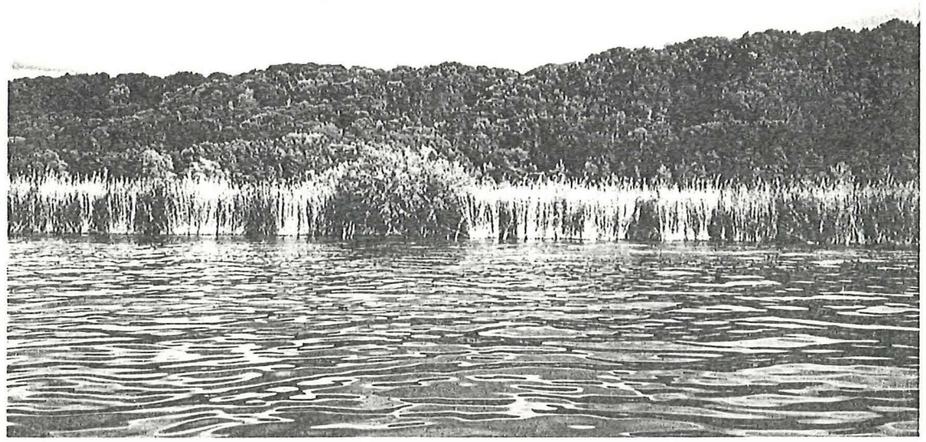
4.3

Entreprise de correction fluviale
Rive sud du lac de Neuchâtel

TRONÇON PILOTE DE CHESEAUX-NORÉAZ

SUIVI BIOLOGIQUE DES MESURES ANTI-ÉROSION



Programme de suivi et rapport annuel 1996

Octobre 1996

ECOTEC

BUREAU DE RECHERCHE EN
BIOLOGIE ET ENVIRONNEMENT
expertises
études d'impact
recherche appliquée

ECOTEC ENVIRONNEMENT S.A., rue F.-Ruchon 3, CH-1203 GENEVE - tél. (022) 344.91.19 - fax. (022) 344.33.65

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION 1

2. RAPPEL DES OBJECTIFS 2

3. MÉTHODOLOGIE 3

   3.1 Généralités 3

   3.2 Macrophytes 4

   3.3 Macroinvertébrés benthiques 5

   3.4 Poissons 7

      3.4.1 Plongées nocturnes 7

      3.4.2 Suivi des zones de frai et évaluation du succès de la reproduction par pêches électriques 7

      3.4.3 Concertation et récolte de données auprès des pêcheurs professionnels 8

4. RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE 1996 9

   4.1 Macrophytes 9

   4.2 Poissons 12

      4.2.1 Plongée nocturne du 20 août 1996 12

      4.2.2 Pêches électriques du 14 août 1996 13

5. CONCLUSIONS 17

   5.1 Macrophytes 17

   5.2 Poissons 18

6. ANNEXES 19

1. INTRODUCTION

En juin dernier, l'Entreprise de correction fluviale de la rive Sud du lac de Neuchâtel a mandaté le bureau ECOTEC pour réaliser le suivi biologique des mesures anti-érosion sur le tronçon pilote de Cheseaux-Noréaz.

La période d'observation de ce suivi biologique est prévue sur 5 ans, de 1996 à l'an 2000. Les travaux quant à eux vont probablement se dérouler en continu à partir de l'été 1997, sur une durée de 2 à 3 ans. Les premiers recensements représenteront donc un état initial, les suivants un état pendant les travaux et les derniers, un état postérieur aux travaux.

L'observation de l'influence des ouvrages sur l'écosystème aquatique et riverain sera effectuée au travers de l'étude des groupes taxonomiques suivants :

- les macrophytes ;
- les macroinvertébrés benthiques ;
- les poissons.

Les recensements se feront annuellement, en mai pour les macroinvertébrés benthiques, en juillet pour les macrophytes et en août pour les poissons. En 1996, les investigations de terrain n'ont débuté qu'en juillet. Les premières prestations relatives à l'étude des macroinvertébrés benthiques ont par conséquent été reportées à mai 1997 afin de respecter la période d'échantillonnage prévue.

Ce document rappelle dans un premier temps les objectifs du suivi biologique (chapitre 2). Le chapitre 3 résume la méthodologie utilisée dans le cadre de ce programme de suivi pour les trois groupes taxonomiques. Les résultats obtenus au cours cette première année de suivi, qui concernent les macrophytes et les poissons, font l'objet du chapitre 4.

2. RAPPEL DES OBJECTIFS

Les principales questions auxquelles le suivi biologique doit répondre sont les suivantes :

Macrophytes

- ☞ Quelle sera l'importance du développement des macrophytes dans les zones nouvellement protégées par les ouvrages ?
- ☞ Comment se traduira l'augmentation de la diversité phytoécologique au niveau des secteurs aménagés ?
- ☞ La limitation attendue de l'érosion de la rive va-t-elle permettre le développement de roselières lacustres ?

Macroinvertébrés benthiques

- ☞ Quelle sera l'influence des ouvrages sur la nature des fonds lacustres (substrat et niveau trophique) ?
- ☞ Quels types de communautés d'invertébrés vont bénéficier du développement prévisible des macrophytes sur les zones riveraines ?
- ☞ Quelles sont les communautés benthiques qui vont se développer sur les structures mises en place ?
- ☞ Quelle va-t-être l'évolution quantitative des ressources alimentaires pour les poissons et pour les oiseaux d'eau ?

Poissons

- ☞ Comment vont évoluer les peuplements de poissons en relation avec l'augmentation de la diversité de l'habitat sur la zone aménagée ?
- ☞ Quelles seront les principales espèces bénéficiaires des nouvelles conditions du point de vue de la reproduction et de l'habitat ?
- ☞ Dans quelle mesure la productivité piscicole va-t-elle augmenter sur la zone aménagée ?
- ☞ Quel sera l'accroissement des activités de pêche sur le tronçon pilote?

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 Généralités

Un état de référence a été établi dans le document intitulé "Aspect environnemental"[1]. L'étude en question définit les impacts potentiels des travaux prévus sur la base de comparaisons entre des secteurs pilote (avec érosion) et des secteurs témoin (sans érosion). Cette démarche s'apparente à une enquête d'impact au cours de laquelle il s'agit de prédire les impacts potentiels d'un projet.

Dans le cadre d'un suivi biologique, il ne s'agit plus de prévoir d'éventuelles conséquences mais de mesurer les impacts lors de la réalisation d'ouvrages et par la suite. Cet objectif repose sur des comparaisons entre secteurs aménagés et non aménagés où sont mesurés différents paramètres de référence. Cette démarche nécessite de préciser l'état initial (avant réalisation), l'état en cours de travaux et l'évolution à la suite des réalisations. Le niveau d'information nécessaire au cours d'un suivi biologique est plus précis puisqu'il s'agit de quantifier des impacts.

Dans le cadre du suivi biologique du tronçon pilote de Cheseaux-Noréaz, la démarche suivante est proposée :

⇒ établissement de l'état initial sur des secteurs non aménagés au début du planning de réalisation ;

⇒ évaluation des impacts en cours de travaux par comparaisons entre les secteurs non aménagés et les secteurs en cours de réalisation ;

⇒ évaluation de l'intérêt piscicole en comparant l'évolution des secteurs aménagés avec des secteurs non aménagés et avec leurs caractéristiques originelles mesurées avant la réalisation des ouvrages.

Comme pour la plupart des suivis biologiques, l'interprétation des résultats se base sur les points suivants :

- comparaisons entre des relevés effectués sur le même site à différentes périodes. Une comparaison est effectuée entre l'état de référence (avant les travaux), l'état pendant les travaux puis la situation après la construction de l'ouvrage. Les données récoltées sur les secteurs encore non aménagés servent de référence pour apprécier leur évolution une fois aménagés ;
- comparaisons entre différentes stations à la même période. Les effets sont mis en évidence en comparant les stations soumises à des travaux (puis à la présence d'un ouvrage) à des stations situées hors de la zone d'influence des travaux et ouvrages.

---

1 Aquarius 1995: *Erosion de la rive sud du lac de Neuchâtel, projet pilote de mesures anti-érosion, tronçon Yverdon-Yvonand : Aspect environnemental.* Cantons de Fribourg et de Vaud, GEG, 29 p. + annexes.

3.2 Macrophytes

Globalement, la méthodologie de base se réfère à l'étude chorologique et écologique des macrophytes des lacs suisses [2]. Cette méthode d'investigation permet de caractériser la répartition de la végétation de manière exhaustive, qualitativement et quantitativement.

Les limites du site étudié correspondent à la totalité de la zone littorale concernée par les différents ouvrages prévus. Parallèlement à la rive, le tronçon de 4 km (zone d'érosion généralisée) allant de la Grève de Champ-Pittet à la zone de rive aménagée à l'est de Châble-Perron, est considéré. Perpendiculairement à la rive, la beine comprise entre l'interface eau-terre en hautes eaux et la profondeur maximale de colonisation par les macrophytes submergés est prise en compte.

Les recensements se font annuellement, pendant la période de végétation, soit préférentiellement en juillet.

La beine littorale est parcourue en bateau et toutes les zones de végétation sont répertoriées, soit depuis la surface par observation directe ou avec un aquascope, soit par prélèvement de la végétation au moyen d'un grappin, soit encore par observation en plongée avec scaphandre autonome.

La délimitation de zones homogènes se fait selon les critères de la composition spécifique et de la densité (couverture au sol) des peuplements.

Pour chaque zone de végétation identifiée, les informations suivantes sont recueillies :

- **la surface** de la zone de végétation, délimitée sur le terrain puis calculée et dessinée grâce à un programme de cartographie informatique performant.
- **le nom et l'abondance relative** de toutes les espèces présentes. L'abondance relative de chaque espèce dans la zone de végétation est notée selon un code représentant une des cinq classes suivantes :

  + = < 5 %
  1 = 5 - 20 %
  2 = 21 40 %
  3 = 41 - 60 %
  4 = 61 - 80 %
  5 = > 80 %

- **la densité du peuplement**, estimée par observation directe et exprimée par un indice de densité en trois classes traduisant le recouvrement du substrat par la végétation. Les classes correspondant aux catégories suivantes :

  1 = végétation peu dense
  2 = végétation moyennement dense
  3 = végétation dense

---

2 Lachavanne, J.-B. & al. 1985: *Etude chorologique et écologique des macrophytes des lacs suisses en fonction de leur altitude et de leur niveau trophique*, FNRS, Université de Genève, 115 p.

3.3 Macroinvertébrés benthiques

Au total, 6 types d'ouvrage sont prévus sur le tronçon pilote :

- palissade (barrage à claire-voie) ;
- brise-lames ;
- récif artificiel ;
- épi en enrochements ;
- îlot pour oiseaux ;
- plage pour baigneurs et accostage de bateaux.

Des relevés effectués au niveau de chaque type d'ouvrage permettront de mesurer et comparer les effets des différents objets. Les relevés se font sur des **transects** (voir tableau 1 et annexe 1) s'étendant depuis la rive jusqu'à quelques dizaines de mètres au large de l'ouvrage prévu. Chaque transect est reproductible dans le temps. Le repérage sous-lacustre précis se fait au moyen d'un filin gradué .

Sur chaque transect, des échantillons de macrofaune benthique sont prélevés par carottage de sédiment et au filet. Le nombre de stations dépend de l'hétérogénéité le long du transect, il est compris entre 4 et 10 par transect. De même le nombre de prélèvements est adapté en fonction de l'hétérogénéité locale (3 à 6 par station). Les échantillons seront fixés séparément sur place (solution 4% formol neutre).

La présence et l'abondance des gros mollusques (agrégats ou tapis de moules zébrées, anodontes) sont systématiquement relevées le long de chaque transect (types et indices d'abondance notés sur place).

Une campagne annuelle de prélèvement est prévue au mois de mai, cette période étant propice pour obtenir les échantillons représentatifs (avant l'émergence de la plus grande partie des larves d'insecte).

Un niveau de détermination standard est appliqué à l'ensemble des organismes récoltés afin de permettre l'évaluation de la structure de la communauté benthique sur la base d'indices de diversité. Concernant les organismes indicateurs (Oligochètes et Chironomidés), la détermination est poussée à l'espèce afin d'appréhender l'évolution du niveau trophique[3] .

---

[3] Lang, C. 1986 : *Eutrophisation du Léman indiquée par les communautés d'oligochètes : campagne 1982-1985.* Schweiz. Z. Hydrol. 48: 230-239.

Lang, C. 1989 : *Eutrophication of lake Neuchâtel indicated by the oligochaete communities.* Hydrobiologia 174: 57-65.

Lang, C. 1990 : *Quantitative relationships between oligochaete communities and phosphorus concentrations in lakes.* Freshw. Biol. 24. 327-334.

Lang, C. & Reymond, O. 1993 : *Recovery of lake Neuchâtel (Switzerland) from eutrophication indicated by the oligochaete communities*. Arch. Hydrol. 128: 65-71.

Les données brutes sont émises sous la forme de listes faunistiques, une liste générale et une liste particulière pour les organismes indicateurs (détermination à l'espèce).

Les principaux critères d'évaluation sont les suivants :

- **abondance relative des taxons indicateurs** (Oligochètes et Chironomidés) ;

  L'abondance relative des taxons indicateurs, qui permet d'apprécier le niveau trophique des sédiments, est directement issue de la liste faunistique particulière.

- **structure des peuplements** (richesse taxonomique et diversité) ;

  La structure des peuplements est évaluée sur la base d'indices de diversité standards. On peut citer par exemple les indices suivants :

  - indice de diversité de Shannon & Weaver (1963) associé à la diversité maximale et à l'équitabilité de Pielou (1966)
  - indice de diversité de Simpson (1949).

- **densité et biomasse**

  La densité est exprimée en nombre d'individus par unité de surface. Une mesure du poids frais est prévue pour chaque échantillon afin de compléter l'appréciation quantitative.

TABLEAU 1 : CARACTÉRISTIQUES DES 6 TRANSECTS RETENUS POUR L'ÉCHANTILLONNAGE DES MACROINVERTÉBRÉS BENTHIQUES ET L'OBSERVATION DES POISSONS (PLONGÉES NOCTURNES)

Transect n°	Type d'ouvrage	Longueur transect	Coordonnées repère en rive	Orientation (azimut)
1	plage pour baigneurs et accostage de bateaux	200 m	540.735/182.008	340 °N
2	brise-lames	150 m	541.250/182.215	330 °N
3	récif artificiel	150 m	541.792/182.509	330 °N
4	palissade	150 m	542.050/182.340	345 °N
5	épi en enrochements	200 m	542.285/182.725	355 °N
6	îlot pour oiseaux	200 m	543.079/183.195	330 °N

3.4 Poissons

En ce qui concerne les poissons, le suivi biologique est basé sur les trois moyens d'investigation suivants :

- Plongées nocturnes
- Pêches électriques
- Concertation et récolte de données auprès des pêcheurs professionnels

3.4.1 Plongées nocturnes

Les plongées nocturnes ont pour but de suivre la colonisation des ouvrages qui vont être construits sur le tronçon pilote ainsi que les modifications du peuplement piscicole sur la beine suite à ces aménagements.

Afin de mesurer les impacts associés aux différents objets, les relevés effectués en plongées autonomes nocturnes sont réalisés au niveau de chaque type d'ouvrage ainsi que dans la zone d'influence de celui-ci. Les relevés se font sur les mêmes transects que ceux choisis pour les macroinvertébrés benthiques (voir tableau 1). Chaque transect est reproductible dans le temps (repère en rive repéré par GPS). De plus, les plongées sont effectuées dans des conditions identiques (temps calme, eau claire) afin de valider les comparaisons entre les différents transects et les différentes années. La présence et l'abondance de l'ensemble des espèces de poissons sont relevés le long du transect par deux observateurs.

Les plongées nocturnes sont réalisées annuellement au mois d'août, la fin de l'été étant la période où la fréquentation de la zone riveraine par les poissons est maximum.

3.4.2 Suivi des zones de frai et évaluation du succès de la reproduction par pêches électriques

La rive et les zones lagunaires connectées au lac sont plus particulièrement prospectées afin de déterminer leur valeur comme site de reproduction et de grossissement des juvéniles et de détecter les éventuelles modifications qui résulteraient de l'aménagement du tronçon pilote.

Suite à une première visite de terrain, il a été décidé de concentrer les investigations sur la lagune principale de Champ-Pittet et son interface avec le lac. La lagune secondaire de Châble-Perron n'a pas été retenue car le chenal d'accès depuis le lac est actuellement complètement comblé. De plus, une étude antérieure[4] a montré que la qualité de l'eau dans cette lagune est peu favorable à la vie piscicole.

---

4 Aquarius 1994: *Incidences des fluctuations du niveau du lac de Neuchâtel sur la faune piscicole.* Commission intercantonale de la pêche dans le lac de Neuchâtel, 42 p. + annexes

Les quatre sites de pêche à l'électricité choisis sont les suivants (voir carte en annexe 1) :

- **Site 1** : interface entre la lagune principale et le lac
- **Site 2** : lagune principale juste après la passe
- **Site 3** : lagune principale à 150-200 m à l'intérieur
- **Site 4** : rive du lac à l'Est du transect 4

Afin d'éviter les biais liés aux cycles biologiques annuels et de pouvoir comparer les résultats avec ceux obtenus lors des plongées nocturnes, les pêches électriques sont réalisées à la même période de l'année, soit au mois d'août. A cette période, les alevins de cyprinidés sont suffisamment développés pour être identifiés avec certitude.

3.4.3 Concertation et récolte de données auprès des pêcheurs professionnels

Il est vraisemblable que la pratique de la pêche professionnelle évolue suite à l'aménagement des mesures anti-érosion sur le tronçon Cheseaux-Noréaz. Le rapport du bureau Aquarius[1] prévoit un "accroissement des zones propices à la pratique de la pêche". Cette hypothèse sera vérifiée sur la base d'informations qui nous seront transmises par les pêcheurs professionnels et de nos propres observations. Il s'agira notamment :

- d'évaluer les surfaces de pêche créées suite aux aménagements ;
- de suivre l'évolution du rendement de la pêche pour les espèces littorales.

Ce type d'investigations débutera en 1997.

---

1 Aquarius 1995: *Erosion de la rive sud du lac de Neuchâtel, projet pilote de mesures anti-érosion, tronçon Yverdon-Yvonand : Aspect environnemental.* Cantons de Fribourg et de Vaud, GEG, 29 p. + annexes

4. RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE 1996

4.1 Macrophytes

Pour la première année du suivi biologique, l'ensemble de la zone littorale du tronçon pilote a été investiguée afin de définir un état initial en ce qui concerne la colonisation des fonds par les macrophytes.

La méthodologie définie au chapitre 3 a été appliquée. En l'absence de photos aériennes et afin de faciliter la localisation des herbiers, dix bouées ont été posées le long du tronçon pilote (voir carte en annexe 1, bouées E1-E10), entre la rive et les bouées OROEM. Ces repères ont été localisés précisément au moyen d'un GPS (coordonnées géographiques par satellite) la veille des recensements puis récupérés une fois le travail effectué.

Les résultats obtenus lors de l'étude préliminaire[1] n'avaient pas permis d'avoir une vue globale de la zone littorale et la répartition des macrophytes était basée sur une différentiation en trois types d'herbiers en fonction de leur éloignement de la rive. Cette approche n'a pas été jugée satisfaisante et les résultats obtenus cette année sont sensiblement différents. Une abondance de végétation submergée beaucoup plus forte que prévue a entre autres pu être mise en évidence.

La surface colonisée par la végétation submergée est représentée sur une carte au 1:5'000 (Annexe 1). Globalement, les herbiers se trouvent sous forme de bandes allongées, orientées dans la direction de la bise, généralement entre 20° et 40° Est.

La répartition mosaïque sur l'ensemble de la zone littorale est importante et difficile à recenser avec une grande précision. Idéalement, la limite des zones de végétation s'effectue grâce à une photo aérienne. Ne disposant pas de couverture photo récente, une estimation sur le terrain de la surface colonisée représente une imprécision estimée entre 10 et 50% selon la taille de la zone.

La surface totale colonisée dans le tronçon pilote est de l'ordre de 25 ha, ce qui représente près de 20% de l'ensemble de la beine comprise entre 0 et 3 m de profondeur (140 ha).

Les six espèces recensées, dans l'ordre décroissant d'abondance, sont les suivantes:

- *Potamogeton pectinatus* L.	Potamot pectiné
- *Chara contraria* A. Braun	Chara
- *Potamogeton perfoliatus* L.	Potamot perfolié
- *Myriophyllum spicatum* L.	Myriophylle en épi
- *Potamogeton x decipiens* Nolte	Potamot hybride
- *Ranunculus circinatus* Sibth.	Renoncule en crosse

Les résultats de cet état initial montrent que deux espèces dominent nettement l'ensemble des herbiers. Le potamot pectiné est présent dans 90% des zones et est abondant (classe ≥ 3) dans 70% de celles-ci. Les characées sont, elles, présentes

dans près de 70% des zones et abondantes (classe ≥ 3) dans près de 30% de celles-ci. Le potamot perfolié est considéré comme une espèce accompagnante mais bien représentée sur l'ensemble du tronçon. Les trois dernières espèces sont quantitativement beaucoup moins importantes.

Avec une densité moyenne de 2.7 sur un maximum de 3, l'ensemble des herbiers du tronçon pilote montrent une colonisation des fonds bien marquée.

En revanche, la présence de seulement deux espèces par zone en moyenne permet de déduire que les conditions d'implantation et de maintien pour les macrophytes dans le site restent très contraignantes.

Hormis la renoncule en crosse qui est considérée comme une espèce menacée sur le plan national et à l'Ouest du Plateau en particulier[5], les cinq autres taxons recensés ne sont pas des espèces rares dans les lacs suisses.

Si l'on se réfère à l'ensemble des lacs du Plateau et aux caractéristiques actuelles du lac de Neuchâtel, la situation observée cadre très bien avec l'image attendue. L'amélioration de la qualité des eaux est un facteur déterminant qui permet, entre autres, le développement d'espèces pionnières comme les characées.

Dans la région d'Yvonand, l'importance des characées a été mise en évidence par rapport au nourrissage des oiseaux d'eau[6]. Il est ainsi très positif de recenser de nombreux herbiers de charophytes dans la zone OROEM, ce qui n'avait encore jamais été mis en évidence.

La complexité de la répartition des macrophytes présente un intérêt très élevé dans le cadre du suivi biologique. Les probables modifications du milieu qui seront imputables aux aménagements prévus auront ainsi un impact plus facilement interprétable que dans le cas d'un état initial très pauvre en macrophytes comme lors des derniers relevés datant de 1979.

En plus des recensements globaux de l'ensemble de la zone littorale, trois transects ont été effectués en plongée. Ils correspondent aux transects 1, 2 et 3 choisis pour la macrofaune et les poissons, à la différence que pour les macrophytes ils sont prolongés jusqu'à l'extrémité de la beine. Les profils correspondants sont présentés en annexe (Annexe 2). Cette approche permet une perception très précise de l'état des fonds lacustres mais nécessite un engagement très important. Ces trois transects ont permis de constater qu'en dehors des zones de végétation cartographiées, des macrophytes disséminés et de petite taille colonisaient une partie des fonds sableux apparemment vierges depuis la surface. Quantitativement, cette proportion de macrophytes est négligeable sur l'ensemble du tronçon pilote. Qualitativement, les espèces rencontrées sont les mêmes que dans les zones plus denses.

---

5 Landolt E. 1991 : *Liste rouge des plantes vasculaires menacées en Suisse.* OFEFP, 183 p.

6 Lecocq A. 1995: *Observations des comportements alimentaires de la nette rousse Netta rufina: rôle des charophytes*. Travail de diplôme, Université de Genève, 101 p.

TABLEAU 2 : SURFACE ET RÉPARTITION DES ESPÈCES CONCERNANT LES ZONES DE MACROPHYTES DU TRONÇON PILOTE

ZONE	SURF (m2)	DENS	NTAXA	PC	CHA	PF	MYR	DEC	RAN
1	2000	3	3	+		+		5	
2	1500	3	1	5					
3	5800	2	4	5	1	+		+	
4	5200	3	2	5	1				
5	13000	3	2	5	+				
6	5300	2	2	5	+				
7	3800	1	2	5	+				
8	22500	2	2	4	1				
9	2200	1	2	5	+				
10	20100	3	2	4	2				
11	800	2	2	1	5				
12	12400	3	3	5	+	+			
13	2900	3	2	4	2				
14	4400	3	2	5	1				
15	2300	2	2	1	5				
16	11500	3	2	5		+			
17	900	3	1	5					
18	9600	3	2	1	5				
19	5200	3	1	5					
20	14100	3	3	4	2	+			
21	800	3	2				1		5
22	5100	1	1					5	
23	1700	3	1	5					
24	15100	3	3	3	3	+			
25	4200	3	2	1	4				
26	4900	3	1	5					
27	15500	3	3	4	2	+			
28	6900	3	4	3	3	+	+		
29	2800	3	3	4	2		+		
30	7400	3	1	5					
31	3700	3	2		5	+			
32	5000	3	3	5	+	+			
33	4800	3	2	5	+				
34	2700	3	2	2	4				
35	2700	3	2		5	+			
36	9700	3	3	4	2	+			
37	11000	3	3	1	4	+			
	249500	2.7	2.2						

Légende : DENS: végétation peu dense (1), moy. dense (2) et dense (3) ; NTAXA : nombre de taxons présents dans la zone ; PC : *Potamogeton pectinatus*, CHA : *Chara contraria*, PF: *Potamogeton perfoliatus*, MYR : *Myriophyllum spicatum*, DEC : *Potamogeton x decipiens*, RAN : *Ranunculus circinatus* (classes d'abondance, voir chap. 3.2)

4.2 Poissons

4.2.1 Plongée nocturne du 20 août 1996

Cette plongée s'est déroulée entre 22h00 et 01h00 du matin. La température de l'eau était de 22 °C en surface et de 19 °C à 1.5-2 m de profondeur. Le niveau du lac était de 429.40 msm. La visibilité a été évaluée à 2 m.

Les transects 2, 4 et 5 ont été parcourus dans leur intégralité. La présence et l'abondance de l'ensemble des espèces ainsi que la nature des fonds ont été relevées. En raison de la faible diversité du milieu et du peuplement piscicole observé, les résultats obtenus ont été jugés suffisants pour décrire l'état initial de la beine du tronçon pilote. A noter que la nature des fonds sur les transects 1, 3 et 6 a été relevée le 31 juillet lors de la campagne macrophytes (voir paragraphe 4.1) et qu'ils présentent des caractéristiques semblables aux trois transects parcourus de nuit pour les poissons.

Les espèces rencontrées sont, par ordre d'abondance :

- *Rutilus rutilus*	gardon	2 ind. de 20 cm et 100-200 juvéniles
- *Perca fluviatilis*	perche	22 perches de 15-18 cm et ~15 0^+
- *Abramis brama*	brème	20-30 juvéniles
- *Gobio gobio*	goujon	2 adultes et 6 juvéniles
- *Lota lota*	lotte	4 individus de 10-20 cm
- *Rhodeus sericeus amarus*	bouvière	4 individus
- *Cobitis taenia*	loche de rivière	3 individus de 10 cm
- *Leuciscus leuciscus*	vandoise	2 individus de 20 cm

Les profils correspondant aux trois transects figurent en annexe (Annexe 3). Ils sont accompagnés d'un tableau récapitulatif (Annexe 4).

Les résultats montrent la présence de 8 taxons sur la beine du tronçon pilote. La loche de rivière et la bouvière sont deux espèces menacées au niveau national et protégées à l'échelle européenne. Les autres espèces ne sont pas menacées en Suisse.

La diversité spécifique observée est comparable aux résultats obtenus précédemment au moyen de pêches électriques[1]. En terme d'abondance, le peuplement piscicole de la beine peut être qualifié de peu important au moment de la plongée (voir figure 1). En effet, seule une quarantaine de poissons adultes ou sub-adultes ont été observés sur une longueur totale de 500 m, ce qui fait moins de 1 individu pour 10 m linéaires de transect. La densité de poissons semble être positivement corrélée à la densité de végétation aquatique. En effet, seuls 5 à 6 individus/100 ml ont été recensés sur les zones dépourvues de végétation ou avec

une végétation très clairsemée, tandis que de 9 à 16 poissons/100 ml ont été observés sur les zones de végétation plus dense.

En ce qui concerne les juvéniles de l'année, les gardons sont de loin les plus représentés, bien que seuls des individus isolés aient été observés. Leur densité ne dépasse pas 1-2 individus par m^2.

FIGURE 1 : PERCHE OBSERVÉE LORS DE LA PLONGÉE NOCTURNE DU 20 AOÛT 1996. À L'EXCEPTION DES JUVÉNILES DE CYPRINIDÉS, CETTE ESPÈCE DOMINAIT LE PEUPLEMENT PISCICOLE PEU IMPORTANT DE LA BEINE

4.2.2 Pêches électriques du 14 août 1996

Description des sites pêchés

Site 1

Ce site est situé à l'interface entre la lagune principale de Champ-Pittet et le lac. la partie riveraine comprise entre le banc de sable qui marque l'entrée de l'étang et l'estacade qui se trouve dans la baie a été échantillonnée. La longueur du tronçon pêché est d'environ 75 m. Sur ce site, la sédimentation est relativement importante par endroit, mais les sédiments brassés ne dégagent pas d'odeur nauséabonde.

La rive du site 1 est caractérisée par :

- un banc de sable de faible étendue ;
- une roselière aquatique d'environ 40 m de long ;
- une zone d'accostage présentant des structures en bois, en métal, des blocs et des racines (1 arbre et des arbustes).

Site 2

Le site 2 est situé à l'intérieur de la lagune, directement après la passe. Un milieu ouvert d'environ 1'000 m^2 est présent à cet endroit. Seul le pourtour de la zone a été échantillonné. La longueur du tronçon pêché est d'environ 100 m. La sédimentation dans la lagune est très importante et les vases anoxiques dégagent une odeur de souffre (H_2S).

Le pourtour du site 2 est caractérisé par :

- une roselière aquatique plus ou moins discontinue (touffes de roseaux) avec des lentilles d'eau ;
- le système racinaire des saules présents sur la partie est ;
- une zone de nénuphars blancs.

Site 3

Le site 3 se trouve à l'intérieur de la lagune à environ 150-200 m de la passe. A cet endroit, la lagune présente un plan d'eau ouvert d'environ 1 ha. Ce plan d'eau est presque totalement colonisé par des nénuphars et des lentilles d'eau et l'on note un important développement de macrophytes submergés (utriculaires). La partie Ouest de la zone, le long des touffes de roseaux et des nénuphars, a été échantillonnée sur environ 50 m. Ce site est très difficile à pêcher en raison de la forte conductivité de l'eau qui fait disjoncter le moteur et de la végétation aquatique très dense.

Site 4

Le site 4 se trouve le long de la rive soumise à érosion, à l'emplacement d'un aménagement prévu en palissade (barrage à claire-voie). Ce site est délimité à l'extrémité Ouest par une plage de sable (départ transect 4) et à l'extrémité Est par un arbre. La longueur du tronçon pêché est d'environ 100 m.

La rive du site 4 est caractérisée par :

- le système racinaire des roseaux marqué par une érosion active ;
- un fond sablonneux avec de nombreuses coquilles d'anodontes vides ;
- 1-2 arbres morts dont les branches sont en partie immergées.

Poissons capturés

Le tableau 3 présente le nombre de chaque espèce pêché par site. L'effort de pêche a été identique pour les sites 1 et 2 (40') et plus faible pour les sites 3 et 4 (25'). Tous les poissons adultes ont été récoltés et mesurés (longueur du corps). Pour les cyprinidés, seuls quelques dizaines de juvéniles ont été prélevés pour chaque site afin d'estimer la proportion des différentes espèces.

TABLEAU 3 : RÉSULTATS DES PÊCHES ÉLECTRIQUES RÉALISÉES LE 14 AOÛT 1996

	Site 1		Site 2		Site 3		Site 4	
Espèce	**Ad.**	**Juv.**	**Ad.**	**Juv.**	**Ad.**	**Juv.**	**Ad.**	**Juv.**
Brochet	-	2	-	-	-	-	-	-
Brème franche	-	14	-	-	-	-	-	-
Goujon	-	6	1	1	-	-	-	-
Vandoise	-	-	-	-	-	-	1	-
Bouvière	2	37	1	3	-	2	-	-
Gardon	1	112	-	111	-	29	-	50
Tanche	2	-	-	-	1	-	-	-
Loche de rivière	-	-	5	-	-	-	-	-
Lotte	3	-	5	-	-	-	4	-
Perche	4	2	-	-	-	1	-	-
Indéterminé	-	-	-	7	-	-	-	-

Site 1

Deux juvéniles de brochets (175 et 200 mm) ont été capturés dans la roselière aquatique. Ce sont les deux seuls individus échantillonnés pendant cette campagne. Deux tanches adultes (205, 235 mm) étaient également présentes parmi les roseaux. Les bouvières étaient abondantes sur ce site, la plupart étant des juvéniles.

Dans la roselière et sur la beine, de fortes concentrations de juvéniles de cyprinidés ont été observées. Les déterminations ont montré qu'ils s'agissait pour la plupart de gardons (66%), avec des bouvières (22%), des brèmes (8%) et des goujons (4%).

Le long de l'estacade et dans les racines, les peuplements piscicoles étaient sensiblement différents avec une dominance de lottes mesurant entre 65 et 95 mm et de perches mesurant entre 80 et 150 mm.

Site 2

Le peuplement piscicole dans la lagune est moins abondant et moins diversifié que sur le site 1.

Les juvéniles de cyprinidés se rencontrent encore en bancs importants au niveau de la passe, mais à l'intérieur de la lagune, leur distribution est plus clairsemée et tend à se limiter aux zones de végétation (roseaux, nénuphars). le 90% des juvéniles capturés sont des gardons, avec seulement 10% de bouvières et goujons.

Cinq loches de rivière mesurant entre 65 et 80 mm ont été capturées à proximité de la ligne de rive, au niveau des racines de saules immergées. Les deux autres

poissons adultes capturés sont une bouvière de 65 mm et un goujon de 90 mm. On note l'absence de brochetons, de lottes et de perches sur ce site.

Site 3

Les juvéniles de cyprinidés se font de plus en plus rares à l'intérieur de la lagune. Seuls les juvéniles de gardons semblent supporter la qualité de l'eau peu favorable aux poissons. Hormis les gardons, seuls une tanche de 445 mm (voir figure 2), deux juvéniles de bouvière et une perche ont été capturés. Plusieurs brèmes franches de taille respectable ont été aperçues, mais leur capture n'a pas été possible.

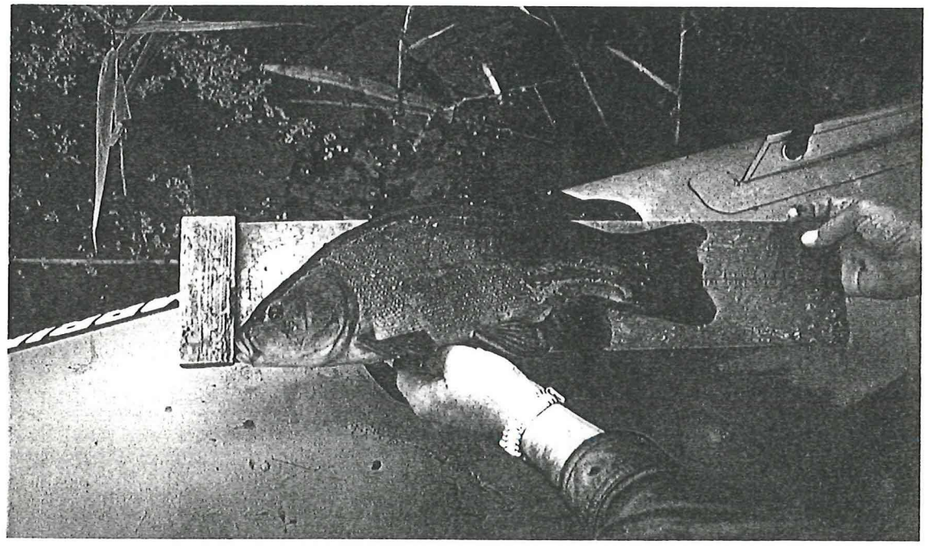


FIGURE 2 : TANCHE DE 445 MM CAPTURÉE DANS LA LAGUNE DE CHAMP-PITTET LORS DES PÊCHES ÉLECTRIQUES DU 14 AOÛT 1996 . CETTE ESPÈCE, TOUT COMME LA BRÈME FRANCHE, S'ACCOMMODE BIEN DES CONDITIONS DE VIE EXTRÊMES DE LA LAGUNE

Site 4

Ce site, situé sur un tronçon de rive soumis à une forte érosion, présente un peuplement peu diversifié et peu important. Hormis les bancs de juvéniles de gardons qui sont présents le long de la rive, seules 4 lottes mesurant entre 75 et 90 mm ont été capturées. A noter la capture d'une vandoise de 165 mm en pleine eau.

En résumé, les pêches électriques ont révélé la présence des 8 mêmes taxons que ceux observés lors des plongées nocturnes, et de 2 taxons supplémentaires : le brochet et la tanche.

C'est l'interface entre la lagune de Champ-Pittet et le lac (site 1), et en particulier la roselière aquatique présente à cet endroit, qui semble constituer le secteur le plus favorable pour la reproduction et le grossissement des espèces de poissons telles que le brochet ou les cyprinidés.

Les densités de poissons vont en décroissant au fur et à mesure que l'on pénètre dans la lagune, cela en raison des conditions du milieu moins favorables à la faune piscicole (température, oxygène dissous). Quelques espèces néanmoins (tanche, brème franche, gardon), s'accommodent relativement bien des conditions de vie dans la lagune.

Ces résultats diffèrent quelque peu des résultats des pêches électriques réalisées par le bureau Aquarius[4] entre 1991 et 1992 et au cours desquelles aucun poisson n'avait été capturé dans la lagune de Champ-Pittet, à l'exception de quelques alevins indéterminés.

La rive du lac soumise à érosion présente un peuplement piscicole peu important dominé par les lottes et les alevins de gardons.

5. CONCLUSIONS

5.1 Macrophytes

En comparaison avec les données antérieures, l'état actuel de la colonisation du tronçon pilote par les macrophytes submergés montre une abondance d'herbiers inattendue et très positive.

Les espèces présentes sur le site étudié correspondent bien aux potentialités offertes actuellement dans la zone littorale de la Rive Sud si l'on se réfère à l'évolution d'autres lacs suisses.

La méthodologie adoptée pour cette étude a donné entière satisfaction et est facilement reproductible malgré la difficulté d'échantillonnage due à la répartition en mosaïque des herbiers. Les résultats obtenus pour cet état initial se sont révélés très intéressants et devront permettre d'atteindre les objectifs fixés pour la suite de l'étude.

L'ensemble des données récoltées permettra de suivre l'évolution des macrophytes dans les prochaines années. Une attention particulière doit cependant être donnée

[4] Aquarius 1994: *Incidences des fluctuations du niveau du lac de Neuchâtel sur la faune piscicole.* Commission intercantonale de la pêche dans le lac de Neuchâtel, 42 p. + annexes

à la précision des résultats. Sans l'utilisation de photos aériennes, la comparaison avec les données à venir devra tenir compte de la marge d'erreur du calcul de surface et de la localisation des herbiers.

Pour le suivi biologique des prochaines années, l'expérience de cette première campagne annuelle fait apparaître l'intérêt de disposer d'une couverture du tronçon pilote par photos aériennes pour préciser la localisation des herbiers. Toutefois, si l'on admet une certaine imprécision dans ce domaine, les résultats obtenus dans le suivi biologique seront suffisants pour répondre aux questions posées par cette étude.

5.2 Poissons

La première campagne de terrain réalisée dans le cadre du suivi biologique du tronçon pilote a permis de définir l'état initial de la beine lacustre ainsi que la valeur actuelle des lagunes comme zones de reproduction et de grossissement pour les poissons.

Les plongées nocturnes ont montré que les peuplements piscicoles de la beine étaient peu diversifiés (8 taxons recensés) et peu abondants, en raison notamment de la nature homogène des fonds. Les zones dépourvues de végétation ou avec une végétation très clairsemée présentent dans l'ensemble des densités de poissons plus faibles que les zones où la végétation aquatique (characées, potamot pectiné) est abondante.

Les aménagements anti-érosion projetés devraient être favorables à la faune piscicole car ils vont créer de nouvelles structures qui vont diversifier le milieu tout en favorisant le développement de la végétation aquatique dans les zones abritées.

Les pêches électriques ont montré que la lagune principale de Champ-Pittet présentait actuellement un intérêt piscicole limité, cela malgré les surfaces importantes accessibles aux poissons. En effet, les conditions à l'intérieur de la lagune ne sont pas optimales pour la reproduction et le développement des poissons et seules quelques espèces y prospèrent (brème franche, tanche). L'interface entre la lagune et le lac est quant à elle plus favorable à la faune piscicole, avec notamment un certain succès de la reproduction du brochet.

6. ANNEXES

Annexe 1 : Carte au 1 : 5'000 présentant les surfaces colonisées par les macrophytes, les transects réalisés et les sites de pêche électrique

Annexe 2 : Profils des transects T_1, T_3 et T_6 avec la répartition des macrophytes

Annexe 3 : Profils des transects T_2, T_4 et T_5 avec la répartition des poissons relevée au cours des plongées nocturnes réalisées dans la nuit du 20 au 21 août 1996

Annexe 4 : Tableau récapitulatif des résultats des plongées nocturnes réalisées dans la nuit du 20 au 21 août 1996

ENTREPRISE DE CORRECTION FLUVIALE
RIVE SUD DU LAC DE NEUCHATEL

TRONCON PILOTE DE CHESEAUX-NOREAZ

Suivi biologique des mesures anti-érosion

Annexe 1

Légende — échelle 1 : 5'000

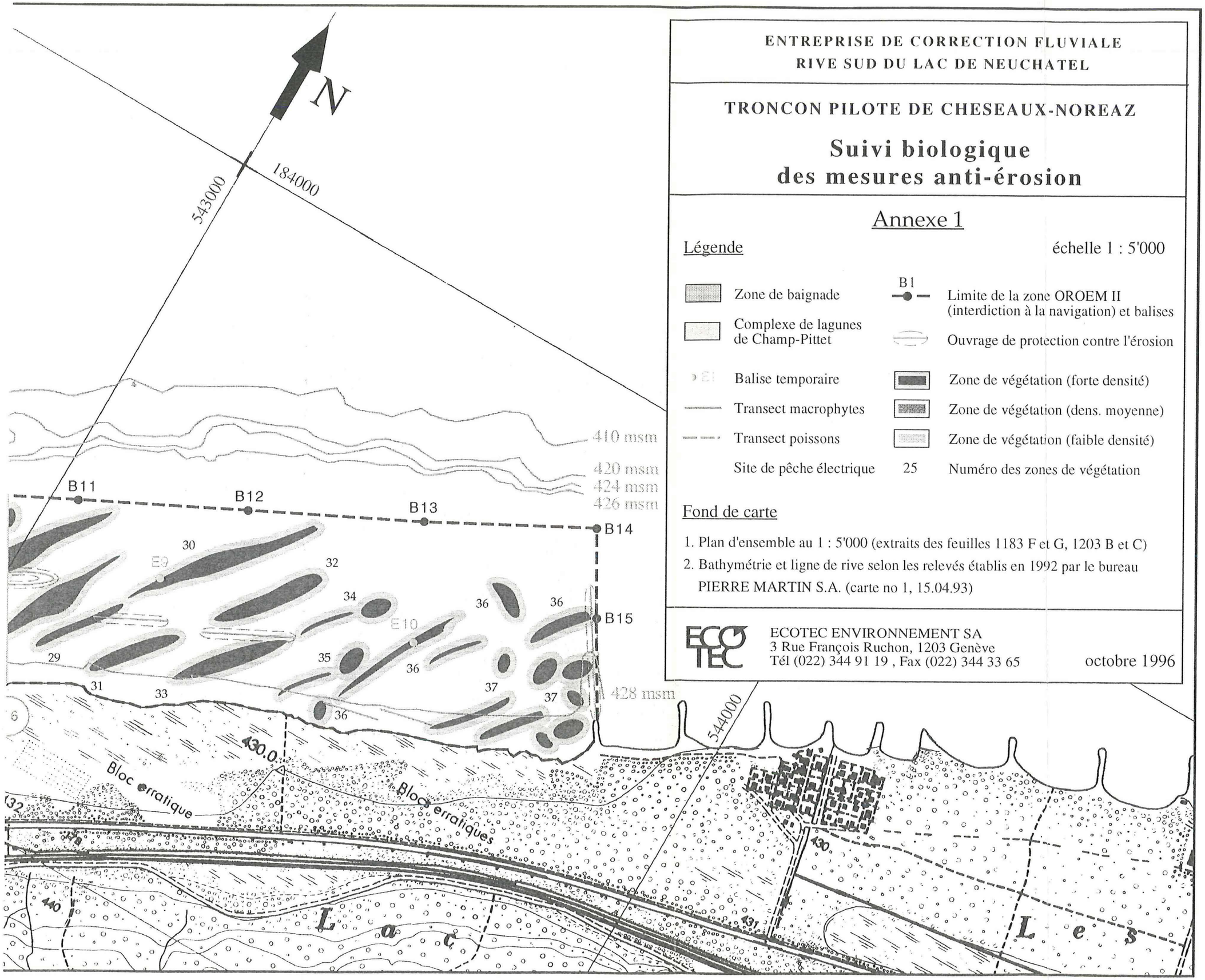
- Zone de baignade
- Complexe de lagunes de Champ-Pittet
- Balise temporaire
- Transect macrophytes
- Transect poissons
- Site de pêche électrique
- B1 — Limite de la zone OROEM II (interdiction à la navigation) et balises
- Ouvrage de protection contre l'érosion
- Zone de végétation (forte densité)
- Zone de végétation (dens. moyenne)
- Zone de végétation (faible densité)
- 25 — Numéro des zones de végétation

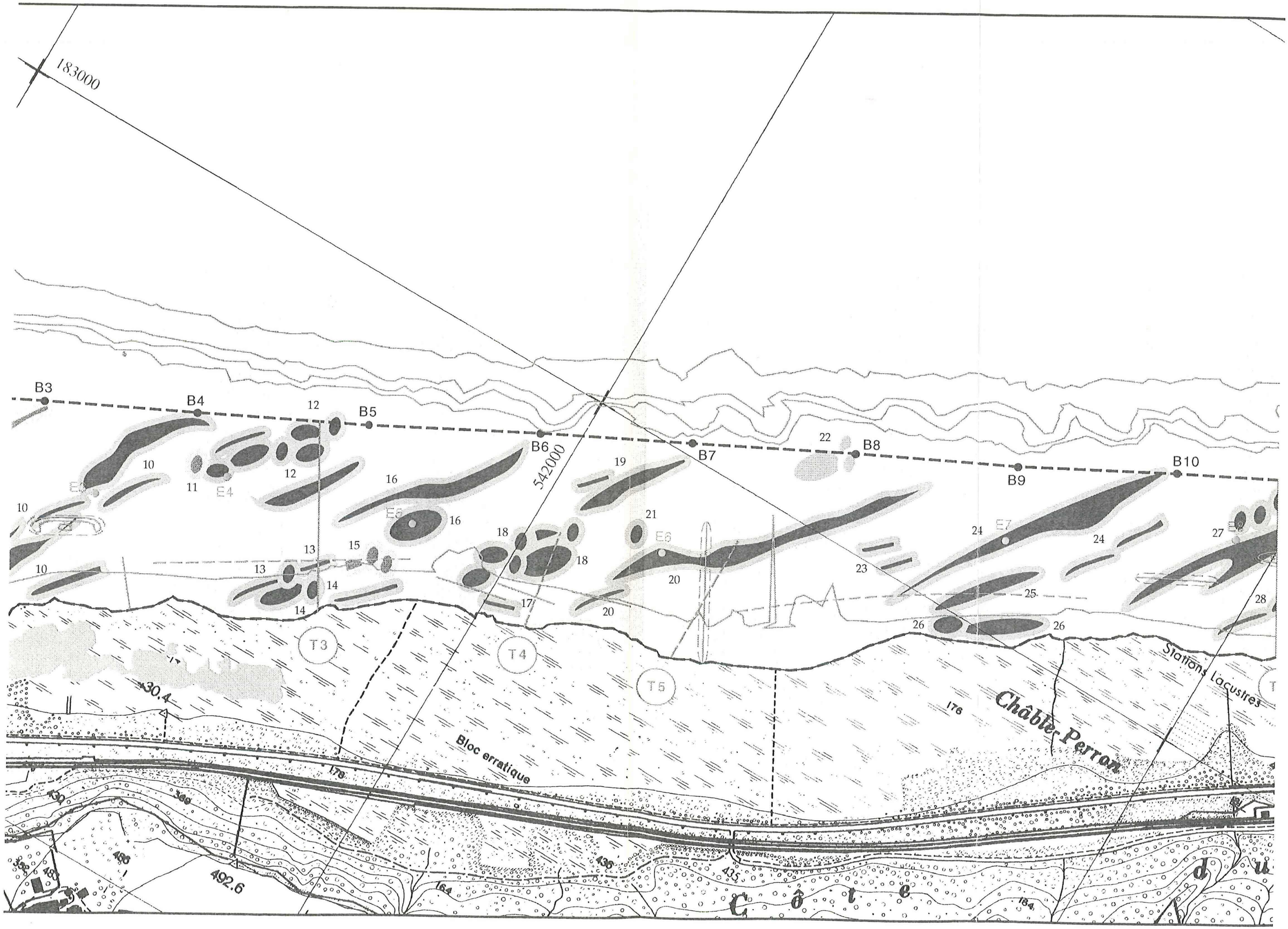
Fond de carte

1. Plan d'ensemble au 1 : 5'000 (extraits des feuilles 1183 F et G, 1203 B et C)
2. Bathymétrie et ligne de rive selon les relevés établis en 1992 par le bureau PIERRE MARTIN S.A. (carte no 1, 15.04.93)

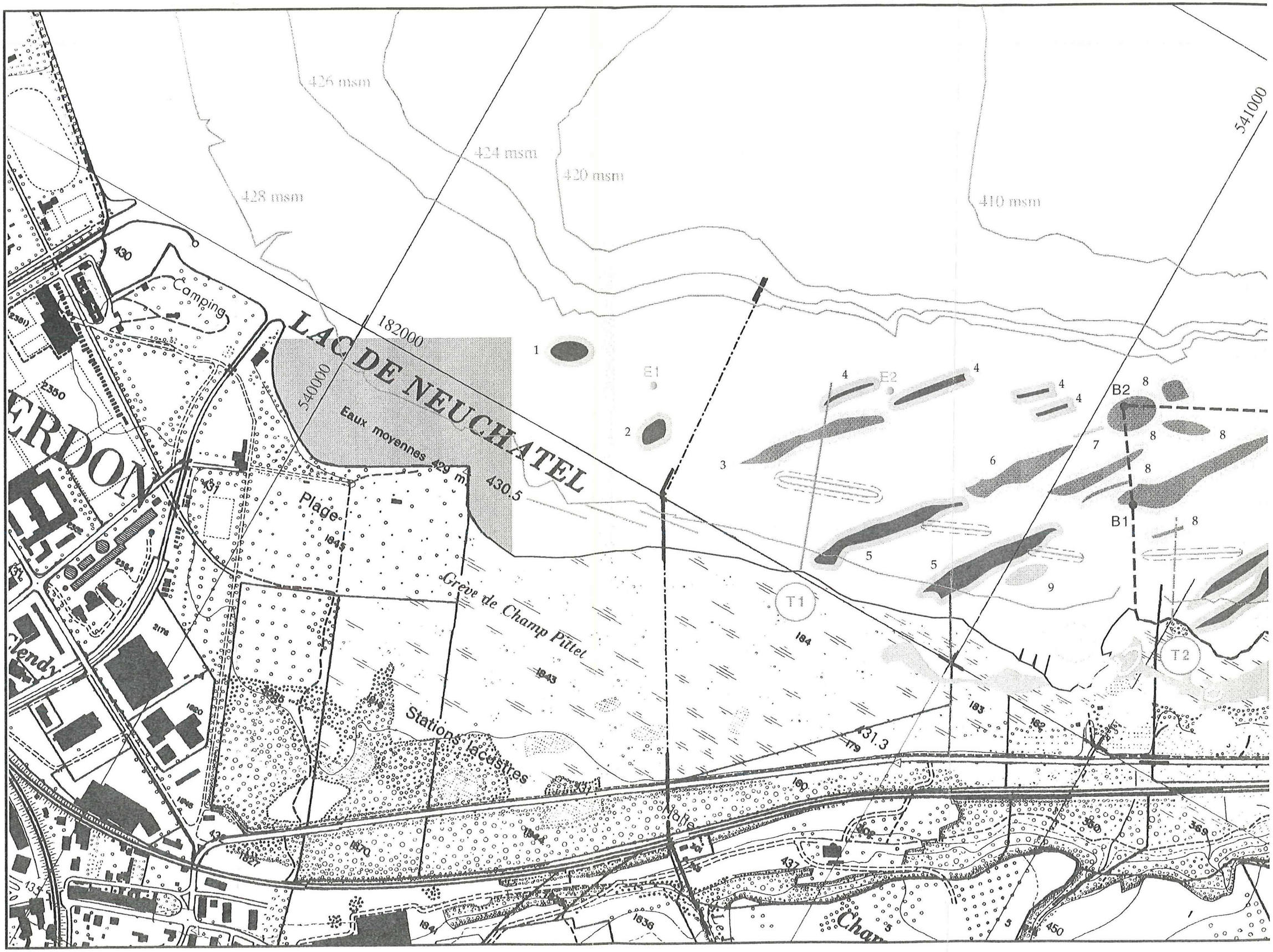
ECOTEC ENVIRONNEMENT SA
3 Rue François Ruchon, 1203 Genève
Tél (022) 344 91 19 , Fax (022) 344 33 65

octobre 1996





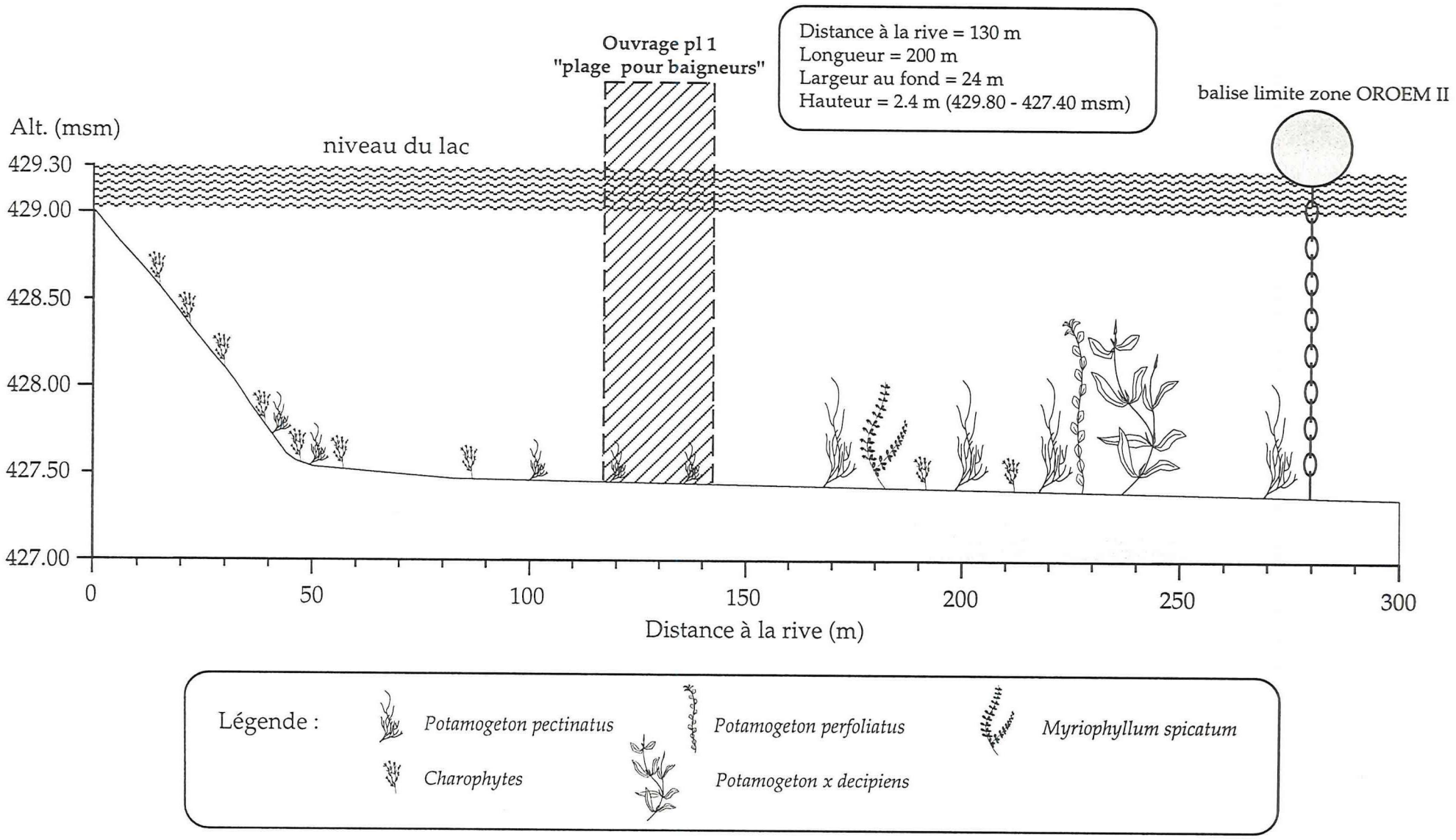
183000
542000
B3
B4
B5
B6
B7
B8
B9
B10
E4
E6
E7
T3
T4
T5
Bloc erratique
Stations lacustres
Châble-Perron
30.4
492.6


426 msm
424 msm
420 msm
428 msm
410 msm
541000
182000
540000
LAC DE NEUCHATEL
Eaux moyennes 429 m
430.5
430
Camping
Plage
Grève de Champ Pittet
Stations lacustres
431.3
E1
E2
B1
B2
T1
T2
1
2
3
4
5
6
7
8
9

Annexe 2 : Répartition des macrophytes

Profil du transect T1 "plage pour baigneurs et accostage de bateaux"

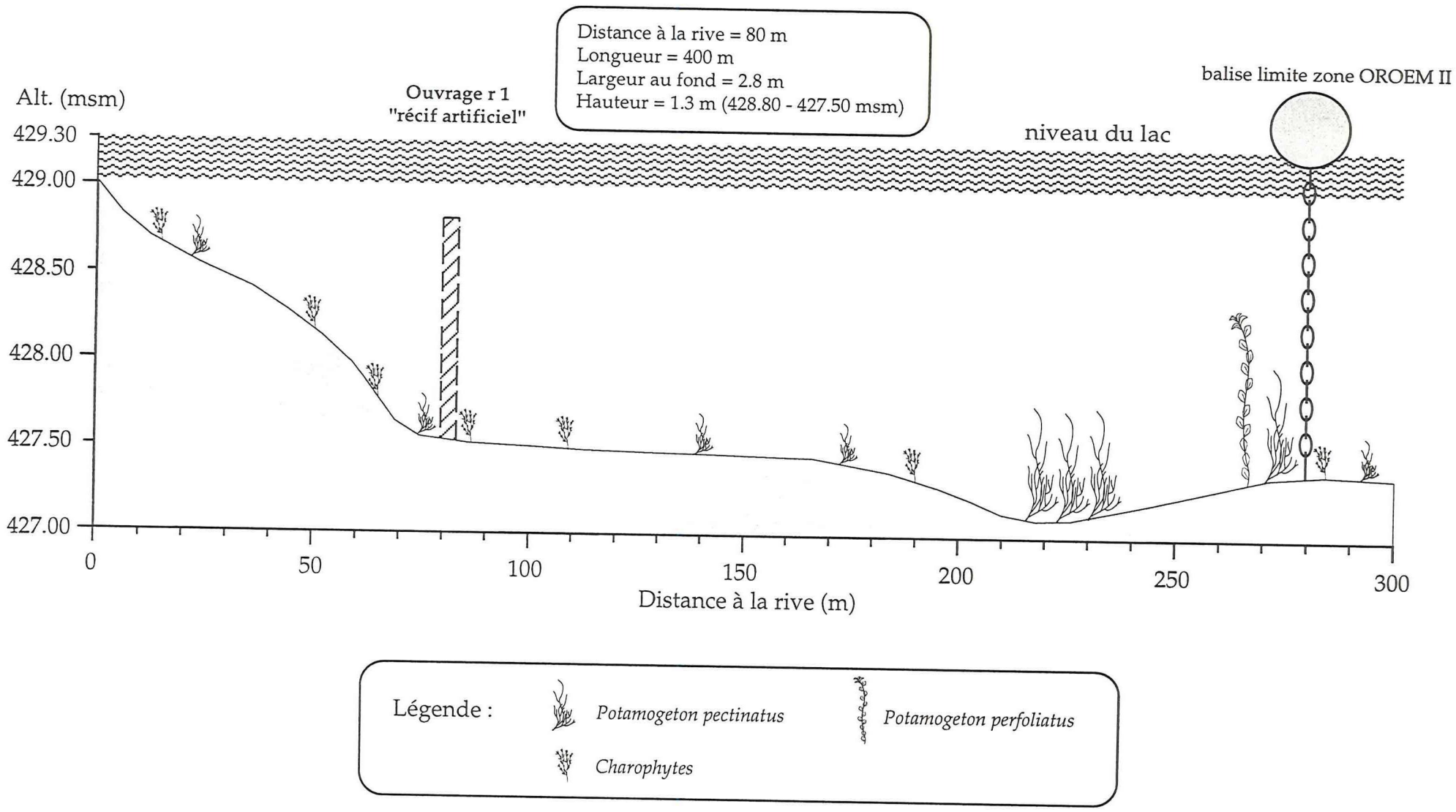
(Coordonnées en rive : 540735/182008)



Annexe 2 (suite) : Répartition des macrophytes

Profil du transect T3 "récif artificiel"

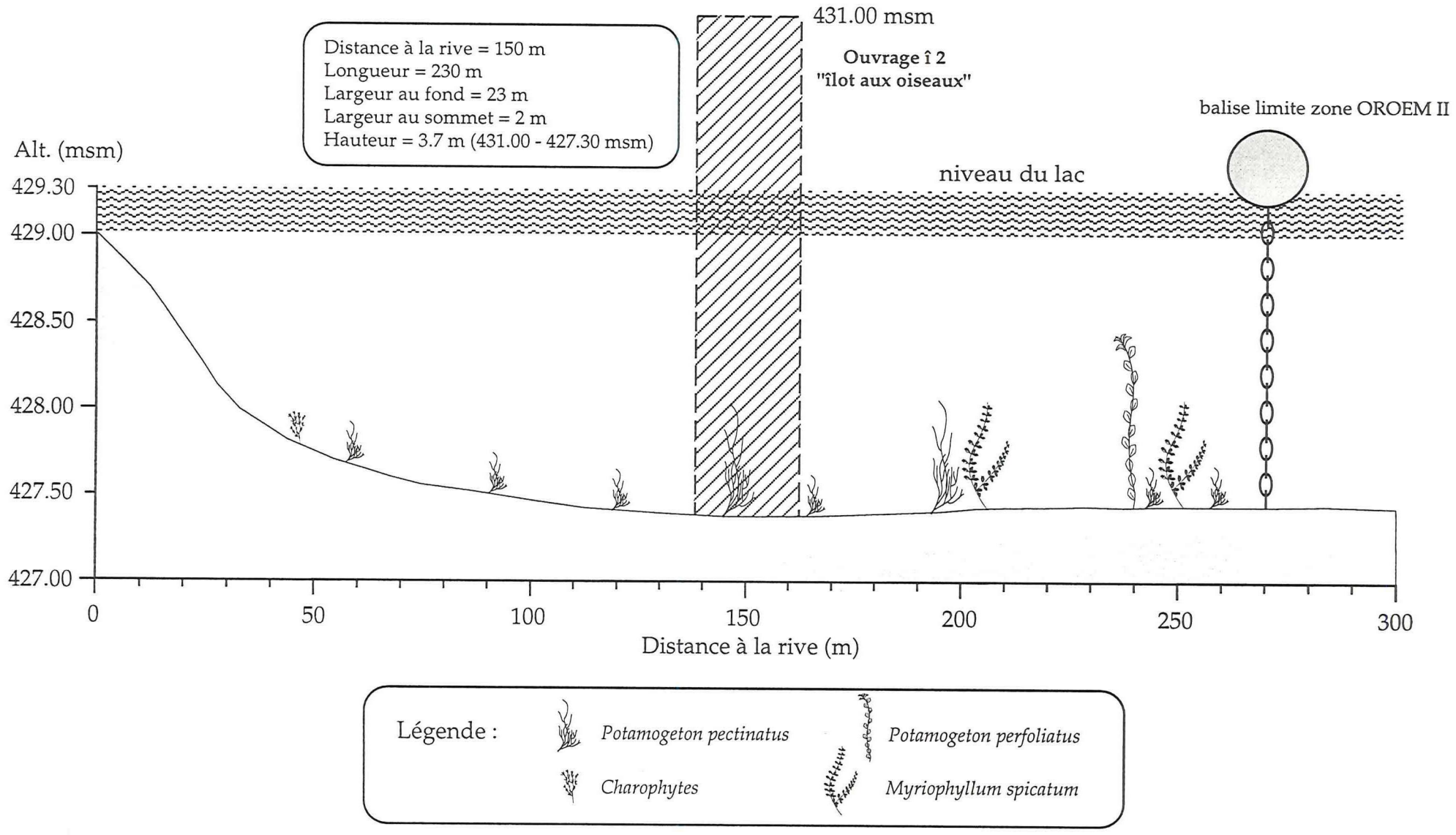
(Coordonnées en rive : 541792/182509)



Annexe 2 (suite) : Répartition des macrophytes

Profil du transect T6 "îlot pour oiseaux"

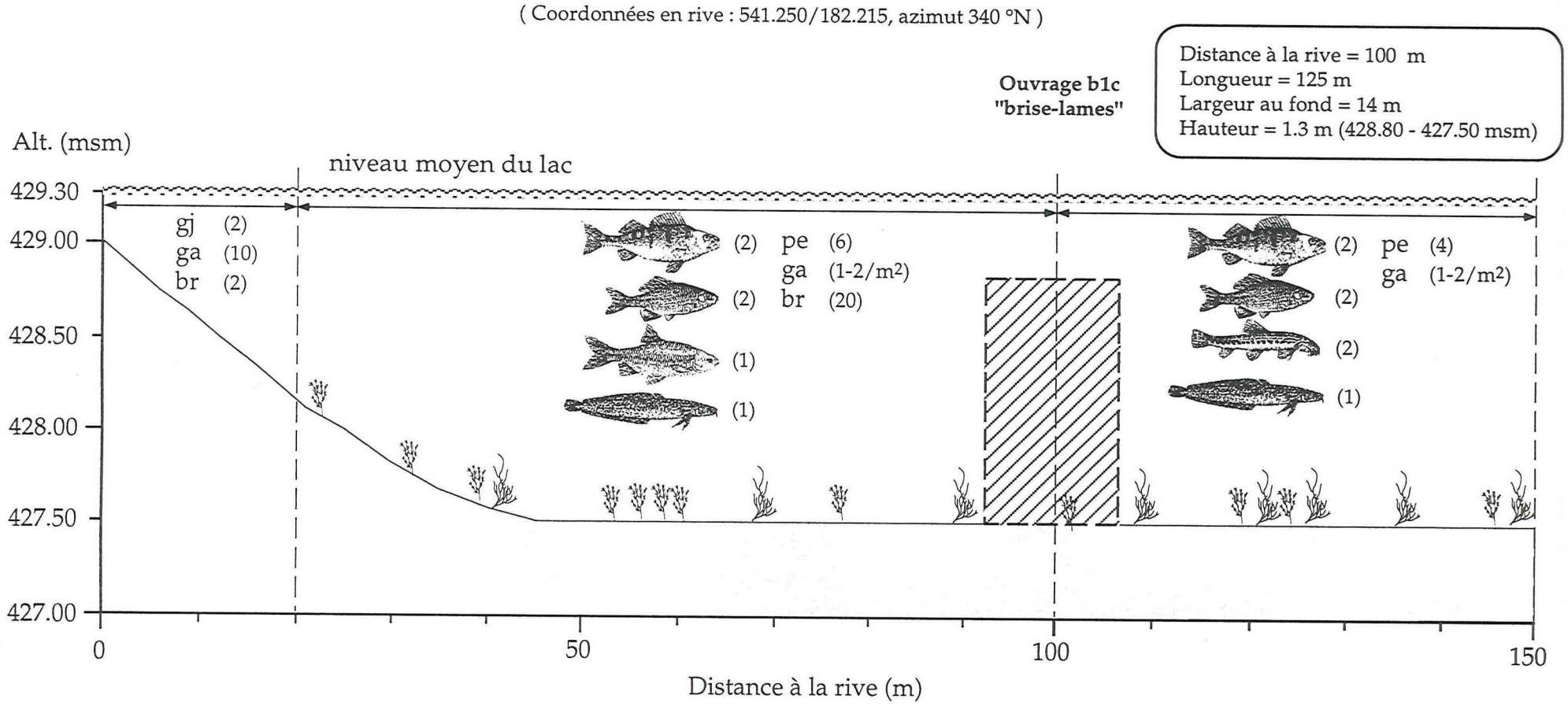
(Coordonnées en rive : 543079/183195)

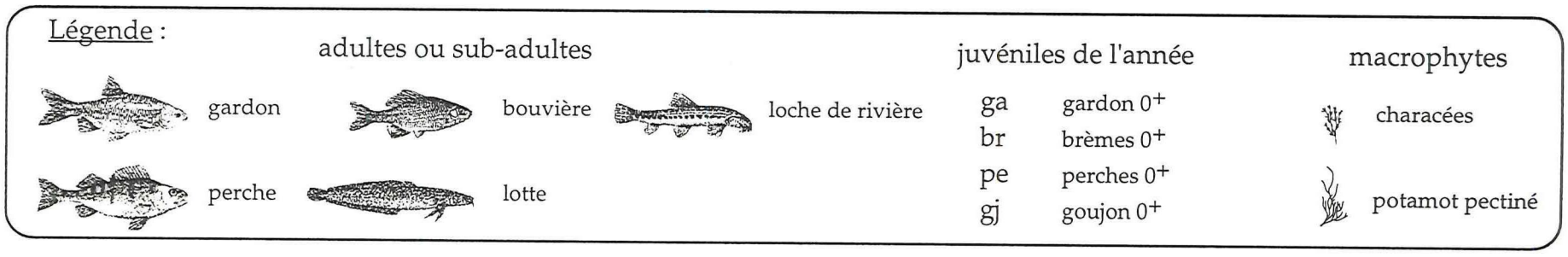


Annexe 3 : Répartition des poissons

Profil du transect T2 "brise-lames"

(Coordonnées en rive : 541.250/182.215, azimut 340 °N)

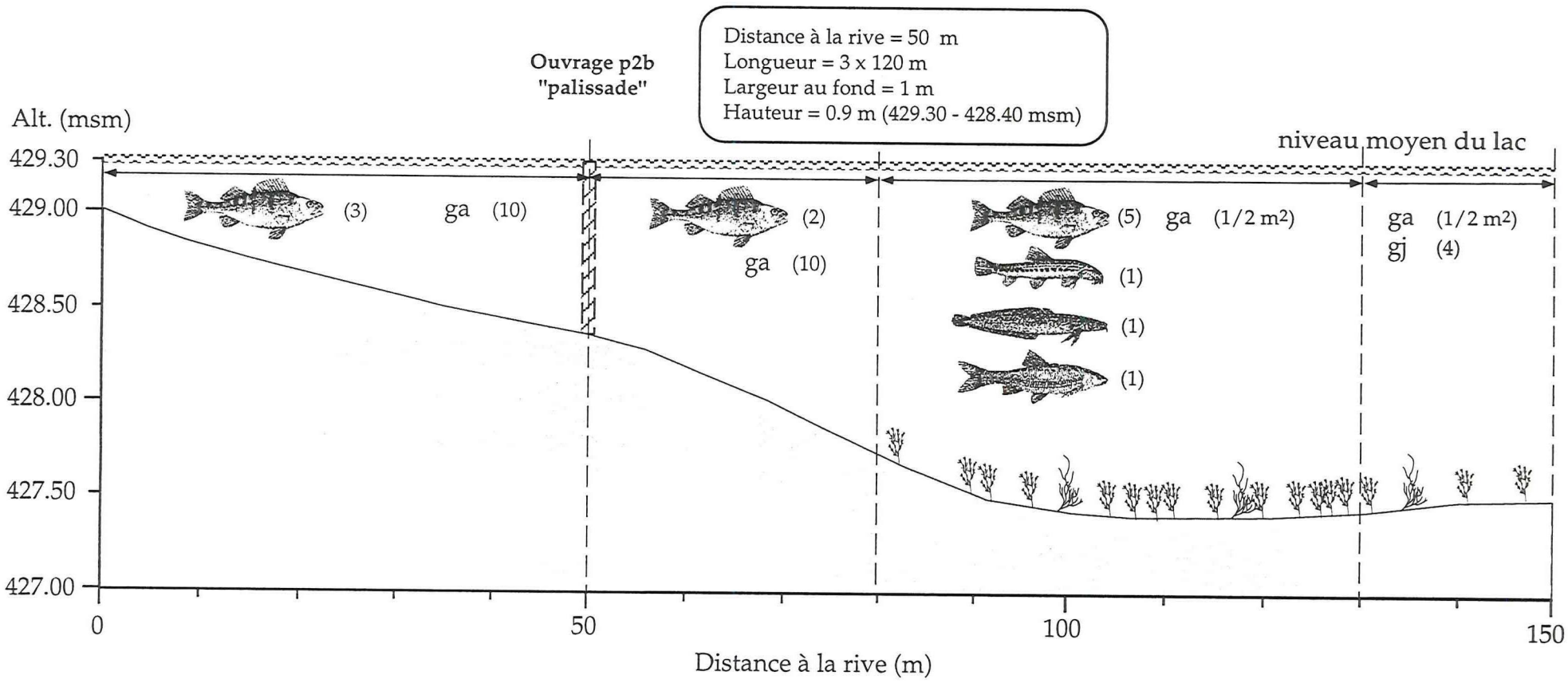




Annexe 3 (suite): Répartition des poissons

Profil du transect T4 "palissade"

(Coordonnées en rive : 542.050/182.340, azimut 345 °N)



<u>Légende</u> :

adultes ou sub-adultes

vandoise

loche de rivière

perche

lotte

juvéniles de l'année

ga gardon 0^+

gj goujon 0^+

macrophytes

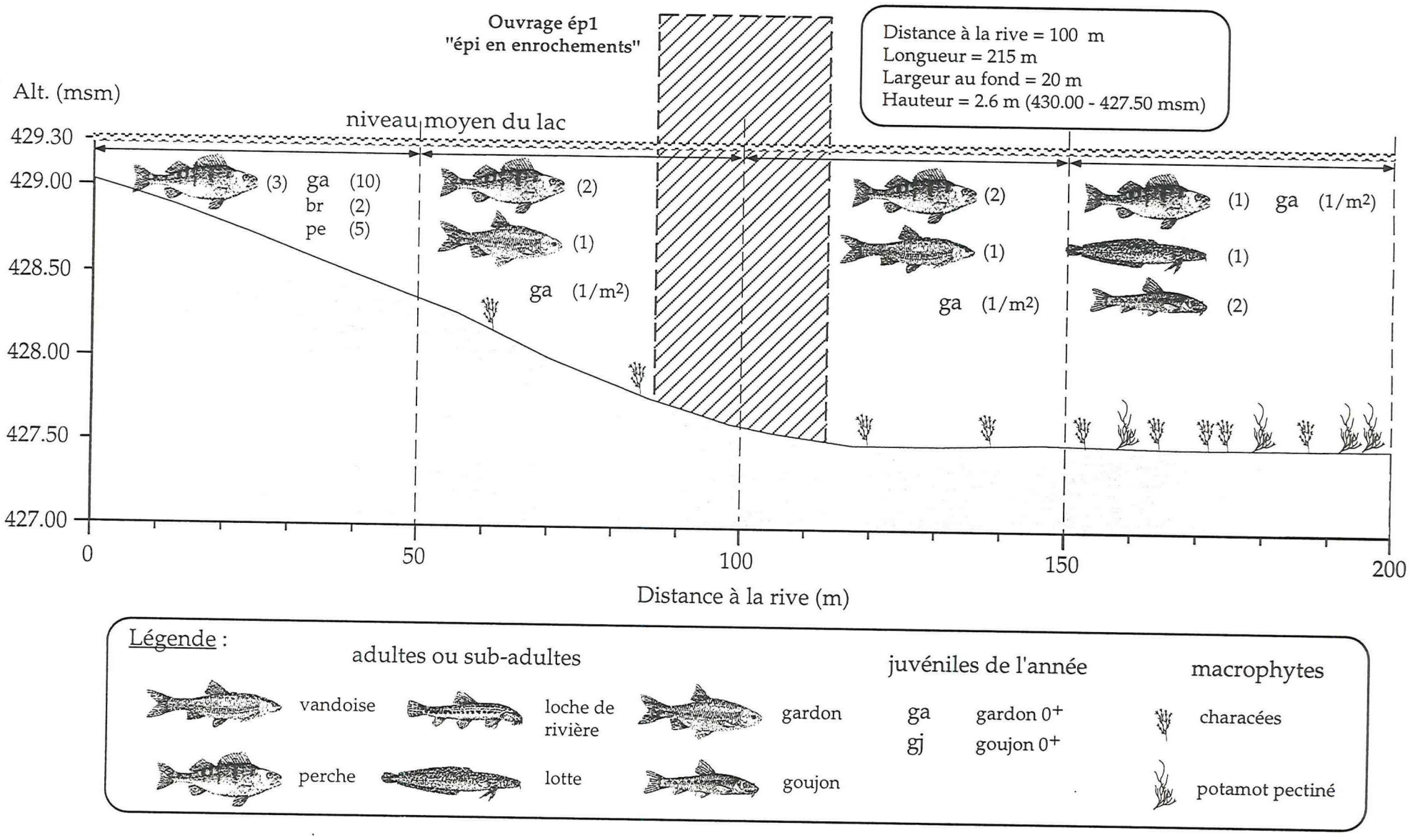
characées

potamot pectiné

Annexe 3 (suite) : Répartition des poissons

Profil du transect T5 "épi en enrochements"

(Coordonnées en rive : 542.285/182.725, azimut 355 °N)



Annexe 4 : Résultats des plongées nocturnes réalisées dans la nuit du 20 au 21 août 1996

Transect n°	Position par rapport à l'ouvrage	Distance à la rive	Nature des fonds	Espèces de poissons rencontrées et abondance
2 "brise-lames"	entre la rive et l'ouvrage	0-20 m	zone de sédiments fins ("vaseux") dépourvue de végétation.	2 juvéniles de goujons et quelques alevins de cyprinidés (gardons et brèmes).
		20-100 m	tapis de macrophytes ras parfois clairsemé, parfois très dense. Les characées dominent très nettement et forment par endroit des tapis très touffus. Présence également de petits brins de pectiné ne dépassant pas 30 cm de haut. Quelques anodontes se trouvent sur les zones peu végétalisées.	densité de poissons augmente avec la présence de tapis végétal. Au début (20-50 m), les juvéniles de brèmes représentent environ 20% des alevins de cyprinidés et les gardons les autres 80%. La densité maximale de juvéniles de cyprinidés est évaluée à 1-2 individus par m^2. Seuls des individus isolés ont été observés. 6 perches 0^+ ont également été observées plutôt à mi-hauteur dans la colonne d'eau. Les autres poissons rencontrés sont 2 perches de 15-18 cm, 2 bouvières, 1 lotte de 15-20 cm et 1 gardon de 20 cm.
	au large de l'ouvrage	100-150 m	végétation aquatique comparable à ce qui a été observé entre 20 et 100 m avec comme différence une présence plus importante du potamot pectiné.	alevins de gardons (individus isolés) toujours présents en faible densité (1-2 individus par m^2). 4 perches 0^+ ont également été observées. Les autres poissons rencontrés sont 2 perches de 15-18 cm, 2 bouvières, 2 loches de rivière et 1 lotte de 15-20 cm.
4 "palissade"	entre la rive et l'ouvrage	0-50 m	zone sablonneuse dépourvue de végétation avec des ripple mark bien visibles.	très peu de poissons, une dizaine d'alevins de gardons et 3 perches de 15-18 cm.
	au large de l'ouvrage	50-80 m	zone sablonneuse dépourvue de végétation avec des ripple mark bien visibles.	très peu de poissons, une dizaine d'alevins de gardons et 2 perches de 15-18 cm.
		80-130 m	tapis de characées de plus en plus denses en direction du large. couverture végétale allant par endroit jusqu'à près de 100%. Présence également de brins de pectiné et de quelques touffes de perfolié.	densité de poissons toujours très faible malgré la végétation aquatique abondante. La densité de juvéniles de gardons est évaluée à 1 individu pour 2 m^2. Les autres poissons rencontrés sont 5 perches de 15-18 cm, 1 loche de rivière, 1 lotte de 10-15 cm et 1 vandoise observée en pleine eau.
		130-150 m	végétation aquatique redevenant plus clairsemée.	4 juvéniles de goujons ont été observés sur cette zone plus faiblement colonisée par la végétation en plus des juvéniles de gardons.
5 "épi en enrochements"	entre la rive et l'ouvrage	0-50 m	zone de sablonneuse dépouvue de végétation, ripple mark clairement visible.	très faible densité de poissons, quelques juvéniles de gardons et de perches, 1-2 juvéniles de brèmes, pas de goujons ni adultes ni juvéniles. 3 perches adultes de 15-18 cm.
		50-100 m	tapis de characées clairsemés, couverture végétale de l'ordre de 10 à 20%.	densité de poissons augmente un petit peu avec la présence de végétation clairsemée. La densité maximale de juvéniles de gardons est évaluée à 1 individu par m^2. Seuls des individus isolés ont été observés. Les autres poissons rencontrés sont 2 perches de 15-18 cm et 1 gardon de 20 cm.
	au large de l'ouvrage	100-150 m	tapis de characées clairsemés, couverture végétale de l'ordre de 10 à 20%.	densité de poissons comparable à celle observée de 50 à 100 m (densité de juvéniles de gardons égale à 1 individu par m^2). Les autres poissons rencontrés sont 2 perches de 15-18 cm et une vandoise de 20 cm.
		150-200 m	macrophytes un peu plus denses avec quelques petits herbiers de pectiné ne dépassant pas 30 cm et toujours des characées.	toujours peu de poissons, 2 goujons adultes, 1 lotte de 10-15 cm et 1 perche de 15-18 cm.