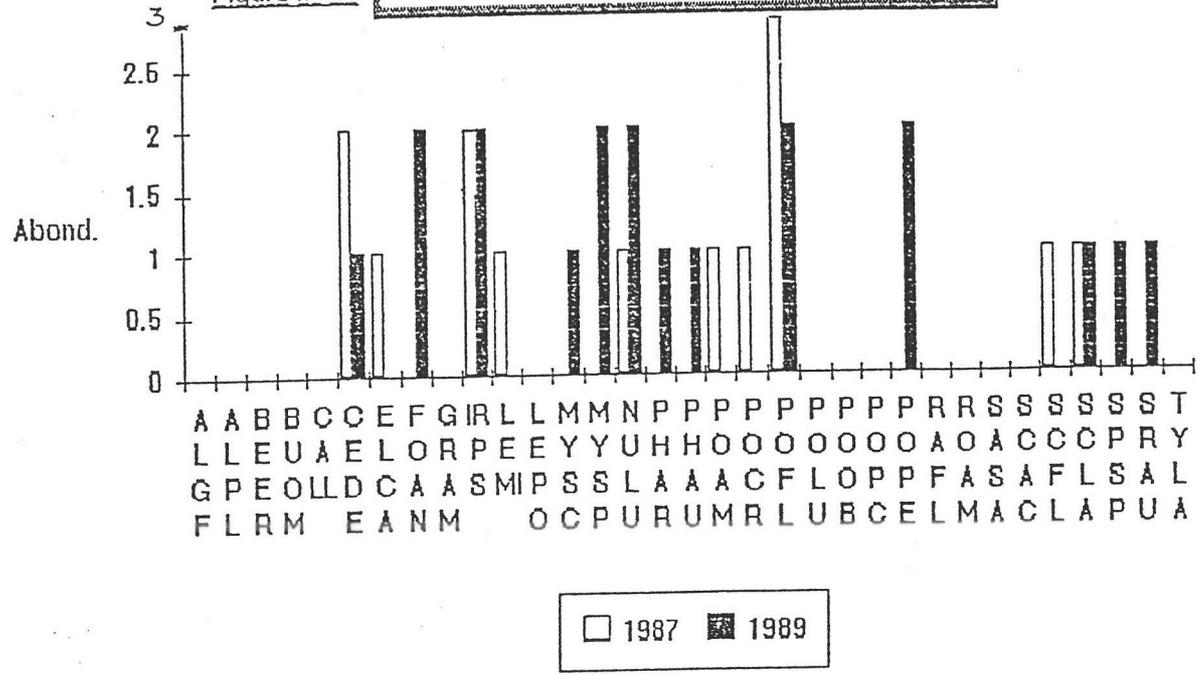
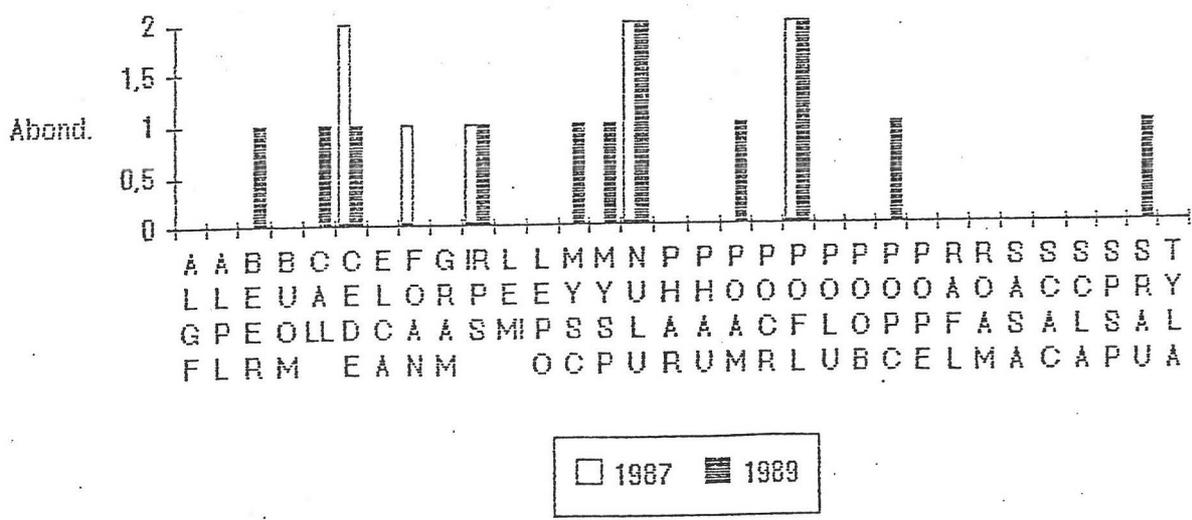


Figure n° 47 Evolution des macrophytes sur la station de Vindelle



2 "1989" : UNE ANNEE DE REFERENCE

Le développement végétal connaît des fluctuations saisonnières et interannuelles. L'année 1989, par ses conditions climatiques exceptionnelles (cf.annexe n° 19), apparaît être une référence à deux titres :

- Elle constitue, grâce à la conjugaison de nombreux paramètres, l'année "type" de proliférations végétales avec

* un niveau d'eau extrêmement faible du au déficit hydrique cumulé depuis l'hiver dernier, à l'irrigation et, dans une faible mesure, à l'évaporation.

* des températures printanières et estivales élevées (cf.fig. n°8, 9, 10)

* une absence de crue printanière ou d'orages estivaux qui auraient entraîné une plus forte turbidité et fait varier les conditions hydrauliques du milieu rendant difficile tout développement végétal.

- Elle représente l'année de "référence " en terme d'étude sur la végétation aquatique puisque à notre connaissance aucun travail similaire n'a été effectué sur le fleuve Charente.

En 1987 des observations sur quatre stations avait permis, lors d'une étude réalisée par le C.E.M.A.G.R.E.F. de noter la présence d'espèces végétales et d'estimer leur abondance.

2.1 L'évolution (1987-1989) constatée sur quatre stations

La comparaison menée sur les quatre stations suivantes BARRO, VINDELLE, NERSAC, BOURG^S/Charente (cf.carte n° 3) permet les remarques suivantes.

- BARRO (cf fig. n°46)

Le relevé effectué en 1989 fait état d'une plus grande diversité végétale avec la présence de treize espèces contre seulement dix en 1987.

Les abondances cumulées et moyennes sont également supérieures cette année; mais on ne constate pas de domination spécifique en 1989, contrairement à 1987 (POFL = 2,5).

- VINDELLE (cf fig.n°47)

Les mêmes constatations s'imposent, à savoir :

- une plus grande diversité en 1989 avec onze espèces contre cinq en 1987.

- une abondance végétale cumulée supérieure.

Cependant l'abondance moyenne fait apparaître la forte domination du Nénuphar (NULU) et du Potamot des rivières (POFL) en 1987, espèces également dominantes en 1989 avec la Cornifle (CEDE).

- NERSAC (cf.fig.n°48)

Cette station connaît, elle aussi, une plus grande diversité végétale mais également des abondances moyennes et cumulées supérieures en 1989. Les espèces dominantes en 1987, le sont restées en 1989, à l'exception de SPSP, dont l'existence a été mise en évidence lors de la réalisation des profils.

La présence d'algues filamenteuses est notée uniquement en 1989.

- BOURG /Charente (cf.fig. n°49)

Les remarques précédentes, quoique toujours en vigueur pour cette station sont moins marquées, avec des écarts moins significatifs.

En outre, des espèces dominantes en 1987 (CEDE et LEPO) semblent avoir disparues au profit du Potamot pectiné (POPC). Celui-ci possède, en effet, un indice d'abondance égale à trois en 1989 et ne semble pas avoir été observé en 1987.

D'une manière générale, l'année 1989 connaît donc une plus grande diversité végétale, souvent accompagnée d'une abondance spécifique moyenne plus importante.

Seule la station de VINDELLE où ont été comptabilisées les cinq espèces en 1987 se démarque, quoique étant peu significative et ceci grâce à la faiblesse de la diversité spécifique.

Remarquons que la comparaison de l'abondance spécifique sur un échantillon de quatre stations ne peut être considérée comme représentative de l'ensemble du cours.

Malgré tout, elle semble mettre en évidence les différences de conditions climatiques entre 1987 et 1989 (sécheresse marquée en 1989).

2.2 Représentativité des quatre stations

Il est intéressant de pouvoir rapprocher, certes avec prudence, les fréquences et abondances spécifiques de ces quatre stations (87, 89) de celles obtenues sur le cours moyen.

Certaines observations indiquent une stabilité notable des espèces dans l'espace et dans le temps.

Il s'agit du Potamot des rivières (POFL), de la Cornifle (CEDE), qu'on retrouve quelque soit la station et l'année, alors qu'on ne signale pas la présence de POFI en 1987.

3 L'EUTROPHISATION ET LE DEVELOPPEMENT VEGETAL

Nous avons vu que la Charente est en voie d'eutrophisation puisque ses taux moyens d'éléments nutritifs en solution (azote et phosphore) augmentent sur la période de 1973 à 1981. Il existe également de fortes disparités spatiales dans la mesure où la Charente draine ou recueille des rejets issus de pollutions diffuses (apports agricoles) ou ponctuelles (rejets d'industries, stations d'épuration).

Les végétaux aquatiques en se nourrissant de ces éléments fertilisants jouent le rôle d'agents épurateurs. Leur développement peut cependant entraîner des gênes ou des nuisances lorsque certaines conditions sont réunies.

Cette étude a permis de localiser et de quantifier l'abondance des principales espèces macrophytes qui ont été déterminées lors d'approches successives.

Quelques paramètres de développement ont été également étudiés sur trois stations dites de référence.

3.1 Les principales espèces rencontrées

Il s'agit des espèces suivantes :

- *Potamogeton pectinatus* & *obtusifolius* : Potamot fin (POFI)
- *Potamogeton fluitans* : Potamot des rivières (POFL)
- *Nuphar lutea* : Nénuphar jaune (NULU)
- *Myriophyllum spicatum* : Myriophylle (MYSP)
- *Sagittaria sagittifolia* : Sagittaire (SASA)
- *Sparganium sp* : Rubanier (SPSP)
- *Ceratophyllum demersum* : Cornifle (CEDE)

Dans le secteur étudié linéairement leur développement peut provoquer des gênes dans les biefs 1, 5, 6 et 11 c'est à dire entre :

- les écluses de St Cybard et celle de Thouérat (bief 1) au niveau du bassin de vitesse d'Angoulême.
- les écluses de la Motte et celle de Sireuil (bief 5) au niveau du pont de la Meure (Nersac).
- les écluses de Sireuil et de la Liège (bief 6)
- les écluses de Vibrac et de Juac (bief 11) avec un ensemble hydrographique complexe entraînant des conditions particulières (courant faible, embâcles, bras morts...)

D'une manière générale, le Potentiel de Fertilité mesuré mettant en évidence un accroissement de la fertilité entre Vindelle et Nersac est confirmé par un développement important de végétaux macrophytes dans les biefs n°1, 5 et 6. Le développement végétal du bief 11 peut se justifier par l'existence de conditions hydrauliques particulières puisqu'il existe un réseau complexe de bras naturels.

Cependant le développement végétal s'explique avant tout par la réunion d'un ensemble de paramètres parmi lesquels ceux abordés pendant cette étude, à savoir la profondeur et la vitesse du courant.

3.2 Actions envisageables pour lutter contre l'eutrophisation

L'eutrophisation est un phénomène naturel contre lequel il s'avère nécessaire de lutter lorsqu'il existe une hypertrophisation aux conséquences graves.

Afin de minimiser celles-ci et de contrôler tout développement végétal excessif, on peut mettre en place des actions préventives visant les principales causes.

3.2.1 Mieux gérer la fertilisation azotée

Nous avons vu que les nitrates proviennent pour une grande part du lessivage d'engrais azotés. Les techniques culturales mises en place ces dernières décennies sont grandes consommatrices de fertilisants. L'irrigation accentue les pertes par lessivage (NO_3^-) tout en étant à la base d'un processus d'intensification qui nécessite des apports azotés plus importants. MONTBARBON (1) cite pour le département de la Charente une dose moyenne supérieure de 90 kg d'azote/ha, avec 220 unités fertilisantes/ha pour le maïs irrigué contre 130 pour le maïs en sec. Or ZAHM (2) signale un triplement des surfaces irriguées passant à 48.000 ha entre 1979 et 1985 et

consacrées à 87% à la culture du maïs.

Des conditions climatiques exceptionnelles peuvent, certaines années, engendrer des étiages plus marqués responsables du phénomène de concentration des eaux en sels minéraux.

Une gestion raisonnée des apports azotés (bilan de l'azote dans le sol) devrait permettre à l'agriculteur d'éviter des pertes trop importantes et donc de pouvoir minimiser ses apports, diminuant ses charges pour un même produit. Les techniques de fractionnement des apports ainsi que le choix de la forme sous lesquelles ils sont réalisés (ammoniacale, uréique) sont également d'une grande importance.

3.2.2 Limiter les apports de phosphates

La principale source de nutriments phosphorés (50%) est constituée par le rejet urbain des eaux usées et plus particulièrement par les détergents. Ces derniers contiennent généralement entre 20 et 40% de phosphate sous des formes diverses, essentiellement de polyphosphates. Leur production a doublé en France entre 1960 et 1972 passant de 54.000 T à 150.000 T selon BENNETON (5).

A cause des effets sur l'environnement certains pays se sont engagés dans une politique de limitation, actuellement soutenue par des campagnes publicitaires (lessives sans phosphate,...).

Le traitement des phosphates au niveau des stations d'épuration par précipitation (déphosphoration) n'est envisageable, en fonction de son coût, que dans des cas ponctuels. Selon les spécialistes consultés au C.E.M.A.G.R.E.F, il n'existe pas de tels équipements sur la Charente. Cependant différents modes de traitement des eaux usées montrent une efficacité différente : les boues activées semblent éliminer plus de phosphates.

Les autres sources de pollution phosphatée (élevages,...) sont diffuses et plus difficilement contrôlables.

3.2.3. Agir sur les facteurs de développement

3.2.3.1. Reprofilage, drainage, désenvasement

Nous avons vu que la profondeur est un paramètre déterminant dans le développement végétal puisqu'elle est inversement proportionnelle à la quantité de lumière incidente perçue par le végétal. Or il existe des moyens mécaniques destinés à entretenir le lit du fleuve et son chenal d'étiage. Ceux-ci doivent être ponctuellement utilisés pour maintenir le niveau d'eau notamment aux endroits les plus exposés aux développements végétaux.

3.2.3.1. Maintien d'un débit minimal

Toujours dans la même optique, il est nécessaire de sensibiliser chaque consommateur en vue d'économiser l'eau. Parmi ces consommateurs, les agriculteurs représentent, pour le bassin versant de la Charente, des interlocuteurs privilégiés. Nous avons précédemment signalé le triplement des surfaces irriguées et les prévisions confirment le phénomène pour la prochaine décennie.

Dès lors il est du ressort des techniciens et organismes en place de sensibiliser les agriculteurs, déjà fortement conscients du problème, aux risques encourus et à la nécessité d'une gestion des ressources en eau. La construction de barrages de soutien d'étiage doit donc se poursuivre.
(cf carte n°2)

3.2.3.3. Gestion de la ripisylve

Comme le soulignait POUJARDIEU (18), la végétation des berges, longtemps exploitée, a souvent été laissée à l'abandon. Afin de conserver le patrimoine écologique, une politique de gestion de la ripisylve doit voir le jour afin d'éviter la mise à la lumière d'une façon brutale des cours d'eau (abattage des ormes atteints de graphiose). Celle-ci pourrait alors entraîner des développements végétaux incontrôlés au niveau des rives.

CONCLUSION

Pendant cette étude nous avons mis en évidence l'existence d'au moins 20 espèces macrophytes parmi lesquelles un groupe de 7 espèces représentatives de l'écosystème du fleuve Charente. Il s'agit du Potamot pectiné, Potamot obtu, Potamot des rivières, Nénuphar jaune, Myriophylle, Sagittaire, Rubanier, Cornifle qui se développent tout au long du cours et, plus particulièrement, dans sa partie moyenne (Angoulême-Jarnac) où leur présence et abondance ont été cartographiées.

Le développement végétal est lié à de nombreux facteurs parmi lesquels la richesse en sels minéraux dissous, le niveau d'eau, la vitesse du courant..... Ces paramètres ont fait l'objet d'un suivi particulier de façon à établir des liens entre l'eutrophisation du milieu et le développement végétal dont la dynamique a été étudié sur trois stations de référence. Nous avons ainsi obtenu la confirmation de l'augmentation du potentiel de fertilité au niveau des confluences avec l'Aume et la Bonniere et en aval d'Angoulême où nous avons observé une plus grande abondance de végétaux macrophytes.

Les conditions climatiques particulières de l'année 1989 expliquent, en partie, la prolifération végétale observée au niveau du cours moyen (biefs n°1, 5, 6, 11) où des recouvrements de l'ordre de 20 à 40 % du cours sont responsables de gênes et de nuisances locales.

Enfin l'étude des stations de référence a permis de mettre en évidence le facteur limitant qu'est la profondeur puisque nous n'avons pas observé de végétaux au delà de 2,4 mètres, alors que la faible vitesse du courant mesuré. (maxi 0,35 m/s) n'apparait pas être un facteur inhibant le développement des espèces mais le limitant. ?

Lors de la réalisation des profils longitudinaux et transversaux, l'écho-sondeur a constitué un outil de choix quant à la localisation des zones d'herbiers. A cette fin et de façon à prévoir le développement dès le printemps, il serait utile de mener une étude sur l'efficacité d'une telle méthode de détection qui nous semble prometteuse.

Une série de mesures est envisageable afin de limiter le phénomène d'eutrophisation et ses conséquences néfastes. Il est du ressort des usagers de s'orienter vers une amélioration des gestions de la fertilisation azotée et de l'utilisation de l'eau. En outre l'usage des phosphates et leur incorporation dans les produits détergents devrait se voir réglementé afin de diminuer les rejets au niveau des stations d'épuration. Le développement excessif de végétaux macrophytes qui ne représente qu'une des manifestations de l'eutrophisation devrait ainsi se voir limité.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - F. MONTBARBON - 1987 -Les pratiques culturelles et leurs rapports avec la qualité et le régime des eaux dans le bassin versant de la Charente. situation générale et cas particuliers.
Cestas : C.E.M.A.G.R.E.F, Groupement de Bordeaux, 122p.-
- 2 - F.ZAHM - 1988 - Bilan des prélèvements d'eau et des apports de produits chimiques par l'agriculture sur le bassin versant de la Charente.
.Cestas : C.E.M.A.G.R.E.F, Groupement de Bordeaux, 55p
- 3 - SERVICE REGIONAL D'AMENAGEMENT DES EAUX -Poitiers (86)
1974 - Etude sur La Charente - 83 pages
1975 - Etude sur La Charente amont - 22 pages, annexes
1985 - Etude sur La Charente amont/aval d'Angoulême - 9p.
- 4 - AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE - 1988 -
Publication n°40 - 4 pages (46-49)
- 5 - JP. BENNETON - 1986 -Eutrophisation des plans d'eau.
Inventaire des principales sources de substances nutritives azotées et phosphorées. Etude bibliographique . Laboratoire régional des ponts et chaussées de Lyon.
Tiré de Tribune du Cébédeau n° 506, 39 pages
- 6 - J. BIERNAUX - 1979 -Eutrophisation et hypertrophisation des eaux de surface - Annales de Gembloux - BELGIQUE - 85 pages
- 7 - S. VILLERET - Eutrophisation des milieux aquatiques et les pollutions - Techniques et Sciences Municipales n° 8 et 9 -
pages 359 à 364
- 8 - O.C.D.E. Rapport - 1982 -Eutrophisation des eaux - Méthodes de surveillance, d'évaluation et de lutte - 164 pages
- 9 - G. BARROIN - 1976 - La lutte contre L'eutrophisation-
Tiré de la revue "Aménagement et nature" n° 44 - pages 21 à 23
- 10 - R.A. VOLLENWEIDER - Rapport O.C.D.E - 1971
Les bases scientifiques de l'eutrophisation ...- Résumé du rapport O.C.D.E - 214 pages
- 11 - AGENCE DE BASSIN RHONE-MEDITERRANEE-CORSE - 1988 -
Eutrophisation dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse (R.M.C.) - 147 pages, annexes
- 12 - NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - 1969 -
Proceedings of a symposium
Eutrophication : Causes, consequences, correctives -661 p.

- 13 - J. MONTEGUT - 1987 - Le milieu aquatique, Tome 1, 60 pages
extrait de Plantes aquatiques - A.C.T.A
- 14 - D. SPENCER - J. & M. WADE - 1986 -
Aquatic Plants: A guide to recognition - 169 pages -
for ICI Professional Products
- 15 - J. MONTEGUT - 1987 - Le milieu aquatique, Tome 2, 57 pages
extrait de Plantes aquatiques - A.C.T.A -
- 16 - S.M. HASLAM - 1978 - River Plants - Cambridge University
Press - 367 pages
- 17 - J. BARBE - 1984 - Végétaux aquatiques: données biologiques
et écologiques. Clés de détermination des macrophytes en
France.
Tiré de la revue "Bulletin Français de Pisciculture"
éditée par le Conseil Supérieur de la Pêche (C.S.P.) - 42 pages
- 18 - A. POUJARDIEU - 1988 - Gestion de la ripisylve des cours
d'eau - Cestas : C.E.M.A.G.R.E.F, Groupement de Bordeaux -
Tome 1 - 52 pages, annexes
- 19 - A.C.T.A - 1987 - Le milieu aquatique - Tome 4 - Entretien
et désherbage - 40 pages
- 20 - C.E.M.A.G.R.E.F. - 1989 - Programme Charentes-Marennes-
Oléron. Aide de fonds de développement de la Recherche et de la
Technologie. Rapport final du contrat M.R.E.S - 191 pages
- 21 - HENIN - 1980 - Activités agricoles et qualité des eaux -
Rapport du groupe de travail Henin pour les Ministères de
l'Agriculture et de l'Environnement - 2 vol., 294 pages
- 22 - HAURY - 1982 - Quelques méthodes d'étude de la végétation
macrophytique en écosystème dulcaquicole courant - Application
au réseau hydrographique du Scorff - Bretagne - 30 pages.

MINISTERE DE L' AGRICULTURE

**ECOLE NATIONALE D' INGENIEURS DES TRAVAUX AGRICOLES
DE BORDEAUX**

Option : AGRONOMIE-FERTILISATION

MEMOIRE

présenté par

Francis MOINEREAU

pour l'obtention du diplôme

D' INGENIEUR DES TECHNIQUES AGRICOLES

**ETUDE D'UNE MANIFESTATION
DE L'EUTROPHISATION
DU FLEUVE CHARENTE :
LE DEVELOPPEMENT DE VEGETAUX MACROPHYTES**

(Annexes)

**Etude réalisée au Centre National du Machinisme Agricole
du Génie Rural des Eaux et des Forêts
C.E.M.A.G.R.E.F. (Groupement de Bordeaux)**

1989

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE D'INGENIEURS DES TRAVAUX AGRICOLES
DE BORDEAUX

Option : AGRONOMIE-FERTILISATION

MEMOIRE

présenté par

Francis MOINEREAU

pour l'obtention du diplôme

D'INGENIEUR DES TECHNIQUES AGRICOLES

ETUDE D'UNE MANIFESTATION
DE L'EUTROPHISATION
DU FLEUVE CHARENTE :
LE DEVELOPPEMENT DE VEGETAUX MACROPHYTES

(Annexes)

Etude réalisée au Centre National du Machinisme Agricole

du Génie Rural des Eaux et des Forêts

C.E.M.A.G.R.E.F. (Groupement de Bordeaux)

1989

Annexe aux remerciements

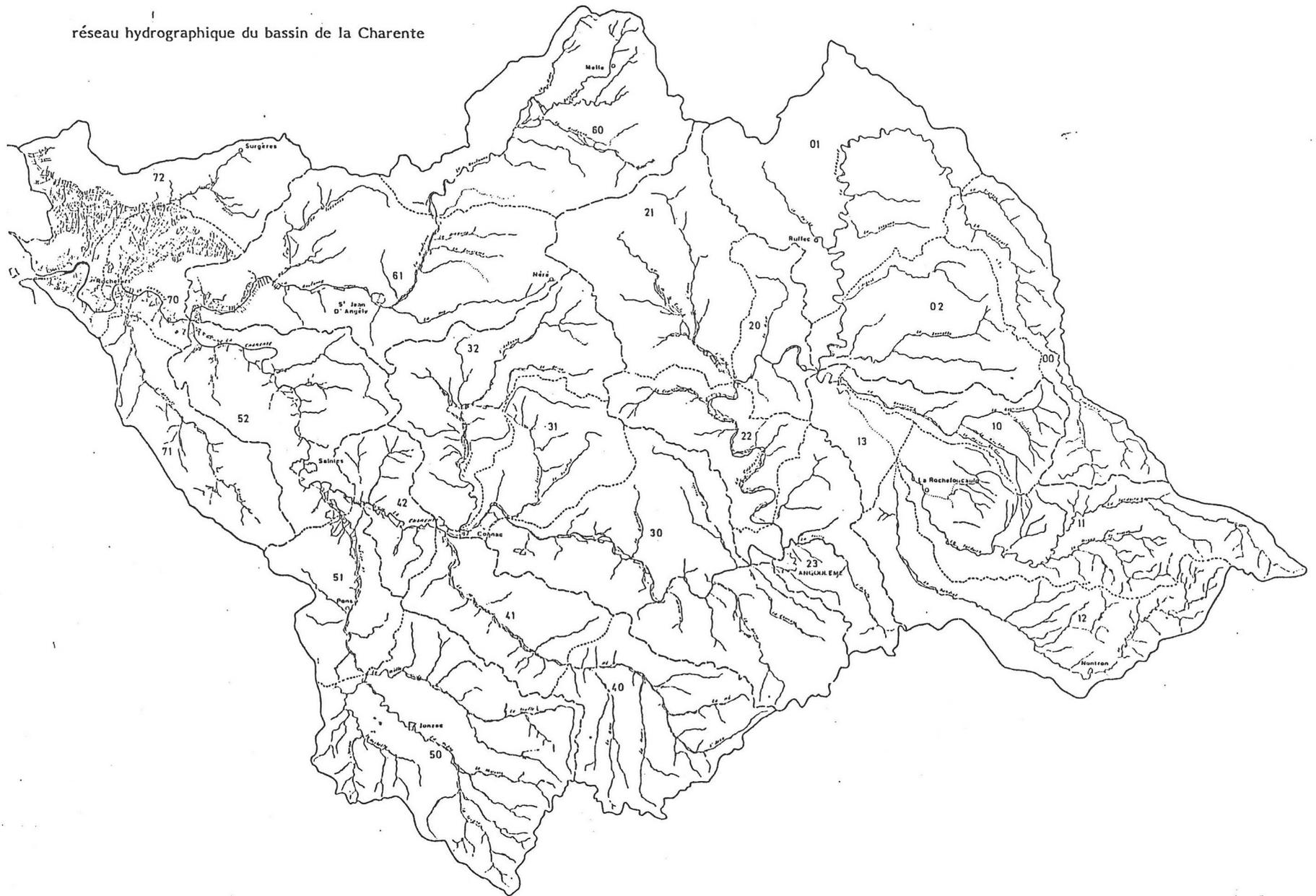
Je tiens également à remercier pour leur active collaboration les personnes suivantes :

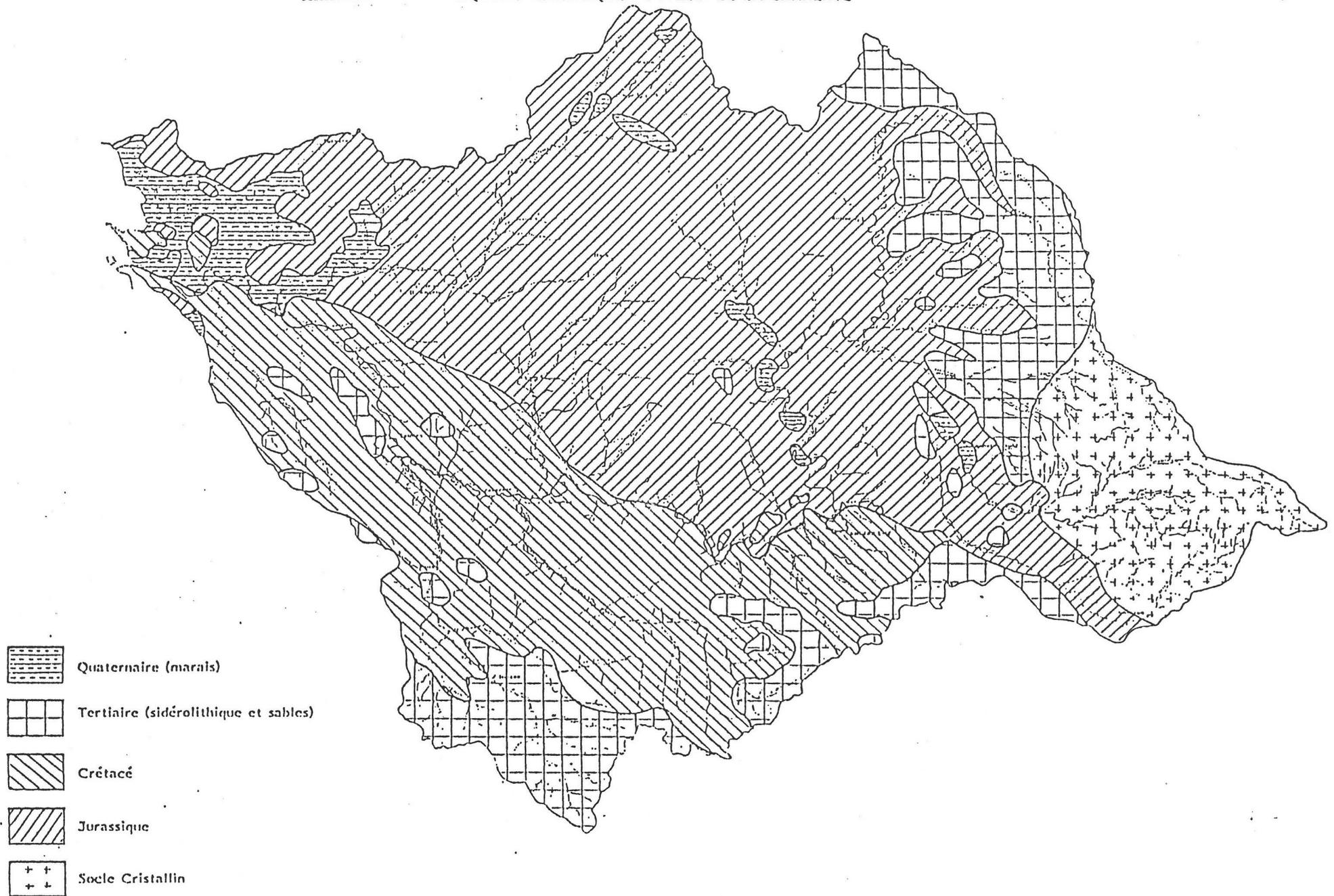
- * Direction Départementale de l'Équipement de Charente
Cellule Hydrologie
 - Monsieur Brochard (Responsable)
 - Monsieur End (Responsable terrain)
 - Monsieur Dessiriex (Conducteur de bateau faucardeur)
- * Direction Départementale de l'Équipement de Charente-Maritime
Cellule Hydrologie
 - Monsieur Miot (Responsable)
- * Fédération Départementale de Pêche de Charente:
 - Monsieur Labrousse (Président)
 - Monsieur Friedman (Secrétaire, responsable de la fédération)
 - M^{elle} Corinne Guéry (Responsable du schéma piscicole)
 - Monsieur Marchegay (Garde-Pêche)
 - Monsieur Robin (Garde-Pêche)
- * Fédération Départementale de Pêche de Charente-Maritime
 - Monsieur Compagnon (Président)
 - Monsieur Steinbach (Responsable du schéma piscicole)
- * Service Régional de l'Aménagement des Eaux (Poitou-Charentes)
 - Monsieur Devaux
- * Agence de bassin Adour-Garonne
 - Monsieur Simonnet

Le bassin de la Charente est divisé en 25 sous-secteurs numérotés d'amont en aval selon une classification définie par la Mission Technique "Adour-Garonne".

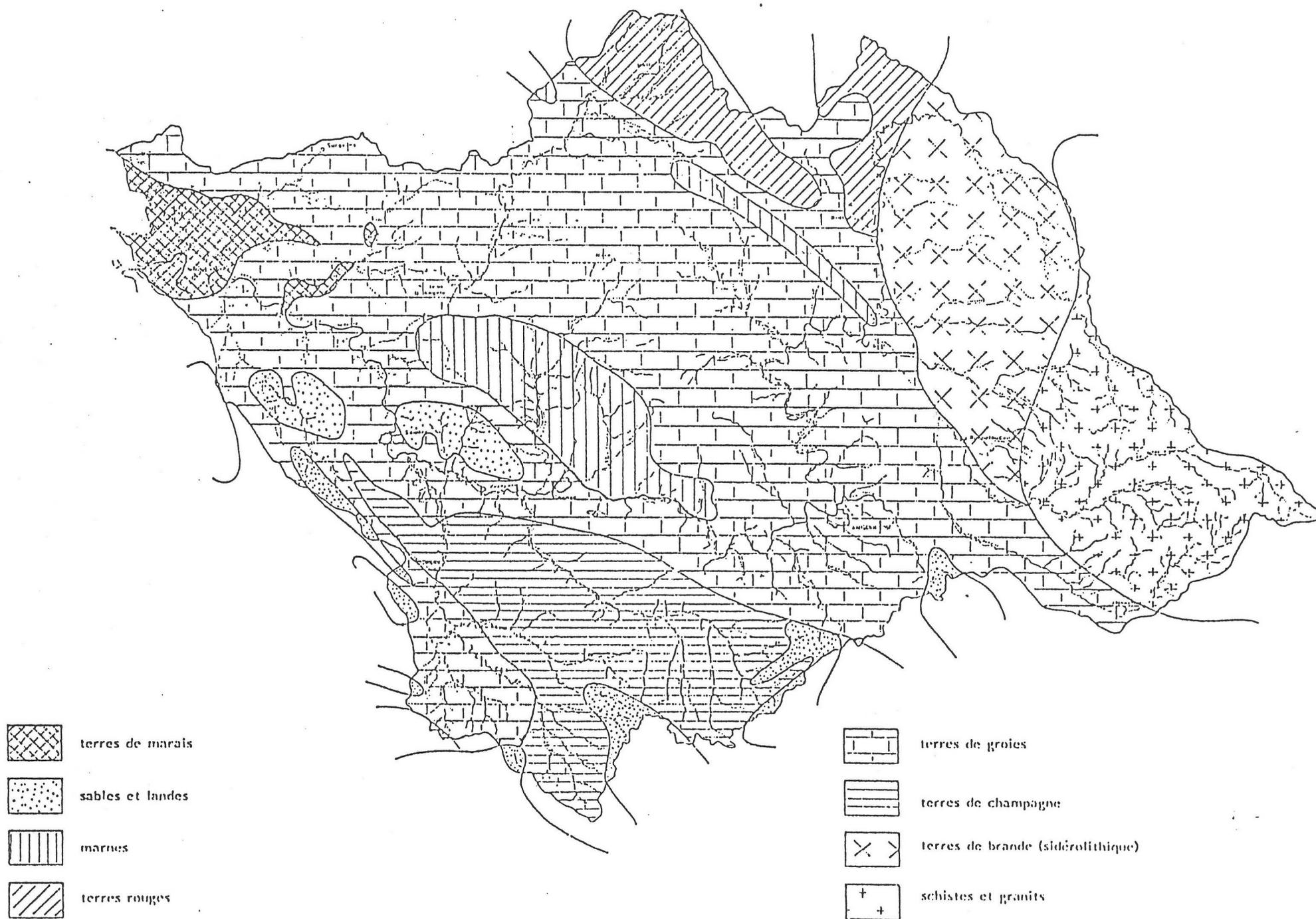
Secteur	Code	Sous-code	Sous-secteur	Superficie(ha)
Charente&affluents de sa source au confluent <i>Bonnieure</i>	R.0	R.00	La Charente	32 200
		R.01	La Charente	64 700
		R.02	L'Argent-Or	40 400
Bonnieure&affluents	R.1	R.10	La Bonnieure	20 700
		R.11	La Tardoire	60 500
		R.12	Le Bandiat	49 300
		R.13	La Bonnieure	12 200
Charente&affluents entre confluent de <i>Bonnieure</i> et des <i>Eaux Claires</i>	R.2	R.20	La Charente	18 700
		R.21	L'Aume	49 600
		R.22	La Charente	25 900
		R.23	L'Argnce	29 300
Eaux Claires & affl. Charente&affluents entre <i>Né</i> et <i>Seugne</i>	R.3	R.30	Eaux Claires	78 200
		R.31	La Soloire	26 700
		R.32	L'Antenne	46 000
Le Né & affluents Charente&affluents entre <i>Né</i> et <i>Seugne</i>	R.4	R.40	Le haut Né	41 700
		R.41	Le bas Né	29 500
		R.42	La Charente	16 700
La Seugne&affluents Charente&affluents entre <i>Seugne</i> & <i>Bout.</i>	R.5	R.50	Haute Seugne	31 400
		R.51	Basse Seugne	24 400
		R.52	La Charente	43 700
La Boutonne & ses affluents	R.6	R.60	Hte Boutonne	61 000
		R.61	Bas Boutonne	73 300
Charente&affluents entre le confluent <i>Boutonne</i> et océan	R.7	R.70	La Charente	17 900
		R.71	L'Arnoult	29 200
		R.72	La Charente	40 300
SUPERFICIE TOTALE DU BASSIN VERSANT EN HA :				1 003 500

réseau hydrographique du bassin de la Charente





Annexe n° 3 ESQUISSE PEDOLOGIQUE DU BASSIN DE LA CHARENTE
(Source : ARREAR Poitiers 1972)



1. LES COURS D'EAU DOMANIAUX

La subdivision hydrologique de la DDE du département de la Charente assure deux grands types de missions :

a) une mission Etat qui comporte :

- * le service d'annonce des crues du bassin de la Charente (en coordination avec la Préfecture et le département de Charente Maritime),
- * la police des eaux (gestion)

b) une mission confiée par le Département : étude et réalisation de travaux d'investissement ; entretien courant des berges et du lit afin de promouvoir les ressources du patrimoine fluvial.

La mission de police des eaux s'exerce sur la Charente domaniale, sur un linéaire compris entre la limite avec le département de Charente Maritime et Montignac, sur le bras principal et sur les bras secondaires (la police de la pêche étant du ressort de la DAAF).

Cette mission comporte :

- l'entretien du réseau des stations nécessaires au recueil des données qui sont implantées sur les principaux affluents et sur le cours principal.
- le contrôle des amarrages et des prises d'eau,
- l'inventaire des retenues, l'actualisation de leur réglementation,
- la conservation, la gestion du D.P.F.

Le fleuve Charente a été rayé de la nomenclature des voies navigables en 1926 mais conservé dans le Domaine Public Fluvial.

Une concession d'entretien a été passée avec le Département en 1952 sans que soit mis véritablement en place un programme d'entretien régulier.

En 1962, à la suite de crues importantes, le Département a fait l'acquisition de trois dragues suceuses qui ont permis les premières interventions sérieuses dans le lit, les travaux forestiers ne se faisant que très ponctuellement sur les berges.

L'effectif de la subdivision hydrologique se répartit actuellement comme suit :

- personnel Etat : 1 responsable, 2 techniciens, 1 secrétaire, 2 dessinateurs dont un a un statut départemental, 1 conducteur, 1 chef d'équipe, 1 OPA chargé de l'entretien des différentes stations du réseau de recueil des données.
- personnel Département : 18 ouvriers.

En 1984, le Département avec l'Institution Interdépartementale a signé un contrat de Plan Etat / Région, pour 4 ans, qui prévoit :

- des travaux d'investissement : restauration de barrages et d'écluses, confortement de seuils, remise en état des bras secondaires, pour un montant total de 24 millions de francs.

Les travaux sur les écluses, barrages et autres ouvrages sont nécessaires d'une part, pour la préservation de la ressource en eau, d'autre part, pour les activités nautiques et le tourisme fluvial qui est pratiqué entre Angoulême et Cognac.

Les travaux d'investissements concernent actuellement, plus particulièrement :

- l'écluse de Jamac : reprise du tirant d'eau, réfection des perrés, des quais,
- le barrage de Thouérat (à Angoulême) : reprise, confortement, dévasement, installation d'un barrage à effacement automatique, (vannes clapets).

Au titre des travaux d'entretien courant, un montant de 3 millions 5 de francs / an de travaux est réalisé par le Département (charges salariales du personnel incluses). Le montant réel affecté aux travaux, à l'achat et à l'entretien du matériel est d'environ 1 million 2 / an.

Ces travaux d'entretien comportent :

- le faucardage du chenal de navigation, des plans d'eau de vitesse et des abords des ponts.

Il est réalisé à l'aide de 2 faucardeuses, sur un linéaire d'environ 70 km, avec 2 passages annuels : l'un en juillet, l'autre en septembre.

Mais ces faucardeuses du fait de leur vétusté sont en mauvais état. Il faudrait mettre au point un engin spécifique en tenant compte de certains problèmes techniques tels que robustesse, présence de hauts fonds, objets divers immergés.

- le désenvasement - Il est réalisé à l'aide d'un bateau dévaseur avec fraise, en eau moyenne (printemps, automne) ce qui disperse les atterrissements ; et à l'aide de la drague suceuse très ponctuellement, à l'amont et à l'aval, des chenaux d'accès des écluses (mais se pose alors le problème du déversement des vases sur les propriétés riveraines).

- les travaux de confortement des berges sont effectués au moyen d'enrochements. Ceux-ci sont recouverts de terre et se végétalisent naturellement.

Ces travaux sont réalisés essentiellement à proximité immédiate d'ouvrages à protéger (quai, écluses, barrages...) contre les affouillements.

- la gestion de la ripisylve qui a pour but d'éliminer les arbres tombés et les arbres morts (ormes), de sélectionner les repousses et de faire des replantations avec des espèces adaptées (sélectionnées sur place) sur des secteurs où des coupes rases ont été indispensables du fait de la disparition complète des ormes (graphiose).

Ces travaux se font par tranches programmées annuellement.

La DDE recense tous les propriétaires riverains, diffuse une lettre d'information (cf ci-après) et fait des réunions d'information publique en mairie.

La coupe d'entretien de la ripisylve se fait à l'aide de débrouailleuses portées et de tronçonneuses. Les arbres coupés sont laissés à la disposition des riverains ou éventuellement, incinérés sur place.

Les équipes d'entretien disposent d'un camion Brémont équipé d'un treuil de 8 t et d'un tracteur débroussailleur équipé également d'un treuil.

Actuellement, 70 % des berges sur l'ensemble de la section domaniale ont fait l'objet d'une reconquête.

- l'entretien des barrages : visites périodiques, contrôle du niveau légal et de l'état des barrages, visites techniques régulières pour les barrages à vannage automatique.

- l'entretien des écluses : 19 écluses sont en activité. Elles nécessitent, dès le printemps, des travaux de tonte réguliers, la révision des mécanismes, le dévasement des sas ; des plantations complémentaires sont réalisées afin d'augmenter les espaces du DPF.

Tous les travaux précités sont réalisés par les équipes dont l'effectif varie de 3 à 5 personnes suivant leur répartition sur le terrain.

Outre l'équipement de chantier, un atelier de réparation, nécessitant la présence continue de 2 mécaniciens, permet la réparation des divers engins affectés à la subdivision (drague, faucardeuses, tondeuses, tronçonneuses...) y compris également les interventions sur les barrages et écluses.

Le Conseil Général vote depuis 1985 des crédits afin que des travaux de reconquête puissent être réalisés sur la totalité du DPF.

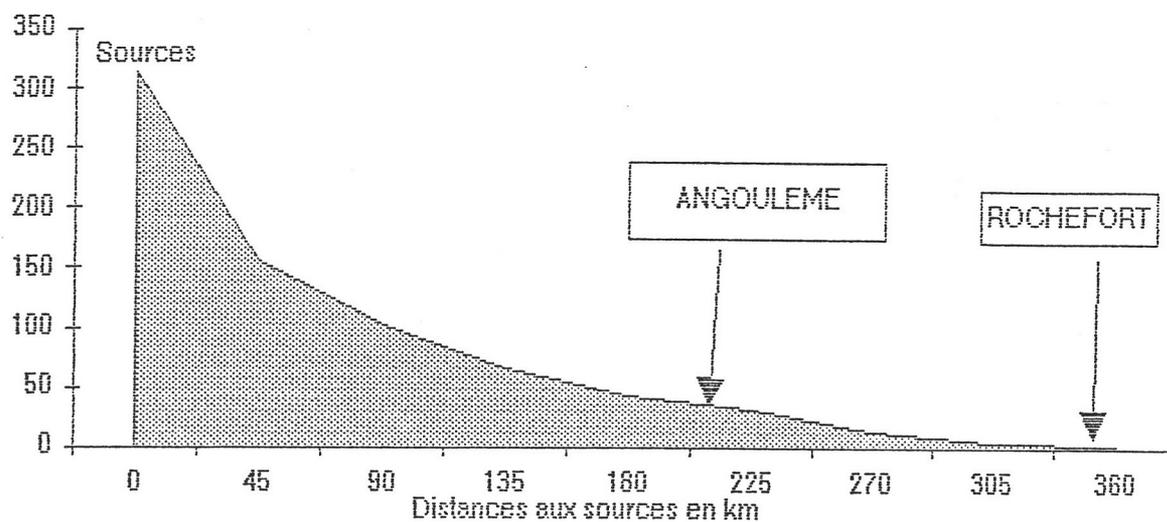
Les sections concernées sont :

- L'aval de Cognac et l'amont immédiat (1985 - 86),
- L'amont d'Angoulême - 1^o tranche en 1987 ; 2^o tranche en 1988 ; le premier programme pouvant être achevé jusqu'à Montignac (limite amont du DPF) en 1990.

Annexe n° 5

PROFIL EN LONG DE LA CHARENTE

Altitude en m



Lieu ou endroit	Distance/source en km	Altitude en mètres
Zone des sources	0	314
Le Breuil	2	220
St Quentin	13	205
Sursis	18	195
Alloue	44	155
Charroux	67	120
Civray	78	115
St Saviol	84	101
Ruffec	107	80
Moutonneau	130	65
St Groux	150	55
Montignac	183	42
ANGOULEME	212	32
COGNAC	270	12
SAINTES	305	3
ROCHEFORT	360	1

Source : S.R.A.E

LISTE DES OISEAUX NICHEURS DE LA BASSE VALLEE DE LA SEUGNE

ET BORDURE DE LA CHARENTE

(Mentionnés dans l'Atlas des Oiseaux Nicheurs de France - L. Yeatham -
Carte de Pons et Saintes 1/50 000e)

Nidification : C certaine Pr probable Po possible
Statut national * espèce peu nombreuse
** espèce rare

Espèces	Nicheur	Habitat caractéristique
Grèbe castagneux *	C	Végétation aquatique dense de rivière
Héron cendré *	Po	Vallée des fleuves et rivières saussaie et roselières inaccessibles
Colvert	C	Canard aux exigences écologiques les moins limitées
Sarcelle d'hiver **	Pr-Po	Marais
Canard souchet **	Po	Marais
Busard des Roseaux **	C	Chasse dans les plaines marécageuses nid au ras de l'eau
Busard st Martin *	C	Landes (seches et humides)
Busard cendré **	C-Pr	Lieux très marécageux. Nid au ras du sol dans la végétation
Râle d'eau	Pr	Etendue marécageuse et bord d'eau à végétation palustre dense
Râle des genêts *	C	Prairie humide et marécageuse de la Charente
Poule d'eau	C	Commune - petites surface d'eau entourées d'une végétation épaisse
Chevalier guignette *	Po	Sur bordure de cours d'eau à découvert (graviers)

Martin pêcheur *	C	Ne peut nicher qu'au bord des cours d'eau et étangs (terrier creusé dans les berges) eau transparente
Pic cendré *	Po	Rive des cours d'eau, garnie d'arbres
Bergeronnette des ruisseaux	C	Oiseau type des bords de rivière et ruisseaux clairs et rapides
Bergeronnette printanière	Pr	Prairie humide - espace découvert et présence d'eau
Traquet tarier	Po	Lande marécageuse et prairie naturelle humide
Bouscarle de Cetti	C	niche au voisinage immédiat des ruisseaux
Locustelle tâchetée	Po	Végétation humide, herbacée basse
Rousserole turdoïde	Pr	Phragmitaie dense, de surface étendue, bordant eau douce
Rousserole effarvate	Po	Milieux humides
Phragmite des joncs	Pr	Végétation humide peu élevée
Fauvette à tête noire	C	Ripisylve
Cisticolle des ** joncs	C	Milieux herbeux et humides, en bordure de marais et friche
Bruant des roseaux	C	Fréquente différents types de milieux humides, prairies avec haute végétation palustre, tourbière, roselière peu dense

Espèces recensées lors de l'inventaire
piscicole de mai 1988 (CSP)

<u>Chabot</u>	Cottus gobio
Ablette	Alburnus alburnus
Anguille	Anguilla anguilla
BROCHET	Esox lucius
<u>Chevesne</u>	Leusiscus cephalus
GARDON	Rutilus rutilus
PERCHE	Perca fluviatilis
<u>Vairon</u>	Phoxinus phoxinus
Rotengle	Scardinius erythopthalmus
TANCHE	Tinca tinca
<u>Vandoise</u>	Leuscus Luscius
<u>Loche franche</u>	Nemacheilus barbatulus
Perche soleil	Leponis gibbosus
Epinochette	Pungitius pungitius
<u>Goujon</u>	Gobio gobio
Truite de rivière	Salmo trutta fario

Total : 15 espèces recensées

(souligné) poisson typique des rivières de plaine, aux eaux
fraîches et oxygénées

(majuscules) poisson de milieux d'eau calme

Tableau I - Rosette feuillée.

Rosette	Rosette définitive suivie d'une hampe florale		Rosette suivie d'une tige feuillée puis florale	
Feuilles	élargies pétiolées	linéaires à	graminiformes	élargies pétiolées
Souche ligneuse (l)				<i>Filipendula ulmaria</i>
Souche cespiteuse	<i>Alisma plantago-aquatica</i> <i>Aponogeton distachyos*</i> <i>Baldellia ranunculoides</i> <i>Caltha palustris</i> <i>Luronium natans*</i> <i>Marsilea quadrifolia*</i>	<i>Carex ovalis, pendula, otrubae, pseudocyperus</i> <i>Isoetes* spp.</i> <i>Lobelia dortmani*</i> <i>Triglochin palustris</i>	<i>Alopecurus bulbosus</i> <i>Juncus bulbosus</i> <i>Echinochloa colonum</i> <i>Echinochloa crus-galli</i> <i>Echinochloa oryzoides</i>	<i>Apium spp.</i> <i>Berula angustifolia</i> <i>Cardamine spp.</i> <i>Carum verticillatum</i> <i>Cicuta virosa</i> <i>Cirsium spp.</i> <i>Epilobium spp.</i> <i>Myosotis palustris</i> <i>Oenanthe spp.</i> <i>Ranunculus spp.</i> <i>Rorippa amphibia*</i> <i>Sium latifolium</i>
à bulbes (b)			<i>Alopecurus bulbosus</i> <i>Juncus bulbosus</i>	
à tubercules (t)			<i>Cyperus esculentus</i> <i>Cyperus rotundus</i> <i>Scirpus maritimus</i>	
à touradons		<i>Carex acuta, elata, paniculata</i> <i>Molinia caerulea</i>		
à rhizomes épais (rh)	<i>Calla palustris</i> <i>Nuphar lutea*</i> <i>Nymphaea alba*</i> <i>Petasites hybridus</i> <i>Tussilago farfara</i>	<i>Acorus calamus</i> <i>Butomus umbellatus</i> <i>Iris pseudacorus</i>	<i>Phalaris arundinacea</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Scirpus sylvaticus</i>	
à stolons souterrains (st.s)	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	<i>Carex acutiformis</i> <i>C. disticha, laevigata</i> <i>C. pseudocyperus</i> <i>C. nigra</i> <i>C. rostrata, vesicaria</i> <i>Sparganium emersum</i>	<i>Glyceria fluitans</i> <i>Glyceria fluitans f. natans</i> <i>Glyceria maxima</i> <i>Scirpus sylvaticus</i>	
à stolons aériens ou submergés (st.a)	<i>Hottonia palustris*</i> <i>Hydrocotyle vulgaris</i> <i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	<i>Juncus bulbosus*</i> <i>Littorella uniflora*</i> <i>Stratiotes aloides*</i> <i>Vallisneria spiralis*</i>		

Tableau II - Tige feuillée d'emblée soit rosette disparue ou absente.

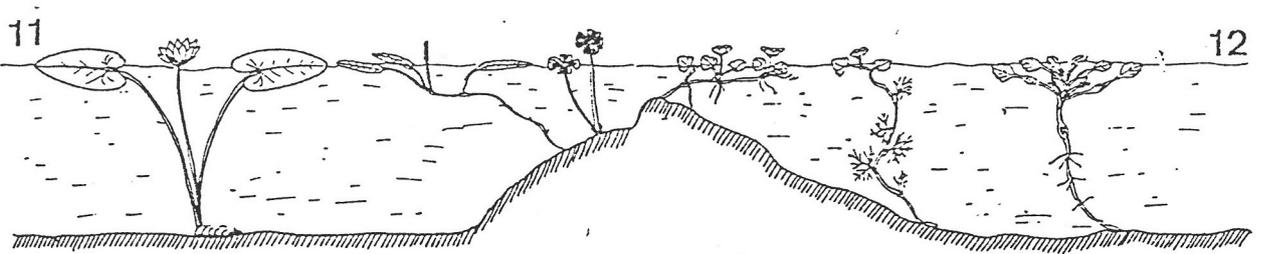
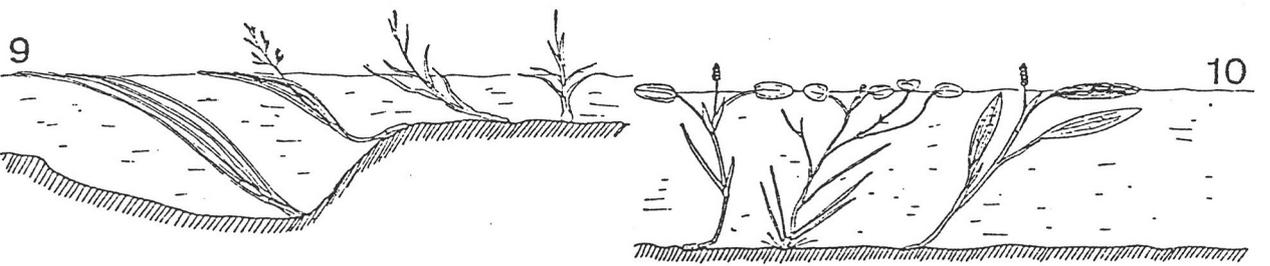
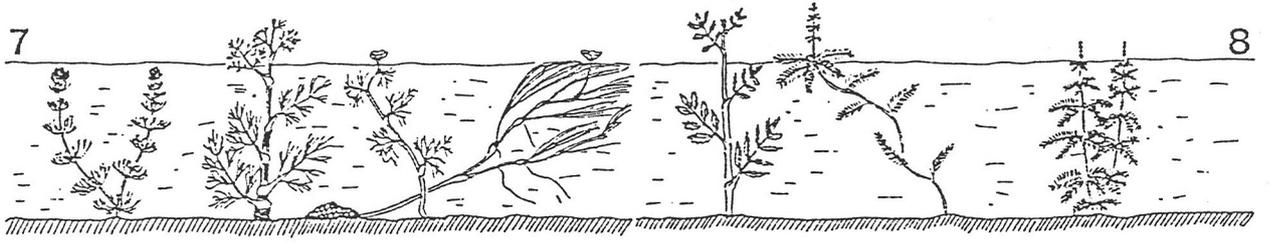
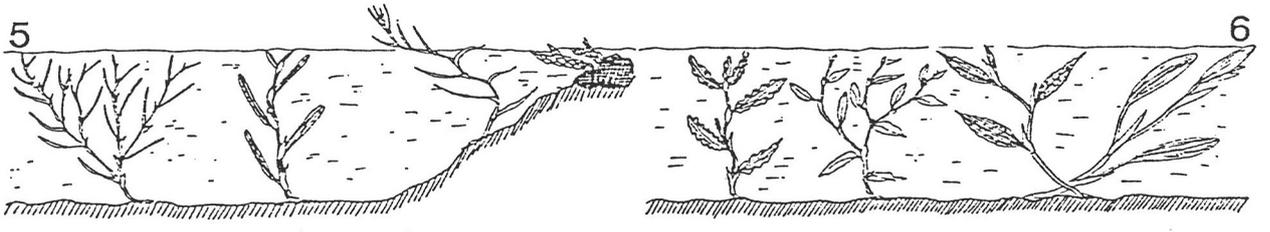
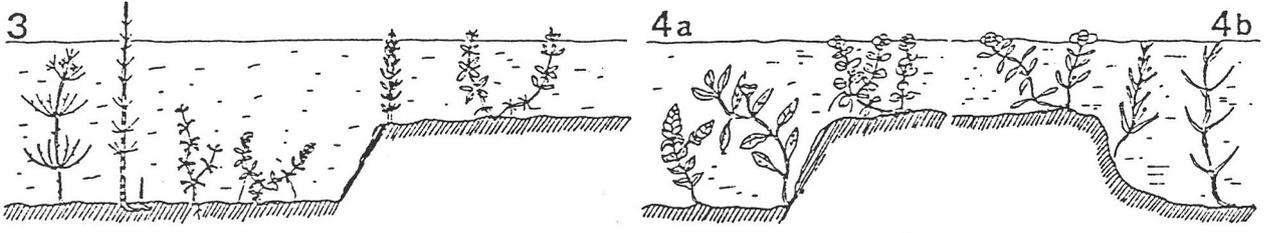
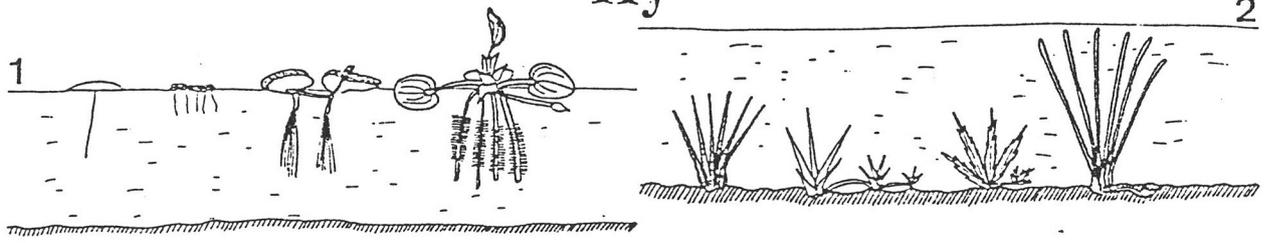
Souche	ligneuse (l) ou tubérisée (t)	annuelle (Th) cespituse	rhizomateuse (rh., l.ra) ou stolonifère (st., st.s, st.a)
Feuilles Absentes très réduites		<i>Azolla</i> sp. (Th) <i>Juncus conglomeratus</i> <i>Juncus effusus</i> <i>Juncus inflexus</i> <i>Lemna</i> spp. (Th)	<i>Eleocharis palustris</i> rh. <i>Salvinia natans</i> * l.ra <i>Scirpus lacustris</i> * rh.
Alternes en hélice	<i>Amorpha fruticosa</i> (l) <i>Solanum dulcamara</i> (l) <i>Oenanthe</i> spp. (sauf <i>O. aquatica</i>)	<i>Galega officinalis</i> <i>Lathyrus</i> sp. <i>Lotus uliginosus</i> <i>Oenanthe aquatica</i>	<i>Hottonia palustris</i> * l.ra et ran <i>Menyanthes trifoliata</i> * l.ra et ran <i>Nasturtium officinale</i> l.ra <i>Nymphoides peltata</i> * l.ra <i>Oenanthe fistulosa</i> st.a <i>Potentilla palustris</i> l.ra <i>Polygonum amphibium</i> * l.ra <i>Ranunculus aquatilis</i> * et <i>peltata</i> * l.ra <i>Salvinia natans</i> * l.ra <i>Trapa natans</i> * l.ra <i>Utricularia</i> spp. l.ra et ran
Alternes distiques à nervures parallèles	<i>Alopecurus bulbosus</i> (t) <i>Colchicum autumnale</i> (t)	<i>Echinochloa crus-galli</i> (Th)	<i>Alopecurus aequalis</i> l.ra <i>Glyceria fluitans</i> l.ra <i>Glyceria maxima</i> l.ra <i>Juncus acutiflorus</i> st.s <i>Juncus anceps</i> st.s <i>Juncus articulatus</i> st.s <i>Juncus bulbosus</i> l.ra <i>Juncus heterophyllus</i> * l.ra <i>Juncus subnodulosus</i> st.s <i>Phalaris arundinacea</i> rh. <i>Phragmites australis</i> rh. <i>Potamogeton</i> * spp. l.ra <i>Ruppia maritima</i> * l.ra <i>Typha</i> spp. rh.
Alternes tristiques à nervures parallèles		<i>Scirpus mucronatus</i>	<i>Cladium mariscus</i> rh. <i>Cyperus longus</i> rh. <i>Cyperus badius</i> rh. <i>Cyperus vegetus</i> rh. <i>Scirpus fluitans</i> * l.ra <i>Scirpus pungens</i> st.s <i>Scirpus triquetus</i> st.s
Opposées entières	<i>Lythrum salicaria</i> (l) <i>Scrophularia nodosa</i> (t)	<i>Lythrum portula</i> (Th) <i>Scrophularia aquatica</i>	<i>Callitriche</i> spp.* l.ra <i>Epilobium</i> type <i>hirsutum</i> rh. <i>Epilobium</i> type <i>tetragonum</i> st.s <i>Gratiola officinalis</i> l.ra <i>Groenlandia densa</i> * l.ra <i>Hypericum elodes</i> rh. <i>Ludwigia palustris</i> l.ra <i>Ludwigia uruguayensis</i> * l.ra <i>Lycopus europaeus</i> rh. <i>Lysimachia nummularia</i> l.ra <i>Lysimachia vulgaris</i> rh. <i>Mentha aquatica</i> st.a <i>Montia fontana</i> l.ra <i>Stachys palustris</i> rh.-st.s <i>Scutellaria galericulata</i> st.s <i>Stellaria alsine</i> l.ra <i>Veronica anagallis-aquatica</i> l.ra <i>Veronica beccabunga</i> l.ra
Termeés			<i>Elodea canadensis</i> * st.s <i>Lysimachia vulgaris</i> rh. <i>Najas</i> * spp. l.ra
Verticillées			<i>Ceratophyllum</i> * spp. l.ra <i>Chara</i> * spp. l.ra <i>Elatine</i> spp. l.ra <i>Equisetum</i> spp. rh. <i>Hippuris vulgaris</i> * rh. <i>Myriophyllum</i> * spp. l.ra

Clé générale des hydrophytes

- Plantes sans feuilles ni tiges : algues
- | | | |
|---|--|-------|
| 1 | Plantes flottant librement, feuilles toutes flottantes | Hy 1 |
| | Plantes fixées ; feuilles submergées ou flottantes ou les deux à la fois | |
| 2 | Feuilles toutes submergées | |
| | Feuilles flottantes présentes | |
| 3 | Feuilles simples larges (4 a), étroites (4 b) | |
| | Feuilles divisées ou composées | |
| 4 | Feuilles toutes en rosette radicale | Hy 2 |
| | Feuilles échelonnées le long de la tige | |
| 5 | Feuilles verticillées | Hy 3 |
| | Feuilles opposées | Hy 4 |
| | Feuilles alternes (sauf celles axillant les inflorescences ou les ramifications) | |
| 6 | Feuilles linéaires à filiformes ou en écailles | Hy 5 |
| | Feuilles non ainsi mais à nervures arquées-parallèles | Hy 6 |
| 7 | Feuilles divisées n fois -bi-tri-furquées | Hy 7 |
| | Feuilles divisées ou composées 1 fois - pennées | Hy 8 |
| 8 | Feuilles flottantes graminiformes | Hy 9 |
| | Feuilles flottantes élargies | |
| 9 | Limbe à bord entier, nervures arquées-parallèles | Hy 10 |
| | Limbe à bord entier, nervures divergentes | Hy 11 |
| | Limbe à bord denté ou lobé, nervures divergentes | Hy 12 |

N.B. Quelques espèces à tempérament nettement d'Hydrophytes élèvent leurs feuilles ou leurs tiges feuillées au-dessus du plan d'eau : ex. *Scirpus lacustris*, *Ludwigia menyanthes* ; ils sont traités à l'intérieur des Hélophytes H1.

Hy

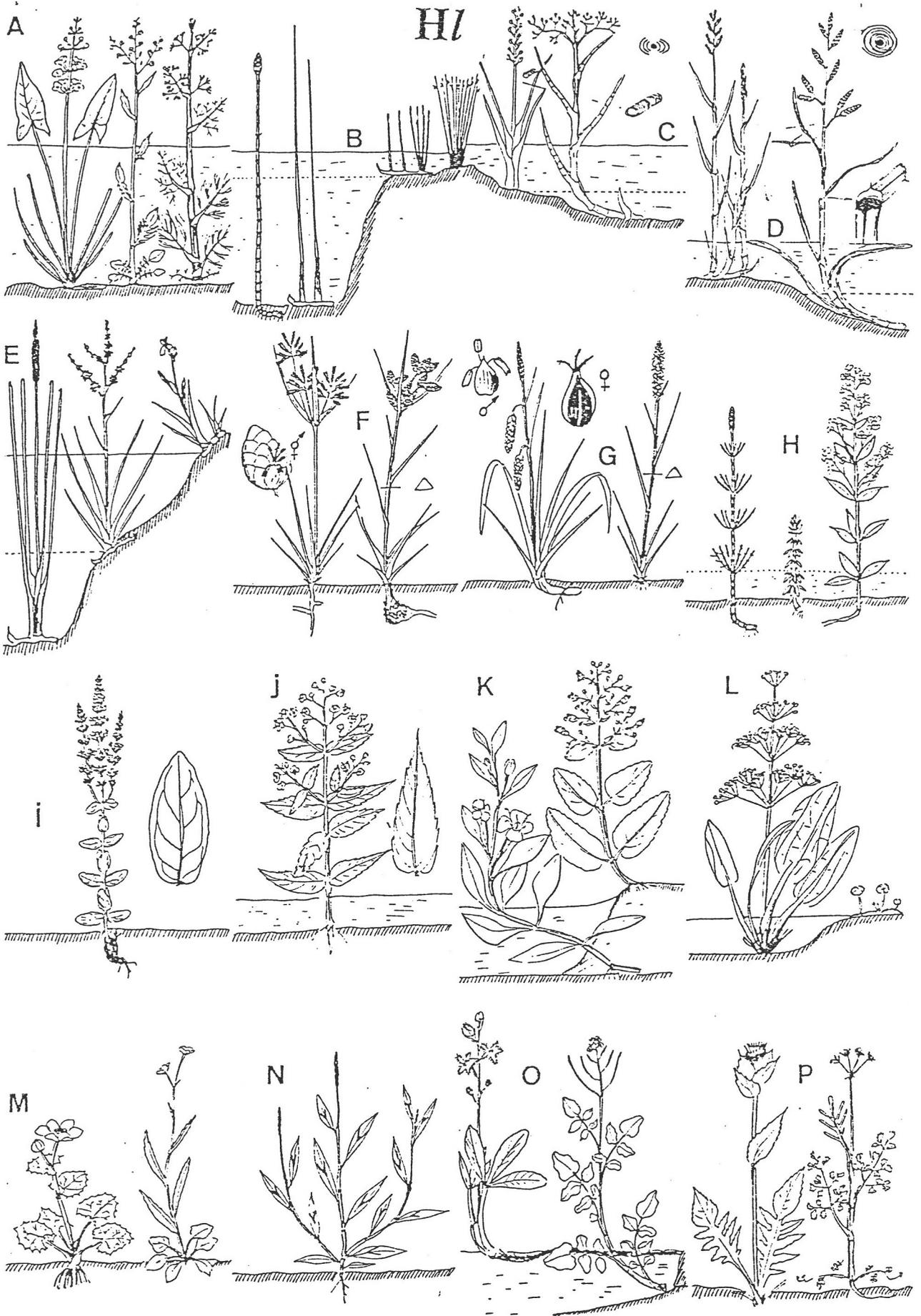


b

Clé générale des hélophytes

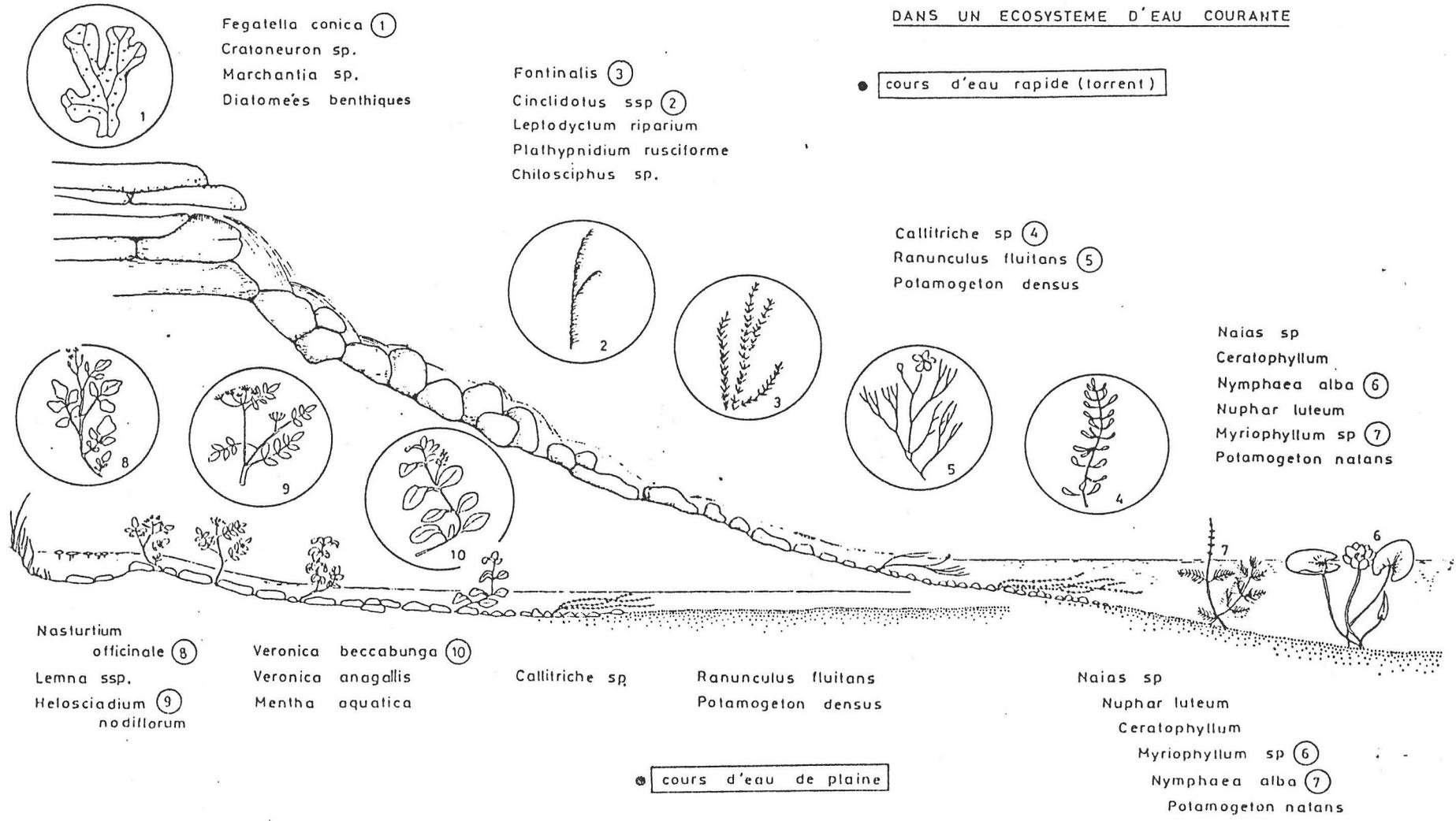
- | | | |
|----|--|-------------------------|
| 1 | Feuilles submergées très modifiées, linéaires-laciniées | HI A |
| | Feuilles submergées éventuelles non modifiées | |
| 2 | Feuilles réduites à des gaines | HI B |
| | Feuilles normalement développées | |
| 3 | Feuilles prolongeant une longue gaine | |
| | Feuilles pétiolées ou sessiles mais rétrécies à la base | |
| 4 | Feuilles à gaine fendue d'emblée (voir jeunes feuilles) | |
| | Feuilles à gaine non fendue (voir jeunes feuilles) | |
| 5 | Feuilles ligulées, creuses, jonciformes | HI C |
| | Feuilles ligulées, planes, graminiformes | HI D |
| | Feuilles non ligulées, planes, graminiformes ou ensiformes | HI E |
| 6 | Tige cylindrique (exception chez les Cypéracées) | <i>Cladium mariscus</i> |
| | Tige trigone et fleurs hermaphrodites | HI F |
| | Tige trigone et fleurs unisexuées | HI G |
| 7 | Feuilles végétatives verticillées | HI H |
| | Feuilles végétatives opposées | |
| | Feuilles végétatives alternes | |
| 8 | Feuilles sessiles à bord entier | HI I |
| | Feuilles sessiles à bord denté | HI J |
| | Feuilles pétiolées à bord entier ou découpé | HI K |
| 9 | Feuilles simples | |
| | Feuilles composées ou profondément divisées | |
| 10 | Feuilles définitivement en rosette ou échelonnées sur une tige stolonifère | HI L |
| | Feuilles d'abord en rosette puis caulinaires le long de l'inflorescence | HI M |
| | Feuilles apparaissant toutes caulinaires | HI N |
| 11 | Feuilles nettement composées à folioles définies | HI O |
| | Feuilles divisées en folioles plus ou moins distinctes | HI P |

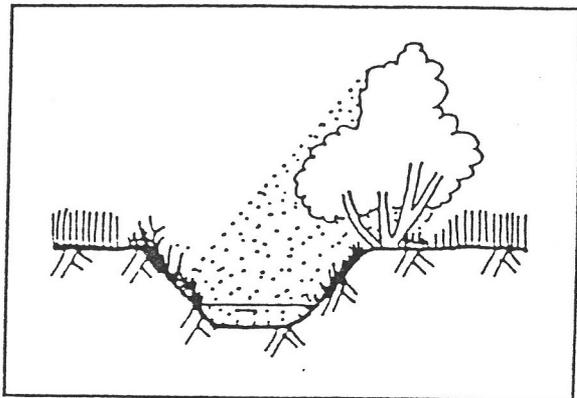
N.B. Les espèces à feuilles opposées peuvent présenter des feuilles alternes au niveau de l'inflorescence (ex. Onagracées).



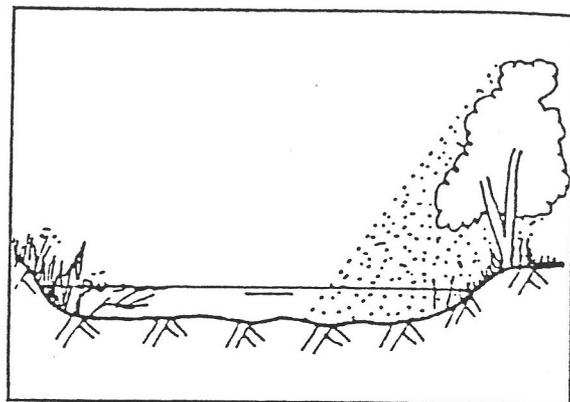
DISTRIBUTION DES VEGETAUX

DANS UN ECOSYSTEME D'EAU COURANTE

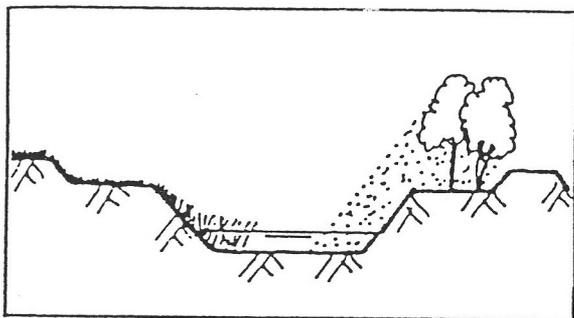




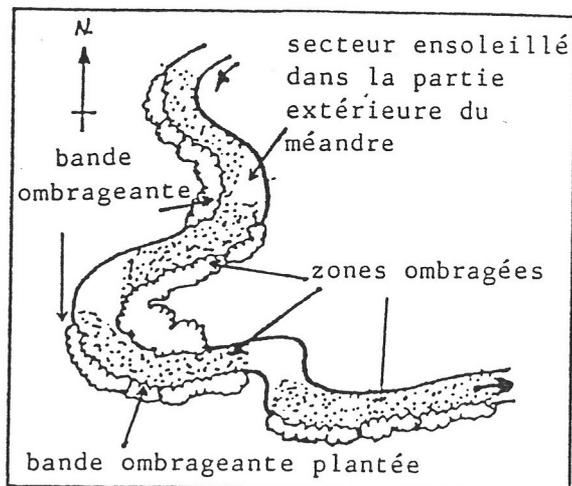
un cours étroit peut être totalement ombragé à partir d'une seule rive



les cours de plus grande largeur sont partiellement ombragés, permettant aux plantes de se développer sur la berge exposée au sud



à l'intérieur d'un endiguement, les arbres de haute tige sont moins dangereux lors des crues



plan "idéal" de plantation d'ombrage

. Configurations diverses de l'ombrage
d'après LEWIS et WILLIAMS (1984)

orientation du cours	rive "ombrageante"	efficacité pour le contrôle des plantes
Est → Ouest	sud	maximale
Sud-Est → Nord-Ouest	sud-est	moyenne à bonne
Nord-Est → Sud-Ouest	sud-ouest	moyenne à bonne
Nord ↓ Sud	est	limitée
	est et ouest	moyenne

Efficacité du contrôle des plantes selon l'orientation du cours
 (LEWIS, WILLIAM, 1984)

Annexe n° 11 . Tolérance des macrophytes aquatiques vis à vis de l'ombrage
(division en 6 groupes, du plus tolérant dans le groupe 1, au moins tolérant
dans le groupe 6) .HASLAM, 1978.

1) Espèces tolérantes

Sparganium emersum

2) Callitriche spp, Sparganium erectum, Phragmites communis (probablement)

3) Alisma plantago-aquatica, Elodea canadensis, Myosotis scorpioïdes (probablement)
Ceratophyllum demersum.

4) Apium nodiflorum, Nuphar luteum, Berula erecta, Potamogeton crispus,
Sagittaria sagittifolia, Glyceria maxima (probablement).

5) Rorippa nasturtium-aquaticum, Zarinchellia palustris (probablement)

6) Espèces héliophyles

Ranunculus spp, Veronica beccabunga.

Bateau faucardeur avec rateau relevable
(doc. C.S.P. et Ets Gibeaux)

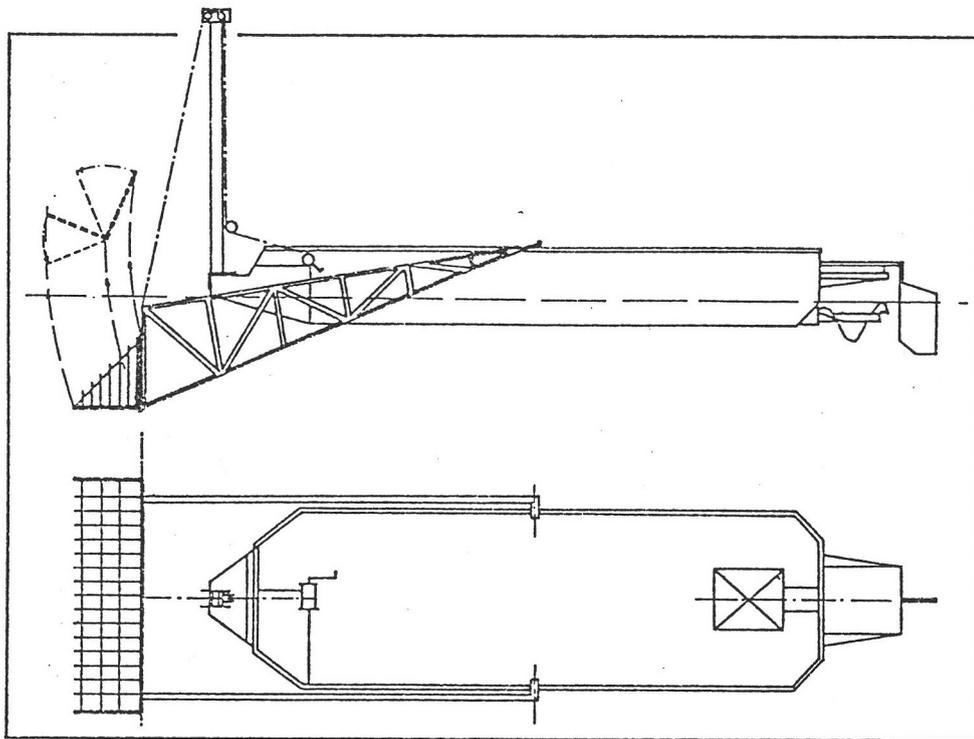
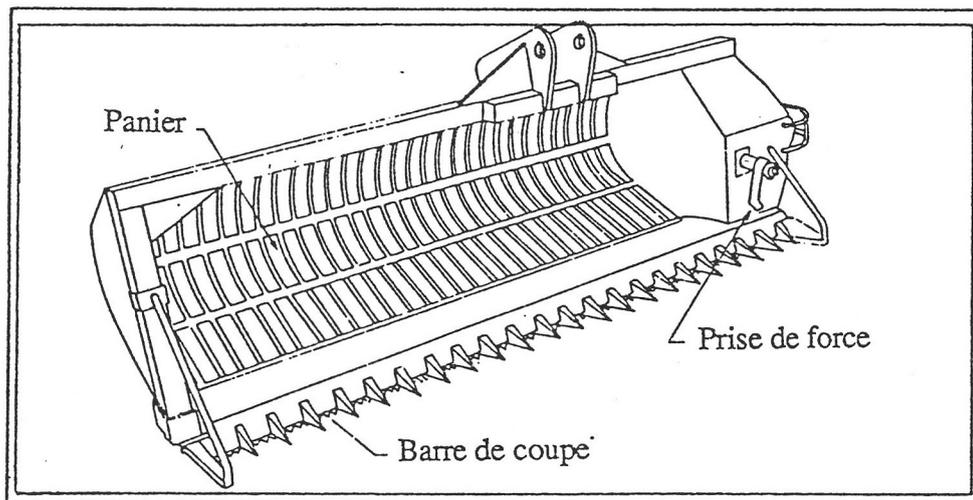


Figure 5 - Godet faucardeur monté sur pelle hydraulique
(doc. Poclain)



Nom du produit commercial : WEEDAZOL TL AQUA.

Concentration de la matière active : aminotriazole 240 g/l, thiocyanate d'ammonium 215 g/l.

Commercialisé par CFPI.

N° d'autorisation de vente : 7600117.

Applications : destruction des plantes aquatiques héliophytes (50 l/ha).

Nom du produit commercial : HERBAQUAT.

Concentration de la matière active : aminotriazole 240 g/l, thiocyanate d'ammonium 215 g/l.

Commercialisé par RHODIC.

N° d'autorisation de vente : 8500220.

Applications : destruction des plantes semi-aquatiques (50 l/ha).

Nom du produit commercial : HTG 10 GRANULE AQUA.

Concentration de la matière active : chlortiamide 10 %.

Commercialisé par CFPI.

N° d'autorisation de vente : 7600115.

Applications : destruction des plantes aquatiques hydrophytes 100 kg/ha pour un mètre de hauteur d'eau.

Nom du produit commercial : DOWPON AQUATIQUE.

Concentration de la matière active : dalapon 85 % p.m.

Commercialisé par DOW CHEMICAL.

N° d'autorisation de vente : 7500584.

Applications : destructions des plantes semi-aquatiques héliophytes monocotylédones ; doses homologuées 25 kg/ha.

Nom du produit commercial : AQUAPROP.

Concentration de la matière active : 7,5 %.

Commercialisé par LA QUINOLEINE.

N° d'autorisation de vente : 7500669. Classement Xn : Nocif.

Applications : destruction des plantes aquatiques hydrophytes 160 kg/ha.

Nom du produit commercial : REGLEX 2.

Concentration de la matière active : 200 g/l de diquat.

Commercialisé par SOPRA. Classement T : Toxique.

N° d'autorisation de vente : 7700061.

Applications : destruction des plantes aquatiques hydrophytes

Nom du produit commercial : TERNET GRAMINEES AQUA.

Concentration de la matière active : aminotriazole 30 %, dalapon 40 %, thiazafluron 3 %.

Commercialisé par CIBA-GEIGY.

N° d'autorisation de vente : 8100586.

Applications : destruction des plantes semi-aquatiques mono et dicotylédones.

Nom du produit commercial : ROUND UP 360.

Concentration de la matière active : 360 g/l de glyphosate.

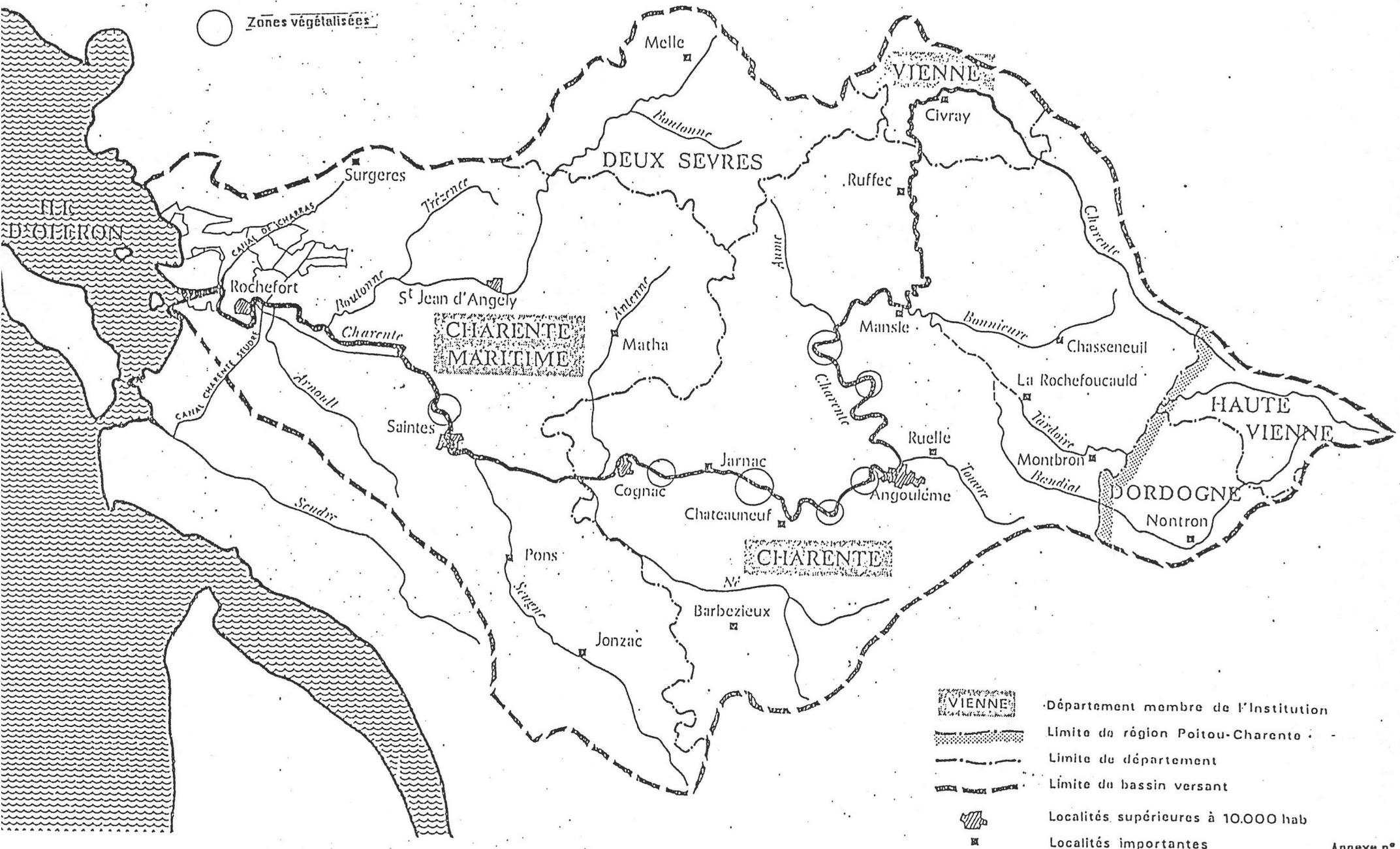
Commercialisé par MONSANTO.

N° d'autorisation de vente : 7900449. Classement Xi : Irritant.

Applications : destruction des plantes héliophytes mono et dicotylédones 2 160 g/ha.

BASSIN DE LA CHARENTE

Situation géographique et administrative



1 milieu

2 station

3 date

4 largeur	5 profondeur	6 vitesse	7 substrat	8 turbidite	9 couleur
-----------	--------------	-----------	------------	-------------	-----------

10 pH	11 cond.	12 pente berge	13 hauteur berge	14 encombr.	15 ombrage
-------	----------	-------------------	---------------------	-------------	------------

température

oxygène

espèces	abondance	observations	schéma

observations générales

CHARENTE

DATE : / / 89

INDICE
D'EROSION

0123

TURBIDITE

0123

% TOTAL DE
RECOUUREMENT

BIEF N°

secteur N°

Rive G D

Heure :

Climat 0123

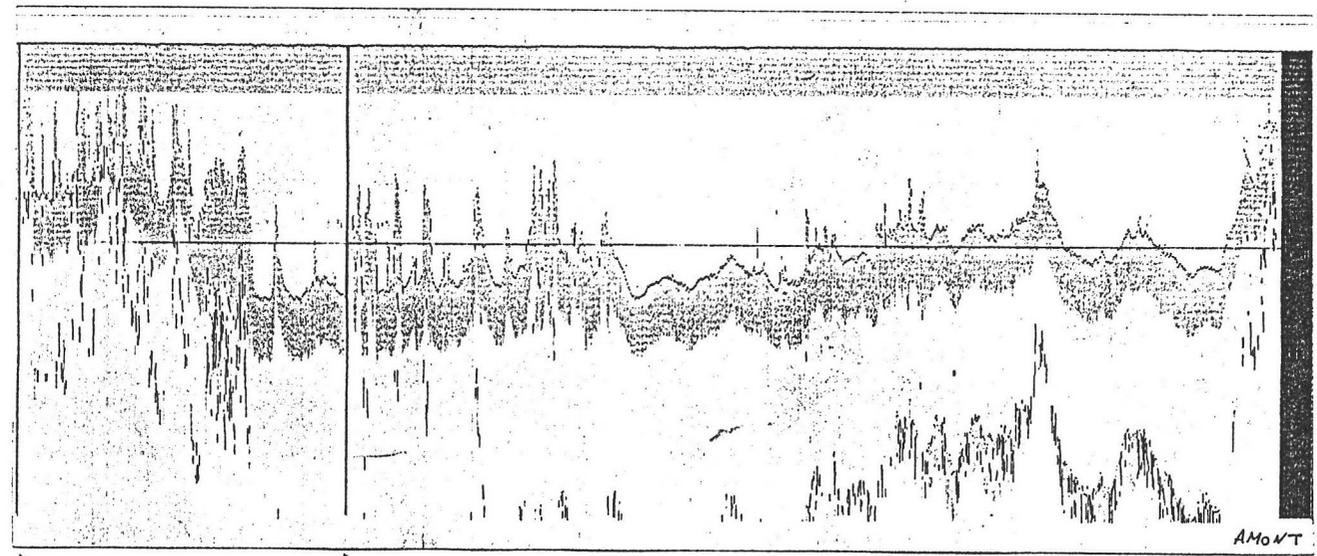
RIPISYLYE

0123

HAUTEUR
DE BERGE
(m)

VITESSE
(m/s)

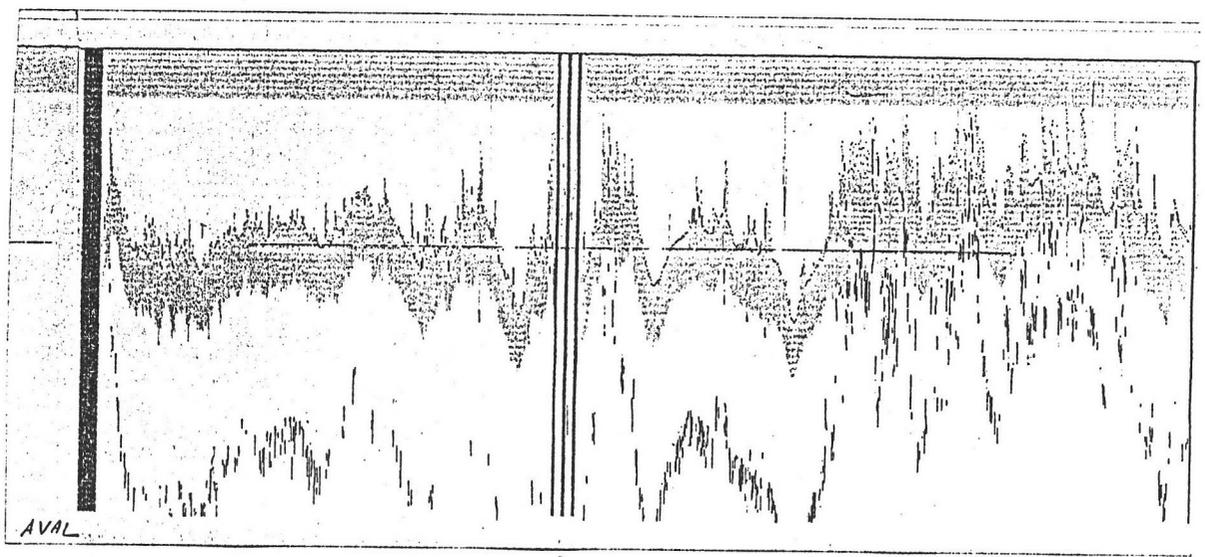
ESPECES	ABONDANCE (1 à 5)	PROFONDEUR (m)	OBSERVATIONS
			SCHEMA



Pont de la Neure (et ci-dessous)

↑
Verticale de la ligne électrique

↑ Niveau chenal du moulin (Rive Droite)

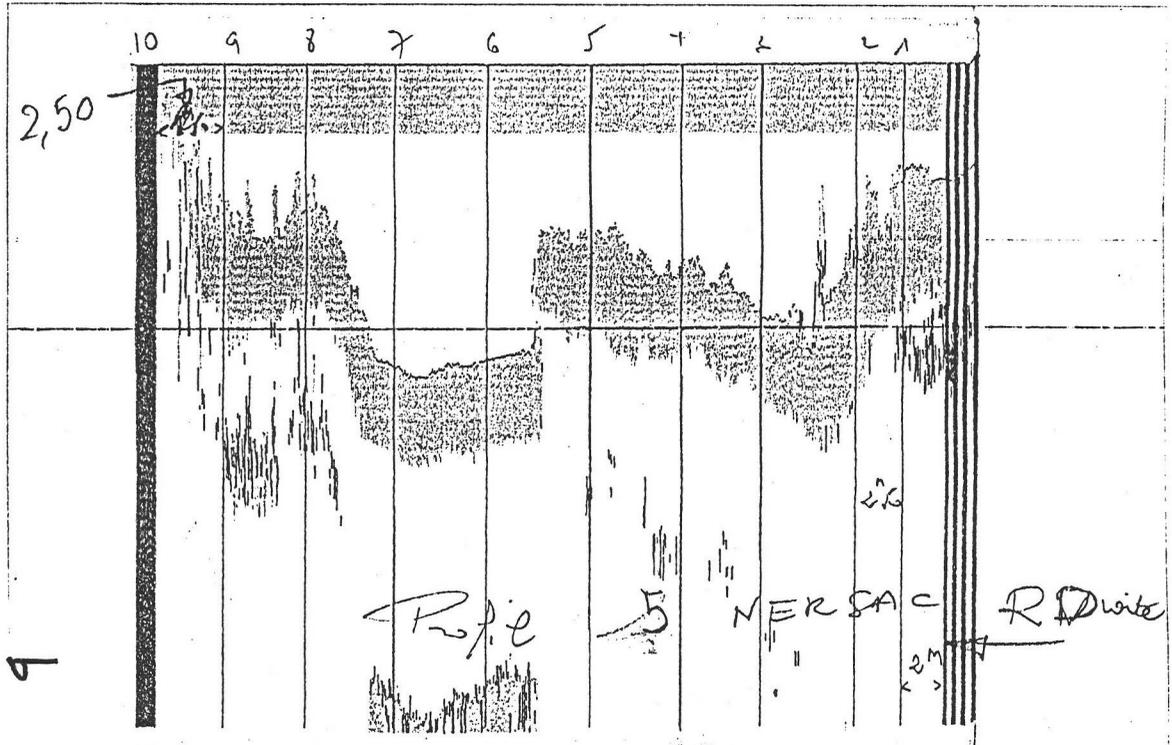
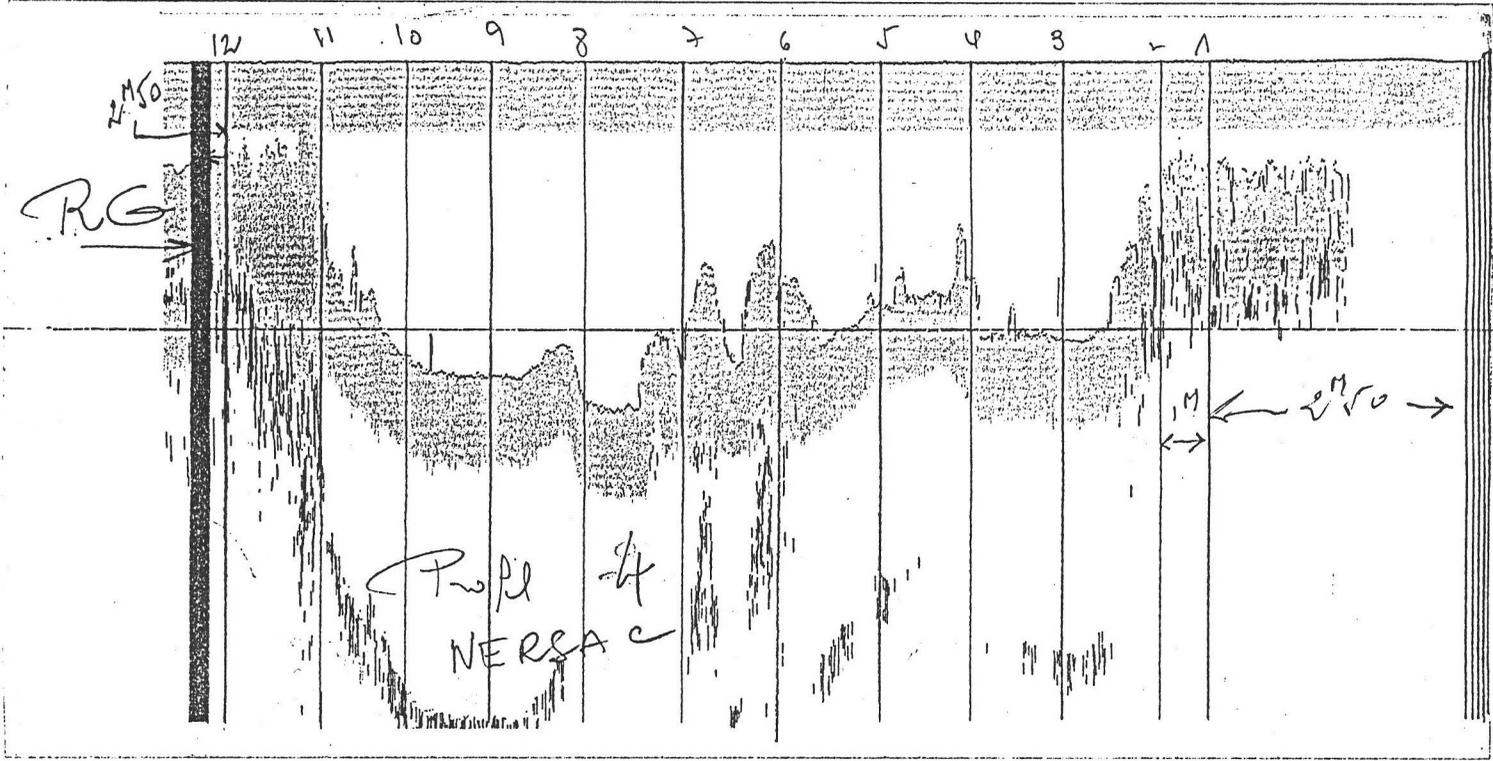


Annexe n° 17 a

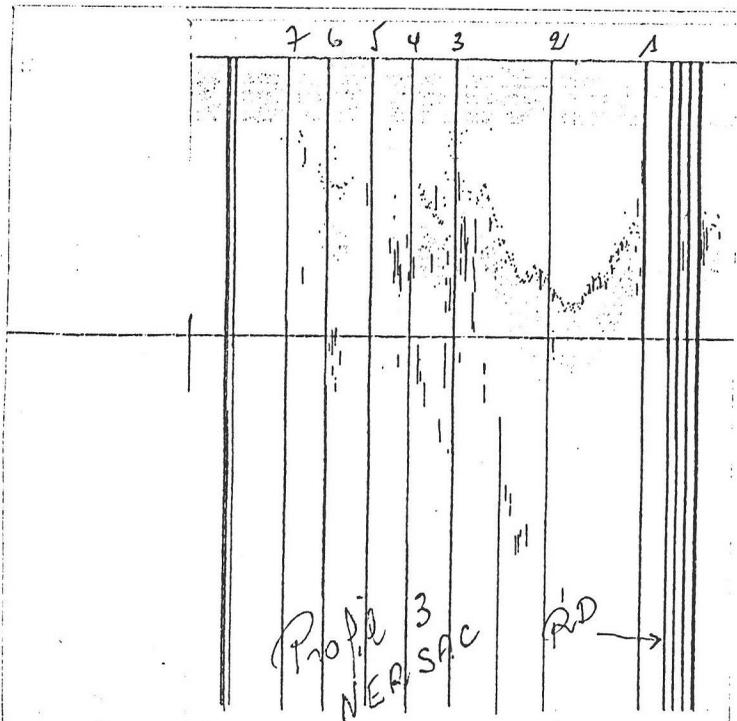
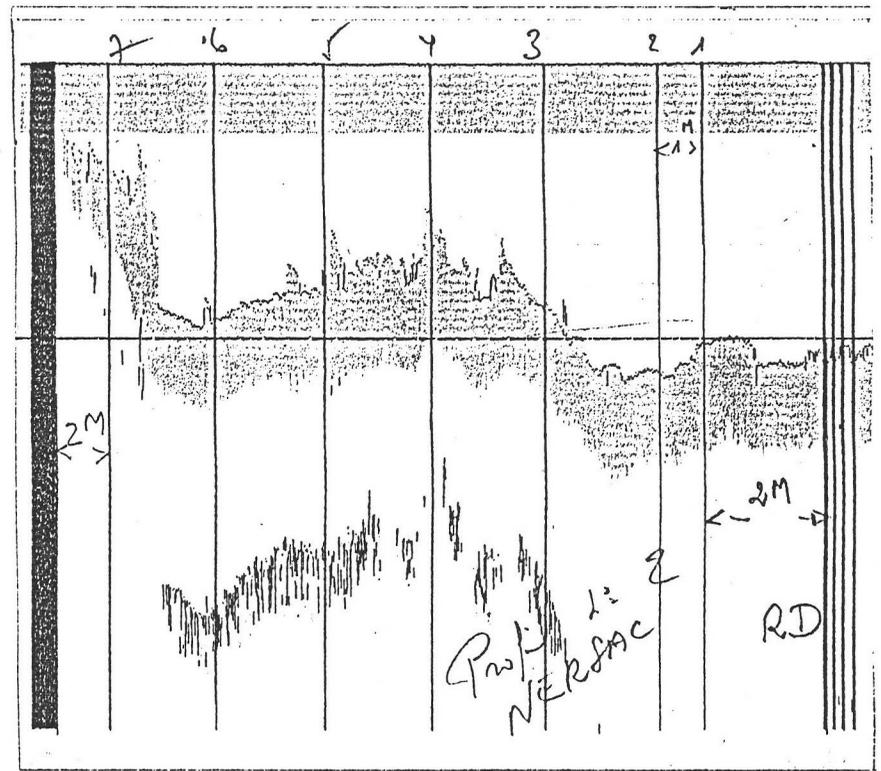
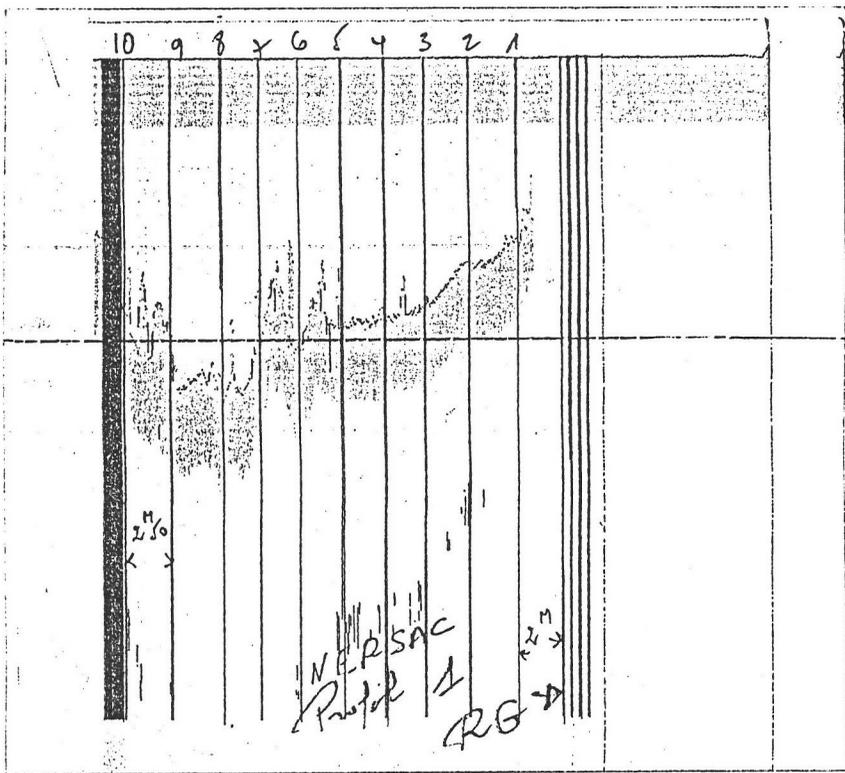
↑
Face à la tempère en Rive Droite

↑
Face ancien seuil (+banc de sable)
en Rive Gauche

↑ Pont de la Neure



9



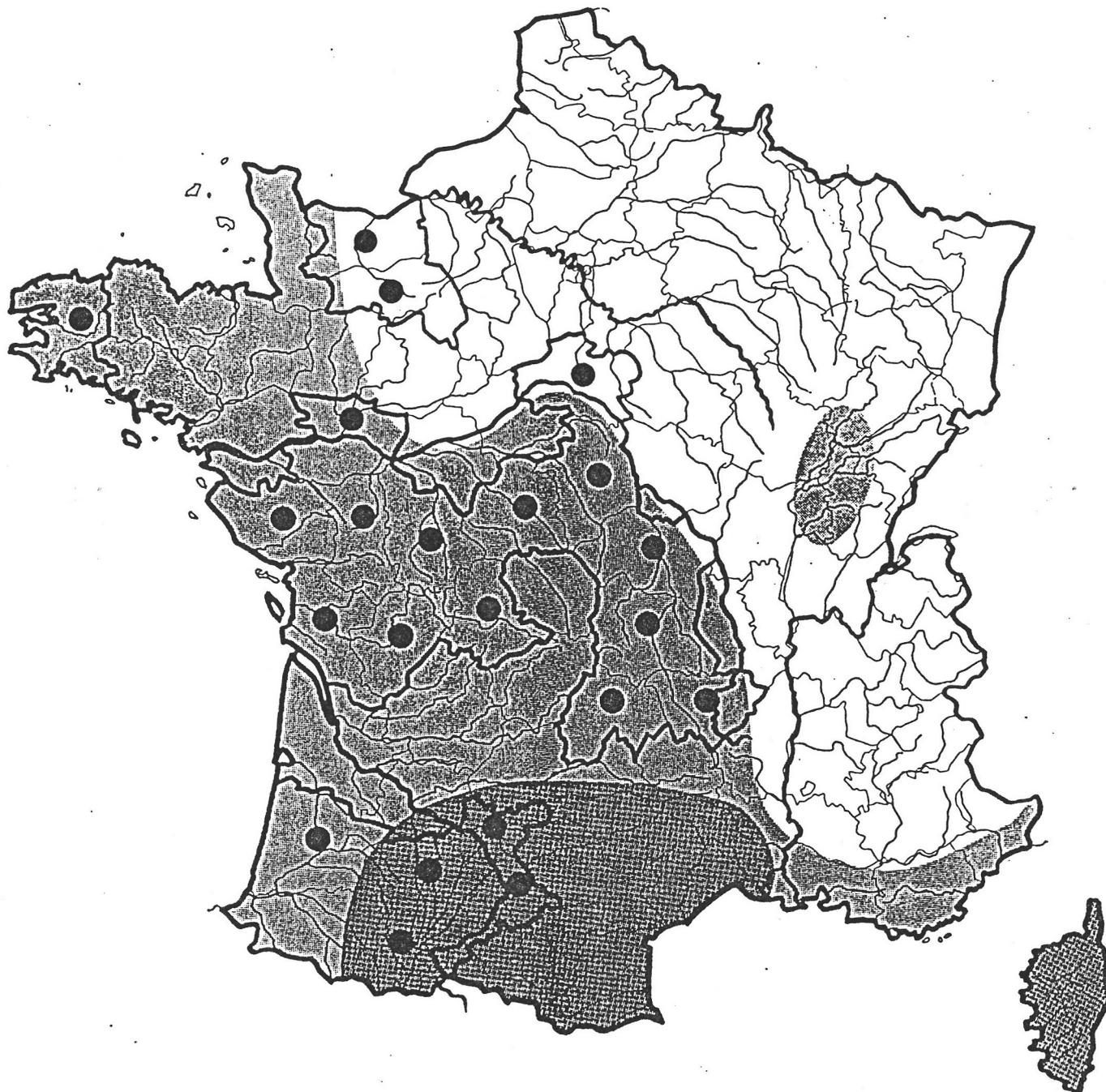
SECRETARIAT D'ETAT
AUPRES DU PREMIER MINISTRE
CHARGE DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION DE L'EAU
ET DE LA PREVENTION DES POLLUTIONS
ET DES RISQUES

SERVICE DE L'EAU
SOUS-DIRECTION DE L'AMENAGEMENT DES EAUX

SECHERESSE 1989

situation au 19 Juillet 1989



 ZONES A RISQUES (FAIBLES DEBITS
DES COURS D'EAU ET DES NAPPES SUPERFICIELLES,
PROBLEME DE QUALITE DES EAUX).

 ZONES PARTICULIEREMENT SENSIBLES
(RESTRICTIONS POUR L'IRRIGATION, RISQUES
POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE).

 DEPARTEMENTS OU DES MESURES
D'ECONOMIE DE L'EAU ONT ETE PRISES

Annexe n° 19

SOURCE :

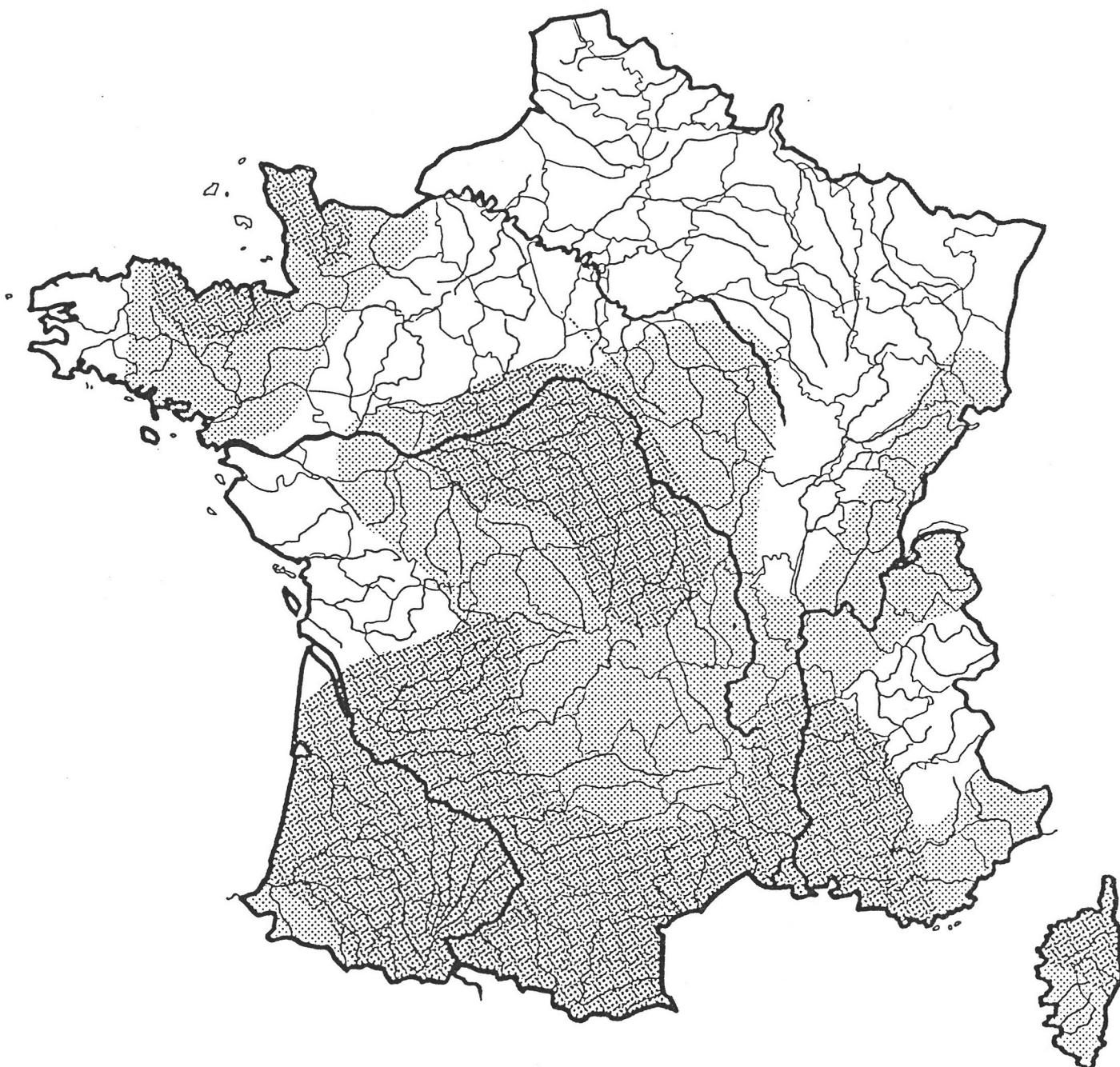
SECRETARIAT D'ETAT
AUPRES DU PREMIER MINISTRE
CHARGE DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE LA PREVENTION DES RISQUES
TECHNOLOGIQUES ET NATURELS MAJEURS

SECRETARIAT D'ETAT
AUPRES DU PREMIER MINISTRE
CHARGE DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION DE L'EAU
ET DE LA PREVENTION DES POLLUTIONS
ET DES RISQUES

SERVICE DE L'EAU
SOUS-DIRECTION DE L'AMENAGEMENT DES EAUX

DEBIT DE BASE DES COURS D'EAU situation au 19 Juillet 1989



-
- > 20 ANS DEBITS PEU DIFFERENTS
DES MINIMA HABITUELS
DE DEBUT JUILLET
- 10-20 ANS ETIAGES SENSIBLES (SURVENANT
MOINS DE 20 FOIS PAR SIECLE)
- 0-10 ANS ETIAGES RARES POUR UN DEBUT
JUILLET (SURVENANT MOINS DE
10 FOIS PAR SIECLE)

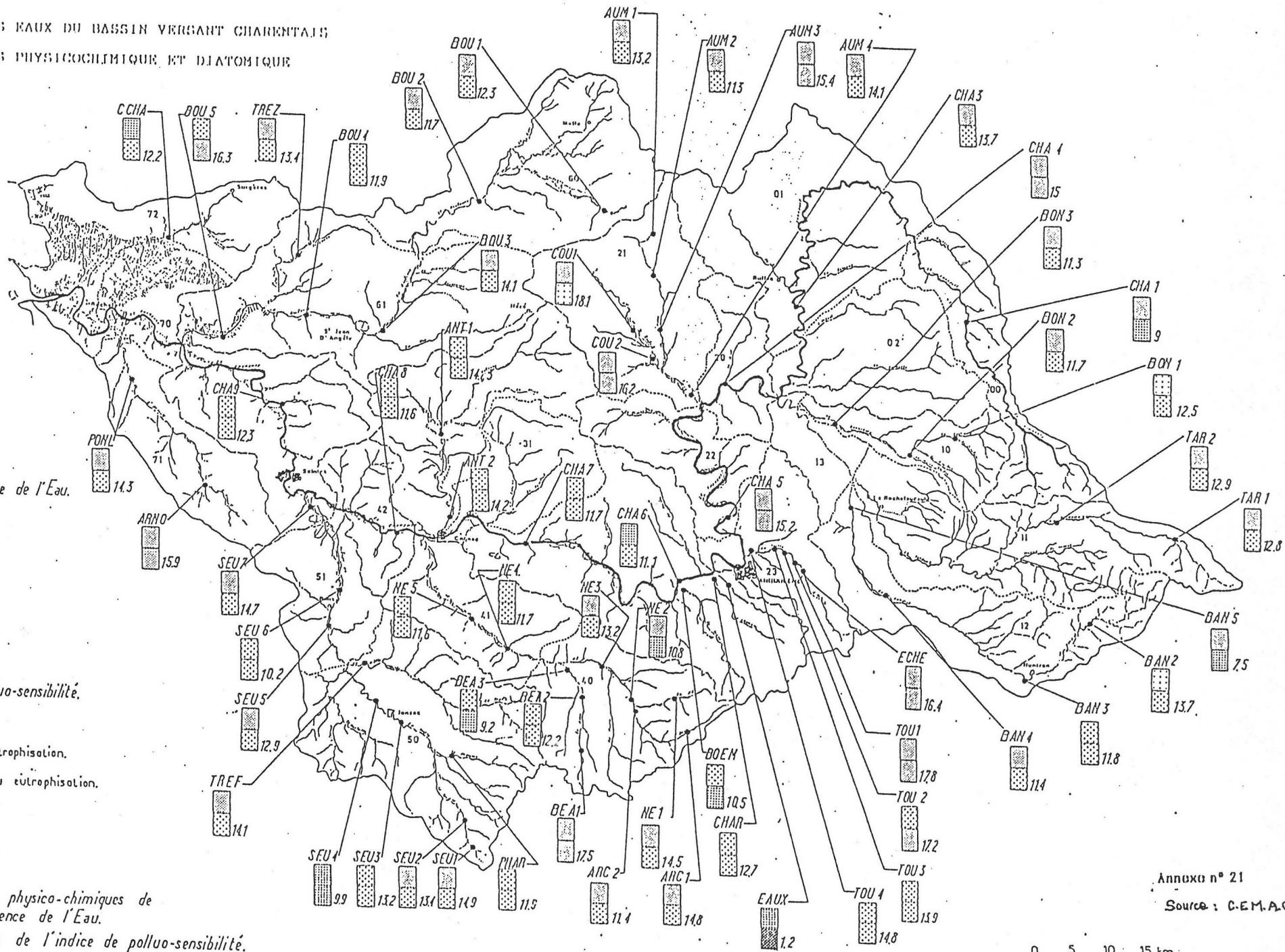
Annexe n° 20

SOURCE :

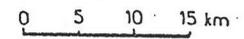
MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET
DIRECTION DE L'ESPACE RURAL ET DE LA FORET

QUALITE DES EAUX DU BASSIN VERSANT CHARENTAIS

INDICES PHYSICO-CHEMIQUE ET DIATOMIQUE



Annexe n° 21
Source : C.E.M.A.G.



Critères d'appréciation globale de la qualité de l'eau

Cette grille fixe 5 classes de qualité selon les usages que doivent satisfaire les rivières. Chaque classe regroupe les valeurs de plusieurs paramètres.

CLASSE 1A

Elle caractérise les eaux considérées comme exemptes de pollution, aptes à satisfaire les usages les plus exigeants en qualité.

CLASSE 1B

D'une qualité légèrement moindre, ces eaux peuvent néanmoins satisfaire tous les usages.

CLASSE 2

Qualité "passable": suffisante pour l'irrigation, les usages industriels, la production d'eau potable après un traitement poussé. L'abreuvement des animaux est généralement toléré. Le poisson y vit normalement mais sa reproduction peut y être aléatoire. Les loisirs liés à l'eau y sont possibles lorsqu'ils ne nécessitent que des contacts exceptionnels avec elle.

CLASSE 3

Qualité "médiocre": juste apte à l'irrigation, au refroidissement et à la navigation. La vie piscicole peut subsister dans ces eaux, mais cela est aléatoire en période de faibles débits ou de fortes températures, par exemple.

HOUS CLASSE

Eaux dépassant la valeur maximale tolérée en classe 3 pour un ou plusieurs paramètres. Elles sont considérées comme inaptes à la plupart des usages et peuvent constituer une menace pour la santé publique et l'environnement.

L'utilisation de la grille

- La qualité d'une eau dépend de nombreux paramètres (Température, Ammoniaque NH_4 , Mercure Hg)
- On a coutume d'attribuer à une eau la qualité qui est donnée par le paramètre mesuré le plus défavorable.
- Cette qualité est celle qui, d'après les seuils figurant dans la grille, est atteinte par au moins 10 % des plus mauvaises mesures de ce paramètre.

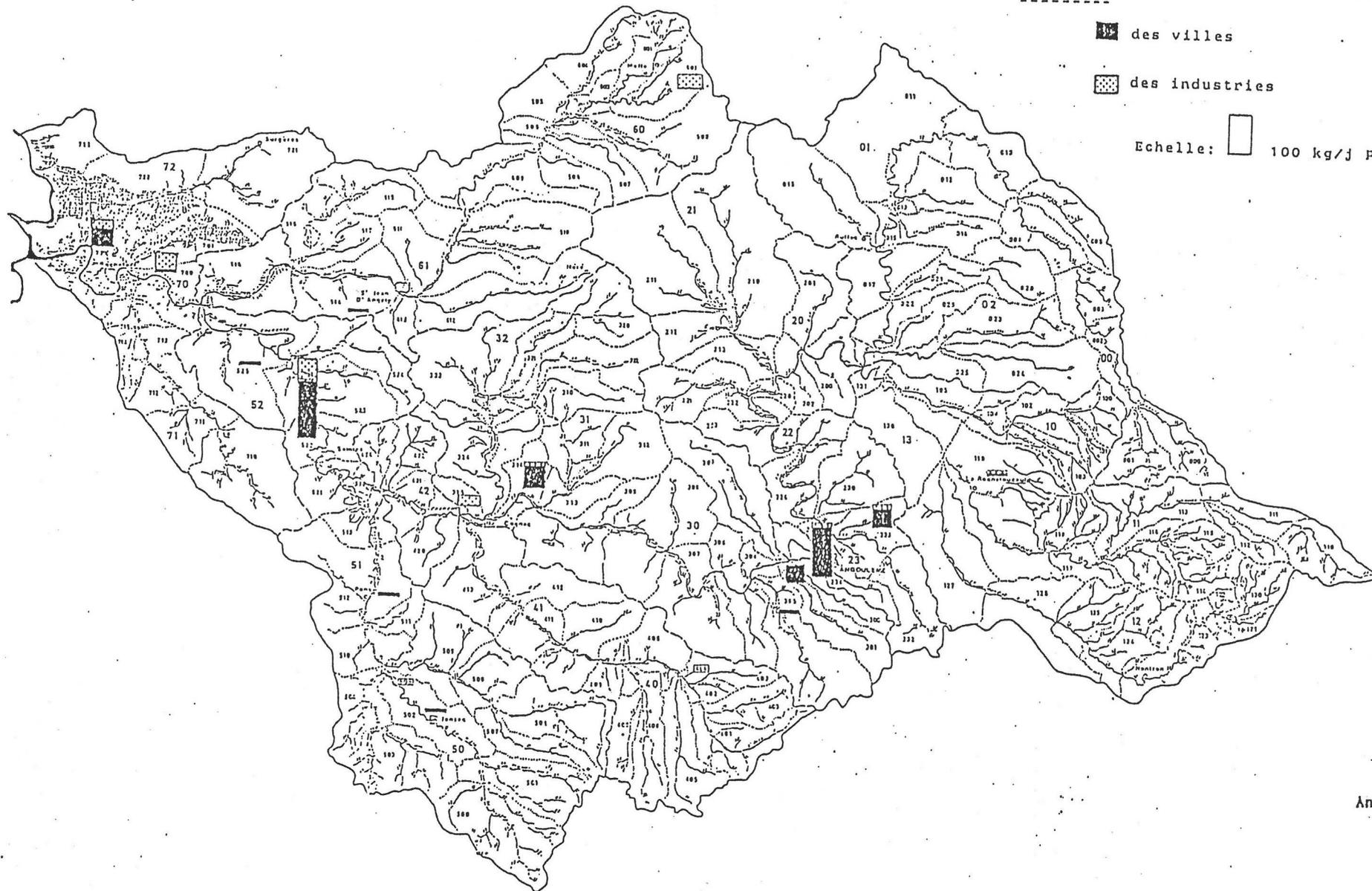
		CLASSE 1A	CLASSE 1B	2	3
OX	Conductivité $\mu S/cm$ à 20° C	< 400	400 à 750	750 à 1500	1500 à 3000
	Température	< 20	20 à 22	22 à 25	25 à 30
	pH	6,5 à 8,5	6,5 à 8,5	6 à 9	5,5 à 9,5
	MES (mg/l)	< 30	< 30	< 30	30 à 70
	O2 dissous (mg/l)	> 7	5 à 7	3 à 5	milieu aérobie à maintenir en permanence
	O2 dissous en % de saturation	> 90 %	70 à 90	50 à 70	
	DB05 (mg/l)	< 3	3 à 5	5 à 10	10 à 25
	Oxydabilité (mg/l)	< 3	3 à 5	5 à 8	
DCO (mg/l)	< 20	20 à 25	25 à 40	40 à 80	
N	NH_4 (mg/l)	< 0,1	0,1 à 0,5	0,5 à 2	2 à 8
	NO_3 (mg/l)			< 44	44 à 100
	N total (kjeldahl)	< 1	1 à 2	2 à 3	
T	Fe (mg/l)	< 0,5	0,5 à 1	1 à 1,5	
	Mn (mg/l)	< 0,1	0,1 à 0,25	0,25 à 0,50	
	F (mg/l)	< 0,7	0,7 à 1,7	0,7 à 1,7	> 1,7
	Cu (mg/l)	< 0,02	0,02 à 0,05	0,05 à 1	> 1
	Zn (mg/l)	< 0,5	0,5 à 1	1 à 5	> 5
	As (mg/l)	< 0,01	< 0,01	0,01 à 0,05	> 0,05
	Cd (mg/l)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	> 0,001
	Cr (mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	> 0,05
	CN (mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	> 0,05
	Pb (mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	> 0,05
	Se (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	> 0,01
	Hg (mg/l)	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	> 0,0005
	Phénols (mg/l)	< 0,001	< 0,001	0,001 à 0,05	0,05 à 0,5
	Détergents (mg/l)	< 0,2	< 0,2	0,2 à 0,5	> 0,5
S.E.C. (mg/l)	< 0,2	0,2 à 0,5	0,5 à 1	> 1	
B	Colliformes (Num. 100 ml)	< 50	50 à 5000	5000 à 50000	
	Esch. Coli (Num. 100 ml)	< 20	20 à 2000	2000 à 20000	
	Strep. féc. (Num. 100 ml)	< 20	20 à 1000	1000 à 10000	
IB	Ecart de l'indice biotique par rapport à l'indice normal	1	2 ou 3	4 ou 5	6 ou 7

Apports des stations d'épuration

Departement	Charente	Charente -M	TOTAL
Nombre de st. ep.	90	28	118
Cap en EqH ou vol	255989	18974	274963
Pop raccordée	103851	*	103851
DCC en kg/j	3814	4585,2	8499,2
DBO5 en kg/j	1233,9	1390,35	2624,25
MES en kg/j		2580,8	2580,8
Ni/K en kg/j	784,7	1022,4	1807,1
Pt en kg/j	343,4	278,4	622,8
MO calc(0,066EqH)	1100	*	1100
MO réelle	2087	2487,3	4574,3

Source : Agence Adour-Garonne

Carte n° 9 Rejets en Phosphore total (kg par jour)

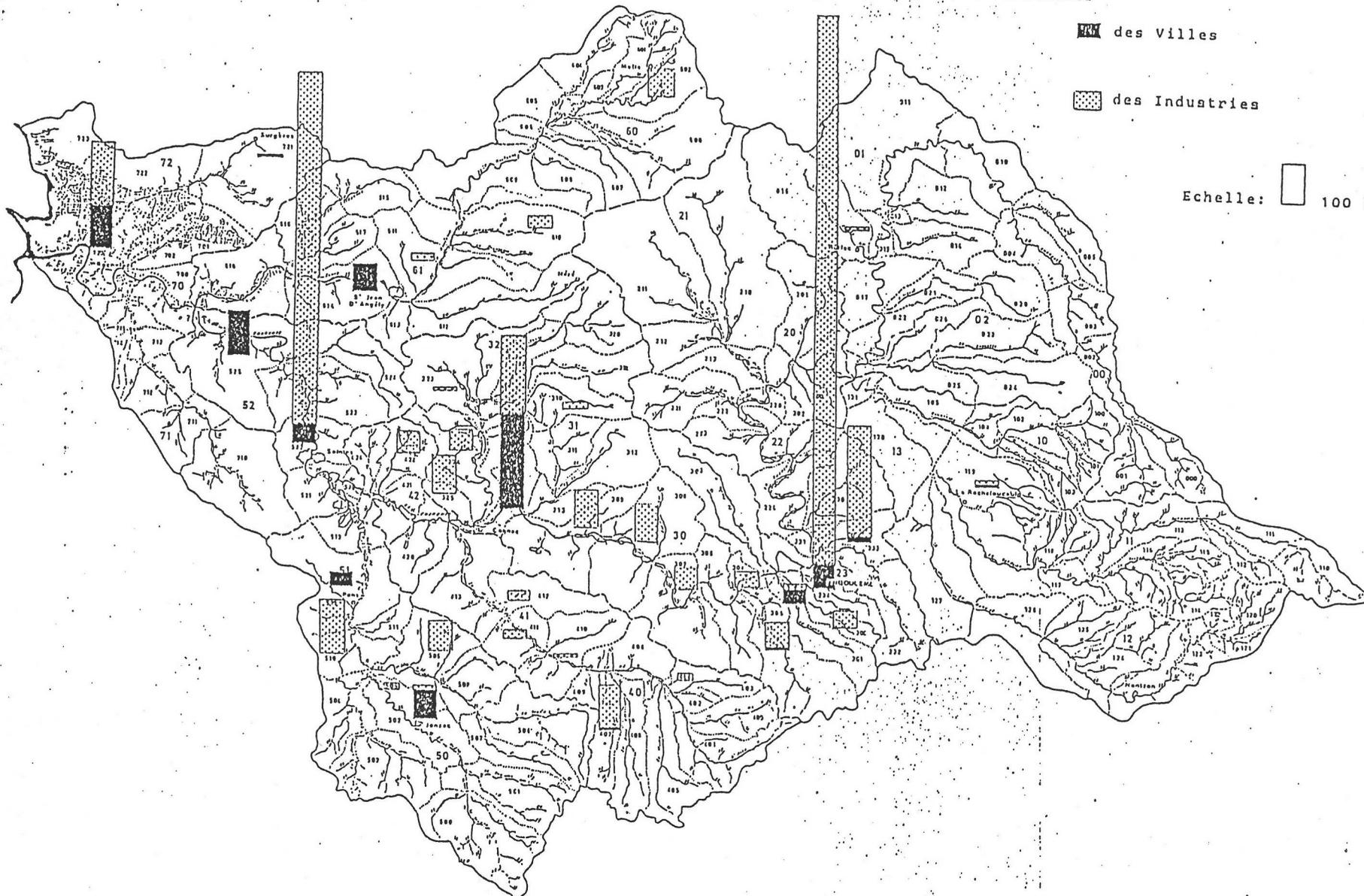


des villes

des industries

Echelle:  100 kg/j Pt

Carte n°8 Rejets en Azote Kjeldhal (kg par jou



des Villes

des Industries

Echelle: 100 kg/j Nk

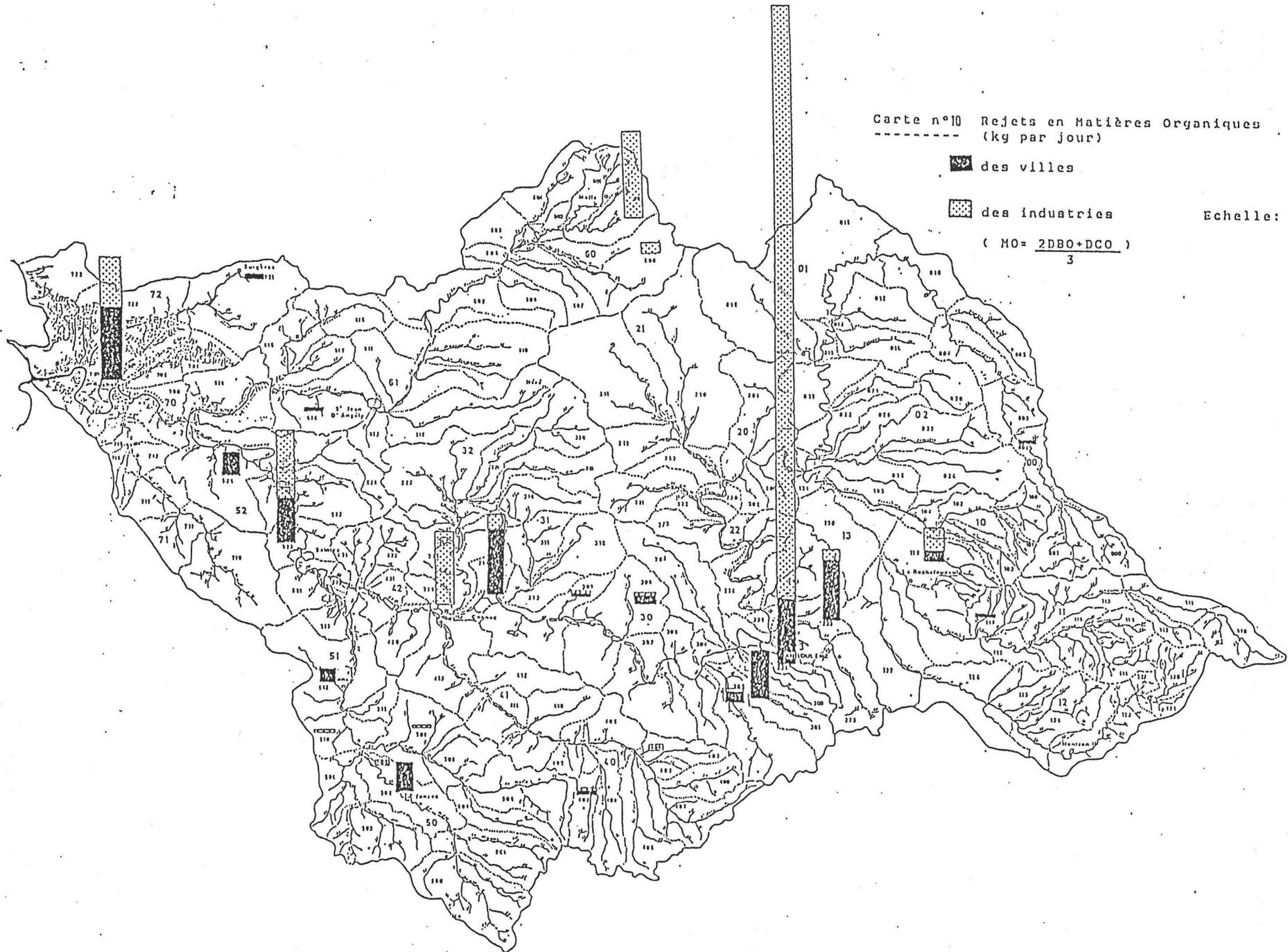
Carte n°10 Rejets en Matières Organiques
(kg par jour)

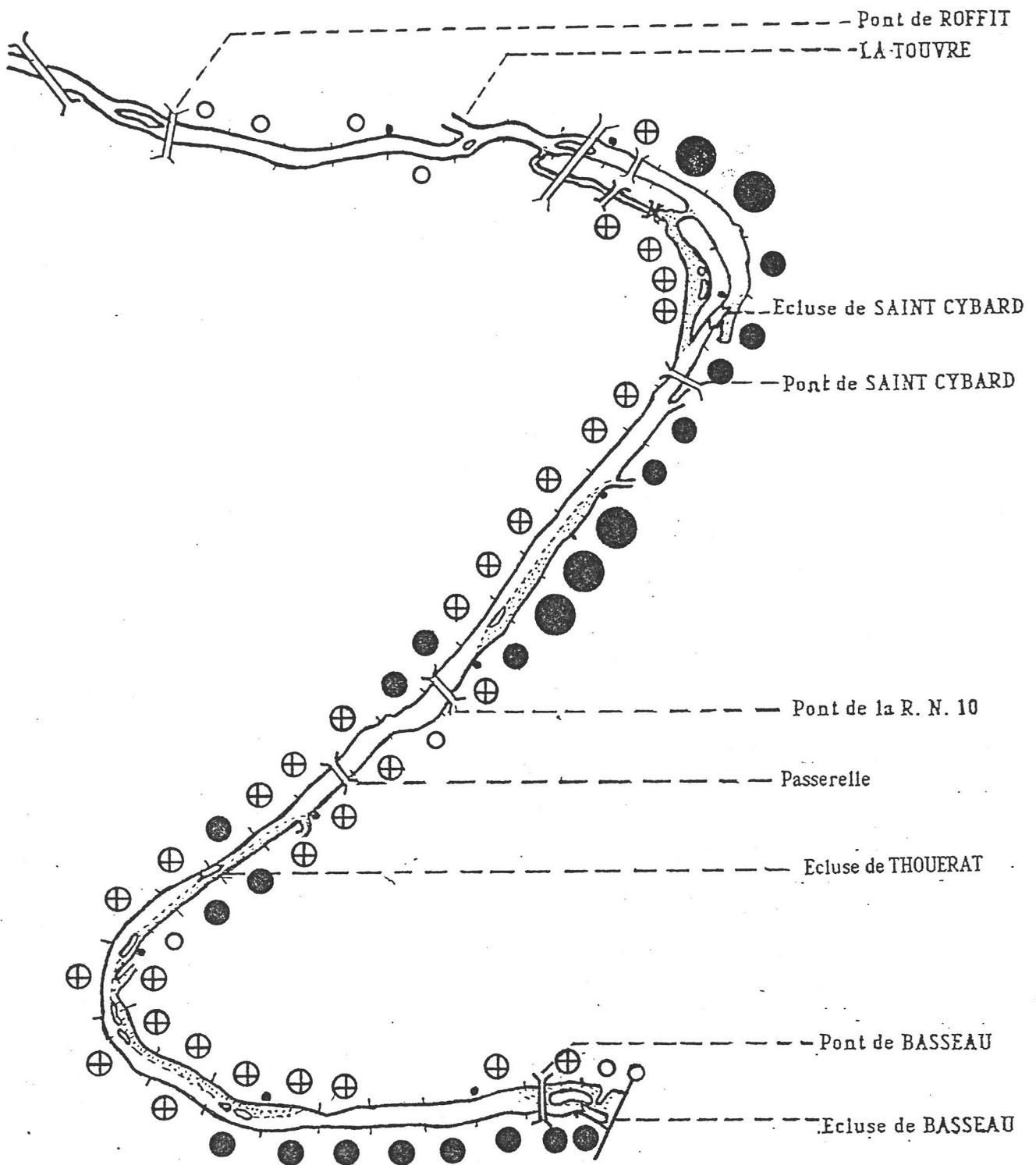
 des villes

 des industries

Echelle:  500 kg/j

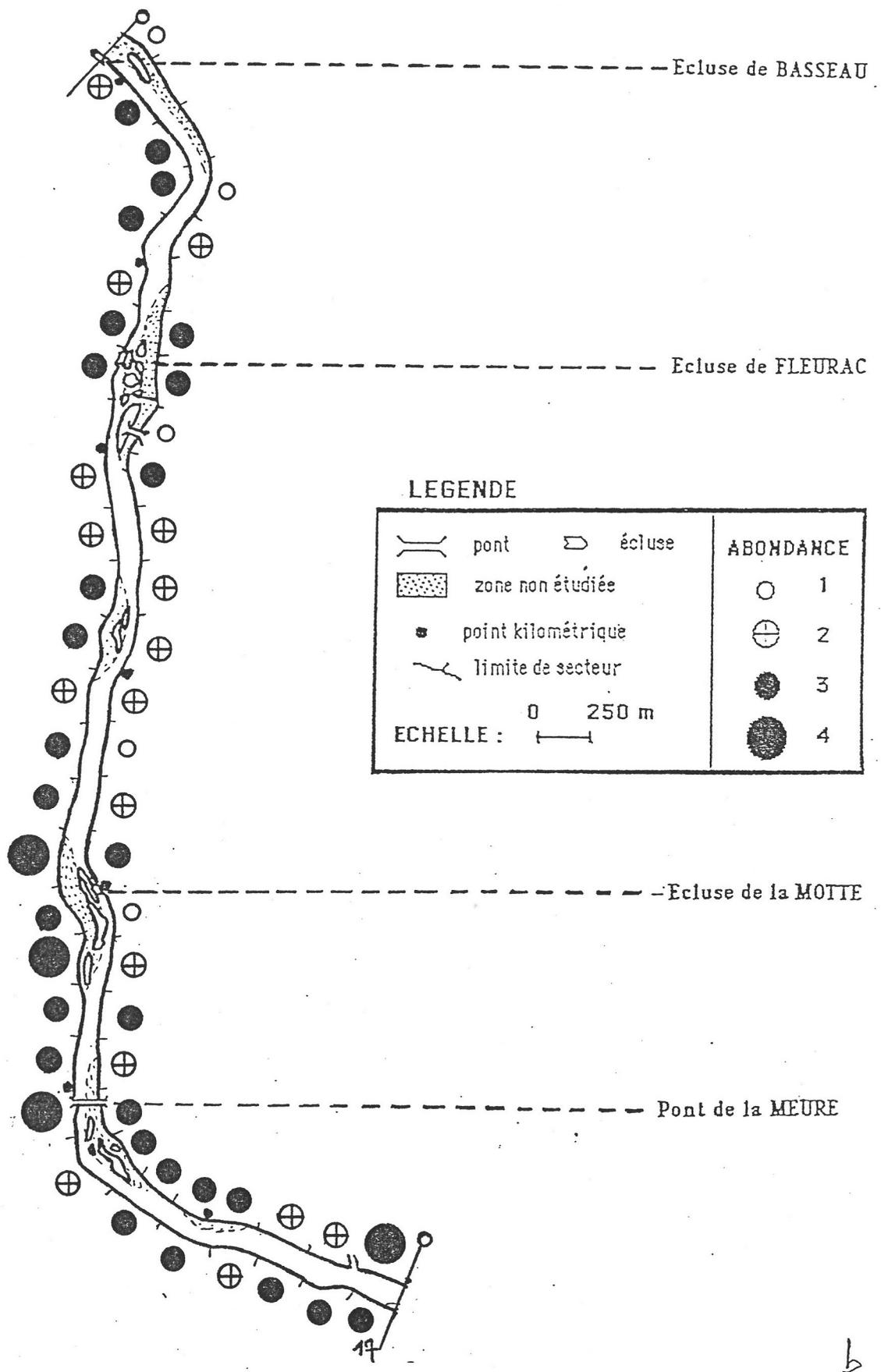
$$(MO = \frac{2DBO + DCO}{3})$$

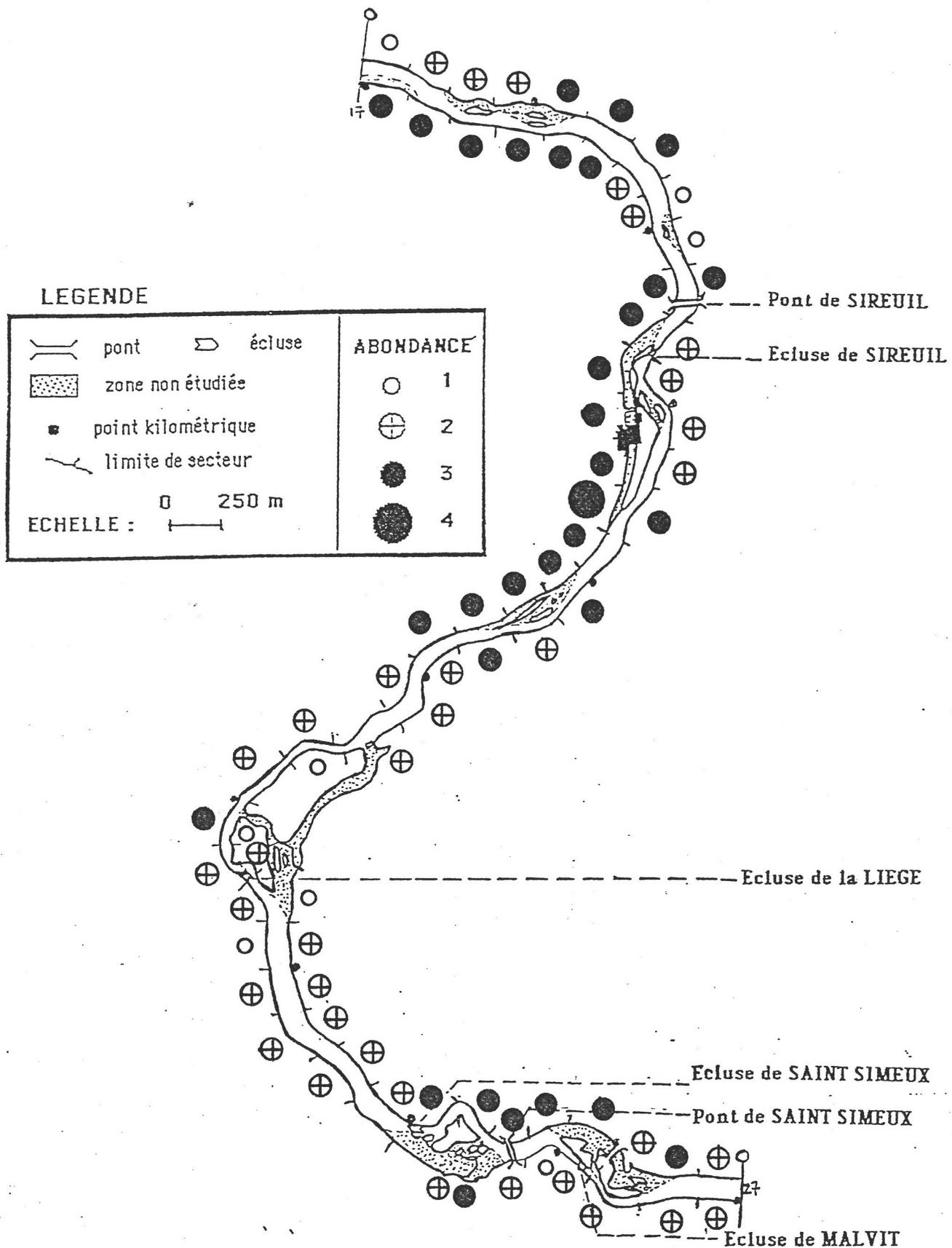


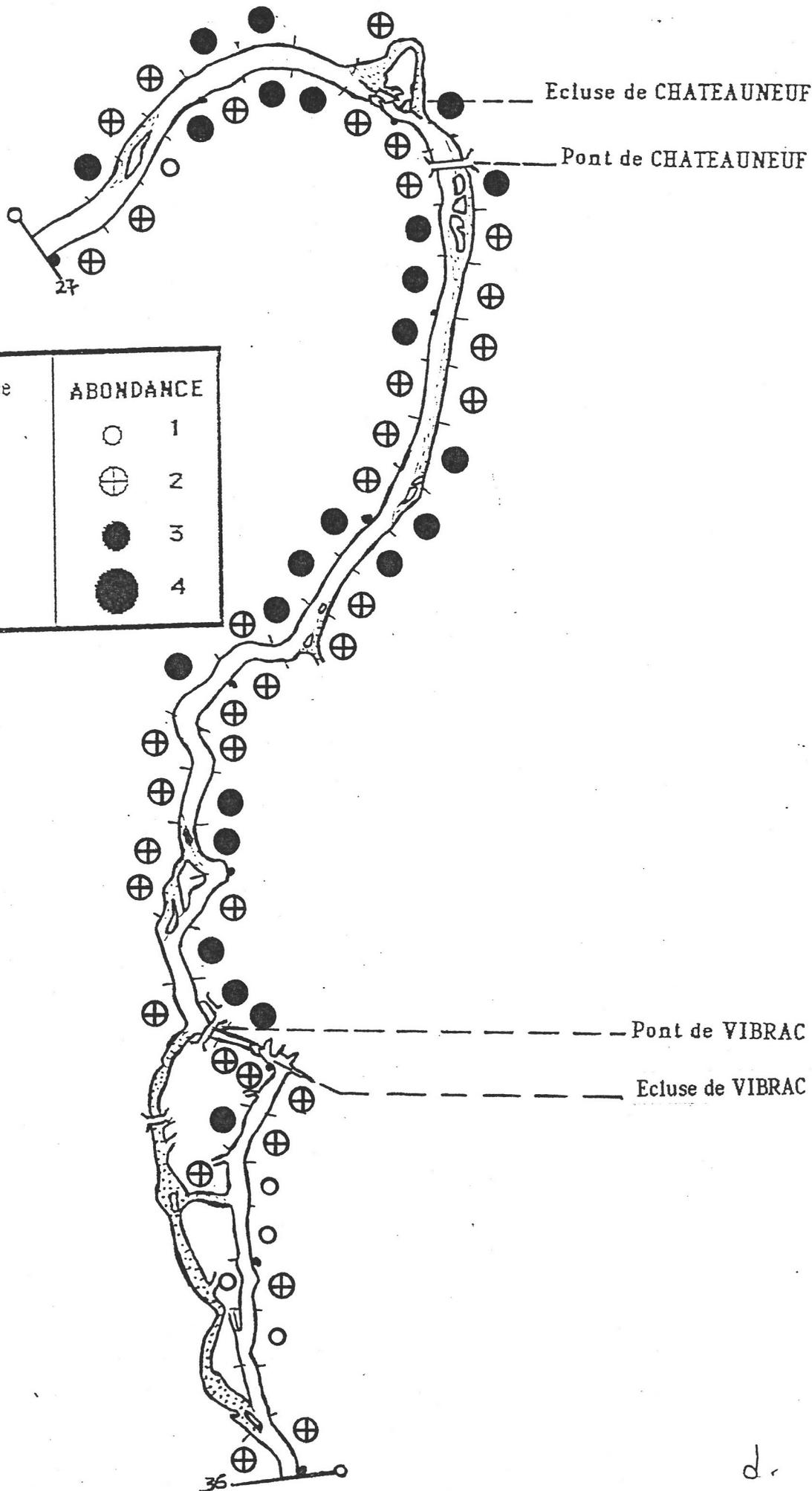


LEGENDE. Représentation de Potamogeton "fin" (POFI)

	pont		écluse	ABONDANCE	
	zone non étudiée		point kilométrique		1
	limite de secteur				2
ECHELLE : 0 250 m					3
					4







LEGENDE

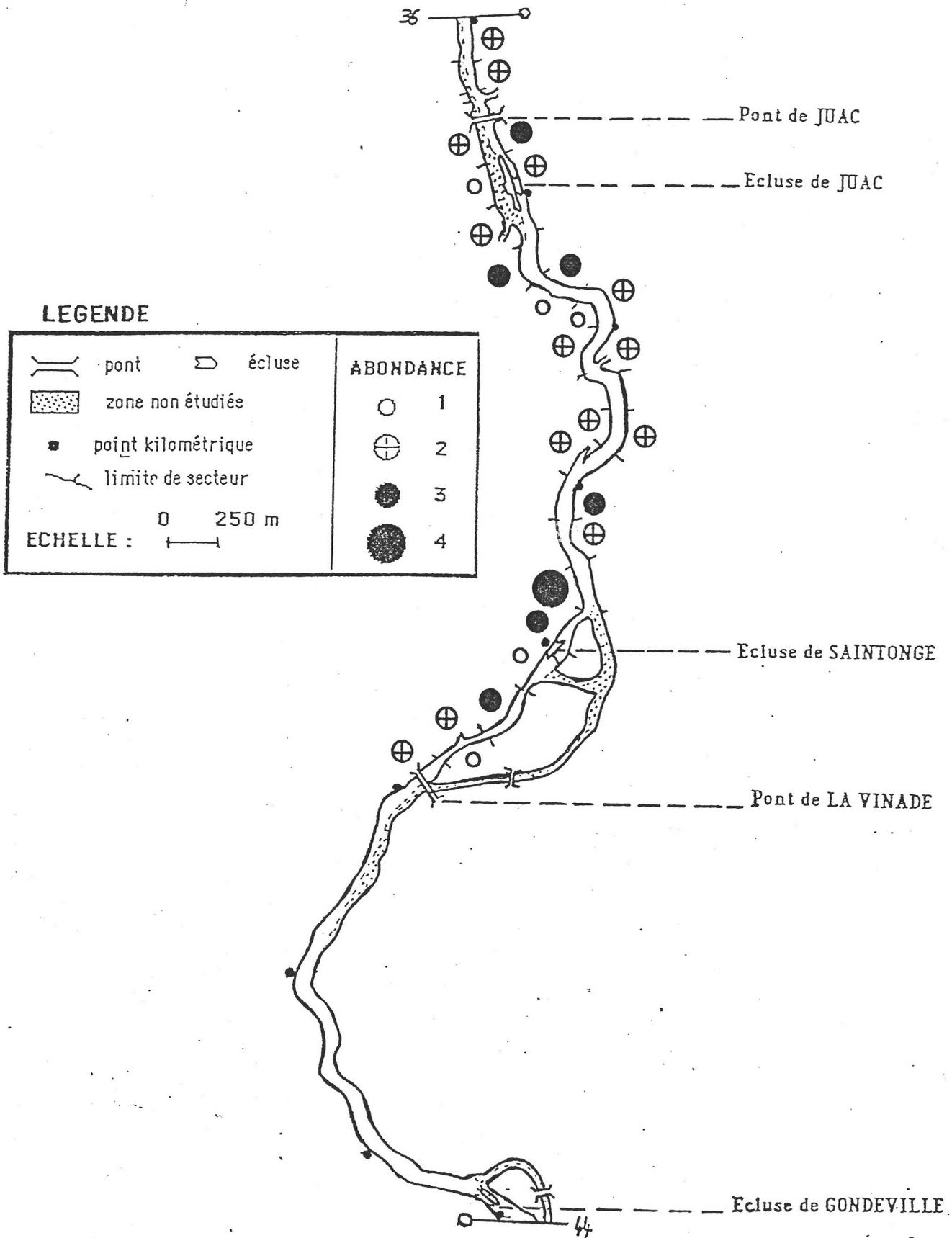
-  pont
-  écluse
-  zone non étudiée
-  point kilométrique
-  limite de secteur

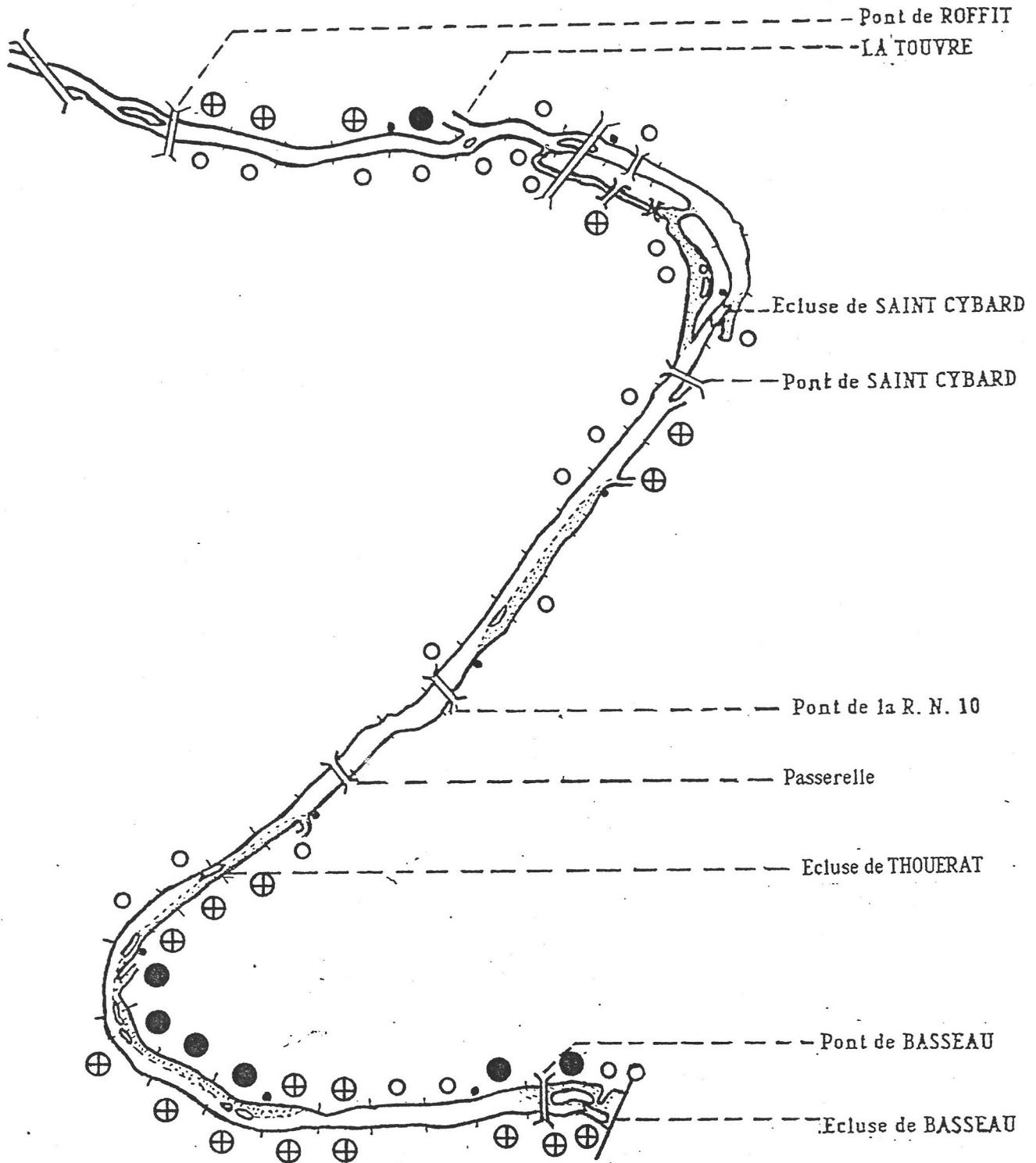
ABONDANCE

-  1
-  2
-  3
-  4

ECHELLE : 0 250 m



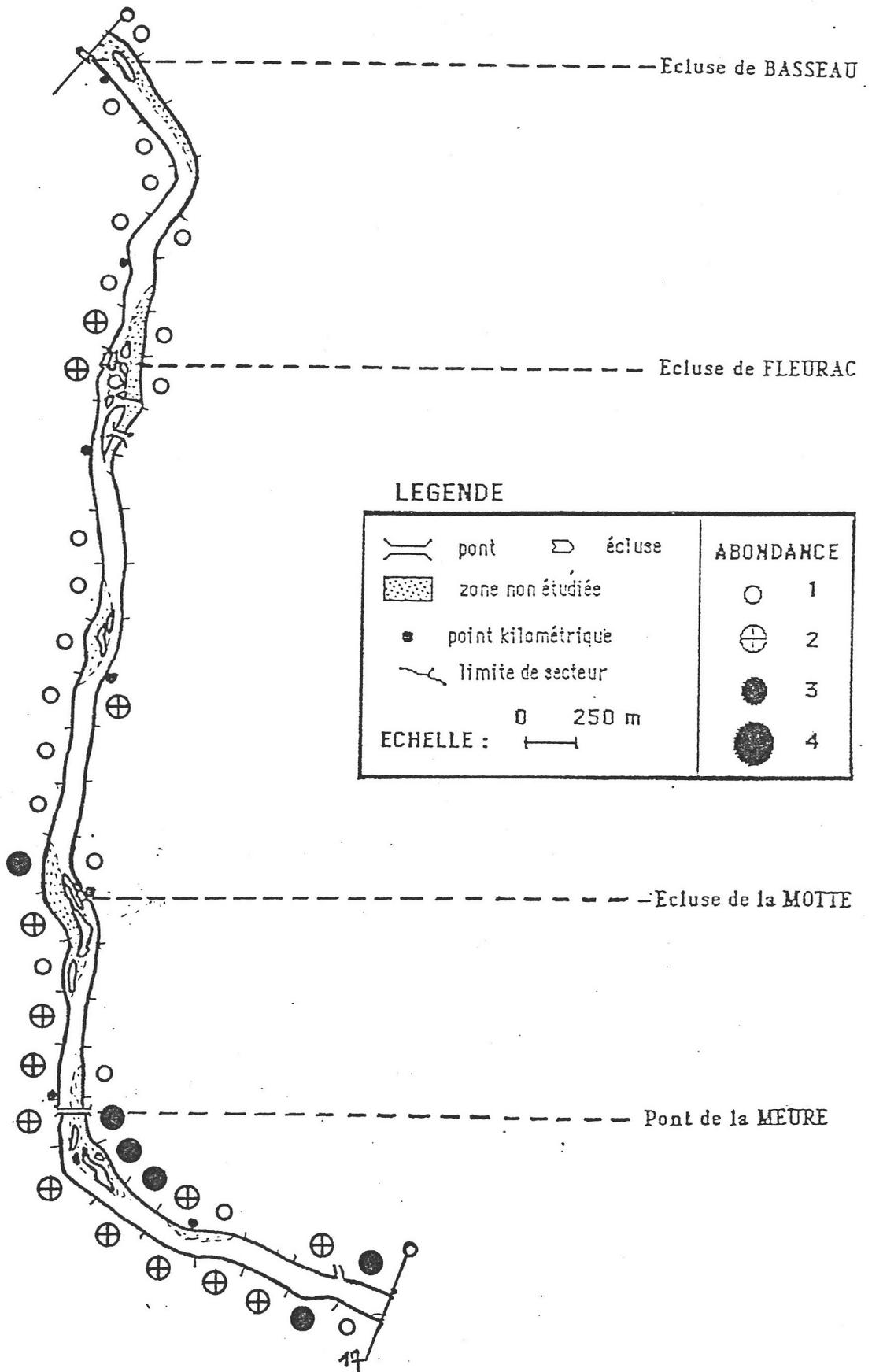


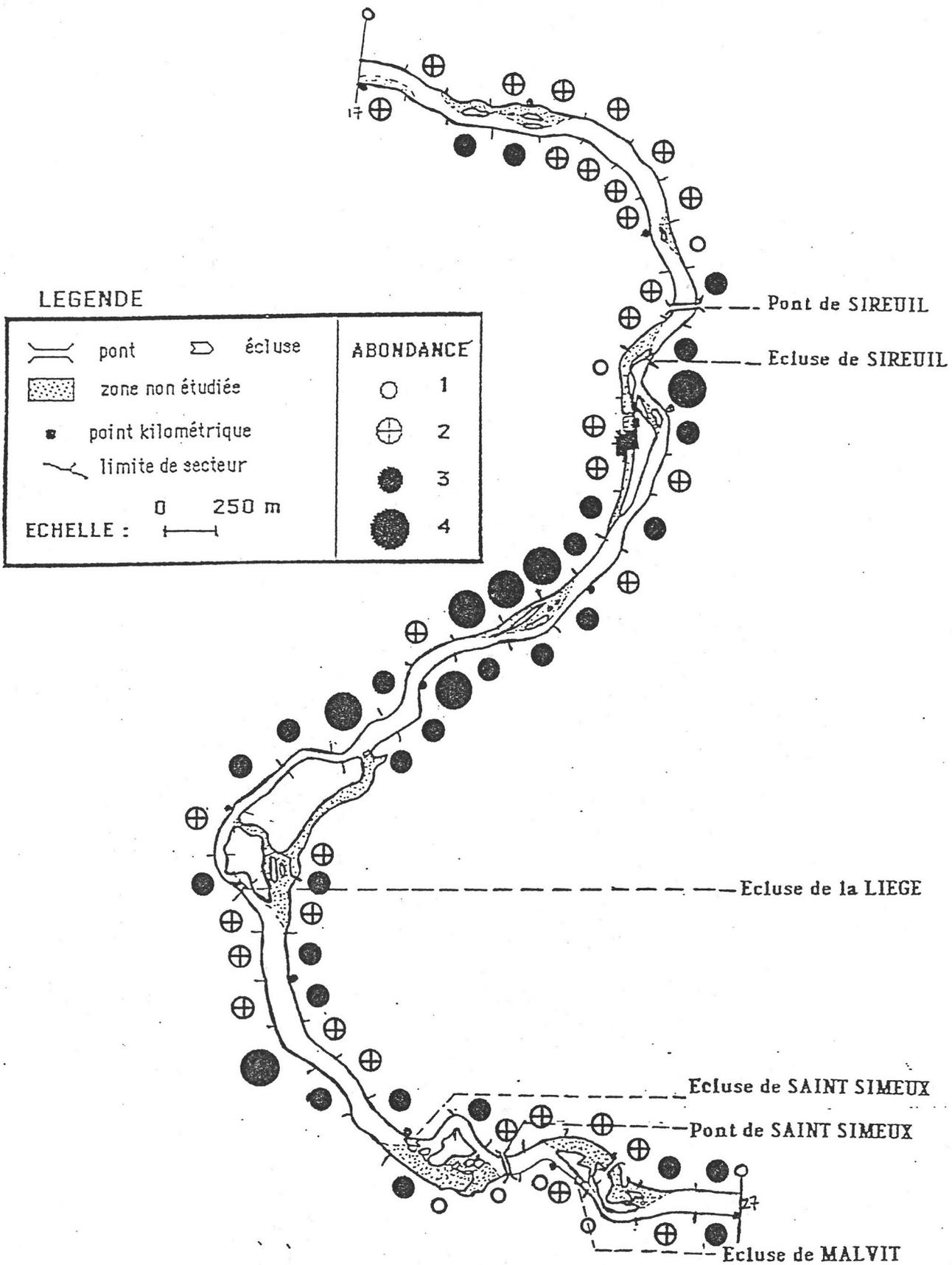


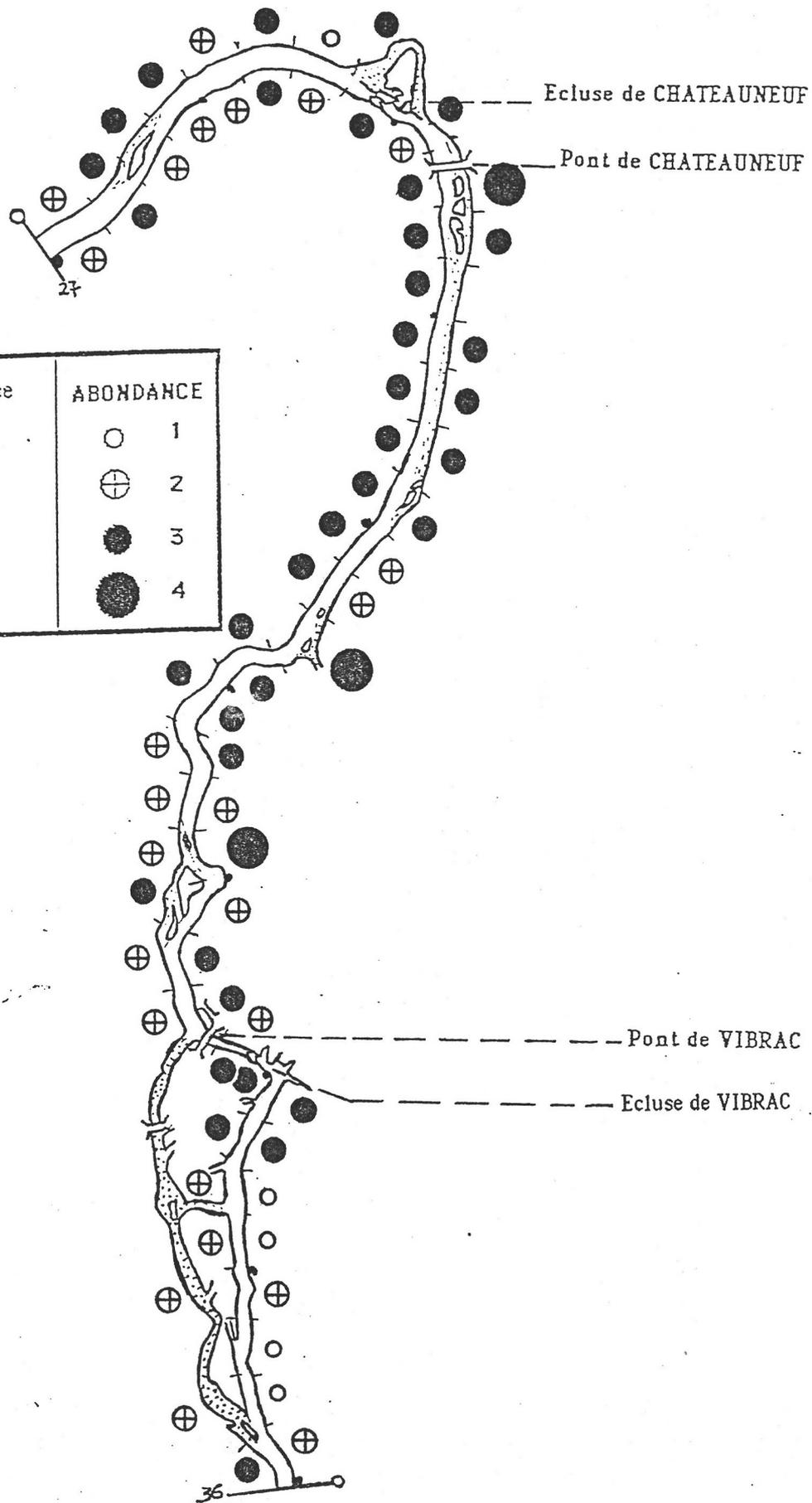
Représentation cartographique
de *Potamogeton fluitans* (POFL)

LEGENDE

	pont		écluse	ABONDANCE	
	zone non étudiée		point kilométrique		1
	limite de secteur				2
					3
					4
ECHELLE :		0 250 m			

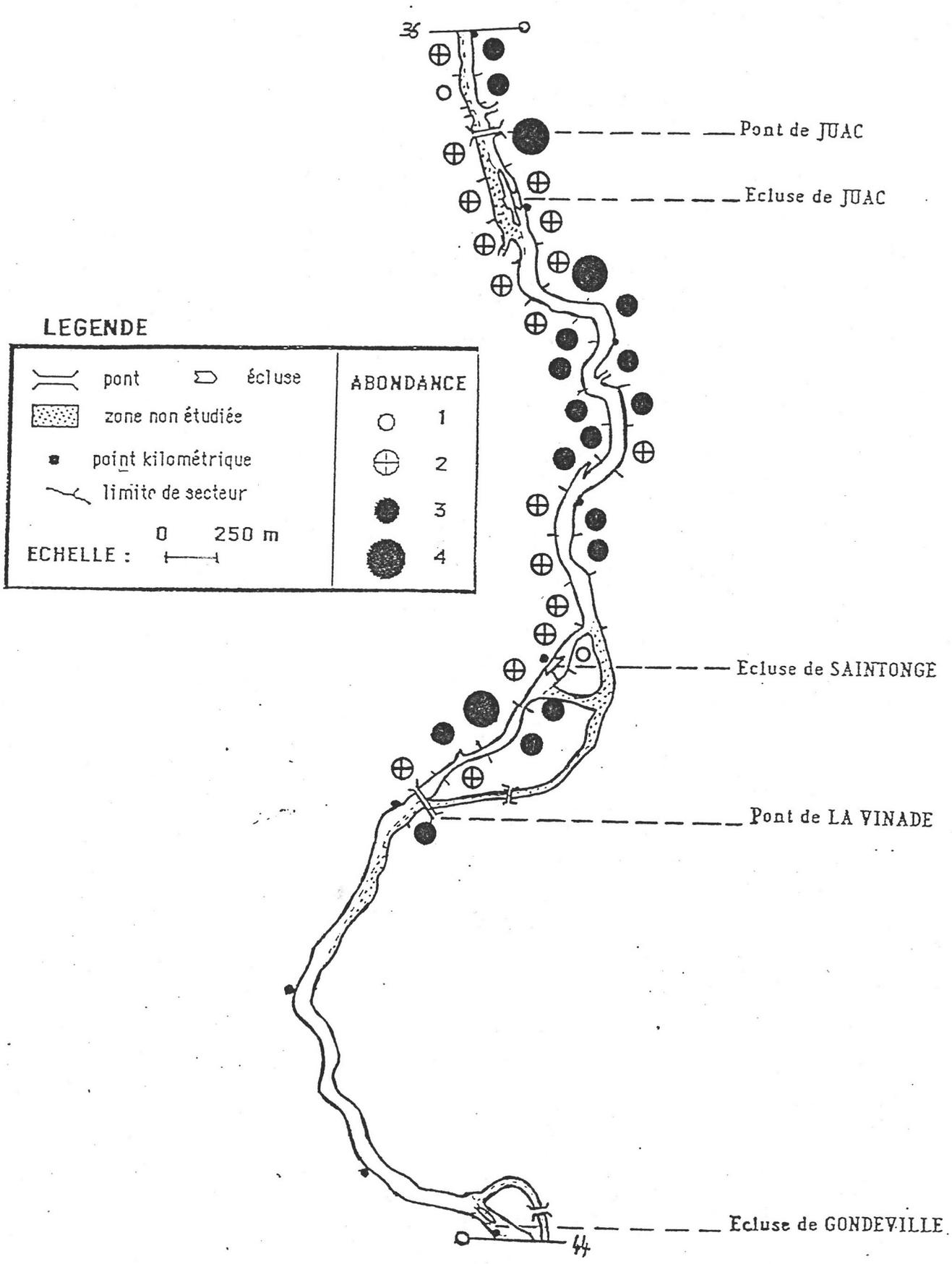






LEGENDE

	pont		écluse	ABONDANCE	
	zone non étudiée				1
	point kilométrique				2
	limite de secteur				3
ECHELLE : 0 250 m 					4



LEGENDE

	pont		écluse	ABONDANCE
	zone non étudiée			
	point kilométrique			
	limite de secteur			
<p>ECHELLE : 0 250 m</p>				
				○ 1
				⊕ 2
				● 3
				● 4

Nuphar lutea (L.) Sibth. et Sym.

Nénuphar jaune

Nymphaeaceae

Hy 11 (XVII)

Vivace : Hy_r profondément submergé à rhizome épais, charnu (3 à 5 cm de diamètre) envasé.

Racines : longues, charnues, nombreuses, pérennantes, fixant fortement le rhizome au "plancher" de l'étang ; alimentaires et rafraîchissantes par ailleurs.

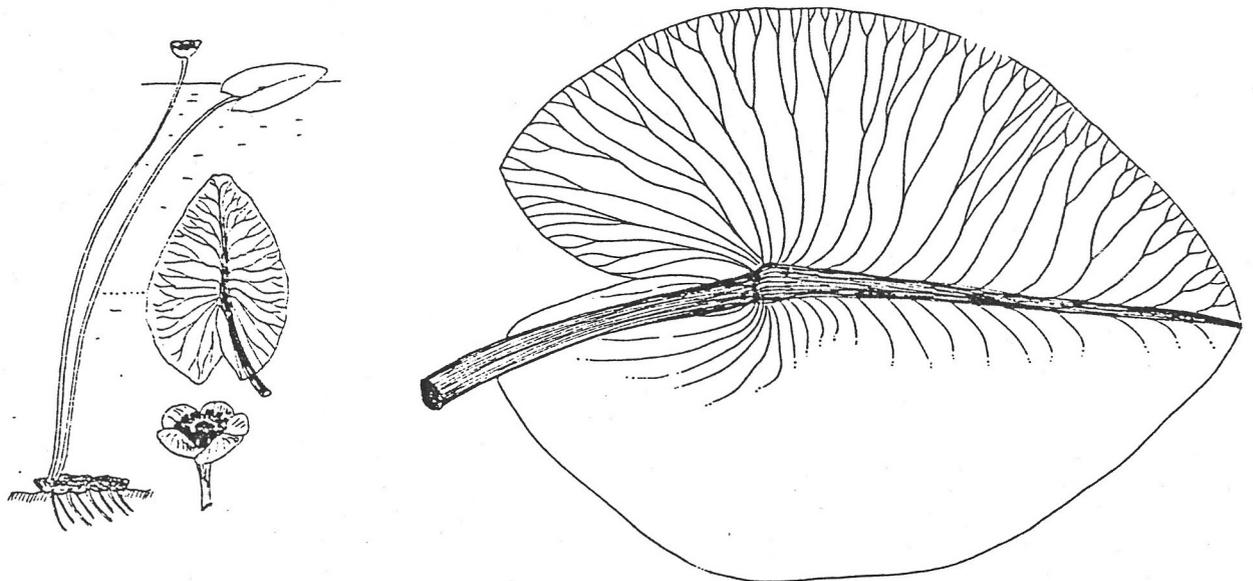
Tige : nulle, réduite au seul rhizome.

Feuilles : flottantes, à pétiole aussi long que la profondeur d'eau elle-même (jusqu'à 2 m), spongieux, à section un peu triquète au sommet ; limbe ovale en coeur à la base ; de forme générale moins arrondie que celle de *Nymphaea alba* ; quelques nervures initiales palmées, puis nervures pennées à partir de la longue nervure principale ; grandes 15 à 30 cm.

Fleur : solitaire, dressée à 10 cm au-dessus de la surface à 5 sépales jaunes à l'intérieur et verdâtres à l'extérieur, arrondis, dressés en cupule.

Etangs, canaux, parfois rivières à cours lent, en eau profonde sur fond vaseux, moins répandu que le *Nymphaea* ; eaux oligotrophes ou eutrophes.

Nuphar lutea



Hy 11

Hydrophytes fixés, à feuilles pratiquement toutes flottantes, élargies à nervures divergentes et à bord entier

1. Feuille simple :

1.1. Feuille cordiforme :

1.1.1. Feuilles radicales issues d'un rhizome profond, envasé, épais :

1111 Pétiole à section triangulaire : feuille ovale-élancée ; dans le courant, les feuilles peuvent être submergées

1112 Pétiole à section circulaire ; feuille orbiculaire

1.1.2. Feuilles caulinaires issues d'un axe flexueux entre deux eaux

1.2. Feuille lancéolée-aiguë, à base tronquée ; longue gaine blanche ; rhizome flexueux entre deux eaux

Nuphar lutea

Nymphaea alba

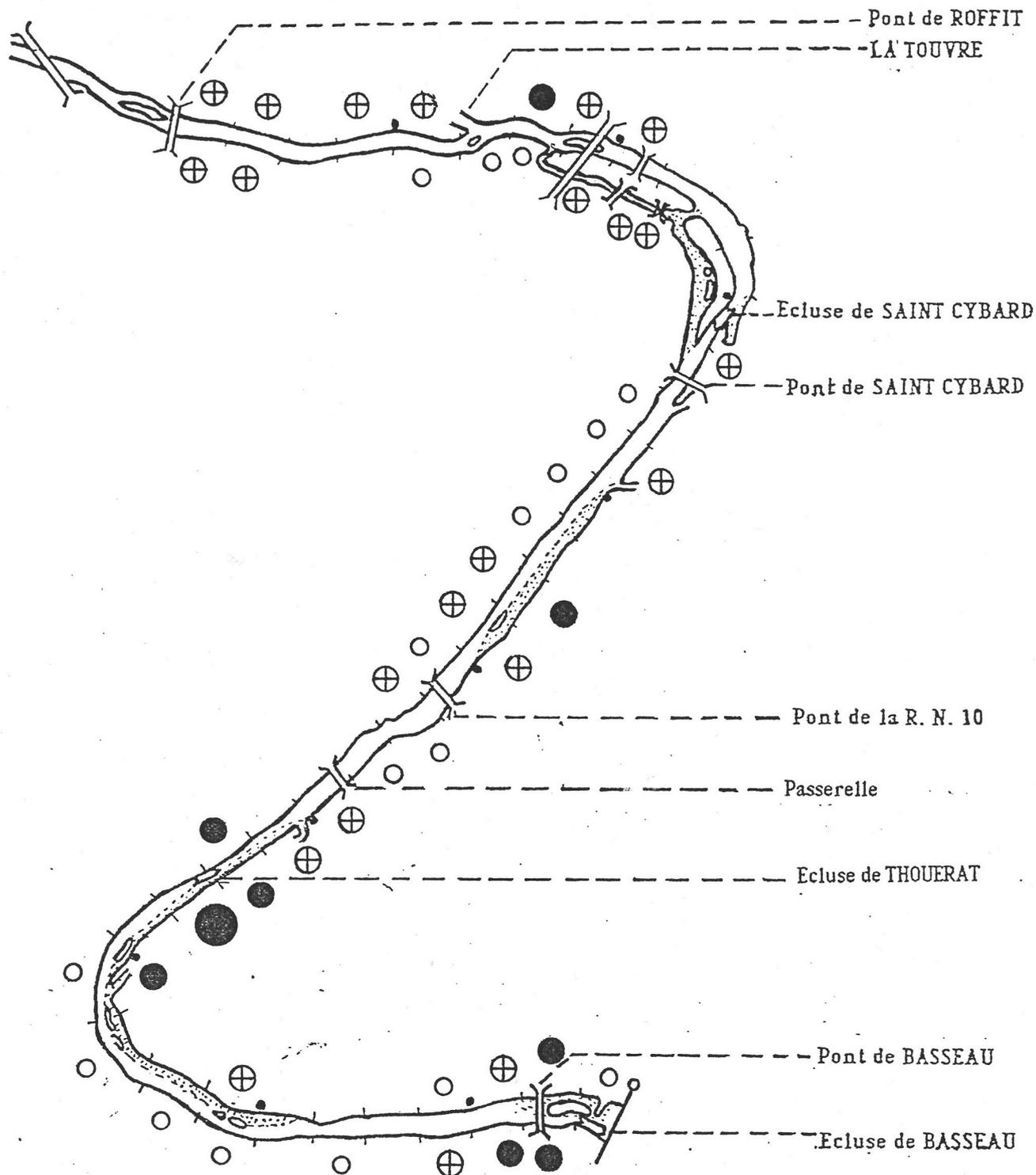
Nymphoides peltata

Polygonum amphibium

2. Feuille quadrifoliée (souvent dressée hors de l'eau)

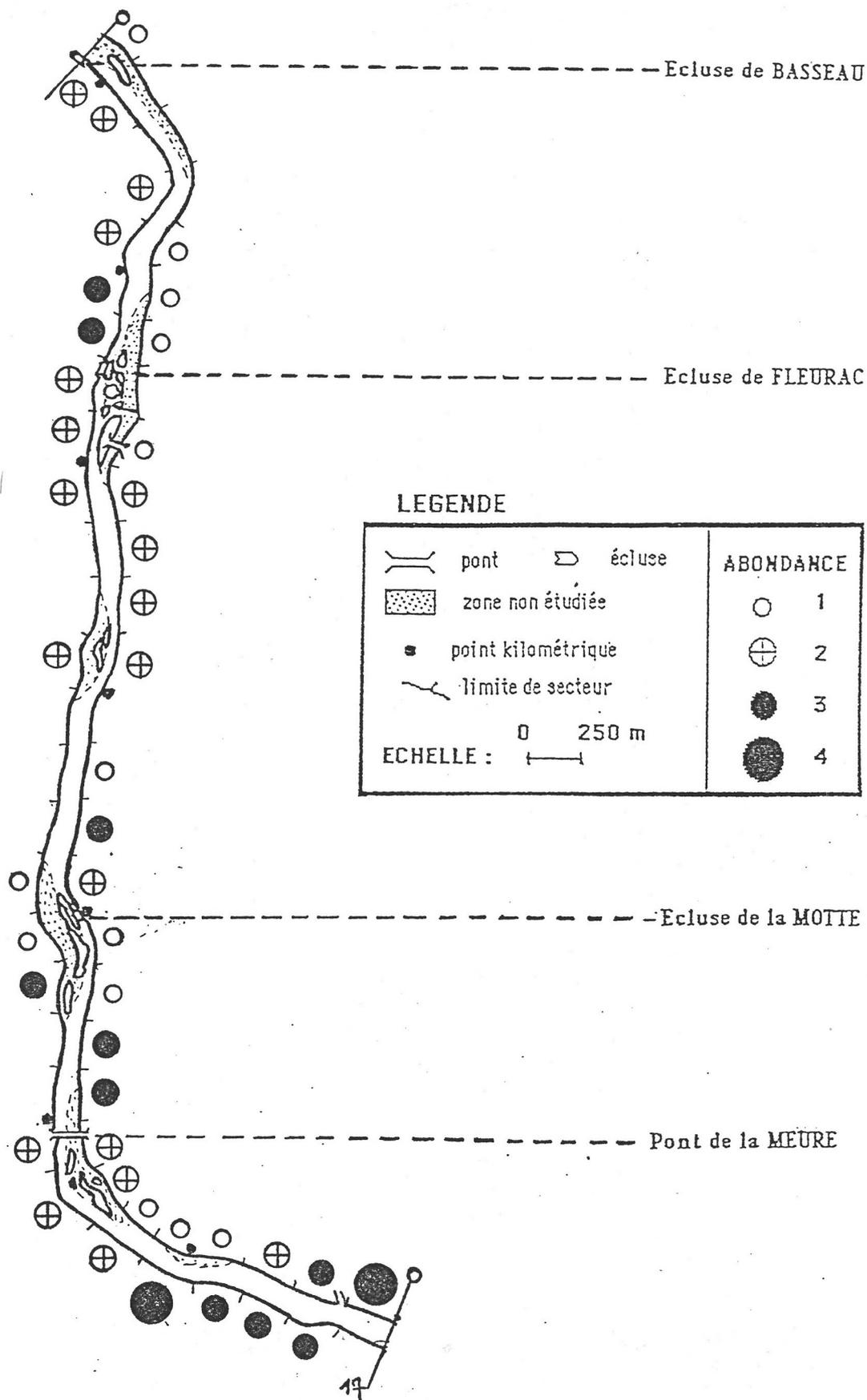
Marsilea quadrifolia

N.B. Voir également *Ludwigia uruguayensis*.



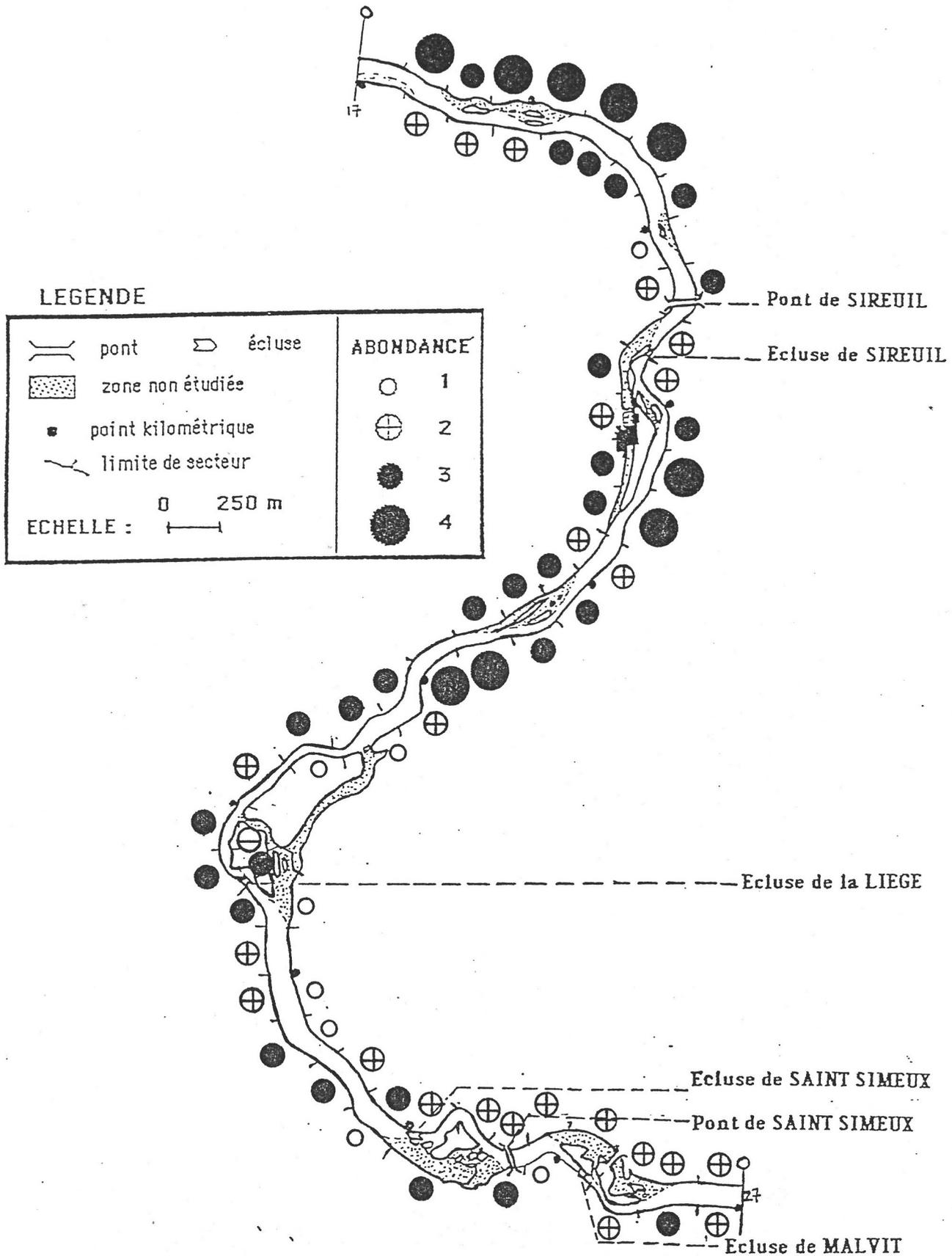
Représentation cartographique
 LEGENDE de *Nuphar luteum* (NULU)

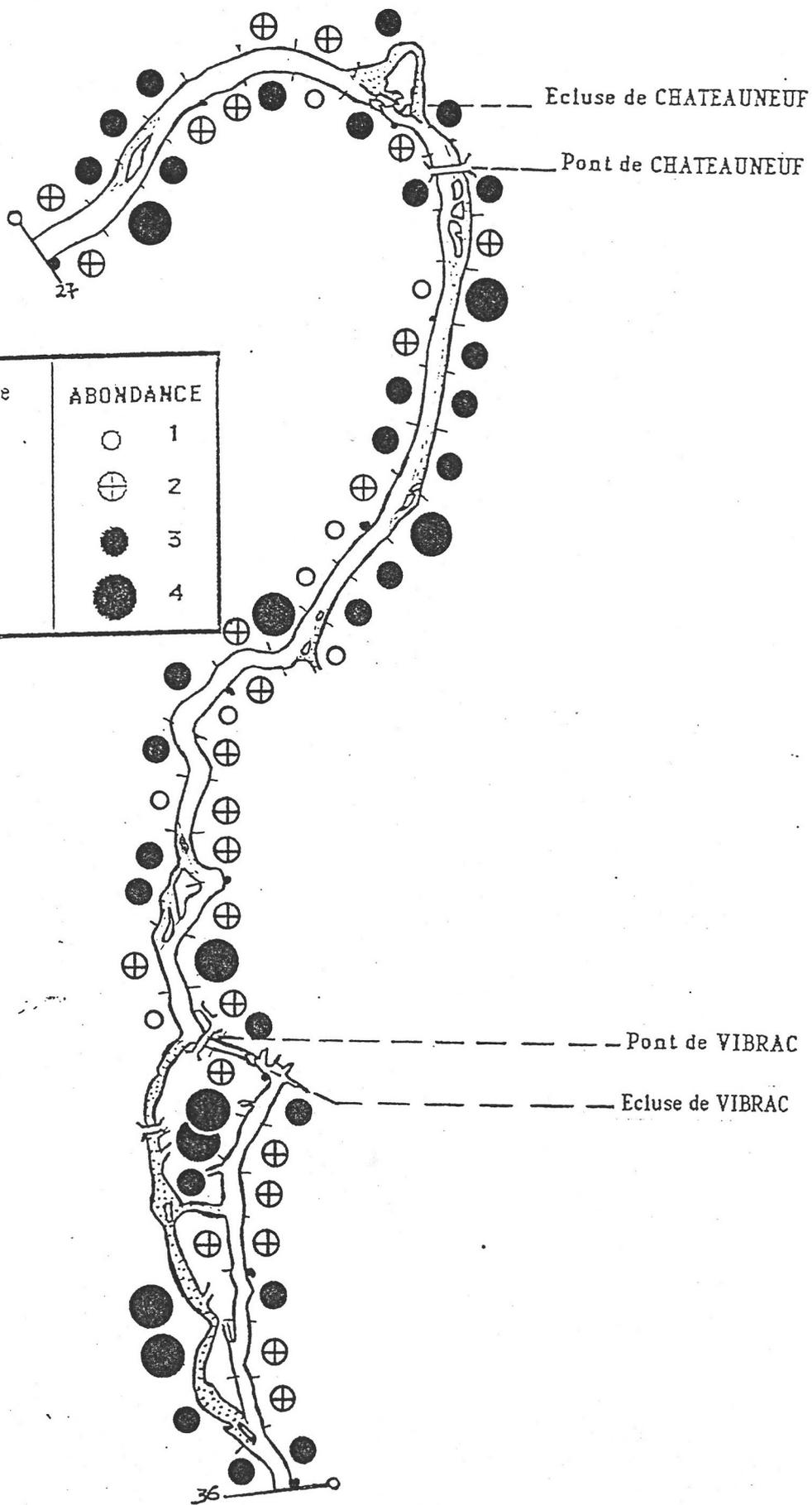
	pont		écluse	ABONDANCE	
	zone non étudiée		point kilométrique		1
	limite de secteur				3
ECHELLE : 0 250 m 					4



LEGENDE

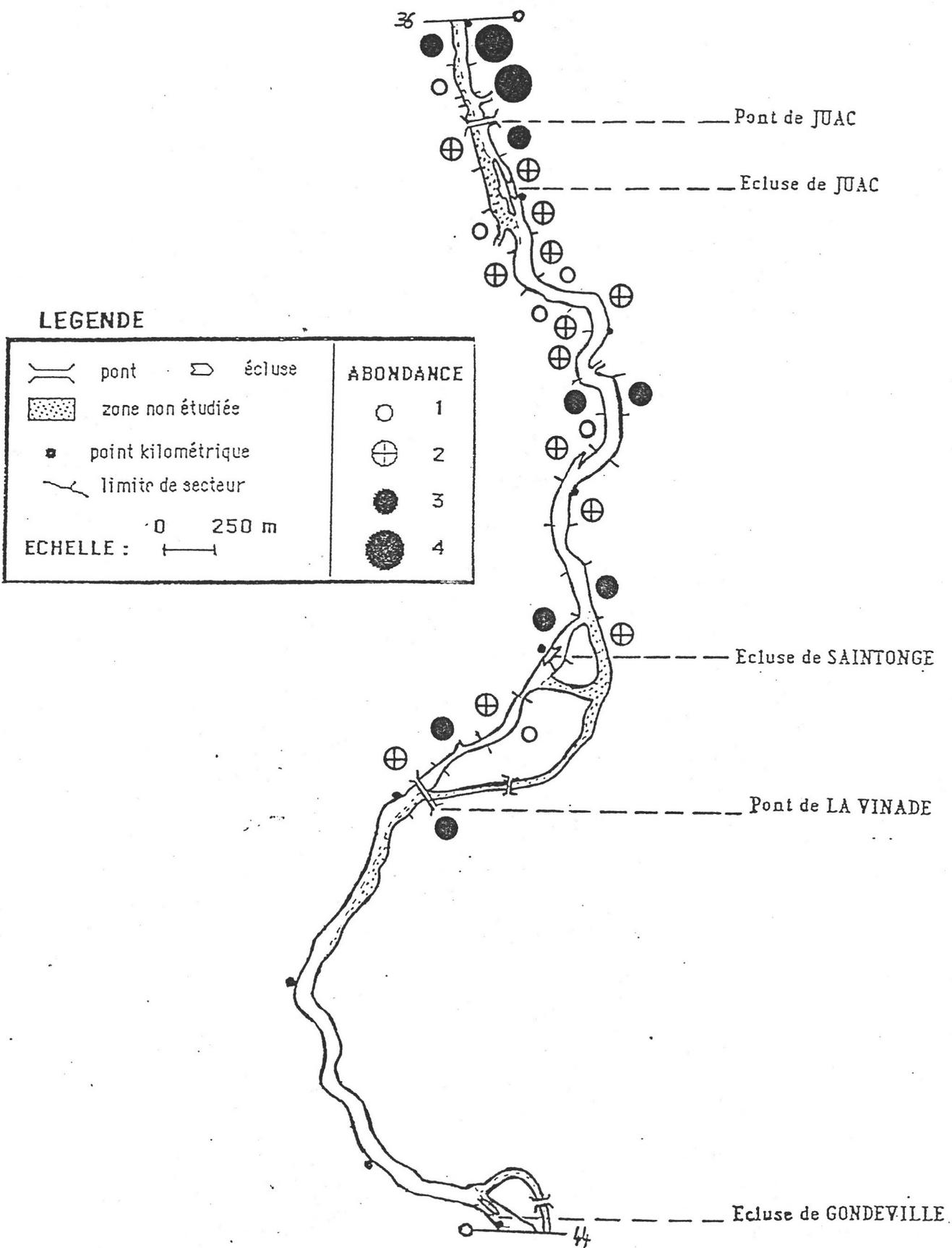
	pont		écluse	ABONDANCE 1 2 3 4
	zone non étudiée			
	point kilométrique			
	limite de secteur			
ECHELLE : 0 250 m				





LEGENDE

	pont		écluse
	zone non étudiée		
	point kilométrique		
	limite de secteur		
<p>0 250 m</p> <p>ECHELLE : </p>		<p>ABONDANCE</p> <p> 1</p> <p> 2</p> <p> 3</p> <p> 4</p>	



Myriophyllum spp.

Haloracaceae

Myriophylles

Hy 8 (XVI)

M. alterniflorum Dc. in Lam., *M. spicatum* L., *M. verticillatum* L.

Vivaces : Hy, profondément submergés.

Racines : latérales sur la portion couchée et radicante de la tige.

Tige : grêle, rameuse (peu rameuse chez *M. verticillatum*, très rameuse en eaux vives et en nappes traînantes dans le courant chez *M. alterniflorum*).

Feuilles : verticillées par 4 en croix (ou davantage *M. verticillatum*), entièrement divisées le long des nervures pennées en segments laciniés ; segments capillaires, soit très fins et mous hors de l'eau (formes en eaux vives de *M. alterniflorum*) soit simplement linéaires, légèrement plus raides et opposées dans les formes en eaux stagnantes (*M. spicatum* et *M. verticillatum*).

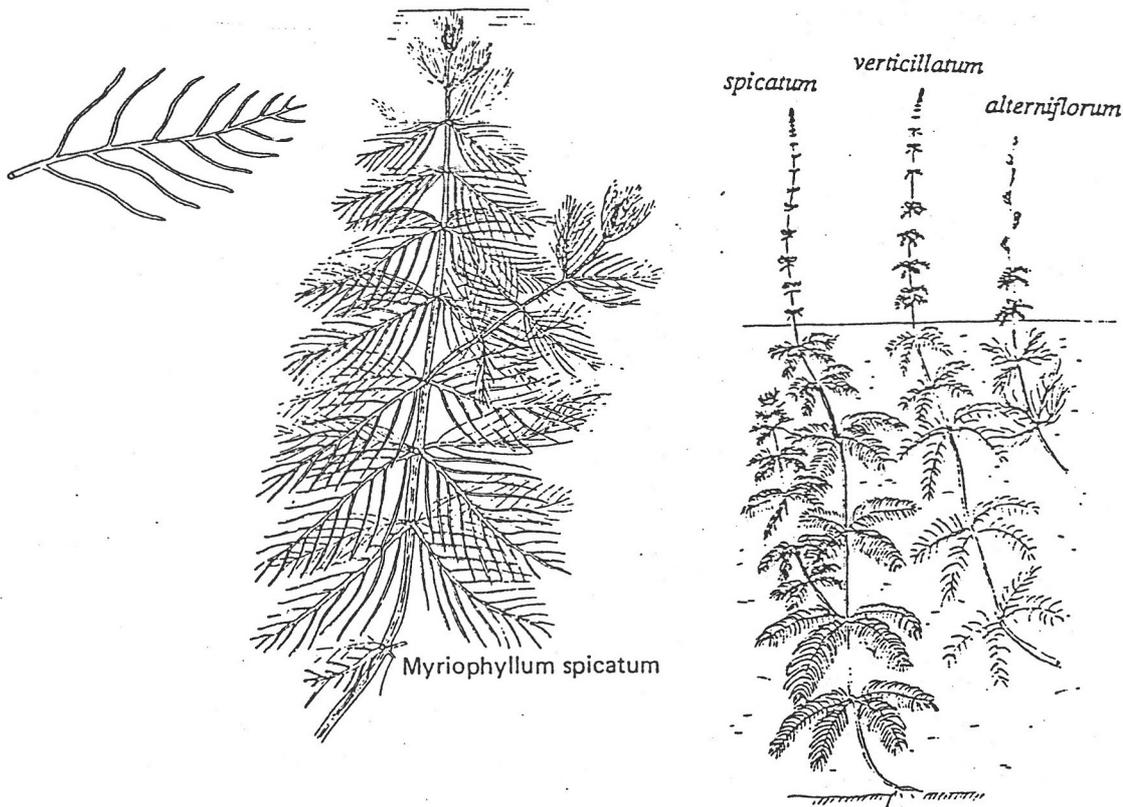
Fleurs : en épi feuillé (*M. verticillatum*) ou non, affleurant ou dépassant légèrement au-dessus du plan d'eau ; plantes stériles en eaux vives ; fleurs verticillées (alternes chez *M. alterniflorum*).

Soit en eaux vives (*M. alterniflorum*), soit plus généralement en eaux stagnantes ; profondément submergés, formant des nappes particulièrement denses ; répandus dans le monde entier avec les deux espèces *M. spicatum* et *M. verticillatum* ; *M. alterniflorum* étant européen et atlantique dans sa répartition :

oligotrophe : *M. alterniflorum*

eutrophe : *M. verticillatum*

tendance alcaline : *M. spicatum*.



Hy 8

Hydrophytes fixés, à feuilles submergées, divisées ou composées-pennées à folioles ou divisions opposées, simples, entières ou découpées, mais jamais divisées une seconde fois

2.2. Feuilles verticillées régulièrement par 4 le long des axes verticaux submergés ; la floraison hors de l'eau permet la distinction

2.2.1. Fleurs alternes axillées par des bractées au sommet et par des feuilles laciniées à la base de l'inflorescence

2.2.2. Fleurs verticillées en épis munis de bractées seules

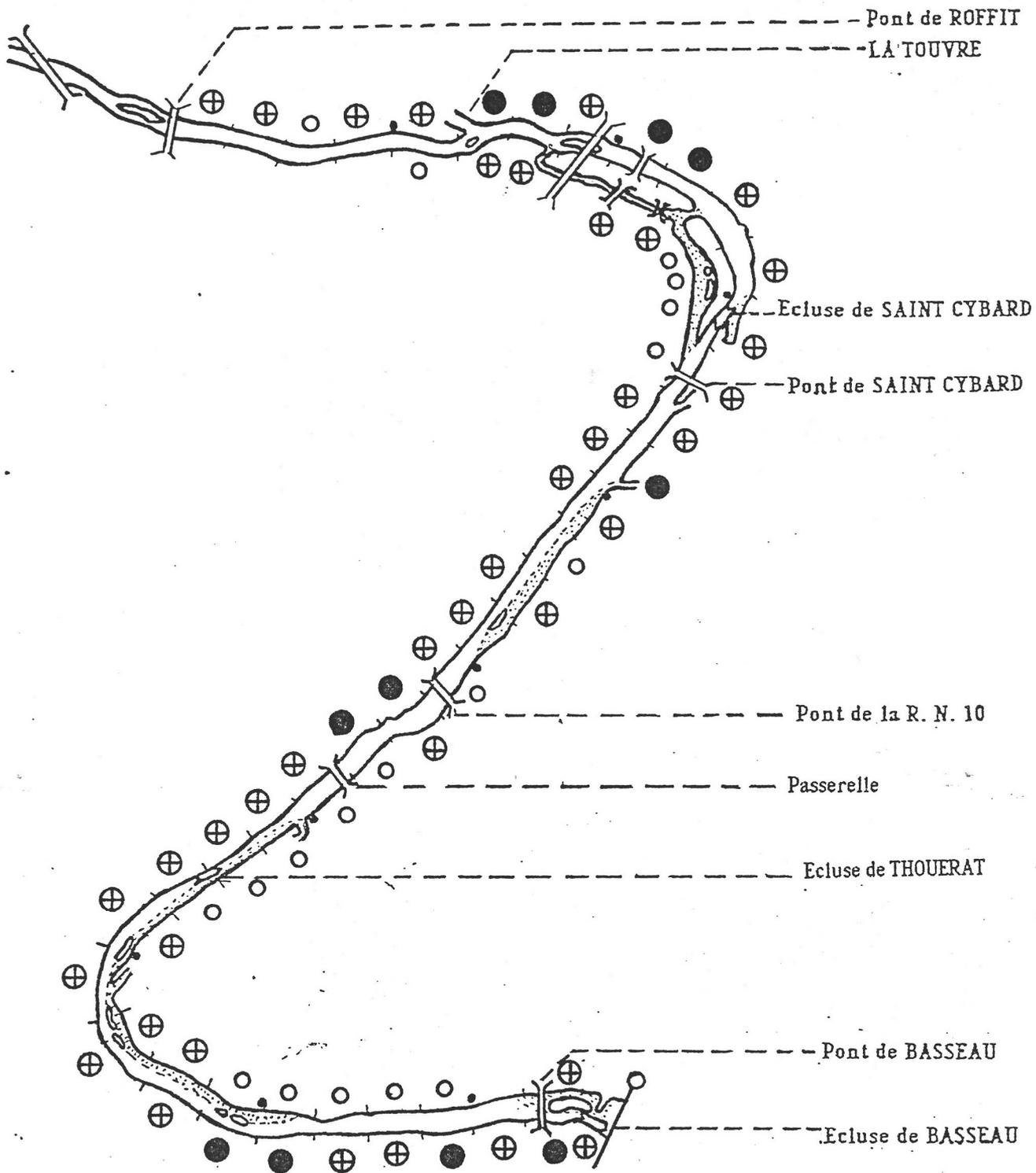
2.2.3. Fleurs verticillées échelonnées à l'aisselle de feuilles laciniées

Myriophyllum

alterniflorum

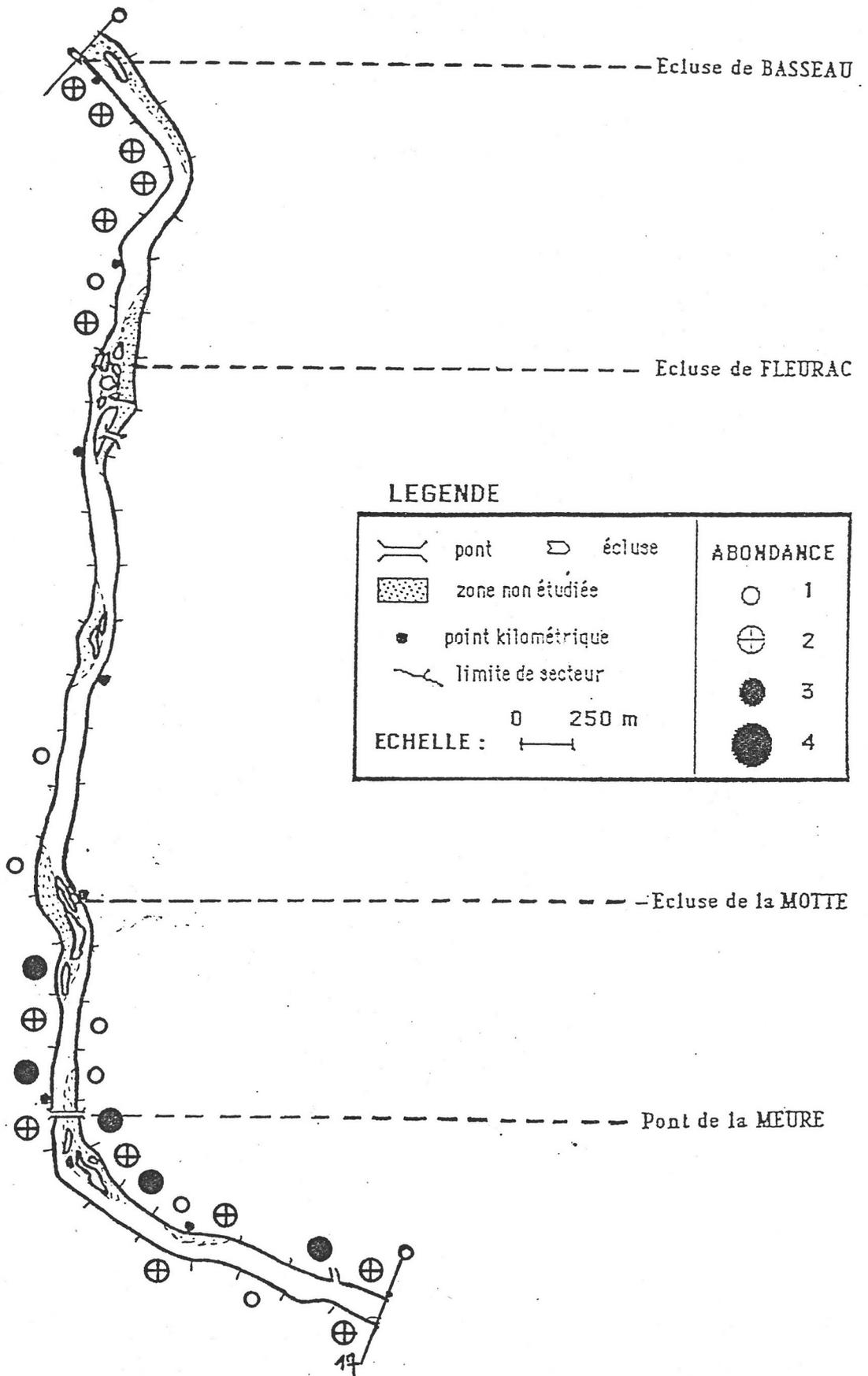
spicatum

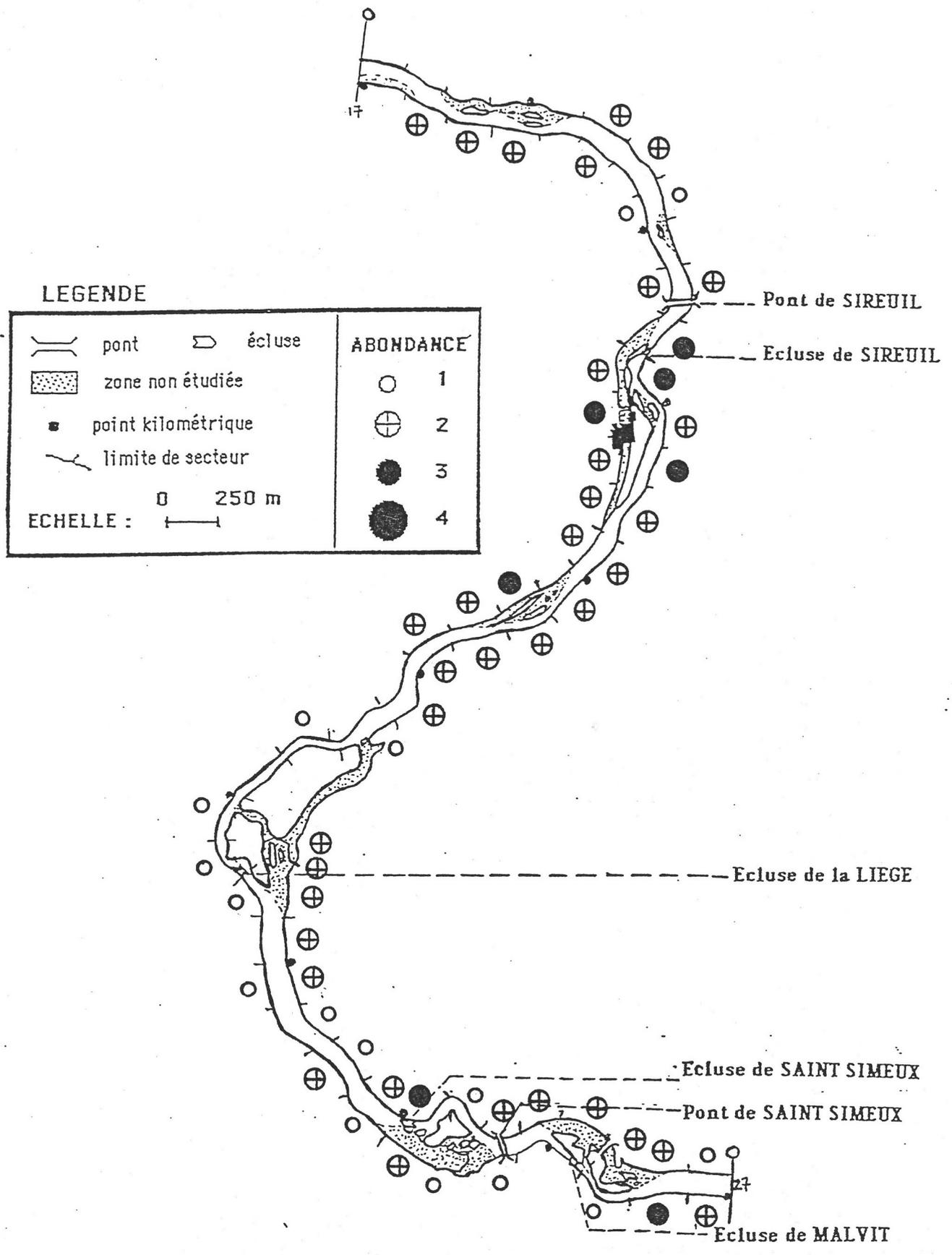
verticillatum



LEGENDE *Représentation de nysp*

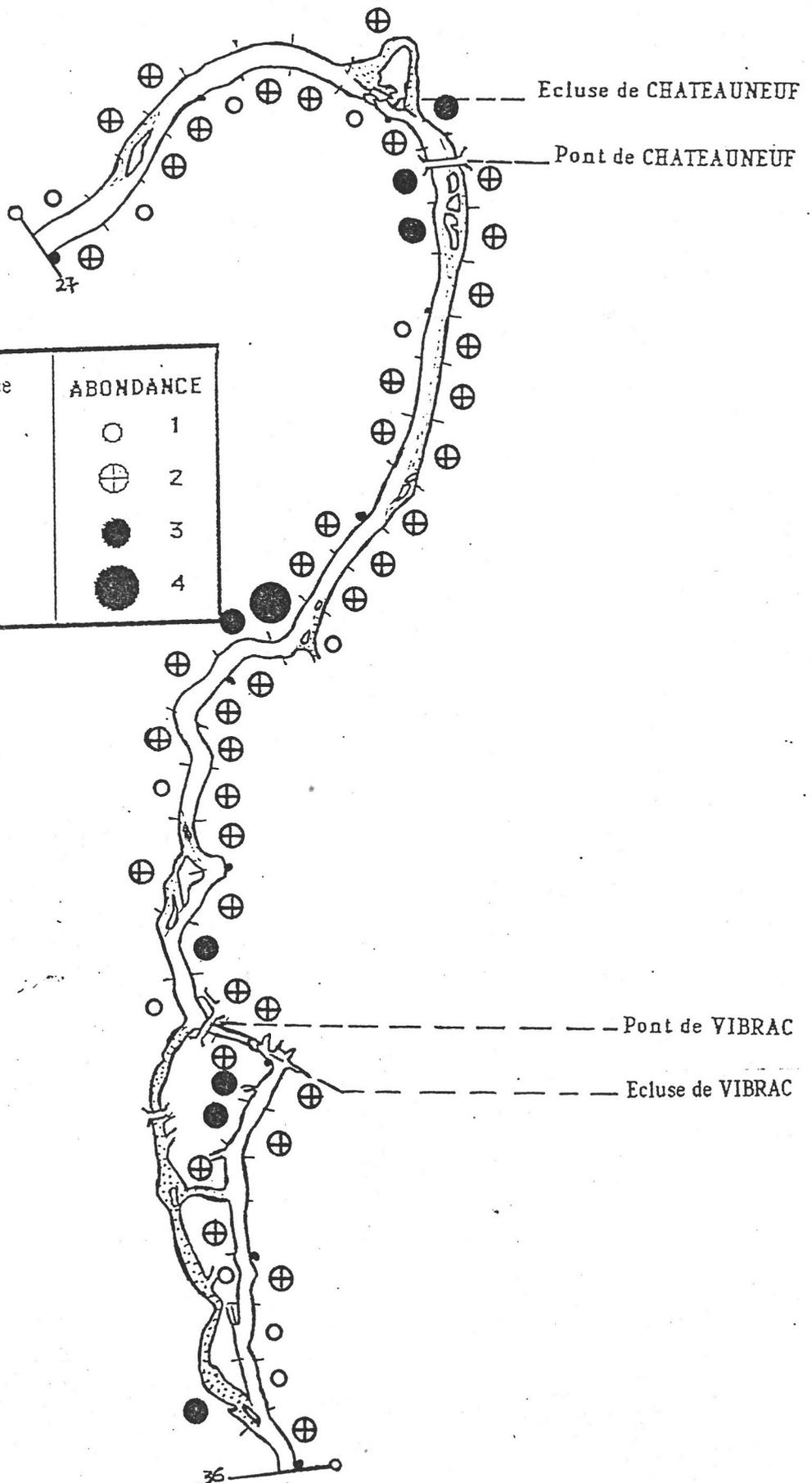
	pont		écluse	ABONDANCE	
	zone non étudiée		point kilométrique		1
	limite de secteur				3
ECHELLE : 250 m					4





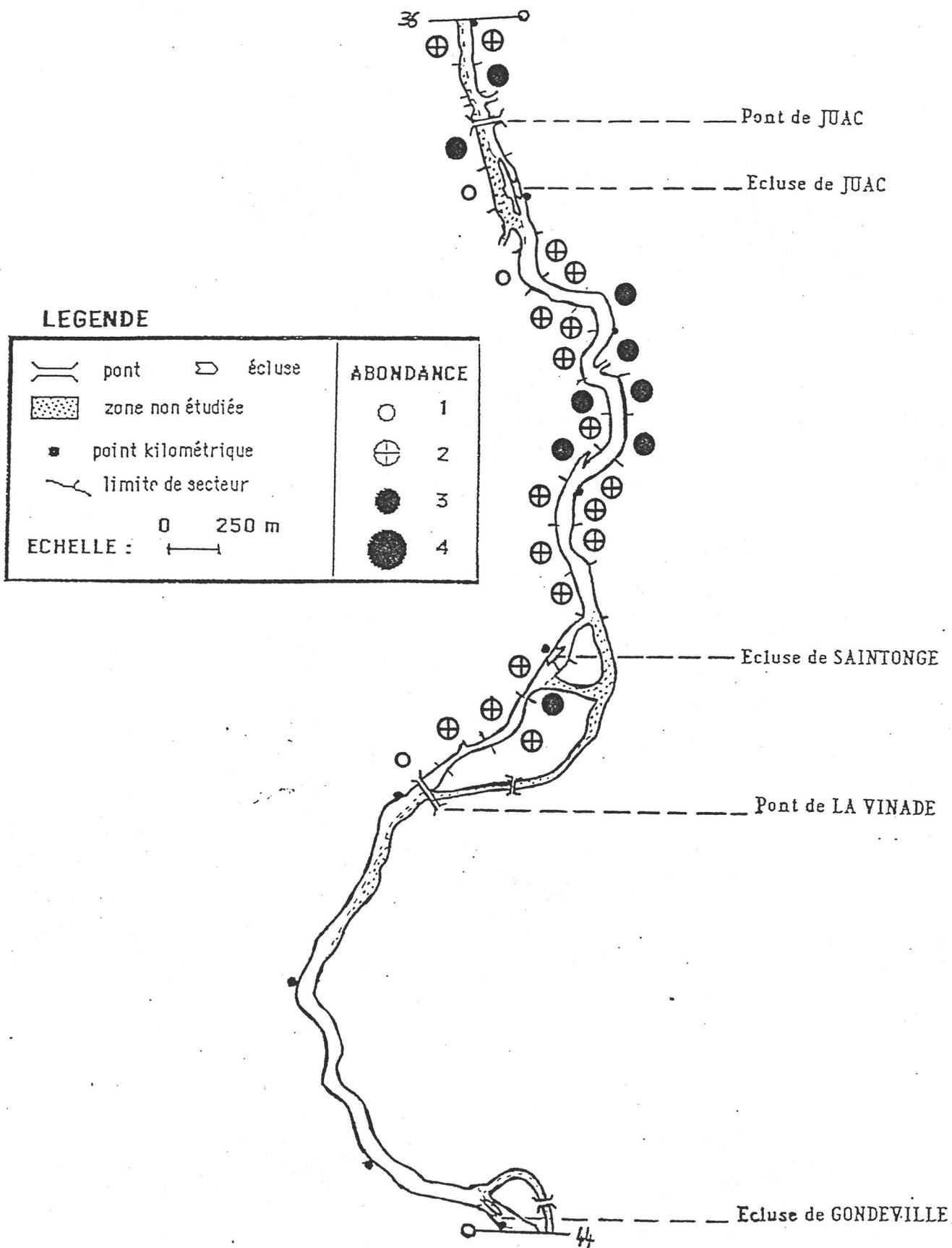
LEGENDE

	pont		écluse	ABONDANCE ○ 1 ⊕ 2 ● 3 ⊙ 4
	zone non étudiée			
	point kilométrique			
	limite de secteur			
ECHELLE : 250 m				



LEGENDE

	pont		écluse
	zone non étudiée		
	point kilométrique		
	limite de secteur		
<p>ECHELLE : 0 250 m</p>			
		ABONDANCE	
			1
			2
			3
			4



Sagittaria sagittifolia L.

Alismataceae

Sagittaire à feuilles en fer de flèche,
Fléchière

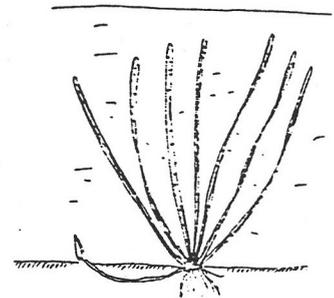
Hy 2 HI A,L (XXV)

Vivace : Hy_T à stolons, éventuellement HI.

Racines : fasciculées, nombreuses, ridées, naissant de la souche presque bulbeuse.

Tige : stolons blanchâtres allongés, tubérisant à leur sommet ; aucune tige végétative ; tige florifère haute de 40 à 80 cm, triangulaire-arrondie, creuse.

Sagittaria sagittifolia
stade aquatique



Sagittaria sagittifolia

Hy 2

Hydrophytes fixés, à feuilles toutes submergées, simples, en rosette, formant souvent des "prairies" en eaux profondes

2. Feuille rubanée ; relativement longue dépassant 20 cm :

2.1. Présence de stolons ou largeur des feuilles supérieure à 1 cm :

2.1.1. Feuille dentée tout au long ; 20 à 40 x 4 cm

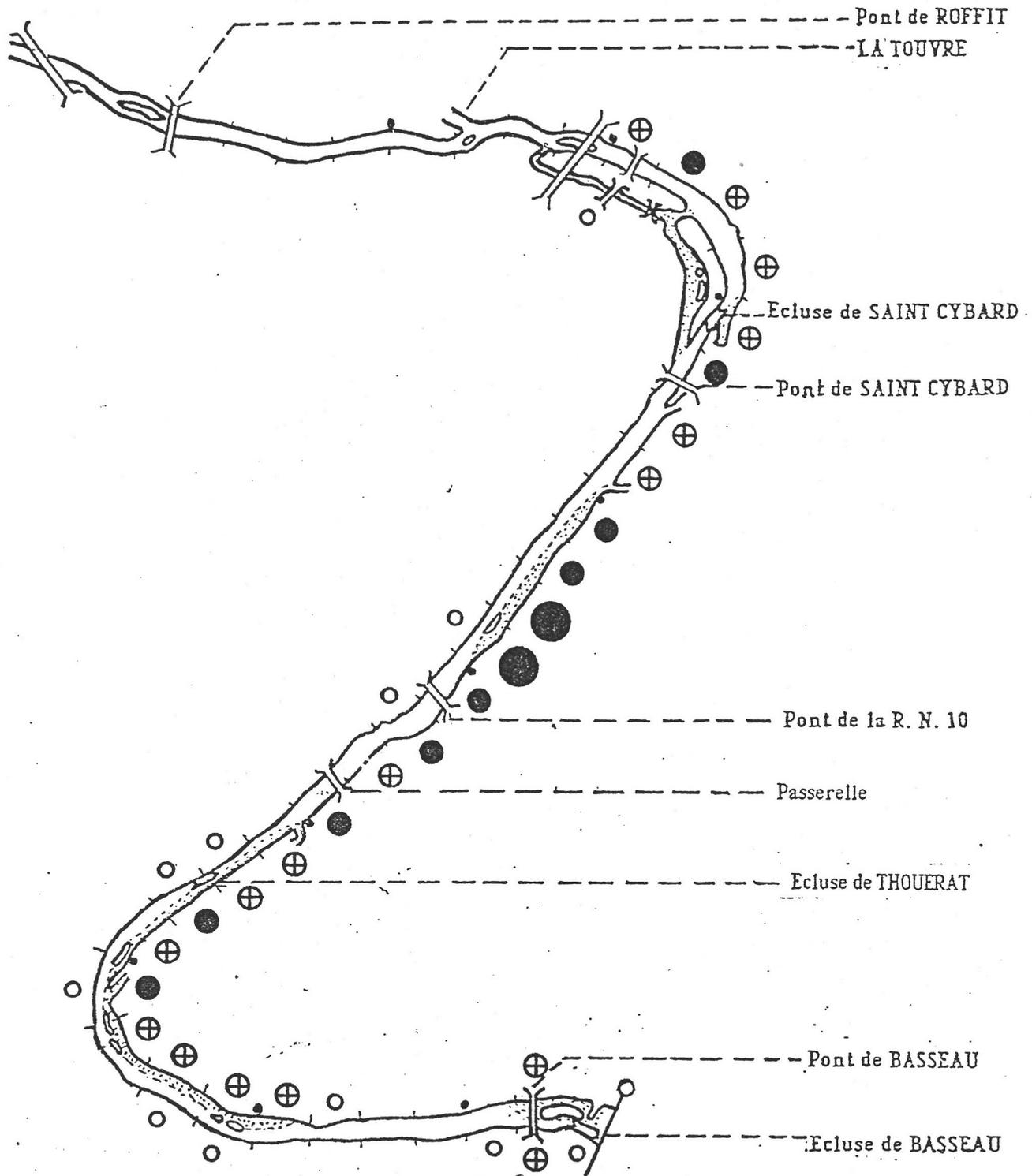
2.1.2. Feuille denticulée au sommet ; 30 à 80 x 1-2 cm

2.1.3. Feuille entièrement lisse, translucide ; 30 à 50 x 1-1,5 cm

Stratiotes aloides

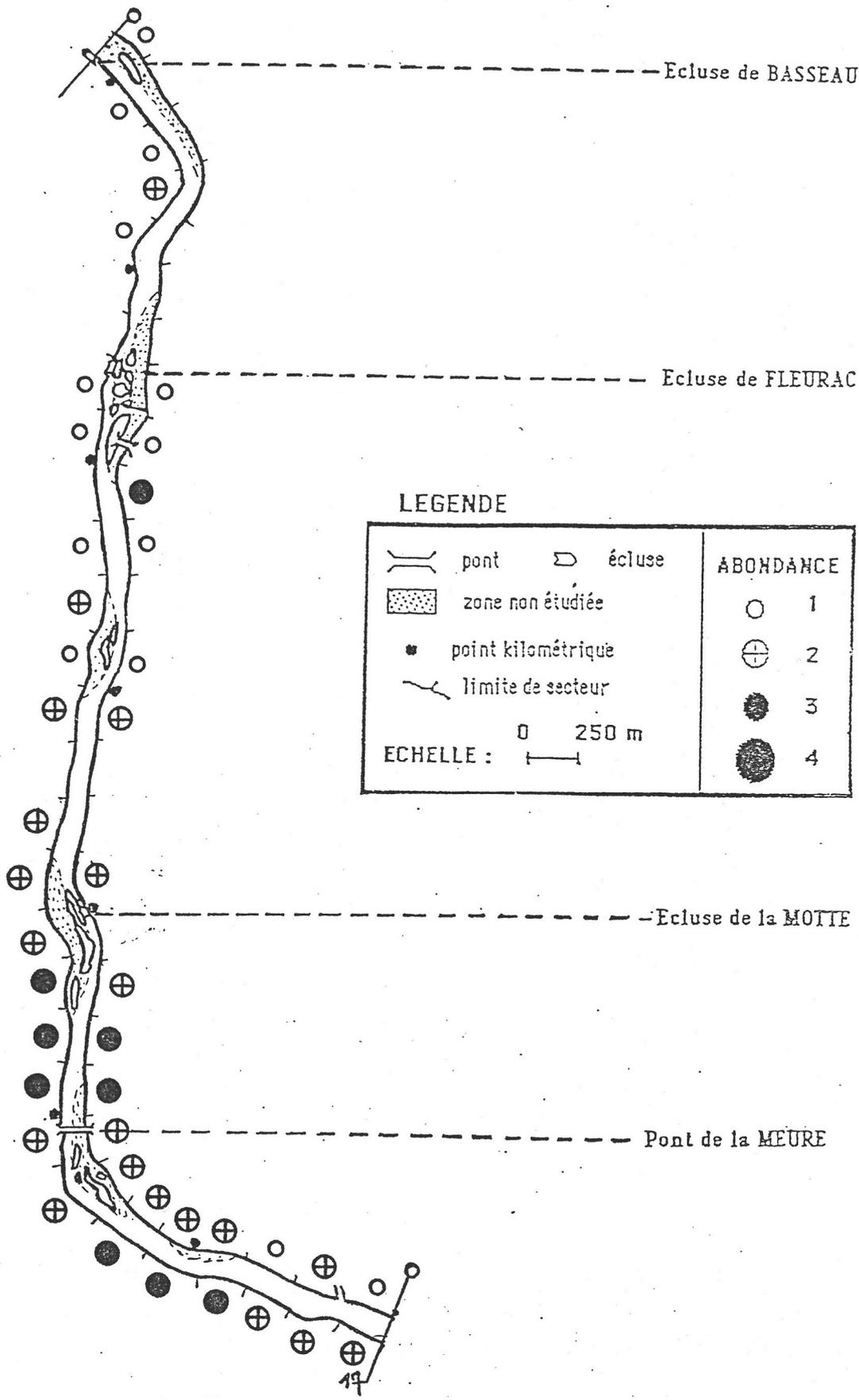
Vallisneria spiralis

Sagittaria sagittifolia



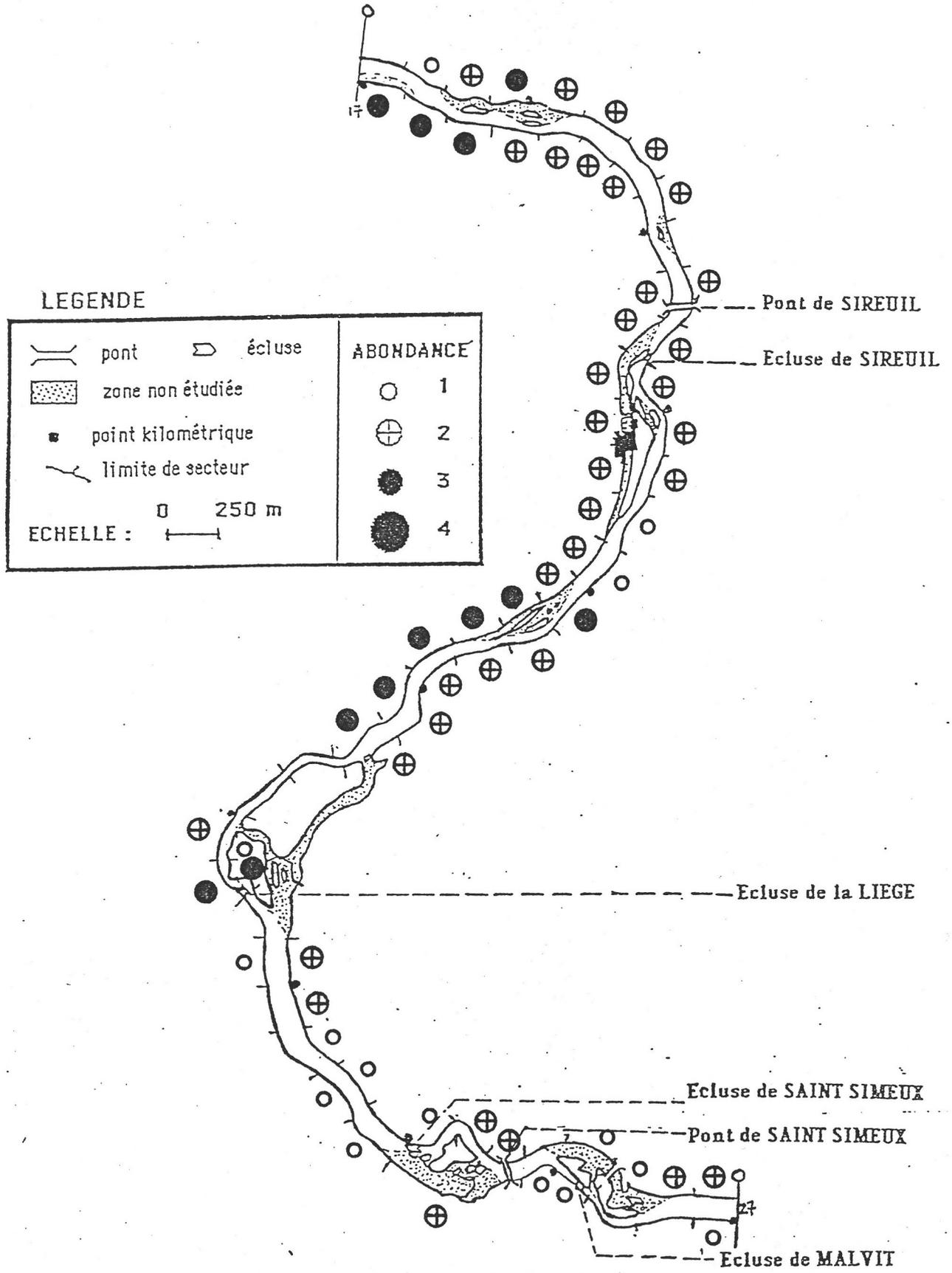
LEGENDE

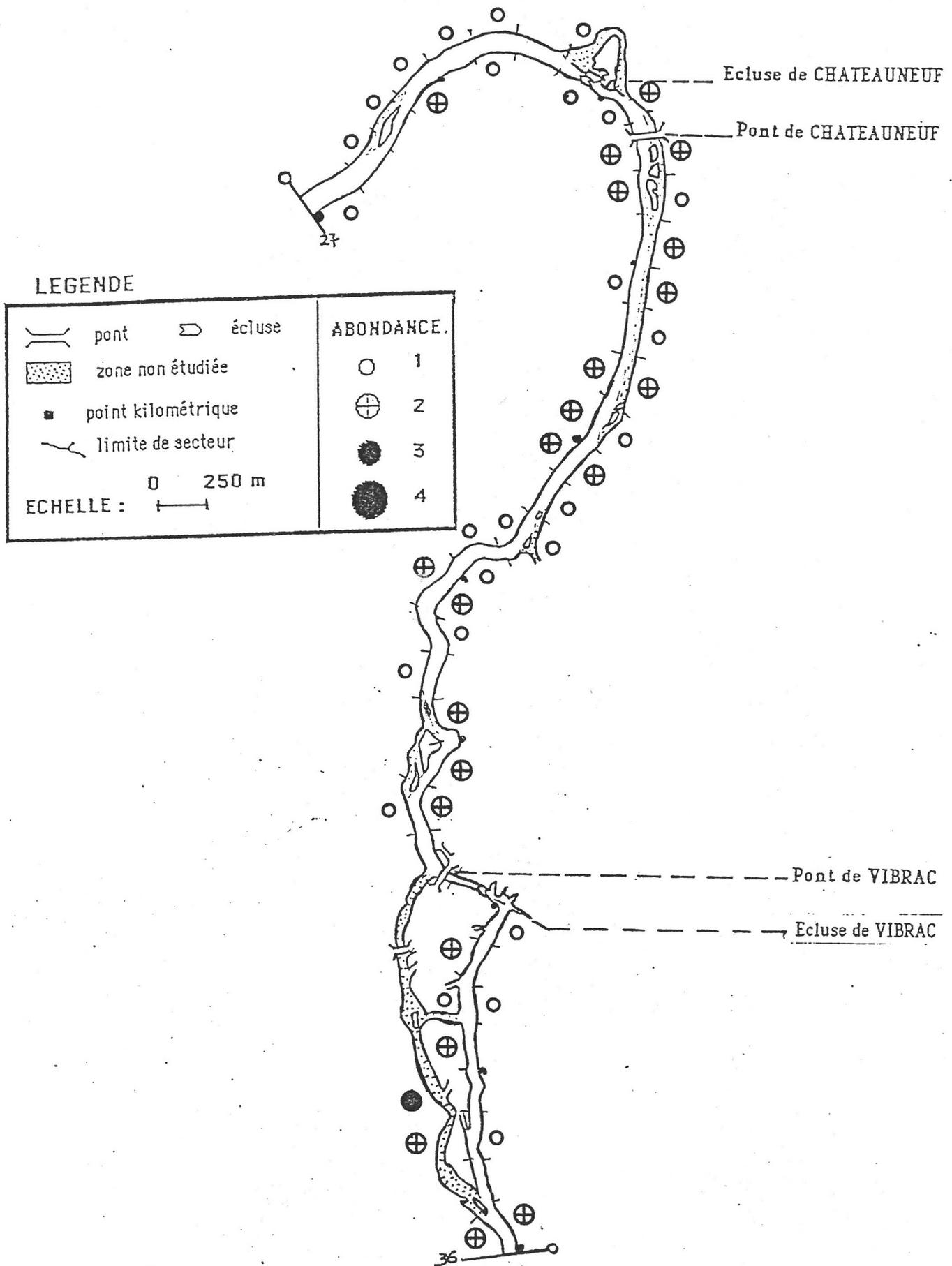
	pont		écluse	ABONDANCE	
	zone non étudiée		point kilométrique		
	limite de secteur		1		2
ECHELLE : 0 250 m 			3		4



LEGENDE

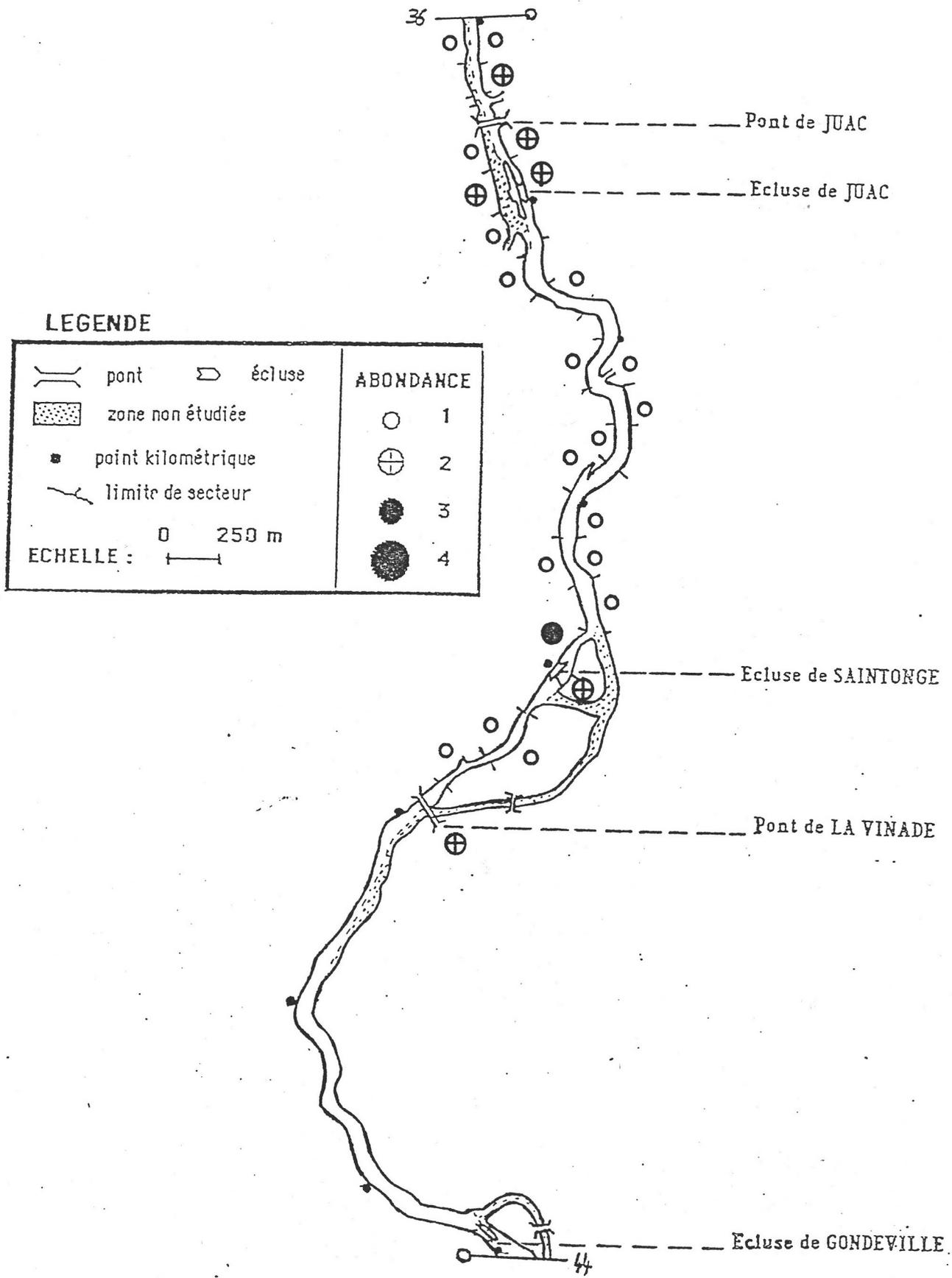
	pont		écluse	ABONDANCE
	zone non étudiée			
	point kilométrique			
	limite de secteur			
ECHELLE : 0 250 m				





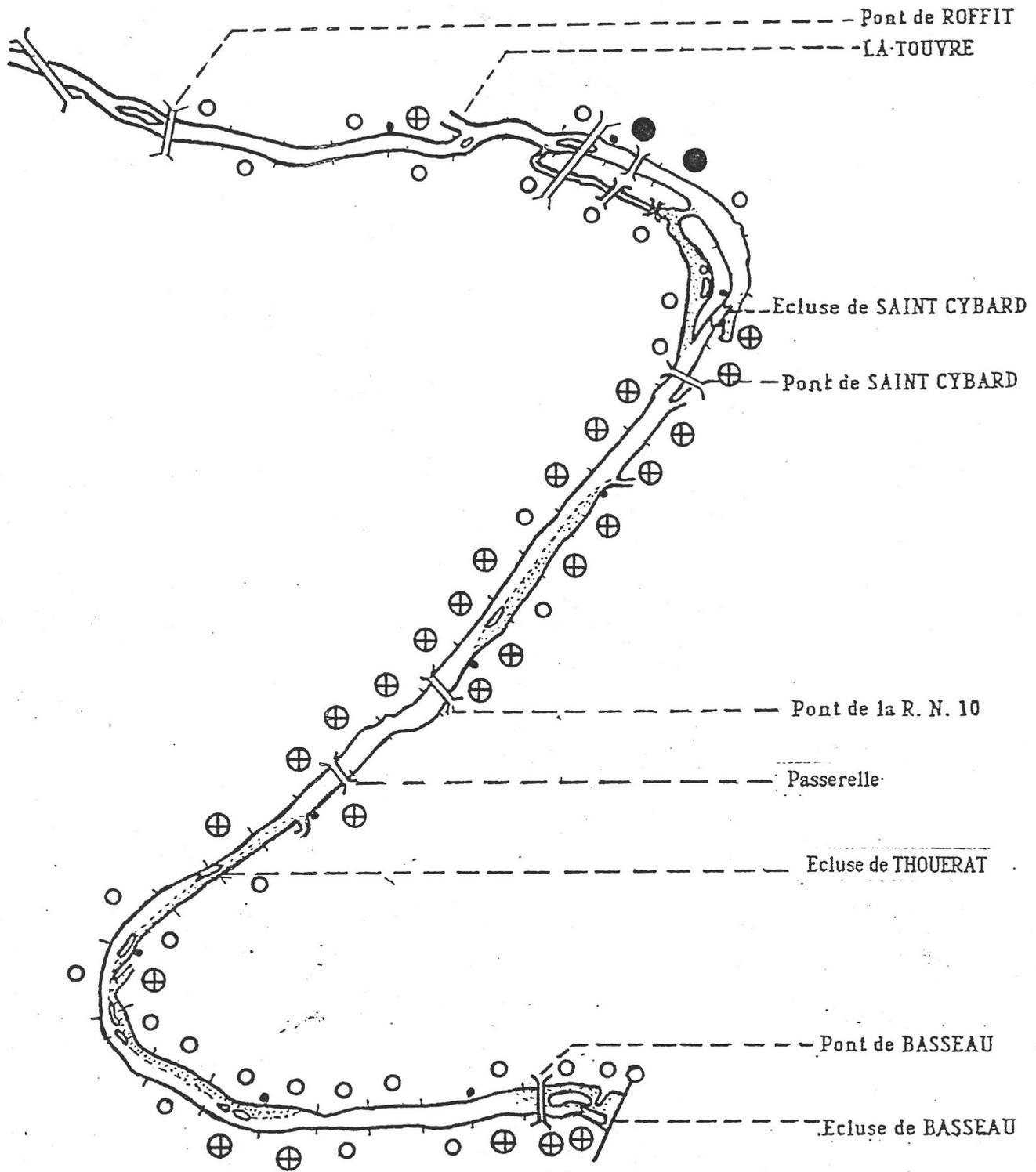
LEGENDE

	pont		écluse	ABONDANCE. 1 2 3 4
	zone non étudiée			
	point kilométrique			
	limite de secteur			
ECHELLE : 250 m				



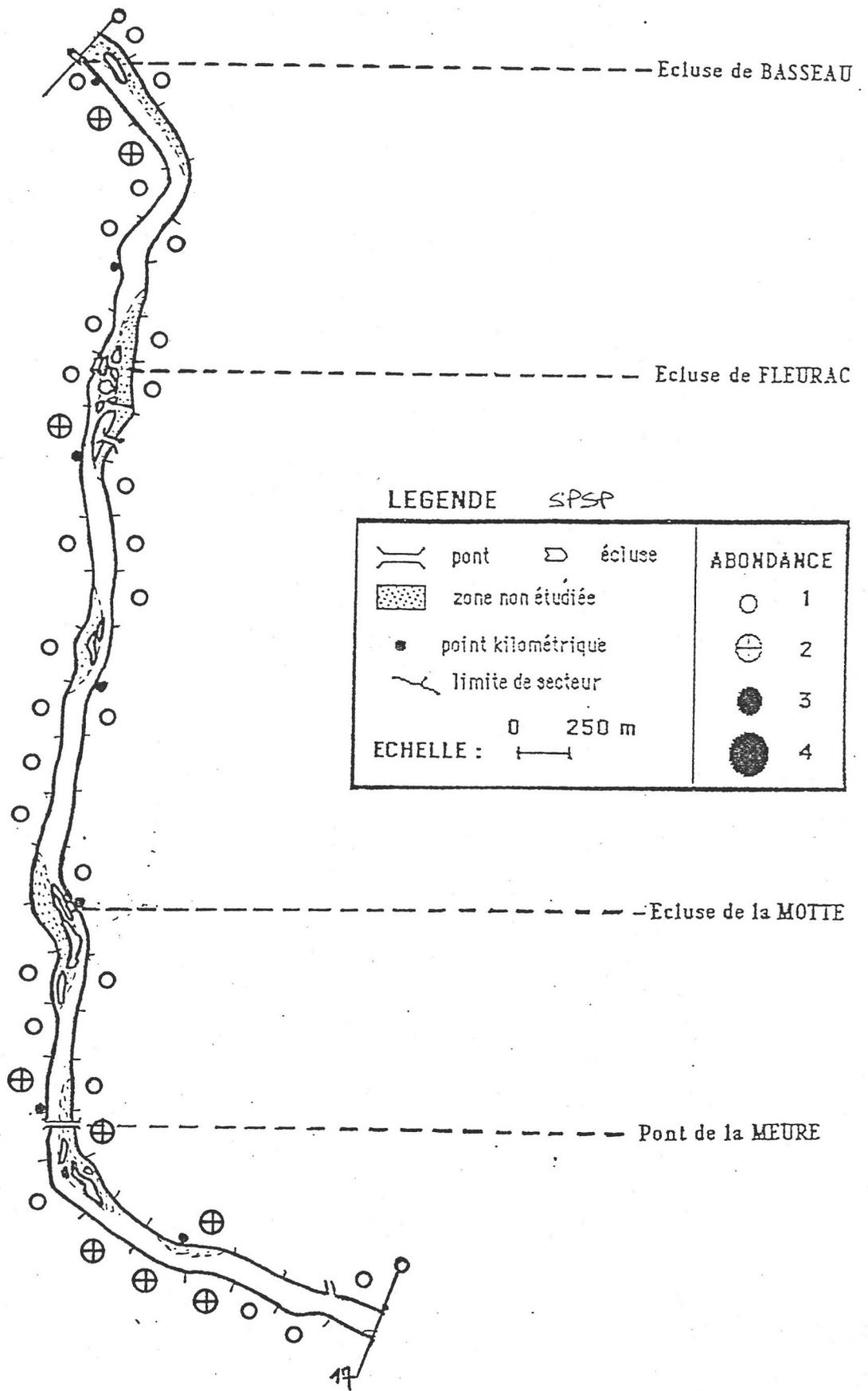
LEGENDE

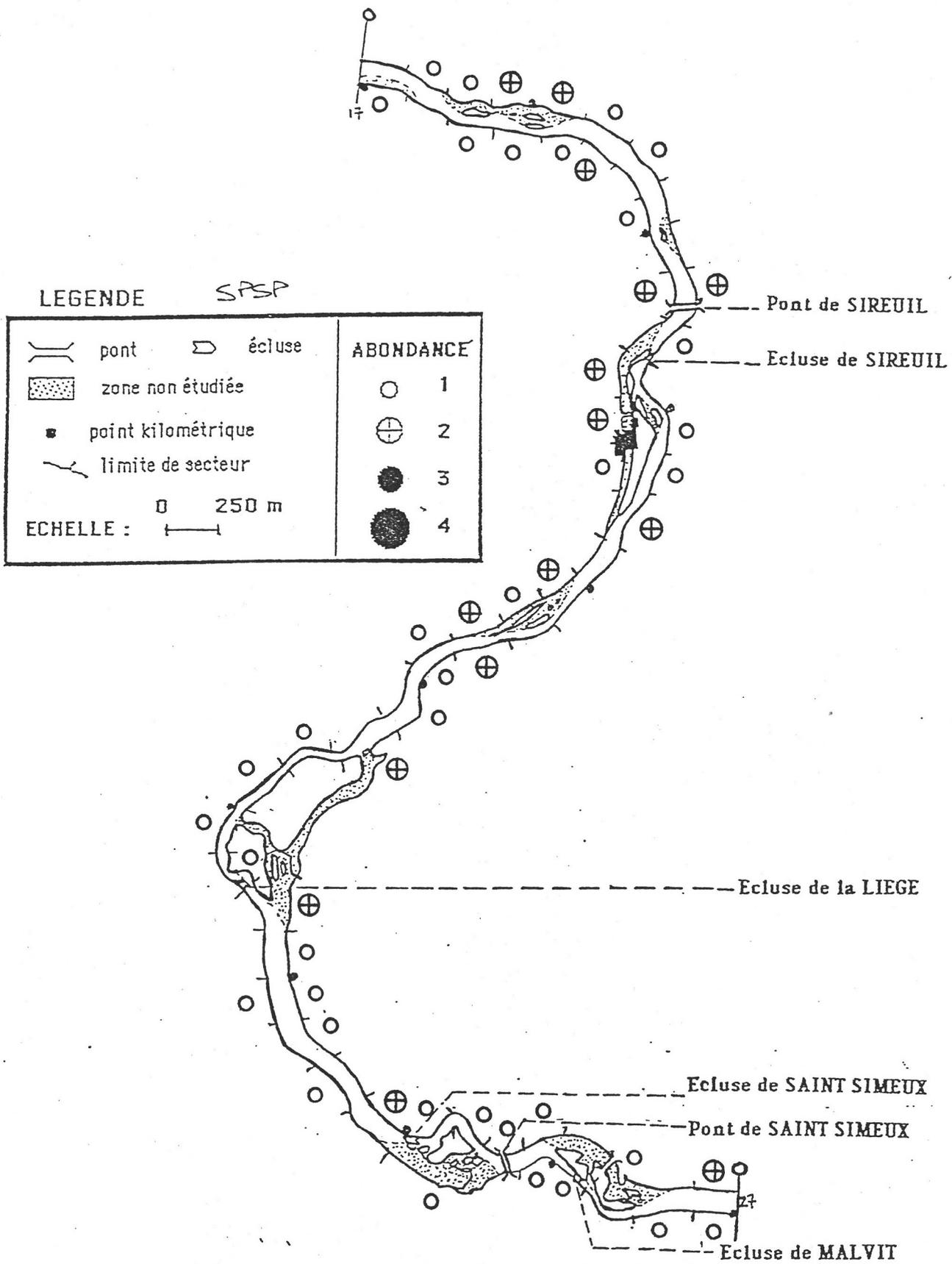
	pont		écluse	ABONDANCE	
	zone non étudiée		point kilométrique		1
	limite de secteur				3
ECHELLE : 0 250 m					4

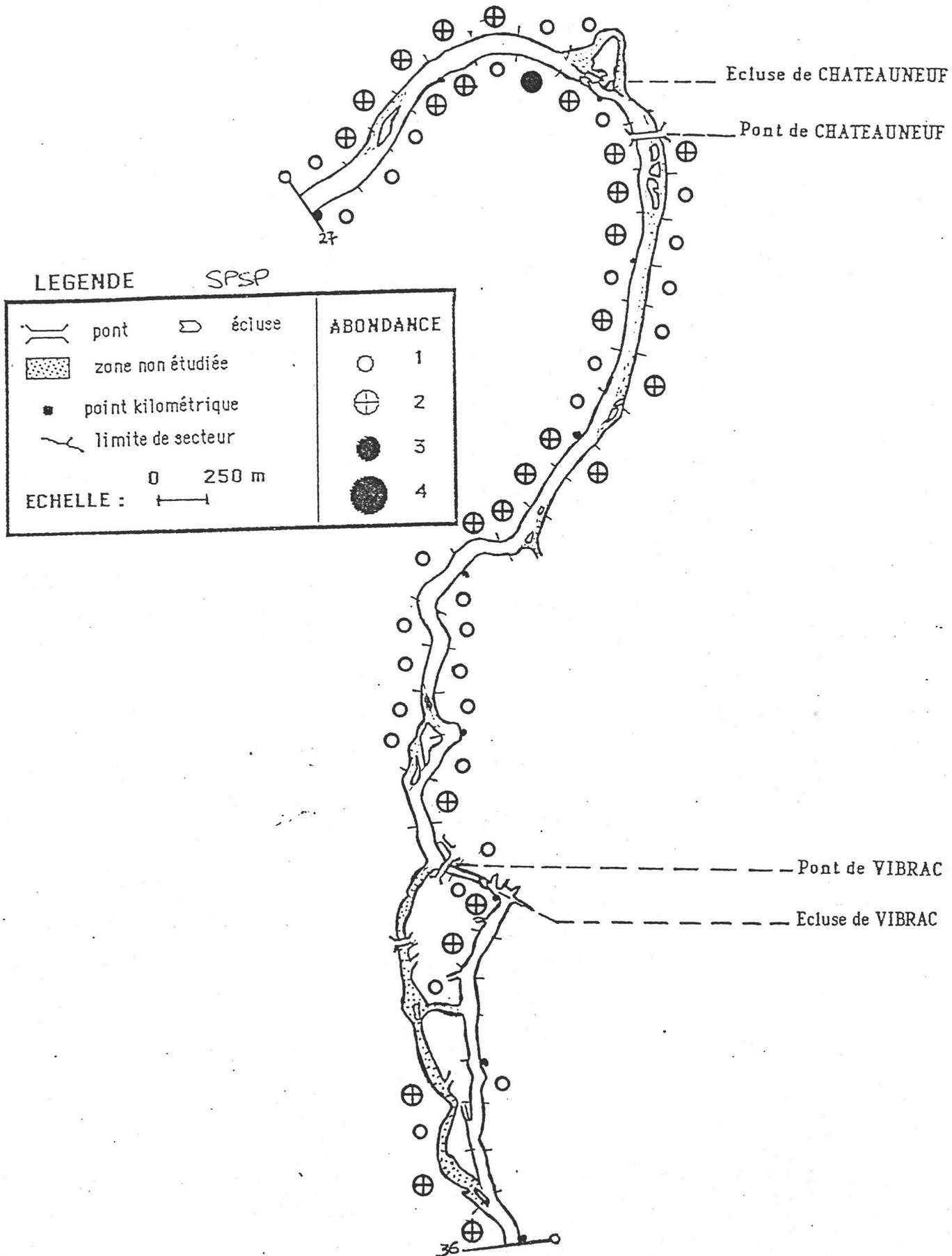


Représentation cartographique
 LEGENDE de *Sparganium sp* (SPSP)

	pont		écluse	ABONDANCE	
	zone non étudiée		point kilométrique		
	limite de secteur		1		2
ECHELLE : 0 250 m			3		4







Ceratophyllum demersum L.

Cornifle

Ceratophyllaceae

Hy 7 (VII)

Vivace : Hy_r totalement submergé ; à peine visible à la surface ; à multiplication végétative par fragmentation de la tige feuillée.

Racines : latérales filiformes, fixées dans la vase.

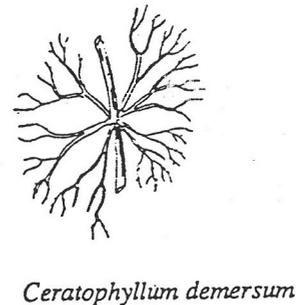
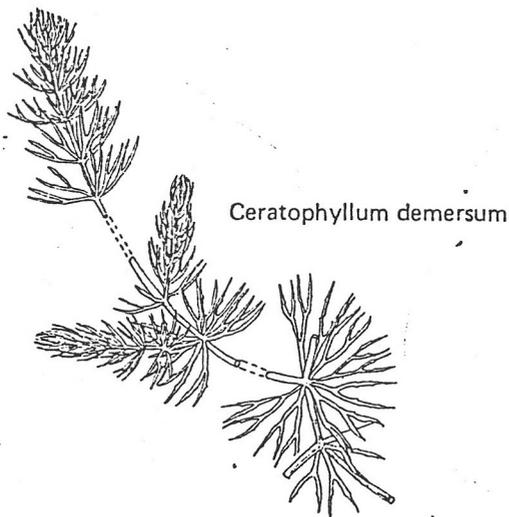
Tiges : raides, à noeuds rapprochés, ramifiées à la base.

Feuilles : densément groupées en verticilles emboîtés les uns dans les autres ; chacune d'elles est divisée 1-2 fois de façon dichotome (en Y) ; les segments effilés en pointe, recourbés, sont raides à bord épineux ; feuilles vert sombre et terne.

Fleurs : passant inaperçues.

Lorsque la plante est sortie de l'eau, elle reste raide telle qu'on l'observe submergée, à l'opposé de la plupart des Renoncules aquatiques et des Myriophylles qui s'amollissent hors de l'eau.

Dans les eaux relativement calmes ; mares, pièces d'eau, canaux ; eaux eutrophes.

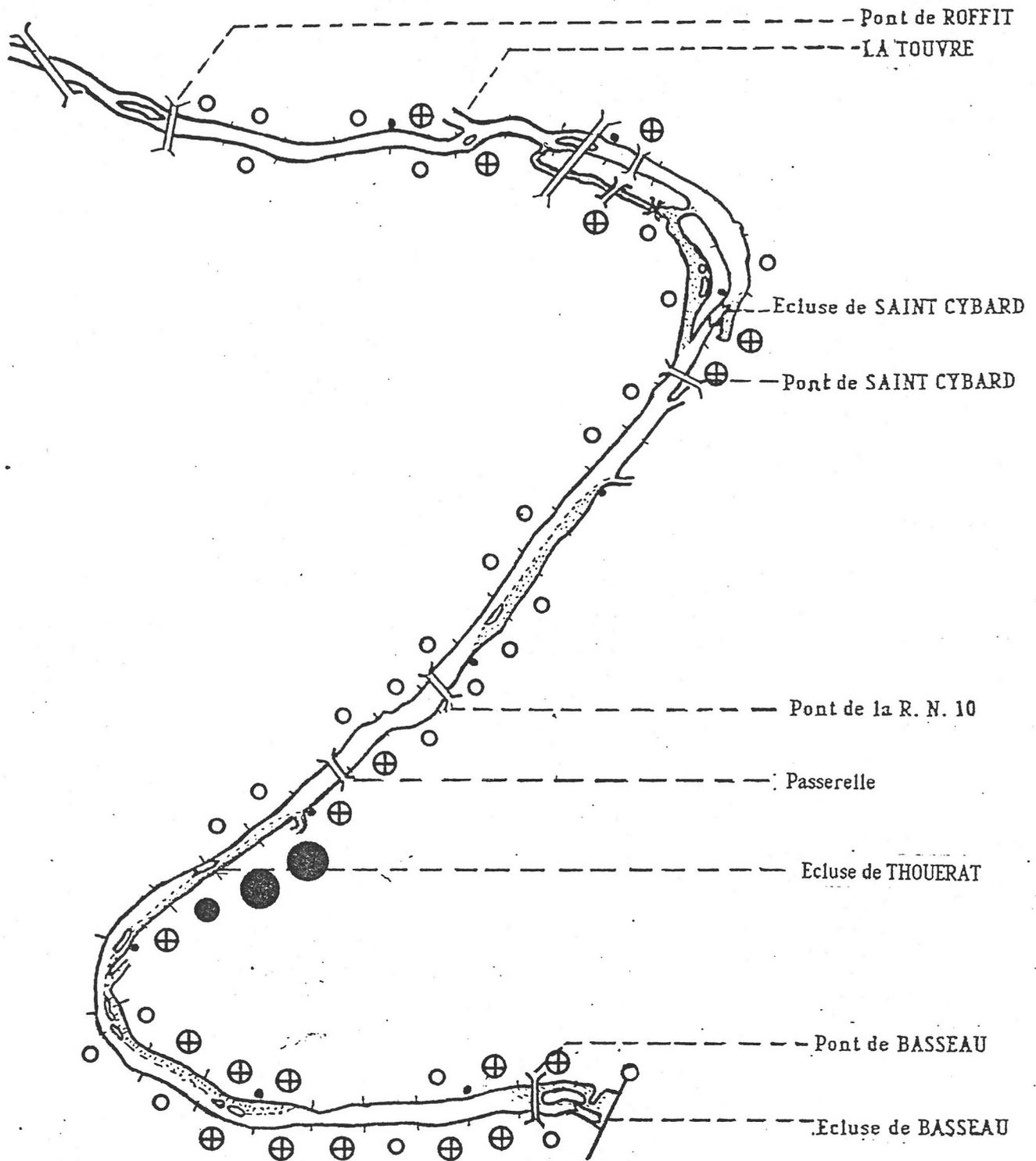


Hy 7

Hdrophytes fixés, à feuilles submergées, divisées de façon répétée en segments linéaires ou fourchus

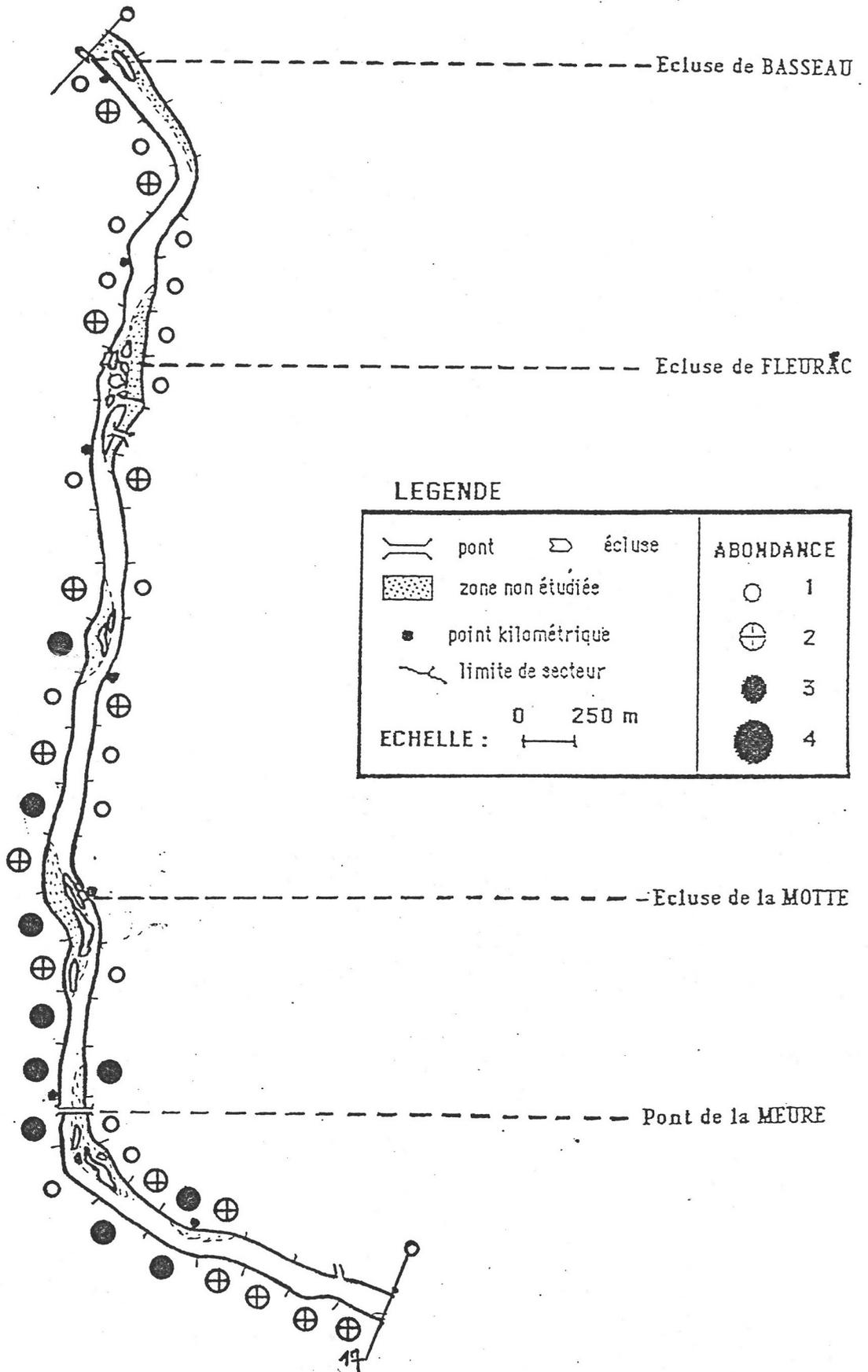
1. Feuilles (ou axes foliaires) verticillées, coriaces :
 - 1.1. Segment linéaire-cylindrique, articulé en fausse feuille
 - 1.2. Segment foliaire vrai, aplani :
 - 1.2.1. Division 1-2 à 3 fois fourchue
 - 1.2.2. Division 1 à 2 fois fourchue

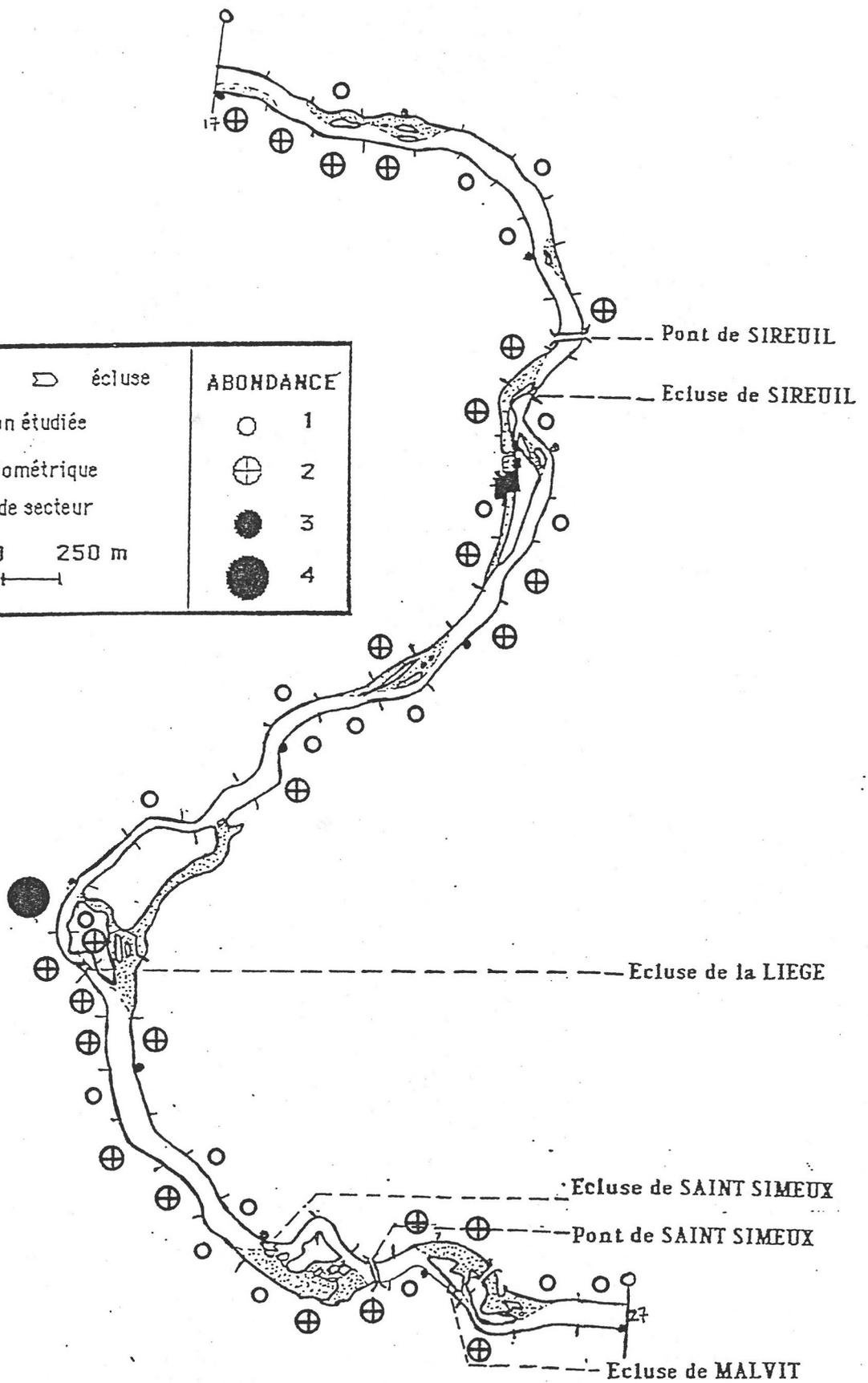
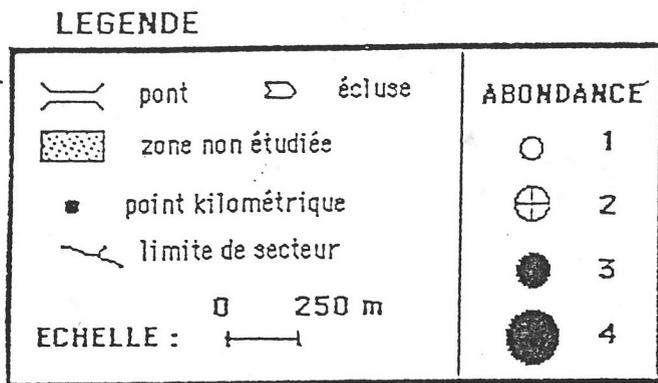
Chara spp.
Ceratophyllum
submersum
demersum

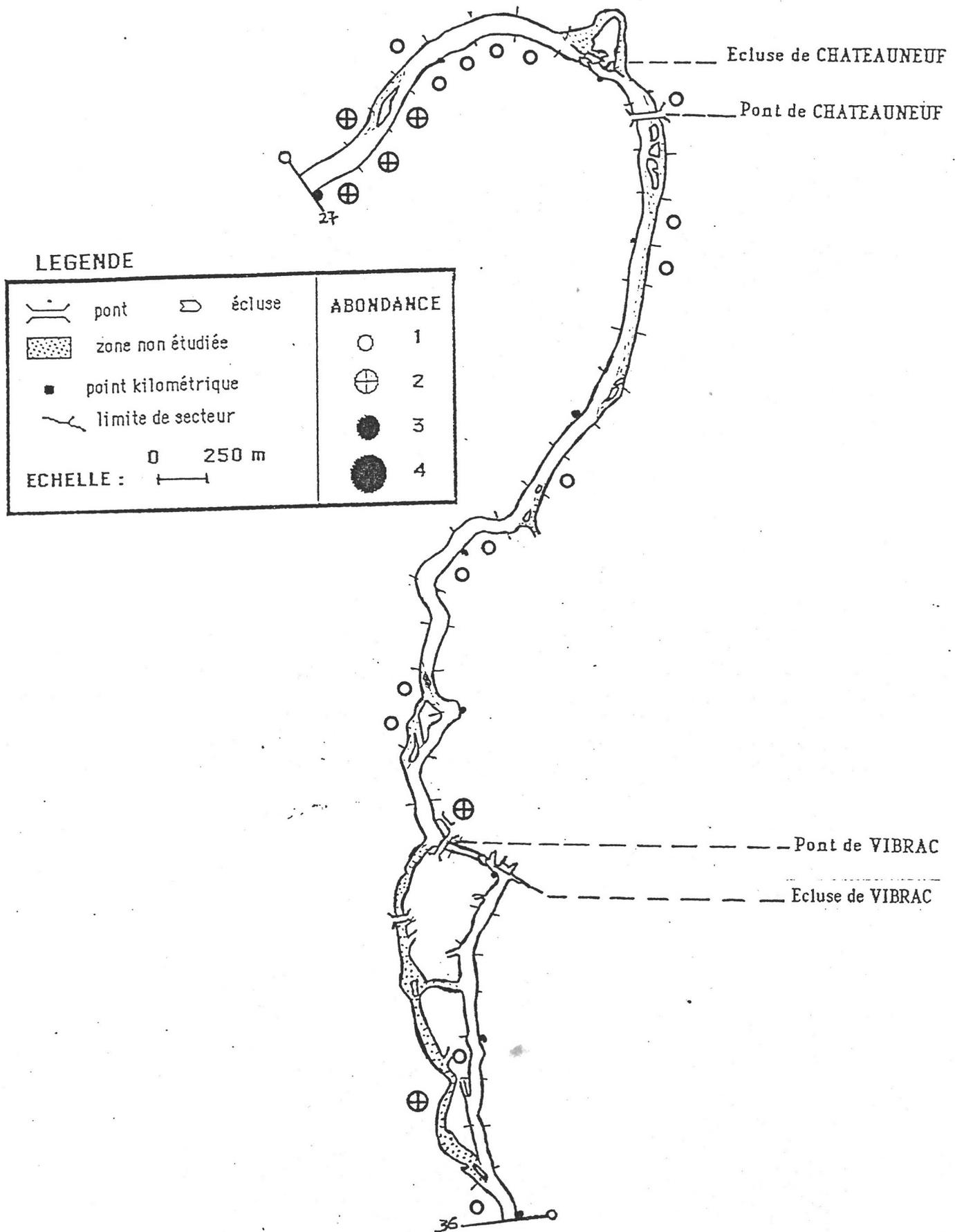


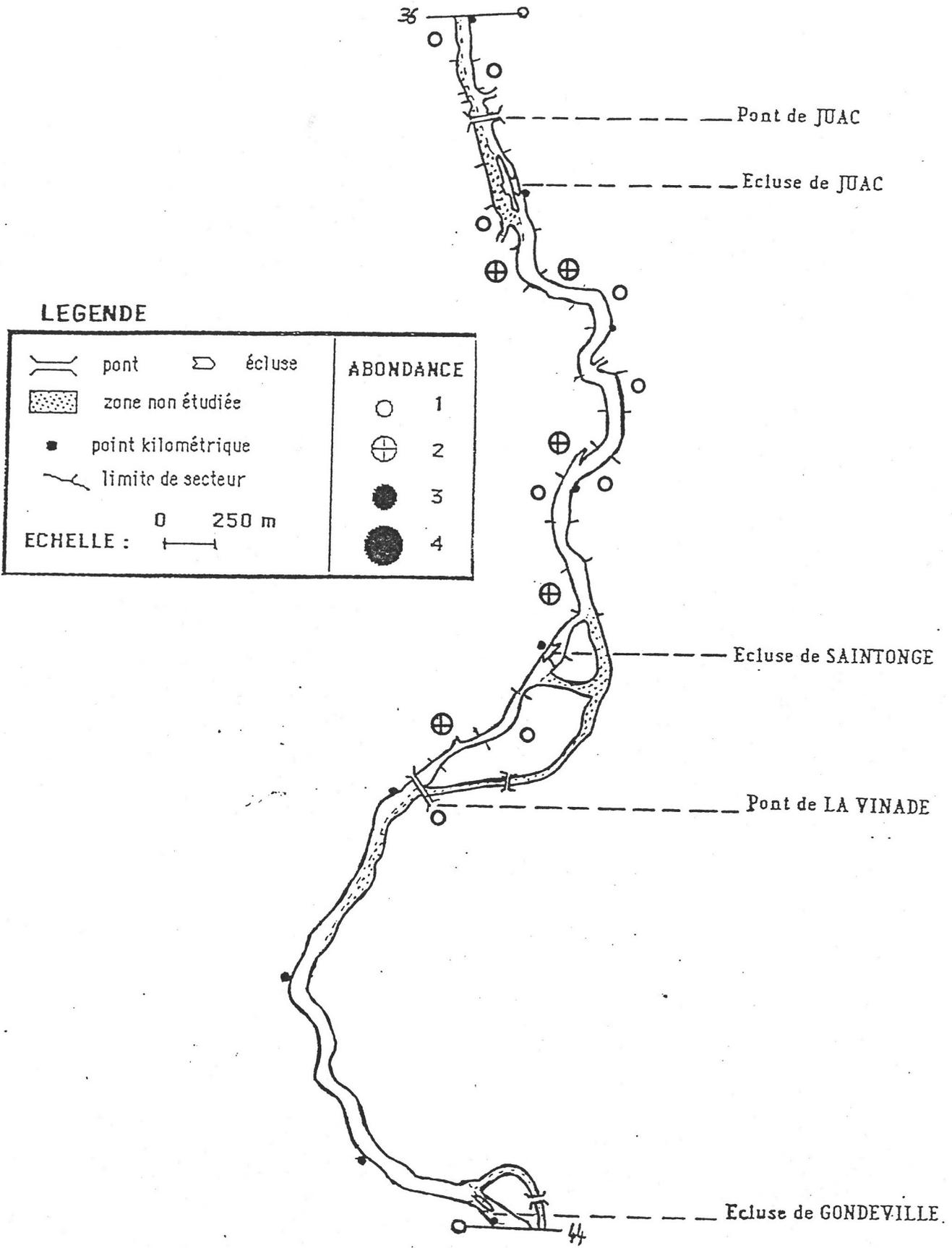
LEGENDE *Représentation de CEDE*

	pont		écluse	ABONDANCE	
	zone non étudiée		point kilométrique		1
	limite de secteur				2
ECHELLE : 0 250 m 					3
					4









LEGENDE

	pont		écluse	ABONDANCE
	zone non étudiée			
	point kilométrique			
	limite de secteur			
ECHELLE : 0 250 m 				

36

Pont de JUAC

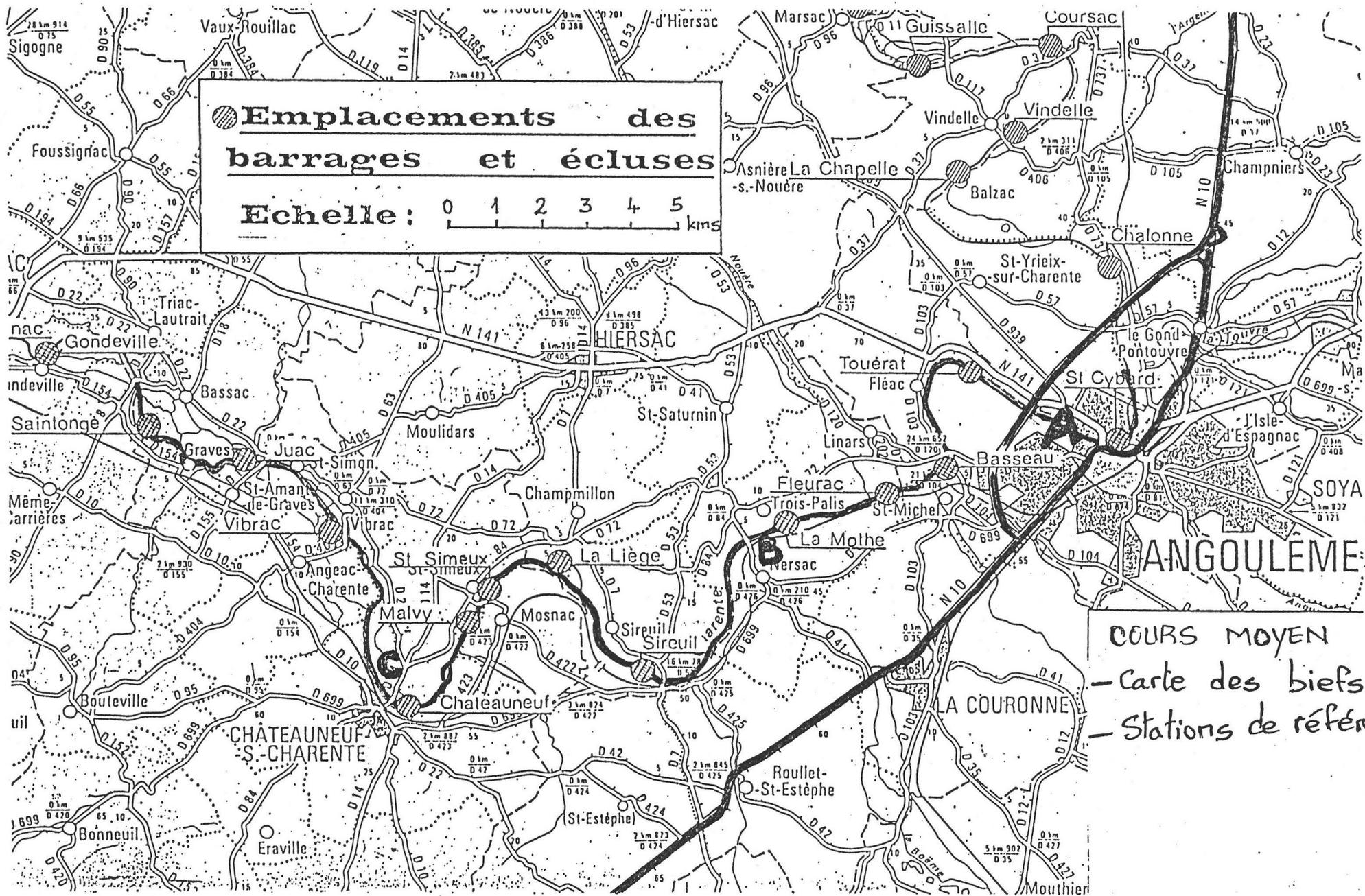
Ecluse de JUAC

Ecluse de SAINTONGE

Pont de LA VINADE

Ecluse de GONDEVILLE

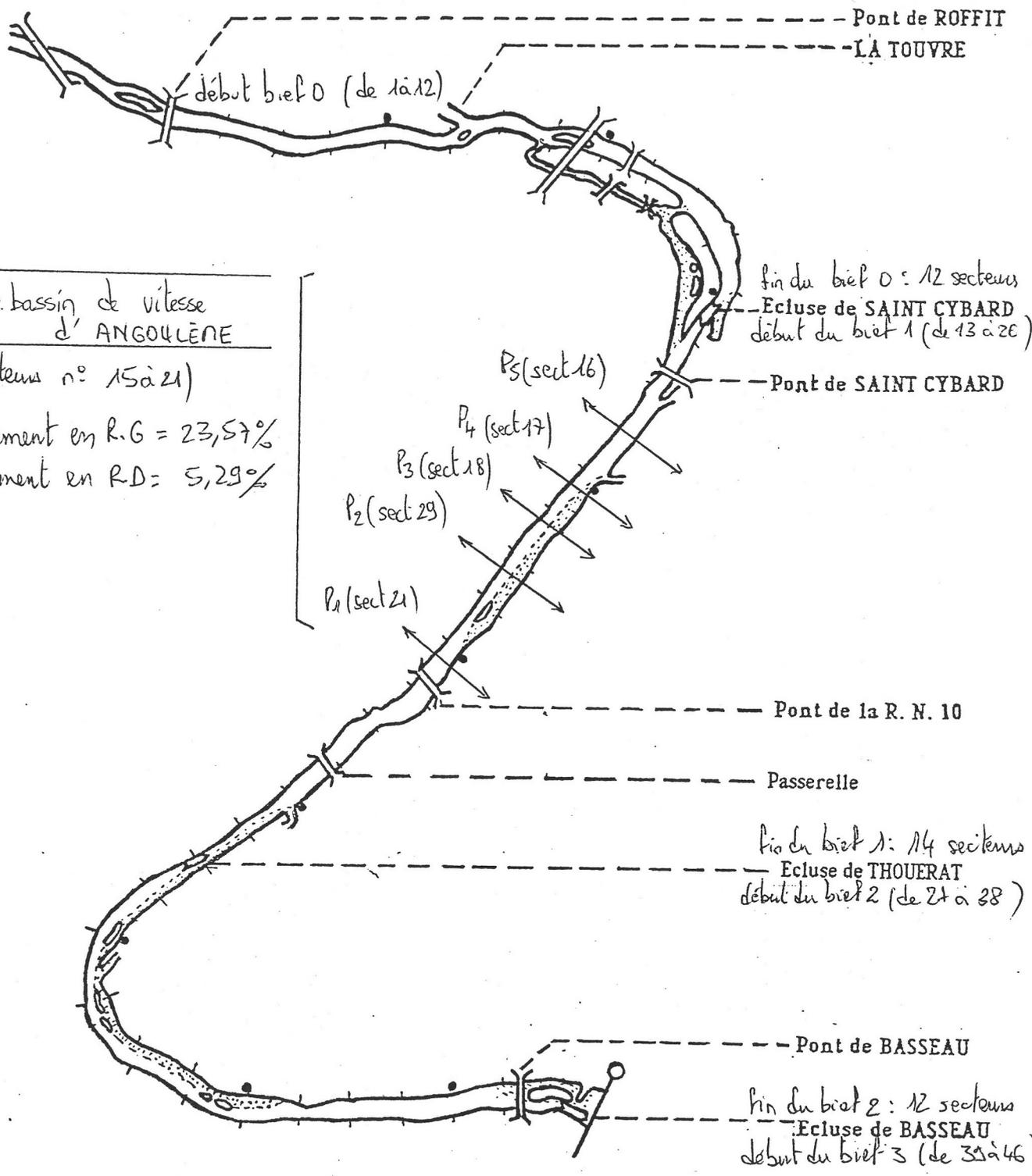
4



Emplacements des barrages et écluses

Echelle: 0 1 2 3 4 5 kms

COURS MOYEN
 - Carte des biefs
 - Stations de référence



Station A: bassin de vitesse
d'ANGOULÈNE

(secteurs n° 15 à 21)

Recouvrement en R.G = 23,57%

Recouvrement en R.D = 5,29%

LEGENDE - Carte des biefs & station A

	pont		écluse	ABONDANCE 1 2 3 4
	zone non étudiée			
	point kilométrique			
	limite de secteur			
ECHELLE : 0 250 m 				

Ecluse de BASSEAU
début du bief 3 (de 39 à 46)

fin du bief 3: 8 secteurs
Ecluse de FLEURAC
début du bief 4 (de 47 à 56)

LEGENDE - Carte des biefs & station B

	pont		écluse	ABONDANCE		
	zone non étudiée		point kilométrique			1
	limite de secteur					3
						4

ECHELLE : 0 250 m

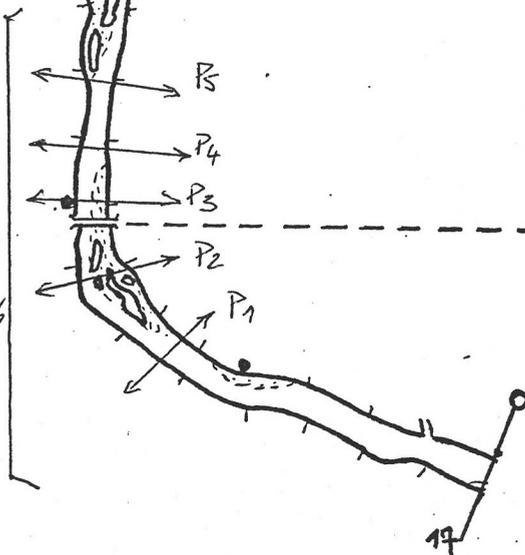
fin du bief 4: 10 secteurs
Ecluse de la MOTTE
début du bief 5 (de 57 à 79)

STATION B: Pont de la Neure
à NERSAC

(secteurs 58 à 65)

Recouvrement en RG: 11%

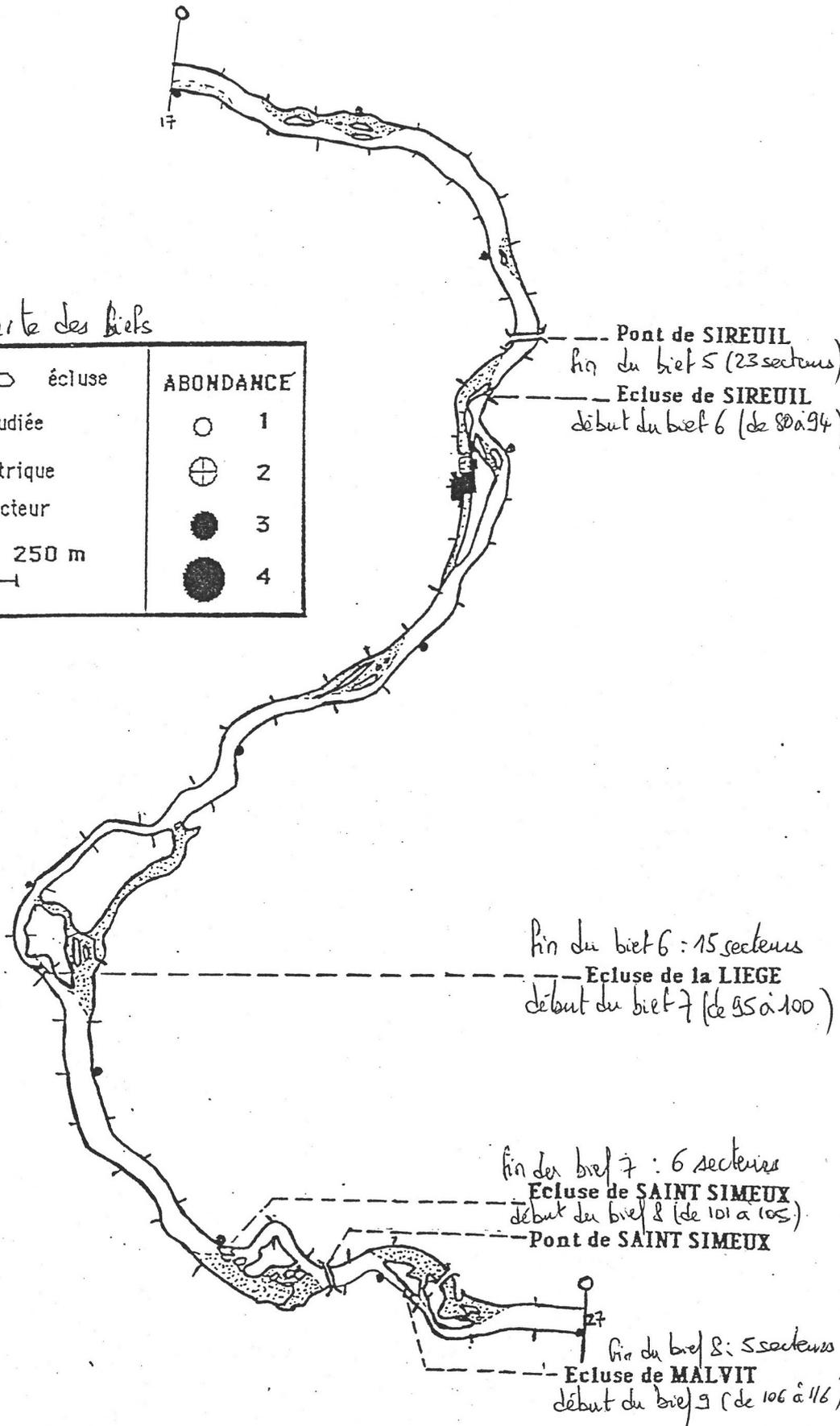
Recouvrement en RD: 11,4%



LEGENDE. Carte des biels

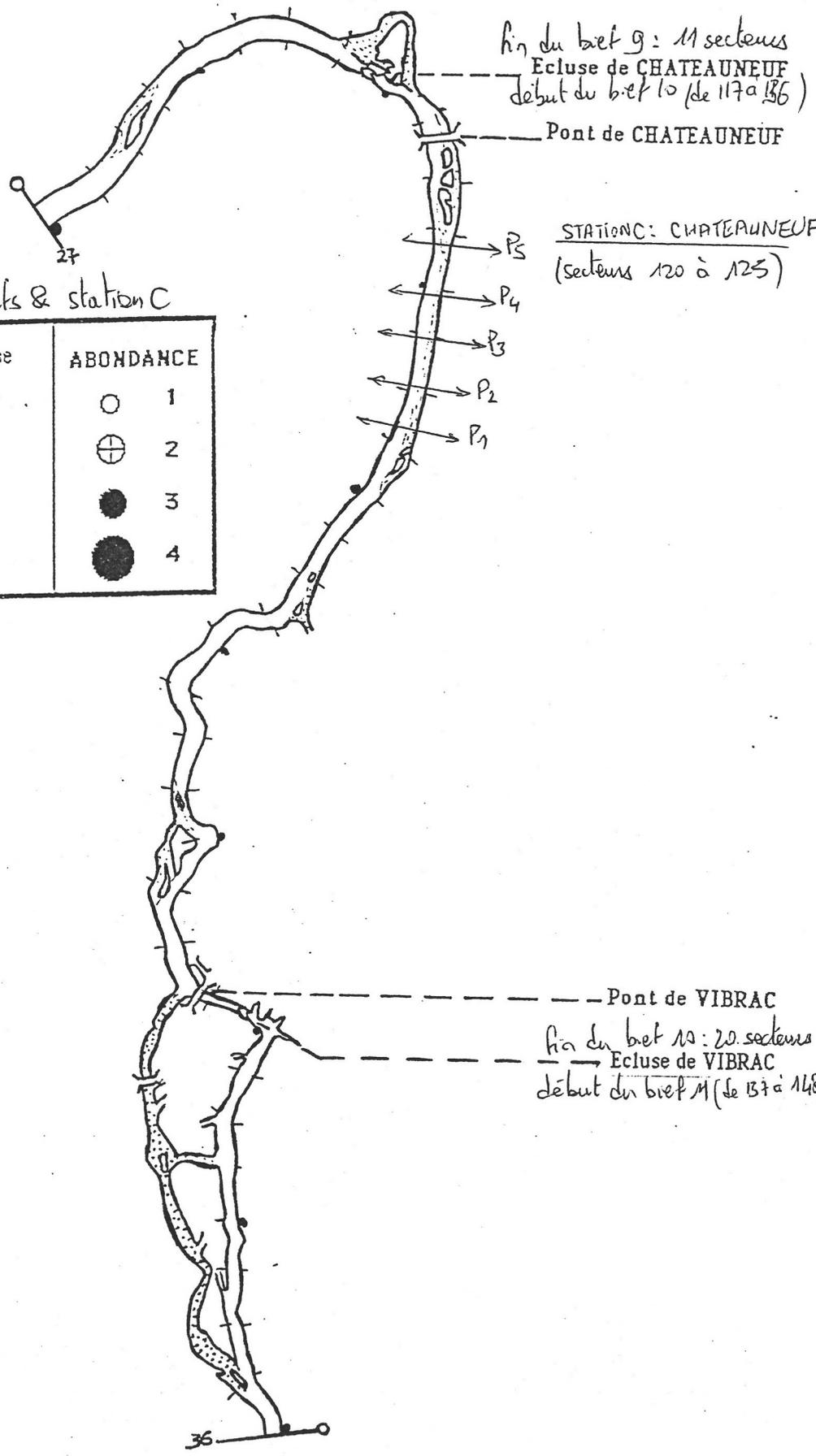
	pont		écluse	ABONDANCE  1  2  3  4
	zone non étudiée			
	point kilométrique			
	limite de secteur			

ECHELLE :  250 m

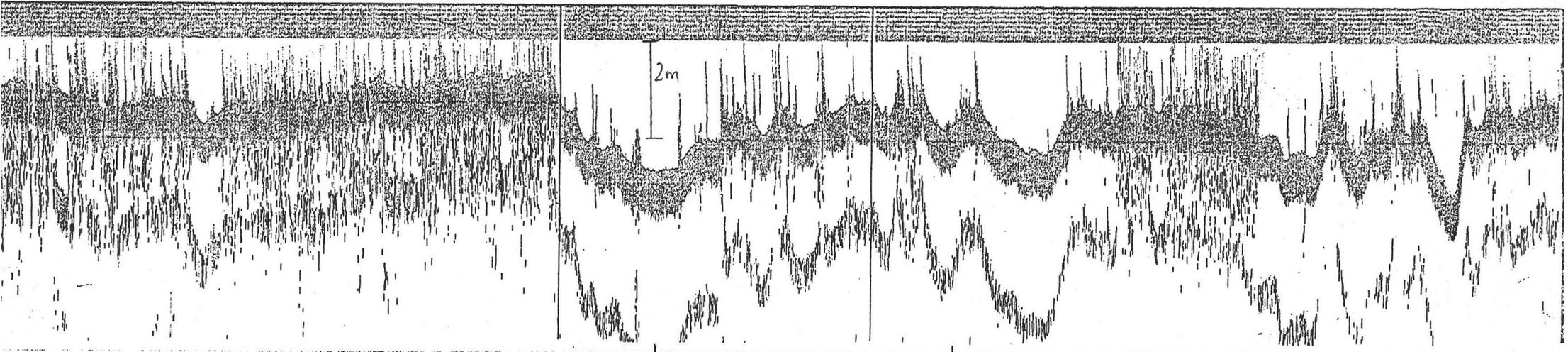


LEGENDE - Carte des biefs & station C

	pont		écluse	ABONDANCE 1 2 3 4
	zone non étudiée			
	point kilométrique			
	limite de secteur			
ECHELLE : 0 250 m 				



STATION A : ANGOULÈME (St Cybard - RN 10) - PROFIL LONGITUDINAL - 26 / 6 / 89 -

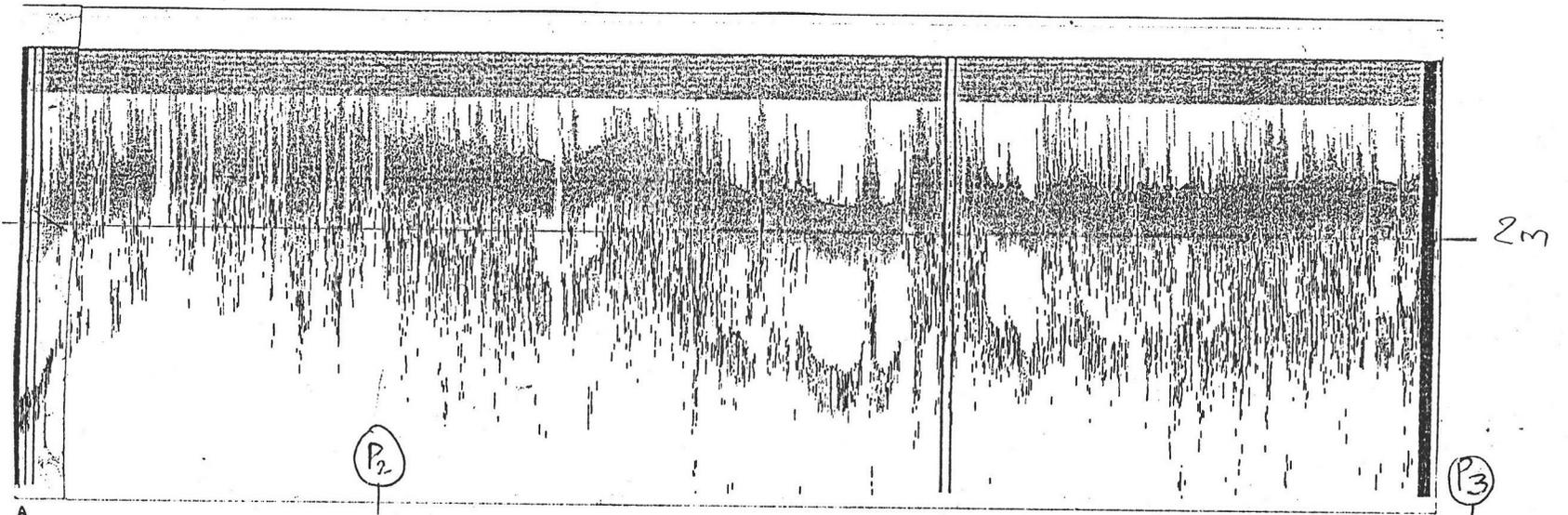


en amont du
plin de saut (cf ci-dessous)

↑
Face bœvée rouge
(début bassin vitesse) (P4)

↑
face arrivée d'eau en rive gauche
et barrière verte en rive droite (P5)

↑
Amont (St Cybard)



↑
Amont de l'île (avec prise du chenal droit)
cf suite station 1 (P2)

↑
Tremplin de saut (ski nautique)

↑
80m en amont du tremplin (P3)

Enregistrement profil longitudinal

Annexe n° 35

aval

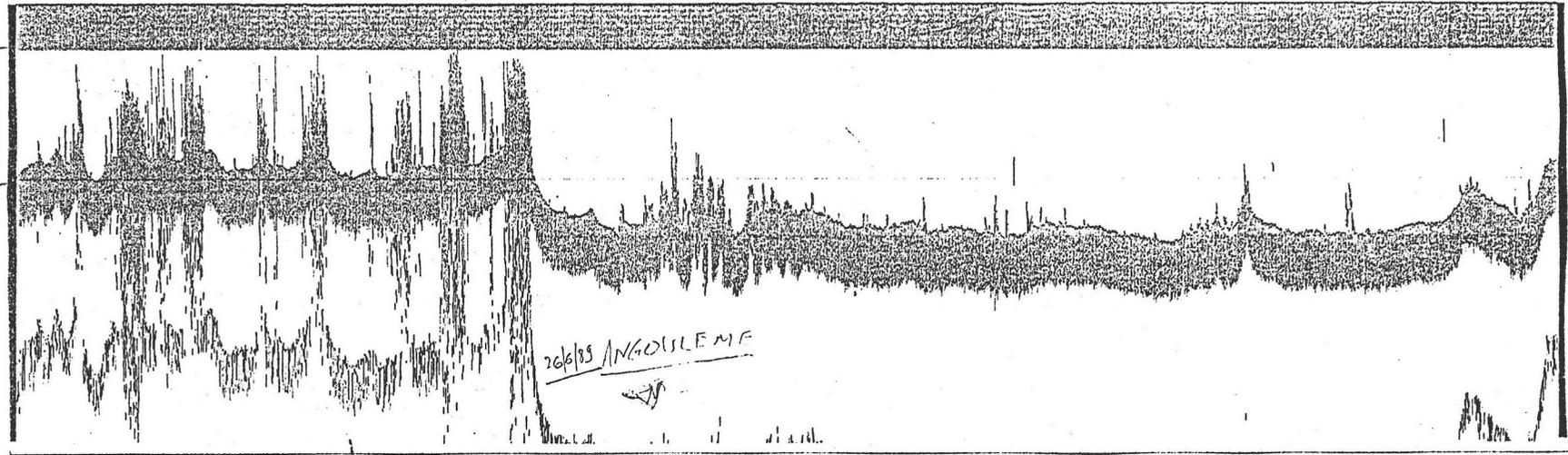
amont de l'île

STATION
ANGOULEME

Zm

26/6/89

FIL LONGITUDINAL
(suite)



26/6/89 ANGOULEME

PONT DEVIATION
N10

P1

STATION A : ANGOULEME (ST Cybard - RN 10) - PROFIL LONGITUDINAL - 26/6/89
(SUITE)

Station A	(15 à 21)	Bassin de vitesse	ANGOULEME
-----------	-----------	-------------------	-----------

RIVE GAUCHE	Sect15	Sect 16	Sect 17	Sect18	Sect19	Sect20	Sect 21	TOT	freq/15
REC. en %	10	10	30	40	40	25	10	23,57	
RIPISYLVE	2	2	1	1	1	2	2	1,57	
EROSION	2	2	2	2	2	1	1	1,71	
Haut. Berge	1,8	0,6	0,6	1,2	1,5	1	1,2	1,13	
Turb	2	2	2	2	2	2	2	2,00	
Vitesse dm/s	4	4	4	4	3	3	3	3,57	
Algues Filam.	0	1	1	1	1	1	1	0,86	
CEDE					1	1	1	1,00	10
ELCA									0
FOAN	1				1	1	1	1,00	7
LEMI									1
MYSP	2	3	2	1	2		1	1,83	14
NULU		2			3	2		2,33	9
POAM									0
POCR			1					1,00	1
PODE									0
POFI	3	3	4	4	4	3	2	3,29	14
POFL	2	2			1			1,67	6
POLU									0
POPE	1	2						1,50	8
ROAM									0
SASA	2	2	3	3	4	4	3	3,00	3
SCLA									0
SPSP	2	2	2	2	1	2	2	1,86	13
Nbre esp	7	7	5	4	8	6	6	6,14	
Ab. cum.	13	16	12	10	17	13	10	13,00	
Ab. moy/sect	1,86	2,29	2,40	2,50	2,13	2,17	1,67	2,14	

RIVE DROITE	Sect15	Sect 16	Sect 17	Sect18	Sect19	Sect20	Sect 21	TOT	freq/15
REC. en %	5	5	5	5	5	5	7	5,29	
RIPISYLVE	0	1	1	0	0	1	1	0,57	
EROSION	1	1	1	0	1	1	1	0,86	
Haut. Berge	1,5	1,5	1	1	0,8	1	1,2	1,14	
Turb	2	2	2	2	2	2	2	2,00	
Vitesse dm/s	4	4	5	5	4	3	3	4,00	
Algues Filam.	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
CEDE	1	1		1	1		1	1,00	11
ELCA									0
FOAN						1	1	1,00	8
LEMI									0
MYSP	2	2	2		2	2	2	2,00	14
NULU	1	1	1	1	2	2	1	1,29	10
POAM									0
POCR									2
PODE									1
POFI	2	2	2	2	2	2	3	2,14	15
POFL	1	1	1				1	1,00	8
POLU									1
POPE	1	2	1		1		2	1,40	3
ROAM									0
SASA						1		1,00	15
SCLA									0
SPSP	2	2	2	1	2	2	2	1,96	12
GIEF 1 - RD	Sect15	Sect 16	Sect 17	Sect18	Sect19	Sect20	Sect 21		
Nbre esp	7	7	6	4	6	6	8	6,29	
Ab. cum.	10	11	9	5	10	10	13	9,71	
Ab. moy	1,43	1,57	1,50	1,25	1,67	1,67	1,63	1,53	

Station B : Pont de la Meure à Nersac (s59 à 65)

RIVE GAUCHE	Sect 59	Sect 60	Sect 61	Sect 62	Sect 63	Sect 64	Sect 65	TOT	freq/23
REC. en %	10	10	30	10	7	5	5	11,00	
RIPISYLVE	1	2	1	2	2	1	1	1,43	
EROSION	1	1	1	1	1	1	1	1,00	
Haut. Berge	2	2	1,5	1	0,6	1,3	1,5	1,41	
Turb	2	2	2	2	1	1	1	1,57	
Vitesse dm/s	4	4	5	3	3	3	3	3,57	
Algues Filam.	1	1	1	1	1	1	1	1,00	
CEDE		3	1	1	2	3	2	2,00	10
ELCA						1		1,00	3
FOAN			1		1	1		1,00	5
LEMI			1		1			1,00	11
MYSP	1	1	3	2	3	1	2	1,86	14
NULU	3	3	2	2	1	1	1	1,86	21
POAM									
POCR									
PODE									2
POFI	3	2	3	3	3	3	3	2,86	23
POFL	1	1	3	3	3	2	1	2,00	19
POLU									
POPE			1					1,00	3
ROAM									
SASA	3	3	2	2	2	2	2	2,29	20
SCLA									
SPSP		1	2				2	1,67	13
Nbre esp	5	7	10	6	8	8	7	7,29	
Ab. cum.	11	14	19	13	16	14	13	14,29	
Ab. moy/sect	2,20	2,00	1,90	2,17	2,00	1,75	1,86	1,98	

RIVE DROITE	Sect 59	Sect 60	Sect 61	Sect 62	Sect 63	Sect 64	Sect 65	TOT	freq/23
REC. en %	10	15	15	5	5	25	5	11,43	
RIPISYLVE	1	1	1	1	1	2	2	1,29	
EROSION	1	1	1	2	1	0	1	1,00	
Haut. Berge	1,2	0,6	1,5	1,7	1,7	1,2	1,5	1,34	
Turb	2	1	1	1	1	1	1	1,14	
Vitesse dm/s	5	4	4	3	4	3	3	3,71	
Algues Filam.	1	1	1	1	1	1	1	1,00	
CEDE	3	3	3	1	3	3	2	2,57	19
ELCA	2							2,00	2
FOAN	1				1			1,00	14
LEMI									4
MYSP	2	3	2			2		2,25	13
NULU			2	2	2	4	3	2,60	17
POAM									1
POCR									2
PODE						1		1,00	1
POFI	3	3	4	2	3	3	2	2,86	22
POFL	2	2	2	2	2	2	2	2,00	21
POLU									
POPE	1				2		1	1,33	5
ROAM									
SASA	3	3	2	2	3	3	3	2,71	21
SCLA									
SPSP	1	2		1	2	2	*2	1,67	13
Nbre esp	9	6	6	6	8	8	7	7,14	
Ab. cum.	18	16	15	10	18	20	15	16,00	
Ab. moy	2,00	2,67	2,50	1,67	2,25	2,50	2,14	2,25	

Station **C** CHATEAUNEUF bief 10 (117 à 134)

RIVE DROITE	120	121	122	123	124	125	TOT	freq/16
REC. en %	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	4,67	
RIPISYLVE	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
EROSION	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	
Haut. Berge	2,00	1,00	2,00	2,00	1,70	2,00	1,78	
Turb	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Vitesse dm/s	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	
Algues Filam.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
CEDE							1,00	2
ELCA			1,00				1,00	1
FOAN	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	12
LEMI			1,00	1,00	1,00		1,00	15
MYSP		1,00	2,00	2,00		2,00	1,75	15
NULU	1,00	2,00	3,00	3,00	2,00	1,00	2,00	17
POAM						1,00	1,00	2
POCR								1
PODE								
POFI	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	3,00	2,50	17
POFL	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	18
POLU								1
POPE		1,00					1,00	4
ROAM						1,00	1,00	2
SASA		1,00		2,00	2,00	2,00	1,75	12
SCLA								
SPSP	2,00	1,00		1,00	1,00	2,00	1,40	15
Nbre espèces	5,00	7,00	7,00	8,00	7,00	9,00	7,17	
Abond. cum.	10,00	12,00	13,00	15,00	12,00	16,00	13,00	
Abond. moy.	2,00	1,71	1,86	1,88	1,71	1,78	1,82	

RIVE Gauche	120	121	122	123	124	125	TOT	freq/16
REC. en %	15,00	10,00	10,00	10,00	12,00	5,00	10,33	
RIPISYLVE	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,67	
EROSION	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	2,00	0,83	
Haut. Berge	1,50	2,20	2,20	2,00	2,00	2,00	1,98	
Turb	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Vitesse dm/s	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	
Algues Filam.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
CEDE	1,00	1,00					1,00	5
ELCA		1,00					1,00	1
FOAN								6
LEMI	1,00	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,50	12
MYSP	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	18
NULU	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,33	18
POAM	1,00						1,00	2
POCR		1,00					1,00	5
PODE								
POFI	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	2,50	18
POFL	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,83	18
POLU								1
POPE			2,00	1,00			1,50	2
ROAM								
SASA	2,00	2,00	1,00	2,00	1,00	2,00	1,67	17
SCLA								
SPSP	1,00	1,00	1,00			2,00	1,25	12
Nbre espèces	9,00	10,00	8,00	7,00	6,00	7,00	7,83	
Abond. cum.	17,00	16,00	15,00	15,00	15,00	16,00	16,00	
Abond. moy.	1,89	1,60	1,88	2,14	2,50	2,29	2,08	