



HAL
open science

Etude physico-chimique et piscicole d'une lône du Haut-Rhône français. Analyse de plusieurs méthodes d'observation et de comptage des poissons en eau courante

Georges Carrel

► **To cite this version:**

Georges Carrel. Etude physico-chimique et piscicole d'une lône du Haut-Rhône français. Analyse de plusieurs méthodes d'observation et de comptage des poissons en eau courante. Ecosystèmes. 1981. hal-04410742v1

HAL Id: hal-04410742

<https://hal.inrae.fr/hal-04410742v1>

Submitted on 22 Jan 2024 (v1), last revised 31 Oct 2024 (v2)

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.

Public Domain

Université Claude Bernard
LYON 1
Diplôme d'Etudes Approfondies
ECOLOGIE FONDAMENTALE ET APPLIQUEE
DES
EAUX CONTINENTALES

ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET PISCICOLE
D'UNE
LONE DU HAUT-RHONE FRANCAIS

ANALYSE DE PLUSIEURS METHODES D'OBSERVATION ET DE COMPTAGE
DES
POISSONS EN EAU COURANTE

- TEXTE -

CARREL Georges
Juin 1981

ECOLOGIE ET DYNAMIQUE DES POPULATIONS
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE ET ECOLOGIE

- AVANT PROPOS -

Ce mémoire regroupe deux parties distinctes, l'une consacrée à l'étude physico-chimique et piscicole d'une lône du Haut-Rhône français, l'autre à une analyse succincte des méthodes d'observation et de comptage des poissons en eau courante.

L'étude physico-chimique de la lône a consisté essentiellement en une comparaison de ses caractéristiques avec celles de ses deux affluents et dans l'observation des relations qui pouvaient exister entre ces deux compartiments de l'écosystème Rhône.

L'étude piscicole, d'une extrême complexité, a été limitée à la connaissance du peuplement et à ses fluctuations en fonction des paramètres physiques du milieu (abris, variation du débit).

SOMMAIRE

PARTIE I - ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET PISCICOLE D'UNE LONE DU HAUT-RHONE FRANCAIS.

I - <u>DESCRIPTION DE LA LONE ETUDIEE</u>	p. 1
A - Cadre géographique	p. 1
B - Aspect historique	p. 1
C - Caractéristiques de la lône	p. 2
II - <u>PHYSICO-CHIMIE</u>	
A - Matériel et méthodes	p. 2
1) Analyses réalisées sur le terrain	p. 2
2) Analyses effectuées au laboratoire	p. 2
3) Les débits du Rhône	p. 3
4) Les stations	p. 3
5) Dates des prélèvements	p. 4
B - Résultats et discussion	p. 4
1) La température	p. 4
2) Débit, Turbidité et M.E.S.	p. 4
3) Les paramètres hydrologiques (conductivité, alcalinité, duretés et sulfates)	p. 5
4) Les matières organiques	p. 6
5) L'azote	p. 6
6) L'oxygène dissous	p. 7
7) Les phosphates	p. 7
8) Particularités de la station N°7	p. 7
C - Conclusion	p. 8
III - <u>LES PEUPELEMENTS PISCICOLES DE LA LONE</u>	p. 8
A - Matériel et méthodes	p. 8
B - Caractéristiques physiques du milieu	p. 9
1) La profondeur	p. 10
2) La vitesse du courant	p. 10
3) Le substrat	p. 10
4) Quelques points de pêche particuliers	p. 10
C - Le peuplement piscicole de la lône	p. 11
1) Liste faunistique	p. 11
2) Caractéristiques du peuplement	p. 11

a) Densité piscicole , Dominance et Richesse Spécifique moyenne	p. 11
b) Analyse différentielle	p. 12
c) Les fluctuations du peuplement	p. 13
3) Les populations dominantes	p. 14
a) Comportement des espèces	p. 14
b) Répartition en classes de taille	p. 15
α) Le gardon	p. 15
β) La vandoise, le hotu et l'ablette	p. 16
D - Conclusion	p. 16
IV - <u>CONCLUSION GENERALE</u>	p. 16

PARTIE II - ANALYSE DE PLUSIEURS METHODES D'OBSERVATION ET DE COMPTAGE DES POISSONS EN EAU COURANTE

I - <u>FACTEURS RESTRICTIFS DANS LE CHOIX D'UNE METHODE</u>	p. 17
A - Le milieu étudié, ses contraintes	p. 17
B - Comportement des poissons	p. 18
C - Facteurs propres à l'appareillage utilisé	p. 18
II - <u>PRESENTATION DES METHODES</u>	p. 18
A - Dénombrement par capture	p. 18
B - Canalisation des espèces au travers d'un dispositif enregistreur	p. 19
1) Comptage par observation directe	p. 19
2) Comptage indirect	p. 19
a) Utilisation de la lumière infra-rouge	p. 20
b) Les compteurs électriques	p. 20
α) Le tunnel de comptage	p. 20
β) Le compteur en chenal ouvert	p. 21
γ) Utilisation des compteurs précédents dans le Rhône	p. 22
C - Utilisation des ondes acoustiques	p. 22
III - <u>CONCLUSION</u>	p. 23
RESUME	p. 26

PARTIE I - ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET PISCICOLE D'UNE LONE DU HAUT-RHÔNE FRANÇAIS

I - DESCRIPTION DE LA LONE ETUDIÉE

A - Cadre géographique

Entre les ponts de Cordon et de Groslée (carte A), le Haut-Rhône français emprunte une vaste plaine d'inondation soumise à une forte dynamique fluviale et caractérisée par une multitude de bras (ou lômes).

Intégrée dans cet ensemble naturel, la lône choisie, située en amont du pont de Groslée et face à l'ancien méandre de la Sauge, reçoit successivement deux rivières du Dauphiné : l'Huert et la Save.

Les coordonnées Lambert des points amont et aval de la lône sont les suivantes :

amont $x = 850,8$

$y = 79,8$

Altitude = 204 mètres

aval $x = 849,8$

$y = 82,2$

Carte de l'Institut Géographique National - Feuille
N° XXXII-32- LA TOUR DU PIN - Echelle : 1/50 000.

B - Aspect historique

Le Haut-Rhône se distingue par une extrême mobilité de son lit majeur. Dans le secteur étudié, il a, pendant des millénaires, divagué librement, remaniant en permanence les bras et les îles qu'il avait créés. La reproduction de plusieurs cartes (cartes B, C, D, E et F) permet de visualiser ces phénomènes sur deux siècles environ.

Cependant, afin de préserver des espaces agricoles sans cesse menacés, l'homme n'a jamais laissé au fleuve une totale liberté. Ainsi, en 1886, un barrage est érigé en amont du petit Rhône pour protéger les terres de la commune de Brangues. Au début du XX^{ème} siècle, il devient urgent de prendre de vitesse le fleuve qui détruit efficacement la rive gauche (hameau de l'Île). Le barrage est l'objet d'un réhaussement, et la rive, d'une importante protection par enrochement, transformant un bras jadis très actif (carte E).

A l'heure actuelle, le Rhône n'a plus tendance à dessiner de grands méandres et l'écoulement est devenu beaucoup plus linéaire.

Les actions humaines ne sont pas étrangères à ce changement (rapport PIREN 1980) et la canalisation du fleuve se poursuit par l'aménagement de nombreux barrages hydroélectriques.

C - Caractéristiques de la lône

Coupée du fleuve en amont par un barrage pratiquement imperméable, la lône reçoit tour à tour un premier bras du Rhône (distance par rapport à l'amont $D = 600$ m), une rivière : l'Huert ($D = 1250$ m), puis un autre bras du Rhône et une seconde rivière : la Save ($D = 2600$ m) avant de rejoindre le lit principal à 3200 m de son point de départ (carte F).

Pour des commodités de langage, j'utiliserai les dénominations suivantes :

- Secteur I pour la partie amont ou lône des Chèvres ($L = 600$ m),
- Secteur II pour le tronçon médian de la lône des Brotteaux ($L = 2000$ m),
- Secteur III pour la partie aval de la lône des Brotteaux ($L = 600$ m),
- Annexe A, le premier bras confluent dans la lône et Annexe B, le deuxième.

Ces ramifications influent directement sur le régime hydraulique de la partie étudiée. Protégée par le barrage de l'Ile et celui partiellement détruit de l'annexe A, cette lône présente un substrat graveleux semi-colmaté par des limons et du sable, des enrochements dans les zones de confluence très sollicitées par le courant.

II - PHYSICO-CHIMIE

A - Matériel et méthodes

1) Analyses réalisées sur le terrain

- température instantanée et oxygène dissous donnés par un oxymètre ORBISPHERE à électrode polarographique. Les teneurs en oxygène sont exprimées en mg/l et en pourcentage de saturation à la pression atmosphérique du jour de prélèvement.
- températures maximales et minimales entre deux relevés (utilisation de thermomètres Mini-Maxi).
- pH déterminé par colorimétrie au Rouge de Crésol (HACH)
- turbidité exprimée en cm (disque de Secchi).

2) Analyses effectuées au laboratoire

- Conductivité électrique mesurée avec un conductimètre TACUSSEL

Type CD 9P, puis corrigée à 20°C.

- Alcalinité dosée par titrage à l'acide chlorhydrique en présence d'un indicateur mixte (Vert de Bromocrésol et Rouge de Méthyle), exprimée en mg/l d'ions bicarbonates (HCO_3^-).

- Duretés totale et calcique obtenues par titrage en présence d'indicateurs colorés (méthode HACH), exprimées respectivement en ions carbonates (CO_3^{--}) et en ions calcium (Ca^{++}).

- Azote : azote ammoniacal (NH_4^+ : méthode HACH au réactif de Nessler), nitrites (NO_2^- : méthode HACH au Nitriver III), nitrates (NO_3^- : méthode HACH au Nitriver VI) obtenus par colorimétrie (colorimètre HACH).

- Orthophosphates (PO_4^{--} : méthode HACH au Phosver III) et sulfates (SO_4^{--} : méthode HACH au Sulfaver IV) dosés au colorimètre HACH.

- Matières en suspension (M.E.S.) déterminées par filtration sur un disque Millipore, puis pesées après un séjour de 24 heures à l'étuve à 110°C ; les matières minérales, après destruction des matières organiques par calcination à 560°C.

- Matières organiques (M.O.) obtenues,

. par différence : M.E.S. - Matières Minérales = M.O. en mg/l.

. par oxydabilité à froid au permanganate de potassium (KMnO_4), en mg d'oxygène consommé par litre.

. par mesure de la quantité d'oxygène dissous consommé en 5 jours, à l'obscurité et à 20°C (Demande Biologique en Oxygène : D.B.O.₅) donnée en mg/l.

3) Les débits du Rhône

Les débits ont été obtenus par appel du limniphone de la commune de Sauls Brénaz (département de l'Ain) situé à 25 kilomètres environ en aval de laône. Il faut signaler l'absence d'affluents majeurs entre le secteur d'étude et Sauls Brénaz.

4) Les stations

Sept stations ont été retenues pour cette étude (carte F),

station 1 : en amont du barrage de l'Ile, dans le Rhône vif,

station 2 : en aval du barrage (D = 350 m), secteur I,

station 3 : pool profond (environ 3 m) dans l'annexe A,

station 4 : à 900 m du barrage, secteur II, rive gauche de

laône,

station 5 : l'Huert, au hameau de l'Ile,

station 6 : la Save, 50 m avant le confluent,
station 7 : secteur III, rive gauche, à 350 m des jonctions
secteur II-annexe B-Save.

5) Dates des prélèvements

- . 24 novembre 1980
- . 22 décembre 1980
- . 19 janvier 1981
- . 17 février 1981
- . 24 mars 1981
- . 28 avril 1981

B - Résultats (Tableau I) et discussion

1) La température (Fig. 2)

L'allure générale du tracé (Fig. 2.1.) est le reflet du cycle thermique hivernal du fleuve. L'utilisation de deux thermomètres Mini-Maxi immergés dans le Rhône et dans le secteur I de la lône permet une comparaison des écarts de température (Fig. 2.2.). Le Rhône conserve une inertie thermique liée à la masse d'eau transportée alors que les eaux le plus souvent calmes et peu profondes du secteur I sont rapidement soumises aux variations locales du climat ; en particulier au réchauffement (différence d'environ + 2°C pour les températures maximales). Tab. XII.

2) Débit, Turbidité et M.E.S.

Les variations du débit (Fig.1) agissent principalement sur les stations 2, 3 et 4 ; en effet, lorsqu'il est supérieur à 600 m³ environ, la totalité de la lône est courante (par exemple le 24 mars) ; entre 600 et 480 m³ (22 décembre et 28 avril), seul le secteur I est calme ; au dessous de 480 m³, les secteurs I et II présentent une absence de courant.

La turbidité (mesurée au disque de Secchi, affiche en réalité la transparence de l'eau) et les M.E.S., corrélées au débit (Fig.3) et entre elles (Fig.4) sont deux paramètres intéressants pour l'étude des régimes hydrauliques de la lône et de ses affluents dont les débits sont difficiles à mesurer. La comparaison des tracés de M.E.S. (Fig. 5) montre une indépendance des régimes du fleuve et des rivières. Le 19 janvier, les deux affluents ont un fort débit ; à l'origine, une fonte rapide des neiges avec des pluies abondantes. Le fleuve pratiquement à l'étiage (350 m³), doublera son débit environ 12heures plus tard, sous l'influence

de cet aléa climatique généralisé. Le 24 mars, la situation est inversée, alors que le débit des rivières est faible, le fleuve présente son caractère nival (fonte des neiges en altitude).

Il faut souligner l'effet " barrage " provoqué par les hautes eaux du Rhône sur celles des affluents dont le courant s'annule, d'où une baisse des M.E.S. Lorsque le fleuve est en crue, le courant s'inverse et les eaux du Rhône progressent alors rapidement par le lit ou les chenaux de ces rivières, favorisant l'extension de l'inondation (rapport PIREN 1980, p. 43).

La turbidité (Fig. 4) fait apparaître une différence de qualité des eaux du fleuve et des affluents, différence qu'il faut attribuer à la taille des particules en suspension, essentiellement minérales (Fig. 6).

3) Les paramètres hydrologiques (Conductivité, Alcalinité, Duretés et sulfates)

La conductivité électrique (Fig. 7) permet la mesure de la composition ionique globale de l'eau. Les ions HCO_3^- et Ca^{++} , éléments covariants (JUGET et coll. 1976), sont essentiellement responsables de la charge en électrolytes dissous (Fig. 8 et 9) ; l'apport de ces ions se faisant par les eaux souterraines (rapport PIREN 1980), phréatiques ou karstiques. Les eaux de l'Huert et de la Save (stations 5 et 6) présentent des teneurs en bicarbonates et en calcium très élevées, reflet de la nature géologique de leur bassin versant. Avant sa confluence, l'Huert emprunte un ancien bras du fleuve parallèle et proche du tracé actuel. Cette proximité pose le problème d'un possible sous-écoulement dans le sens Huert → Lône. Des teneurs en ions HCO_3^- et Ca^{++} augmentant progressivement de l'amont vers l'aval (1, 2, 3, 4) pendant l'étiage de février, permettent de supposer un mélange des eaux. L'analyse des associations entre les divers éléments majeurs de l'eau apporte une réponse à cette hypothèse. JUGET et coll. (1976) ont montré la corrélation négative existante entre les ions sulfates et bicarbonates dans le Haut-Rhône. Les teneurs en sulfates des eaux du fleuve diffèrent totalement de celles de l'Huert (Fig. 10), et le tracé $(\text{HCO}_3^-) = f(\text{SO}_4^{--})$ de la figure 11 permet de dire que la Lône ne subit pas une influence des eaux de l'Huert car les teneurs en ions Sulfates typiques du Rhône se maintiennent pendant l'étiage. Les teneurs en ions bicarbonates et calcium élevées en février dans la Lône pourraient provenir d'un rééquilibrage des eaux avec les sédiments et le substratum dont le pouvoir tampon ramène le pH (Fig. 12)

à une valeur proche de la neutralité.

La conductivité, l'alcalinité et la teneur en sulfates ont été retenues en qualité de descripteurs des structures hydrologiques de l'écosystème fluvial. Des eaux de conductivité faible ($< 400 \mu\text{S}$), dont le coefficient de variation $\frac{\sigma}{\bar{x}}$ est supérieur à 10% (12% dans la lône) et le coefficient de corrélation $\text{SO}_4^{--} / \text{HCO}_3^-$ inférieur à 0 (-0,85), sont caractéristiques de l'eupotamon (rapport PIREN 1980). " Ce dernier comprend le chenal principal du fleuve et ses bras secondaires, dans lesquels le courant peut parfois diminuer, mais qui restent toujours alimentés par le même type d'eau et sont soumis au même régime hydraulique ". Extrait du rapport PIREN 1980.

4) Les matières organiques

L'obtention de la teneur en matières organiques M.O. = M.E.S. - M.M. (Matières Minérales) après calcination au four (Fig. 13) est discutable. Il peut y avoir des erreurs par défaut (matières organiques volatiles à moins de 100°C) et par excès (sels minéraux dissociés ou volatils entre 100 et 500°C) (RODIER 1971). L'erreur par excès est ici très nette et peut être liée à la perte d'eau de constitution de l'argile pendant la calcination. Une comparaison avec l'oxydabilité (Fig. 14) est tout à fait représentative du phénomène. L'erreur est moindre pour les rivières dont les eaux sont moins chargées en substances minérales fines. L'oxydabilité, sujette à de nombreuses critiques en raison de sa reproductibilité (BREMOND et coll., 1979, p. 58), donne une meilleure idée de la quantité de matières organiques présentes dans le milieu. Les rivières apparaissent chargées en matières organiques, dont les origines domestiques (élevages notamment) ne sont pas à exclure. Une concentration dans les eaux de la M.O. pendant l'étiage semble être responsable de l'augmentation de l'oxydabilité dans le Rhône en février.

La D.B.O.₅ doit permettre d'apprécier la charge du milieu en substances biodégradables et son pouvoir autoépurateur. Dans cette étude, il n'est pas facile de comparer les valeurs (Fig. 15) dans le temps. Une hausse printanière est cependant notable, et son origine pourrait être une accélération des activités biologiques de synthèse.

5) L'azote

La plus grande partie de l'azote présent dans les eaux superficielles provient de la décomposition des matières organiques azotées, contenues dans

les débris végétaux, algues, plantes, herbes du lit ou des berges du cours d'eau. Il passe successivement par les stades ammoniacal - nitreux - nitrique sous l'action de bactéries nitrifiantes.

La présence de nitrates atteste du rôle de l'autoépuration. Les teneurs trouvées dans le Rhône et la lône (Fig. 16) se maintiennent à des taux inférieurs à 1 mg/l ; elles témoignent d'un apport naturel et d'une bonne biodégradation des matières azotées. Les activités humaines ne sont pas étrangères aux concentrations observées dans l'Huert et la Save. Le lessivage des engrais et de l'azote reminéralisé sur les terrains agricoles, des eaux domestiques, peuvent justifier ces apports. Les teneurs en azote ammoniacal (Fig. 17) et en nitrites (Fig. 18) inférieures à 1 mg/l, ne peuvent que confirmer une bonne biodégradabilité des M.O. dans le Rhône, la lône et ses affluents.

6) L'oxygène dissous (Fig. 19)

Les teneurs en oxygène dissous dans les eaux naturelles sont déterminées principalement par :

- . les échanges par brassage avec l'atmosphère,
- . l'activité photosynthétique de la flore,
- . l'oxydation et la dégradation des substances organiques,
- . la respiration des organismes.

Le premier processus assure une bonne oxygénation des eaux hyperlotiques et lotiques de l'eupotamon. En régime lénitique marqué, cas de la lône en février, l'absence de brassages des eaux entraîne une baisse sensible des teneurs en oxygène, non compensée par une activité photosynthétique et certainement accentuée par les activités biologiques du sédiment.

7) Les phosphates (Fig. 20)

Les orthophosphates, en quantité non négligeable dans le fleuve, semblent être sous la dépendance du facteur débit (corrélation négative significative entre le débit et la concentration en station 7). Quant à la baisse des teneurs dans la lône, elle est sans doute liée à une fixation biologique.

8) Particularités de la station 7

Situé sur la rive gauche de la lône, à 360 mètres de l'arrivée de la Save, ce point est sous l'influence de cette dernière et ceci malgré

Le débit important du deuxième bras convergeant dans la lône. Le mélange non encore total des eaux est surtout observable avec les mesures de la conductivité (Fig. 6). Un déplacement de la station plus à l'aval ou dans le chenal ne permettrait pas de constater cet effet, limité dans l'espace par la disproportion des masses d'eau qui s'affrontent.

C - Conclusion

Certains paramètres physico-chimiques aident à percevoir les interrelations existantes entre les ensembles fonctionnels eupotamiques (Rhône - Lône) et pseudopotamiques (l'Huert et la Save) ; ce sont la conductivité, la charge en ions bicarbonates, en ions calcium et sulfates, définis en tant que descripteurs (PIREN 1980).

D'autres, à savoir les M.E.S. et la turbidité qui leur est corrélée, apportent une complémentarité dans l'étude des régimes hydrauliques auxquels la lône est soumise.

III - LES PEUPELEMENTS PISCICOLES DE LA LONE.

A - Matériel et méthodes.

L'étude piscicole de la lône a été réalisée par pêche électrique selon le principe des Echantillonnages Ponctuels d'Abondance (NELVA et coll., 1979). Cette méthode est basée sur le prélèvement d'un certain nombre de petits échantillons répartis uniformément dans le milieu. La taille de l'échantillon se limite au champ d'action de l'anode immergée en un point fixe. La pêche est généralement faite depuis une embarcation.

La lône a été pêchée six fois, à raison de 40 E.P.A. le 24 novembre 1980, et de 50 E.P.A. à chaque pêche suivante :

- . le 23 décembre 1980,
- . le 20 janvier 1981,
- . le 17 février 1981,
- . le 23 mars 1981,
- . le 29 avril 1981.

Les 50 points de pêche ont été fixés définitivement début décembre par utilisation de marques distinctives placées en alternance tous les 65 mètres environ (voir la schématisation placée sous le tableau VIII).

Ce procédé suppose que les populations piscicoles sont en perpétuels déplacements dans le milieu, qu'un intervalle d'un mois suffit aux poissons pour " oublier " le stress qu'ils auraient pu subir en un point précis de la lône.

NOMBRES D'E.P.A. EFFECTUES AU COURS DE CHAQUE PECHE

	SECTEUR I	SECTEUR II	SECTEUR III	TOTAL (Lône)
Nov.	15	19	6	40
Déc. à Avril.	10	30	10	50

A chaque E.P.A. sont notés les espèces rencontrées, les nombres d'individus, leurs tailles respectives et les caractéristiques du milieu.

Un total de 290 E.P.A. a pu être réalisé en six mois - Tableaux II (novembre), III (décembre), IV (janvier), V (février), VI (mars), VII (avril), VIII (décembre + janvier + février + mars + avril) - et de nombreux poissons capturés hors des points, à titre d'observation (Tableau IX), complètent ces E.P.A. pour l'étude des populations.

B - Caractéristiques physiques du milieu (Fig. 21)

Parmi les caractéristiques physiques du milieu, cinq d'entre elles ont été retenues, à savoir :

- . la profondeur
 - inférieure à 0,5 mètre (1)
 - de 0,5 à 1 mètre (2)
 - de 1 à 1,5 mètre (3)
 - supérieure à 1,5 mètre (4)
- . la vitesse du courant
 - nulle (0)
 - faible (+)
 - moyenne (++)
 - forte (+++)
- . la nature du substrat
 - limons, vases (inférieurs à 0,06 cm)
 - sables (de 0,06 à 0,2 cm)
 - graviers (de 0,2 à 2 cm)
 - cailloux, galets (2 à 20 cm)
 - blocs (supérieurs à 20cm)
- . les abris pour poissons
 - absence (O)
 - souches d'arbres, racines et branches accessoires (#)

souches d'arbres, branches et racines dominantes (###)
blocs, rochers (dignes et enrochements) (Δ)
. les débits journaliers moyens du jour de pêche et des deux
jours précédents (Fig. 22).

1) La profondeur

Extrêmement variable aux points de pêche, elle est fonction des débits et de la morphologie des rives. Considérée globalement, elle est maximale dans la partie médiane du secteur II et dans le secteur III de la lône.

2) La vitesse du courant

L'étiage entraîne une augmentation relative de la vitesse du courant dans le secteur I, l'eau s'écoulant d'un pool à l'autre sur des bancs de graviers (gué ou haut-fond). Elle s'annule totalement dans le secteur II plus profond, avant d'augmenter à nouveau dans le secteur III.

Lorsque les débits sont tels qu'ils n'entraînent pas la submersion du barrage de l'Ile, mais sont suffisants cependant pour rétablir un écoulement dans l'annexe A ; on observe alors une accélération sensible du courant à partir de la première confluence avec un amortissement progressif vers l'aval.

3) Le substrat

Il est très peu diversifié ; les rives sont limoneuses, quelques fois empierrées (zones de confluence), les pentes sont fortes ou verticales dans la partie concave des courbes, faibles pour les rives opposées. Le fond est constitué de graviers plus ou moins colmatés par des limons ou du sable.

4) Quelques points de pêche particuliers

Quatre points de pêche ont marqué l'ensemble des résultats. Il s'agit des points 25, 13, 3 et 1.

En février, le point N°25, dont les abris sont à cette date déjà dominants, devient un lieu de prédilection pour des poissons de toutes espèces. Une coupe de bois réalisée sur la rive a entraîné l'accumulation de branchages sur 25 mètres de long et 3 mètres de large environ.

Le point N°3 présente le même type d'abris dans une moindre proportion. Il est situé dans un pool médian du secteur I.

Le point N°13 est placé dans un enrochement protecteur de la rive

gauche de la lône, au confluent du secteur I et de l'annexe A.

Le point N°1 est très particulier du fait de la jonction d'un pool (eaux calmes) avec les blocs du barrage de l'île au travers duquel s'infiltrèrent les eaux (eaux courantes).

C - Le peuplement piscicole de la lône

1) Liste faunistique (Tableau X)

2) Caractéristiques du peuplement

a) Densité piscicole (d), Dominance et Richesse spécifique moyenne.

Le nombre de poissons pêchés étant faible, un regroupement des 5 dernières pêches s'est avéré nécessaire.

Chaque point de pêche numéroté de 1 à 50 ayant fait l'objet de 5 E.P.A. constitue un Echantillon.

La Densité piscicole (d) est égale au rapport du nombre d'individus obtenus au cours des 5 pêches sur le nombre total d'échantillons ou points de pêche auxquels on s'intéresse. Elle doit être distinguée du nombre moyen d'individus par E.P.A. qui correspond au nombre d'individus obtenus au cours d'une pêche sur le nombre d'E.P.A. considérés.

La représentation de la densité piscicole de chaque espèce dans la lône a été faite selon le modèle de MOTOMURA (Fig. 23.1), utilisant un classement des espèces par rang d'abondance, et le logarithme de l'abondance correspondante. L'utilisation d'un facteur multiplicateur 100 facilite la représentation.

Ce tracé a été complété par le regroupement, à partir des abondances relatives (Tableau X), des espèces selon des classes d'abondance-dominance.

- . $A \geq 5\%$: espèce dominante
- . $2\% \leq A < 5\%$: espèce subdominante
- . $1\% \leq A < 2\%$: espèce résidente
- . $A < 1\%$: espèce subrésidente

La variabilité des nombres d'espèces et d'individus dans chaque échantillon paraissant fonction de la présence ou de l'absence d'abris, une nouvelle figuration (Fig. 23.2) a été effectuée en individualisant chaque biotope au sein de la lône.

Une augmentation de la pente traduit une diminution de la diversité. Constatée sur les courbes, une analyse de variance à un facteur appliquée aux Richesses spécifiques moyennes (la richesse spécifique moyenne est égale

au rapport du nombre d'espèces trouvées dans N échantillons sur le nombre N) établit une différence significative entre les biotopes " absence d'abris " et " présence d'abris " ($F = 5,48$ supérieur à F au seuil 5% = 4,04 ; $ddl_1 = 1$ et $ddl_2 = 48$)

MILIEU	ABSENCE D'ABRIS	PRESENCE D'ABRIS			
	○	#	##	△	#+##+△
Pente a	-0,213	-0,126	-0,151	-0,133	
Coef. corr. linéaire r.	-0,94	-0,93	-0,97	-0,95	
Richesse Spécifique moyenne	0,9	2,00	2,67	3,00	2,43
Ecart-type	1,07	1,83	3,70	2,74	2,99
Densité piscicole	2,60	3,62	21,83	12,80	12,43
Ecart-type	5,25	4,70	46,38	16,19	30,54
Nbre d'Echantillons	20	13	12	5	30

Aucune différence significative n'apparaît lors de la comparaison des densités piscicoles. Des variances très élevées pour les milieux à abris dominants ou constitués par des blocs révèlent un comportement grégaire marqué chez des espèces telles que le gardon, l'ablette, la vandoise, le hotu et le spirilin.

Il est intéressant de constater les changements de dominance suivant le biotope :

- . les gardons, ablettes, hotus, vandoises et chevaines sont pêchés dans tous les biotopes, mais dominant fortement lorsque les abris sont dominants ;

- . les spirilins proviennent du pool situé derrière le barrage, les truites des eaux courantes créées par ce dernier (point N°1) ; les perches et les grémilles sont nombreuses dans les enrochements de rive (point N°13) ;

ou l'apparition d'espèces telles que le brochet, la brème commune, le rotengle et la tanche dans les zones calmes où les abris sont nombreux (point 25).

b) Analyse différentielle

Des regroupements d'espèces apparaissent dans les représentations

graphiques discutées précédemment (Fig. 23.2) ; l'emploi d'une analyse différentielle peut se révéler utile pour individualiser des ensembles caractéristiques. Pour appliquer cette méthode, il faut calculer un coefficient d'affinité entre les diverses espèces prises 2 à 2, puis agencer la matrice d'association jusqu'à obtenir un regroupement des espèces affines. Le coefficient utilisé est celui de SØRENSEN donné par la formule :

$$q = \frac{2c}{a + b} \times 100$$

dans laquelle a est le nombre de relevés renfermant l'espèce A, b le nombre de relevés renfermant l'espèce B et c le nombre de relevés qui contiennent simultanément les deux espèces (DAJOZ, 1975, p. 303).

Les coefficients d'affinité obtenus (Fig. 24) ne sont pas élevés, il n'y a pas d'ensembles réellement individualisés mais des sous-ensembles très liés où il est possible de retrouver le point N°1 marqué par la présence des truites, des spirilins, des épinoches ; puis les poissons d'eaux calmes (rotengle, tanche, perche soleil, brochet) et enfin une structure médiane regroupant les poissons dominants de la lône. Cette analyse fait surtout apparaître les disparités d'un milieu qui à première vue, semble peu diversifié.

c) Les fluctuations du peuplement

Les nombres d'individus et d'espèces sont variables d'une pêche à l'autre ; mais peut-on attribuer ces différences à un facteur saisonnier ?

Une analyse de variance effectuée sur les nombres moyens d'espèces et d'individus par E.P.A. accorde une différence significative aux nombres moyens d'espèces dans le temps, ceci pour l'ensemble de la lône (Tableau XI et Fig. 25). Devant ce résultat, il est possible de formuler les hypothèses suivantes :

- 1- les poissons quittent la lône pendant la période froide,
- 2- de fortes et rapides variations de niveau du lit principal obligent les poissons à se réfugier dans des zones profondes non accessibles lors d'un échantillonnage par pêche électrique,
- 3- la variation des paramètres physico-chimiques entraînent un changement de l'efficacité de pêche.

La première hypothèse semble peu vraisemblable. HOLČÍK et coll. (1976) travaillant sur le Danube, signale par exemple une pénétration active des poissons dans les lônes pour hiverner ou rechercher des abris pendant les crues.

La variation des nombres moyens d'espèces semble plutôt liée au régime hydrologique du fleuve (Fig.25) selon la deuxième hypothèse, ainsi qu'à une baisse de l'efficacité de pêche avec la température de l'eau.

Une baisse de température entraîne celle de la conductivité électrique et par conséquent une diminution de l'intensité du champ électrique. De plus, les poissons dont le métabolisme est réduit en hiver, réagissent plus lentement à l'attraction de l'anode, sont narcosés et emportés par le courant avant qu'ils soient aperçus par les pêcheurs.

L'influence des variations de débit peut être vérifiée en analysant les nombres moyens d'individus et d'espèces par secteurs (analyse de variance à un facteur contrôlé). Ainsi, dans le secteur I particulièrement protégé, l'hypothèse (H_0) d'égalité des nombres moyens d'individus et d'espèces par E.P.A. n'est pas rejetée ; dans le secteur II, H_0 (égalité des nombres moyens d'espèces est rejetée avec $F = 5,68$ supérieur à $F_{5\%} = 2,26$) et dans le secteur III, les deux hypothèses sont rejetées ($F_{\text{espèces}} = 4,66$ et $F_{\text{individus}} = 4,52$ supérieurs à $F_{5\%} = 2,4$).

A partir de ces résultats, il est possible d'admettre une influence de plus en plus marquée des variations de débit, de l'amont vers l'aval, donc d'un milieu protégé vers un milieu qui ne l'est pas. Il est alors possible de parler de l'effet " barrage " sur les peuplements.

3) Les populations dominantes

a) Comportement des espèces

Quatre espèces (gardon, vandoise, hotu et ablette) dominent dans ce bras du Rhône, du moins pendant la durée de l'étude. Typiquement grégaires elles ont souvent été capturées en abondance en quelques points seulement. Par exemple :

- . point N° 25 (mars), 98% des ablettes
66% des gardons
- . point N° 3 (février), 100% des hotus
(avril), 57% des vandoises

Ces bancs regroupent des individus appartenant à la même classe d'âge, ainsi les 44 hotus pêchés au point N° 3 en février se placent autour d'une taille moyenne $\bar{x} = 91,5$ mm ; l'écart-type $S = 8,95$ mm.

En décembre, on retire du pool situé derrière le barrage, 19 ablettes ($\bar{x} = 126,9$ mm, $S = 33,17$ mm) ; un mois plus tard, 72 ablettes ($\bar{x} = 76$ mm, $S = 2,36$ mm). Ces regroupements en classes d'âge persistent même dans des abris de grandes dimensions. Deux sondages effectués à moins de 2 mètres

l'un de l'autre permettent de capturer :

vandoises $\left\{ \begin{array}{l} 1^{\text{er}} \text{ point : 27 ind. } (\bar{x} = 107,1 \text{ mm, } S = 17,2) \\ 2^{\text{eme}} \text{ point : 17 ind. } (\bar{x} = 168,06 \text{ , } S = 44,3) \end{array} \right.$
 $F = 41,72 \quad F_{5\%} = 4,07$
 $ddl_1 = 1 \text{ , } ddl_2 = 42$

gardons $\left\{ \begin{array}{l} 1^{\text{er}} \text{ point : 50 ind. } (\bar{x} = 169,98, S = 45,03) \\ 2^{\text{eme}} \text{ point : 32 ind. } (\bar{x} = 89,22, S = 16,73) \end{array} \right.$
 $F = 94,25 \quad F_{5\%} = 3,96$
 $ddl_1 = 1 \text{ , } ddl_2 = 80$

Les bancs importants de jeunes individus pourraient concerner des poissons issus d'une même frayère alors que les regroupements massifs d'individus âgés sembleraient se faire uniquement pendant la période de reproduction en rassemblant de multiples petits bancs formés par les survivants de chaque frayère.

Les nombreux gardons ($N = 50$, $\bar{x} = 169,98$) trouvés à proximité du point N° 25 le 29 avril, étaient rassemblés pour le frai (présence de produits génitaux constatée).

b) Répartition en classes de taille .

La capture d'individus au cours de sondages d'observation a permis d'avoir un nombre de poissons suffisant pour des répartition en classes de taille des espèces.

α) Le gardon (Fig. 26)

L'intérêt de ce tracé résulte d'une succession de 4 pics distincts. MASLIN-LENY (1977) dans son travail sur la lône des Pêcheurs (Haut-Rhône français), attribue à chaque âge, les tailles moyennes suivantes :

fin du premier hiver	0^+	: 43 mm
fin du deuxième hiver	1^+	: 90 mm
fin du troisième hiver	2^+	: 128 mm
fin du quatrième hiver	3^+	: 178 mm
fin du cinquième hiver	4^+	: 223 mm
fin du sixième hiver	5^+	: 265 mm
fin du septième hiver	6^+	: 304 mm

Chaque pic correspond donc à une classe d'âge avec un déficit au niveau des individus d'âge 2^+ ^{qui} correspond à des poissons nés en 1978. Cette quasi absence déjà citée (rapport A.R.A.L.E.P.B.P., 1981) est le résultat de la vidange de Génissiat en juin 1978.

β) La vandoise, le hotu et l'ablette (Fig. 27, 28 et 29)

Comme pour le gardon, la répartition en classes de taille présente aussi un déficit plus ou moins accentué. Le prélèvement d'écaillés pour une détermination de l'âge confirme une destruction par la vidange des individus nés en 1978 (vandoises) ; en 1978 et 1977 chez les hotus (rapport A.R.A.L.E.P.B.P., 1981) ; en 1978 et probablement en 1977 (ablettes).

Une bonne reconstitution des populations s'est effectuée au cours de l'année suivante (1979). Des nombres élevés de poissons dans les classes de taille correspondant à l'âge 1⁺ pourraient être attribués à un arrêt du rétrocontrôle des populations par les facteurs biotiques tels que la compétition, la prédation...

D - Conclusion

La complexité des facteurs agissant sur la faune piscicole est telle qu'il est difficile de comprendre le rôle joué par chacun de ces facteurs. Il faut reconnaître le rôle important des abris dans la répartition des poissons ; celui des variations de niveau sur le comportement des espèces et dans l'efficacité de la pêche. Quatre espèces (gardon, vandoise, hotu et ablette) grégaires sont réellement dominantes. L'étude de leur répartition en classes de taille a montré qu'une ou deux générations étaient pratiquement absentes ; cette variation d'abondance au sein des populations incombe à la vidange du barrage de Génissiat (Ain) en 1978.

IV - CONCLUSION GENERALE

La durée de l'étude recouvre l'ensemble de la saison froide ; époque de l'année pendant laquelle les poissons présentent alors un métabolisme réduit, une faible activité. C'est aussi une saison marquée par de fortes variations hydrologiques et la synergie des facteurs contribue à la complexité des phénomènes.

Bien que la lône paraisse exercer un pôle attractif pour certaines espèces et pour les stades jeunes de nombreuses d'entre elles, il n'a pas été possible de montrer l'existence d'échanges préférentiels entre le chenal principal et la lône. L'étude du comportement saisonnier des populations dans le contexte d'échanges Rhône - Lône nécessite la recherche de techniques appropriées (objet de la deuxième partie de ce mémoire).

Cependant, au vu des résultats, il apparaît une préférence des espèces pour des zones protégées des fluctuations de niveau et des perturbations.

La physico-chimie, pour laquelle l'obtention de résultats s'avère

à priori plus simple, a permis de montrer l'individualité de chaque ensemble fonctionnel (eupotamon et pseudopotamon) et, par l'intermédiaire de descripteurs (conductivité, sulfates, alcalinité,...), les effets limités des deux rivières (Huert et Save) sur la lône. Toutefois, seules la répétition et l'addition de ces multiples " petits effets " contribuent à la transformation longitudinale d'un fleuve dont la connaissance générale et approfondie ne peut se faire sans celle des annexes pseudopotamiques, à l'origine de l'écosystème fluvial.

PARTIE II - ANALYSE DE PLUSIEURS METHODES D'OBSERVATION ET DE COMPTAGE DES POISSONS EN EAU COURANTE.

Cette étude bibliographique des méthodes d'observation et de comptage a été envisagée pour l'élaboration d'un système susceptible de nous informer sur les échanges piscicoles entre le fleuve Rhône et ses bras (ou lônes).

L'appareil doit permettre dans un premier temps de comptabiliser les passages s'effectuant dans les deux sens, donc de connaître l'intensité du phénomène et la direction préférentielle des déplacements. Dans une deuxième étape, il serait souhaitable d'être renseigné sur les espèces impliquées dans ce comptage global.

Les résultats obtenus seront alors discutés à partir de corrélations avec les facteurs écologiques supposés responsables des mouvements, par exemple :

- le régime hydrologique du fleuve,
- la lumière, à l'origine des rythmes biologiques,
- les besoins trophiques et territoriaux des espèces.

I - FACTEURS RESTRICTIFS DANS LE CHOIX D'UNE METHODE

A - Le milieu étudié, ses contraintes.

Le Rhône est un milieu vaste, où les entrées de lônes sont larges et

souvent profondes. Il est sujet à de perpétuelles variations de niveau dont l'amplitude peut s'étaler de quelques dizaines de cm en régime normal à plusieurs mètres si les aléas climatiques s'ajoutent aux turbinages des barrages en amont.

Corrélativement à son caractère instable de fleuve à régime " pluvio-océanique nivo-glaciaire " (in GUILCHER, 1979), le Rhône a des eaux turbides et cet important transport de matériaux fins peut provoquer un colmatage rapide des appareils immergés. Cet inconvénient est aggravé lors des hautes eaux par un intense charriage de débris et d'objets divers.

Les berges abruptes et boisées rendent généralement difficile l'accès au fleuve et cet aspect ne doit pas être négligé dans le choix des sites d'étude et dans la conception du matériel.

B - Comportement des poissons

Les espèces indigènes effectuent des déplacements de faible amplitude dans un environnement qui leur est familier. Contrairement à des espèces migratrices proprement dites, elles ne sont pas animées d'une pulsion et se montrent indécises et méfiantes vis-à-vis d'un passage restreint. La méthode utilisée ne doit pas impliquer un aménagement trop important du site. Il convient de tenir compte des moyens de perception du poisson quant à la lumière, les vibrations, les champs électriques, etc...

C - Facteurs propres à l'appareillage utilisé

Parmi les diverses méthodes dont je discuterai les performances, certaines impliquent la mise en place d'un matériel à la fois lourd, fragile et coûteux, nécessitant une surveillance constante. En conséquence, il est préférable de choisir un système facile à installer et à enlever. Pour les installations fixes, exposées à la curiosité ou à la malveillance, une information locale du public doit être envisagée.

II - PRESENTATION DES METHODES

A - Dénombrement par capture

Le poisson est capturé lors de son passage par des nasses disposées dans le chenal. Des barrières mécaniques ou électriques dirigent le poisson vers le piège. Cette méthode classique a été utilisée par exemple pour le dénombrement d'une population de saumons en établissant un barrage de comptage constitué de nasses qui capturent la totalité des poissons migrateurs. Après comptage, les poissons sont remis sur leur route en amont du barrage

(in VIBERT, 1961, p. 641). On peut fort bien concevoir un fonctionnement dans les deux sens pour des espèces migratrices mais il n'en serait certainement pas de même pour les poissons rencontrés dans le Rhône. Les pêcheurs aux engins nous ont signalé une faible efficacité de la pêche par nasses dans les entrées de lône pour les raisons évoquées précédemment.

ASSIE et LASSERRE (1977) ont mis au point un piège à alevins reposant sur le principe des engins de pêche classiques. Il comprend des filets à petites mailles faisant obstacle à la progression des alevins en les obligeant à se diriger vers une trappe en plexiglass. Cette nasse est munie de cloisons mobiles permettant une sélectivité par la taille, des captures (Fig. 30). S'il est possible d'utiliser un tel système pour l'étude du déplacement des petits poissons, il n'en est pas de même pour des poissons de grandes tailles dont le grégarisme n'est pas aussi marqué ou pratiquement inexistant.

Les systèmes précédents ont l'avantage de permettre la détermination des espèces et la mesure de divers paramètres, mais le fait de manipuler les individus capturés nuit à une étude authentique des échanges.

B - Canalisation des espèces au travers d'un dispositif enregistreur

L'avantage immédiat réside dans l'absence d'interventions sur les poissons. Ces procédés nécessitent la plupart du temps un rétrécissement du passage ou une mise en place sur des installations préexistantes. Les poissons admettent ces transformations dans la mesure où elles ne constituent pas un obstacle majeur à leur progression.

1) Comptage par observation directe

Le poisson doit passer au-dessus d'un fond blanc placé devant un observateur. Ce dernier enregistre les passages par espèces, pourvu qu'il ait l'oeil exercé (in VIBERT ^{et coll.} 1961, p. 641). Ceci suppose une eau claire, peu profonde, et le comptage nocturne est exclu. Ils'y ajoute aussi la fatigue de la personne de permanence pendant la durée des observations.

2) Comptage indirect

Il est assuré par un appareil capable de détecter une différence entre le poisson et l'eau, et de faire en sorte que cette ou ces disparités déclenchent un enregistreur automatique.

Parmi les méthodes utilisées actuellement, je retiendrai celles se basant sur :

- . l'interruption d'un faisceau lumineux,
- . les variations de conductivité électrique de l'eau,
- . la perception d'échos lors d'un balayage acoustique.

a) Utilisation de la lumière infra-rouge

Un faisceau lumineux est émis dans le milieu, puis capté par une cellule photosensible reliée à un amplificateur. L'interruption du faisceau induit le comptage. De nombreux laboratoires d'éthologie assurent ainsi un suivi permanent des rythmes d'activité des poissons en aquarium. CAILLERE et coll.* travaillent avec des barrages I.R. émis par des diodes électro-luminescentes (930 nm). BEACH (1978) a recours à un éclairage par lumière I.R. (860 nm) en conjonction avec un circuit télévision pour vérifier la validité des enregistrements d'un compteur automatique (paragraphe b.β).

Les I.R. ont été choisis par le fait qu'ils ne perturbent pas le comportement naturel du poisson, et évitent de plus toute publicité indésirable que provoquerait un éclairage en lumière visible dans les installations de terrain fonctionnant de nuit (BEACH, 1978).

Le problème des I.R. est avant tout lié à la transmission dans l'eau. BEACH (1978) signale une réduction de l'intensité de 50% après 17,8 cm en eau limpide (I.R. 860 nm) d'où l'impossibilité de leur emploi dans les eaux du Rhône.

b) Les compteurs électriques

Un poisson a des caractéristiques électriques différentes de l'eau et ces propriétés peuvent être exploitées pour sa détection. La conductivité relative (rapport de la transmissibilité d'un courant électrique par le corps d'un poisson sur celle d'une même quantité d'eau) constitue le principe de base des systèmes en service actuellement (BEACH ^{et coll.} 1974). Le comptage s'effectue par perception du changement de résistivité électrique de l'eau lors du passage d'un poisson.

Il existe deux types de réalisation :

- le tunnel de comptage, en service depuis 1952 en Ecosse (LETHLEAN, 1953),
- le compteur en chenal ouvert, d'emploi plus récent (WALKER et coll., 1974).

α) Le tunnel de comptage

Conçu par LETHLEAN pour suivre la montée des saumons et la dévalaison

* communication personnelle.

des smolts, il est réalisé à partir de 3 électrodes circulaires fixées à l'intérieur d'un tube immergé de 75 cm de diamètre. La résistance de l'eau entre deux électrodes constitue une partie d'un pont de Wheatstone (Fig. 31). Un appareillage annexe amplifie les variations de voltage engendrées par la présence du poisson, transmet l'information à un circuit logique et entraîne un compteur numérique. La direction de passage est connue grâce à l'ordre d'apparition du signal, et une valeur approximative de la taille du poisson par son amplitude.

Avantages : Le compteur enregistre les passages s'effectuant dans les deux sens. La résistivité des branches et des feuilles ne présente pas de différence notable avec l'eau, il n'y a donc pas comptage de ces débris.

Limites : Les dimensions du tube ne doivent pas dépasser 100 fois la section transversale du plus petit poisson qu'on désire compter. Cette condition implique une réduction du passage et un encombrement du chenal sujet à un rapide colmatage. Il faut une absence totale d'air dans le tunnel car son effet est semblable à celui d'un poisson. L'amplitude du signal fluctue avec le niveau de passage du poisson (proximité ou non de l'axe du tube). Enfin, le courant d'eau traversant le tunnel devra être élevé afin d'éviter un arrêt ou des allers et retours du poisson dans le tube, responsables de perturbations du comptage.

β) Le compteur en chenal ouvert

Cet appareil mis au point par WALKER et BEACH (1974) fonctionne comme le précédent mais les électrodes sont étalées sur la face aval d'un barrage de jaugeage " CRUMP " (ANDRE et coll., 1976, p. 30, Fig. 32). Un dispositif de réajustement du pont est adjoint pour contrer les effets dus aux variations de niveau.

Avantages : Ce compteur permet une extension de la zone de comptage. L'installation faite sur un barrage " CRUMP " présente plusieurs aspects favorables :

- un courant fort évitant que le poisson traîne dans la zone de comptage,
- les vitesses plus faibles du courant à proximité du fond persuadent le poisson à nager près des électrodes d'où un meilleur signal,
- un passage facile pour les corps flottants.

Limites : L'écartement des électrodes ne va pas au-delà de 10 mètres environ car il entraîne une diminution du signal "poisson" qui disparaît sous le perpétuel signal de fond lié aux particules et à la turbulence de l'eau (SIMPSON, 1978, p. 264).

γ) Utilisation des compteurs précédents dans le Rhône

Les divers inconvénients cités ci-dessus en limitent beaucoup l'utilisation dans le fleuve. Les installations demandent une réduction du passage, soit dans le plan vertical (compteur à chenal ouvert), soit dans les 2 plans (compteur à tunnel). L'augmentation de la vitesse du courant ne gêne pas les espèces pour l'étude desquelles ont été construits ces compteurs (Salmonidae). Les conditions sont très différentes à l'entrée des lômes où le courant est faible. Enfin, il est pratiquement exclu de dénombrer des individus de petites tailles qui, à priori, ne sont pas moins intéressants que les gros.

L'utilisation de ce type de compteurs peut être envisagée dans de petits chenaux ou des buses par exemple.

C - Utilisation des ondes acoustiques

L'intérêt des ondes acoustiques réside dans leur propagation sur de longues distances, et par conséquent une possible utilisation sur des sections plus importantes.

Un faisceau d'énergie ultrasonique (0,5 à 1 Mégahertz) est émis dans le milieu, l'interception d'une cible engendre un écho qui permet de détecter la présence de l'objet, et suivant la qualité du signal sa taille et sa vitesse de déplacement.

Le premier compteur utilisant les techniques acoustiques fut le compteur " BENDIX " (in BRAITHWAITE, 1978, p.253). Il est constitué d'une rangée de transducteurs alignés sur le lit de la rivière et dirigés vers la surface (Fig. 33). Fonctionnant de manière séquentielle, chaque écho étant comptabilisé, le compteur donne donc des valeurs statistiques car un seul poisson sera compté plusieurs fois. Tous les débris flottants en surface sont comptés ; une bonne utilisation en sera faite dans des rivières où il y a beaucoup de poissons, peu de débris et au moins 1 mètre de profondeur.

Une autre technique a été développée par BRAITHWAITE en 1971 en plaçant 2 faisceaux situés à une petite distance l'un de l'autre pour l'obtention de la direction de passage du poisson (Fig. 34). Cet appareil demande une section rectangulaire du cours d'eau.

Ce procédé qui paraît être le plus envisageable dans les lômes n'est cependant pas à l'abri de problèmes, tels que les réverbérations liées aux particules, les retours d'échos en provenance du fond et de la surface, entre autres. Elle répond pourtant le mieux aux exigences imposées par le fleuve. Des chercheurs lyonnais, MM GOUBIER et ESCUBIE travaillent actuellement à la mise au point d'un sonar panoramique dont le principal problème reste le traitement du signal (amplification et étalonnage).

Seuls des essais de ce prototype, dont la réalisation demande encore quelques mois peuvent nous renseigner sur l'efficacité réelle de ce système.

III - CONCLUSION

De cette analyse rapide des principales méthodes, il faut rappeler plusieurs points :

- d'une façon générale, ces compteurs ont été conçus pour le dénombrement de migrateurs (saumons), poissons de grandes tailles donc aisément détectables, peu méfiants vis à vis d'aménagements, et dont les passages dans une zone de comptage sont pratiquement instantanés ;

- ces études ont été réalisées dans de petits cours d'eau ou dans des zones artificiellement réduites (passes à poissons), en eau claire et de faible profondeur.

Dans le cas du Rhône et de ses lônes, nous avons vu que les contraintes qui nous sont imposées réduisent notre choix à des méthodes traditionnelles de captures (nasses, trappes, filets) ou au contraire à des comptages par des appareils plus sophistiqués, mais encore au stade expérimental, tel que le sonar à poste fixe.

TRAVAUX CITES

- ANDRE H., AUDINET M., MAZERAN G. et RICHER Cl. (1976)
Hydrométrie pratique des cours d'eau, 259 p., PARIS : Eyrolles.
- Rapport A.R.A.L.E.P.B.P. (Association Rhône Alpes de Laboratoires pour l'Etude des Problèmes Biologiques de la Pêche), janvier 1981
Etude hydrobiologique du Haut-Rhône dans les secteurs de Chautagne et de Belley.
- ASSIE R. et LASSERRE G., (1977)
Mise au point d'un piège à alevins. Résultats des pêches littorales.
Bull. Eco., t. 8, 1, pp. 87 - 90.
- BEACH M.H. and WALKER L.H., (1974)
The application of electrical automatic counters to fisheries.
EIFAC / 74 / I / Symp. 12.
- BEACH M.H., (1978)
The use of infra-red light and closed circuit TV to validate records from automatic fish counters.
J. Fish Biol. (1978) 13, 639 - 644.
- BRAITHWAITE H., (1971)
A sonar fish counter.
J. Fish Biol. (1971) 3, 73 - 82.
- BRAITHWAITE H., (1978)
A review of sonar techniques for counting fish.
in THORPE J.E., (1978), Rhythmic Activity of Fishes, Academic Press., London, New York, San Francisco.
- BREMOND R. et PERRODON C., (1979)
Paramètres de la Qualité des eaux.
Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie
2^e édition, 1979, 259 p.
- DAJOZ R. (1975)
Précis d'Ecologie
Gauthier - Villars, 1975, 550 p.
- GUILCHER A. (1979)
Précis d'Hydrologie Marine et Continentale
Masson, Paris, 1979, 344 p.
- HOLCIK J. and BASTL I. (1976)
Ecological effects of water level fluctuation upon the fish populations in the Danube river floodplain in Czechoslovakia.
Acta Scientiarum Naturalium, Academiae Scientiarum Bohemoslovacae, BRNO, 10 (9) : 1 - 46, 1976.
- JUGET J., AMOROS C., GAMULIN D., REYGROBELLET J.L., RICHARDOT M., RICHOUX Ph. et ROUX C. (1976)
Structure et fonctionnement des écosystèmes du Haut-Rhône français II - Etude hydrologique et écologique de quelques bras morts. Premiers Résultats.
Bull. Ecol., 1976, t. 7, 4, P. 479 - 492.

LETHLEAN N.G., (1953)

An investigation into the design and performance of electrical fish-screens and an electrical fish-counter.

Trans. Roy. Soc. Edin., vol. LXII, Part II, 1951 - 1953 (N° 13).

MASLIN - LENY Y., (1977)

Etude des populations piscicoles du Rhône et d'une lône.

D.E.A. Ecologie Fondamentale et Appliquée des Eaux Continentales, Université Cl. Bernard, LYON 1, Juin 1977

NELVA A., PERSAT H., CHESSEL D., (1979)

Une nouvelle méthode d'étude des peuplements ichthyologiques dans les grands cours d'eau par échantillonnage ponctuel d'abondance.

C.R. Acad. Sciences, t. 289, série D, 1295 - 1298.

Rapport A.S.P. PIREN N° 3 - GESTION ECOLOGIQUE DES RESSOURCES EN EAU -

Propositions pour une méthodologie cartographique polythématique appliquée à la gestion écologique des eaux. (Etude d'un fleuve et de sa vallée : le Haut-Rhône français)., 1980.

RODIER J. (1971)

L'analyse chimique et physico-chimique de l'eau.

DUNOD, PARIS, 1971, 700 p.

SIMPSON D., (1978)

Electrical resistivity fish counters.

in THORPE J.E., (1978), Rhythmic Activity of Fishes, Academic Press., London, New York, San Francisco.

VIBERT R. et LAGLER K.F. (1961)

Pêches continentales, Biologie et Aménagement.

DUNOD, PARIS, 1961, 720 p.

WALKER L.H. and BEACH M.H. (1974)

The development of a fish counter for use in open channels.

EIFAC / 74 / I / Symp. 64, 408 - 413.

RESUME

PREMIERE PARTIE :

La lône des Brotteaux, bras secondaire du Haut-Rhône français, est située entre les ponts d'Evieu et de Groslée (carte I.G.N., 1/50 000^e, N° XXXII-32, LA TOUR DU PIN).

Partiellement fermée à l'amont par un barrage, elle reçoit deux petits affluents (la Save et l'Huert) dont les caractéristiques physico-chimiques sont celles d'une eau karstique (riche en bicarbonates).

La corrélation sulfates-bicarbonates définie par JUGET et coll. en 1976 pour le Haut-Rhône français, a montré qu'il n'y avait pas d'influence par sous-écoulement de ces deux rivières sur la lône.

Le régime hydraulique de cette lône, bien que dépendant du cours principal, est modifié par le barrage; et les M.E.S. (corrélées avec le débit) constituent un bon critère dans l'étude de ce régime.

L'étude piscicole a révélé l'existence^{et} la dominance d'espèces grégaires (gardon, vandoise, hotu et ablette) affectées par la vidange en juin 1978 d'un barrage hydroélectrique situé à l'amont (Génissiat).

La répartition des espèces est liée à la présence d'abris (branchages, racines ou blocs) et les fluctuations constatées au cours des pêches électriques, aux variations de débit en 24 heures et au manque d'efficacité de la pêche en hiver (eaux froides).

DEUXIEME PARTIE :

Le comptage des poissons en eau courante, sans interventions sur les individus, est limité à l'utilisation de compteurs électriques ou du sonar. La multitude des facteurs

restrictifs imposés par le milieu (Rhône), les espèces piscicoles ; sont responsables de cet état de choses.

Les compteurs électriques détectent un changement de résistivité dans le milieu lors du passage d'un poisson. Deux systèmes sont déjà utilisés :

. le tunnel de comptage mis au point par LETHLEAN en 1953,

. le compteur en chenal ouvert d'emploi plus récent (WALKER, 1974).

Le sonar perçoit l'écho renvoyé par un poisson traversant un faisceau d'ondes ultra-sonores. Un appareil utilisant ce principe paraît être le plus envisageable dans l'étude des échanges piscicoles Lône-Rhône.

Université Claude Bernard
LYON 1
Diplôme d'Etudes Approfondies
ECOLOGIE FONDAMENTALE ET APPLIQUEE
DES
EAUX CONTINENTALES

ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET PISCICOLE
D'UNE
LONE DU HAUT-RHONE FRANCAIS

ANALYSE DE PLUSIEURS METHODES D'OBSERVATION ET DE COMPTAGE
DES
POISSONS EN EAU COURANTE

- ANNEXES -

CARREL Georges
Juin 1981

ECOLOGIE ET DYNAMIQUE DES POPULATIONS
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE ET ECOLOGIE

CARTES

Carte A - Carte générale - La plaine d'inondation du Haut-Rhône dans le secteur de Brégnier-Cordon et situation de la lône étudiée .

Carte B - Reproduction partielle de la carte de BELLEY (carte de Cassini).

Carte C - Le Rhône sur la commune de Saint Benoît (Ain) en 1841.

Carte D - Le Rhône sur la commune de Saint Benoît (Ain) en 1900.

Carte E - Le Rhône sur la commune de Saint Benoît (Ain) en 1935.

Carte F - Le Rhône sur la commune de Saint Benoît (Ain) en 1969.

FIGURES

- Figure 1 - Débits du Rhône à Sault Brénaz (département de l'Ain) aux dates d'études physico-chimiques.
- Figure 2 - Température
- Figure 2.1 - Température instantanée de l'eau.
 - Figure 2.2 - Températures minimales et maximales des eaux du Rhône et du secteur I entre 2 prélèvements.
- Figure 3 - Représentation de la Turbidité (disque de Secchi) et des Matières en suspension en fonction du débit.
- Figure 4 - Représentation de la corrélation Turbidité- Matières totales en suspension.
- Figure 5 - Evolution des teneurs de M.E.S. dans le temps.
- Figure 6 - Evolution des teneurs de Matières Minérales dans le temps.
- Figure 7 - Evolution de la Conductivité dans le temps.
- Figure 8 - Evolution de l'Alcalinité dans le temps.
- Figure 9 - Duretés
- Figure 9.1 - Evolution de la Dureté Calcique dans le temps.
 - Figure 9.2 - Evolution de la Dureté Totale dans le temps.
- Figure 10 - Evolution de la teneur en sulfates dans le temps.
- Figure 11 - Représentation de la corrélation $\text{SO}_4^{--} / \text{HCO}_3^{--}$.
- Figure 12 - Evolution du pH dans le temps.
- Figure 13 - Evolution de la teneur en Matières Organiques dans le temps.
- Figure 14 - Evolution de l'oxydabilité dans le temps.
- Figure 15 - Evolution de la Demande Biologique d'Oxygène dans le temps.
- Figure 16 - Evolution des concentrations de Nitrates dans le temps.
- Figure 17 - Evolution des concentrations d'azote ammoniacal dans le temps.
- Figure 18 - Evolution des concentrations de Nitrites dans le temps.
- Figure 19 - Evolution de la teneur en Oxygène et du % de saturation dans le temps.
- Figure 20 - Evolution des concentrations d'orthophosphates dans le temps.
- Figure 21 - Caractéristiques physiques de la lône (vitesse du courant, profondeur et abris)
- Figure 22 - Débits journaliers moyens du Rhône à Sault Brénaz (jour de la pêche et jours précédents)

- Figure 23 - Modèle linéaire de MOTOMURA et classes d'Abondance - Dominance.
- Figure 23.1 - Lône.
- Figure 23.2 - Biotopes de la lône.
- Figure 24 - Analyse différentielle.
- Figure 25 - Variation de débit en 24 heures, nombres moyens d'espèces et d'individus pae E.P.A.
- Figure 26 - Dispersion en classes de taille des gardons capturés dans la lône des Grands Brotteaux.
- Figure 27 - Dispersion en classes de taille des vandoises capturées dans la lône au cours de 6 pêches.
- Figure 28 - Dispersion en classes de taille des hotus capturés au cours de 6 pêches.
- Figure 29 - Dispersion en classes de taille des ablettes capturées au cours de 6 pêches.
- Figure 30 - Disposition des pièges à alevins dans un chenal d'étang.
- Figure 31 - Schéma du pont de Wheatstone dans le compteur à poissons conçu par LETHLEAN.
- Figure 32 - Emplacement des électrodes sur un barrage de jaugeage " CRUMP ".
- Figure 33 - Disposition des transducteurs dans le compteur BENDIX.
- Figure 34 - Arrangement des transducteurs pour un balayage total de la section mouillée.
-

TABLEAUX

- TABLEAU I - Résultats de physico-chimie.
- TABLEAU II - Résultats de la pêche du 24 - 11 - 1980.
- TABLEAU III - Résultats de la pêche du 23 - 12 - 1980.
- TABLEAU IV - Résultats de la pêche du 20 - 01 - 1981.
- TABLEAU V - Résultats de la pêche du 17 - 02 - 1981.
- TABLEAU VI - Résultats de la pêche du 23 - 03 - 1981.
- TABLEAU VII - Résultats de la pêche du 29 - 04 - 1981.
- TABLEAU VIII - Résultats des pêches (D + J + F + M + A)
- TABLEAU IX - Regroupements des sondages réalisés au cours des pêches.
- TABLEAU X - Liste faunistique, Abondance, Abondance relative et
Densité piscicole.
- TABLEAU XI - Nombres moyens d'individus et d'espèces dans le temps.
- TABLEAU XII - Débits journaliers moyens du Rhône à Sault Brénaz (AIN).
- TABLEAU XIII - Températures maximales et minimales des eaux du Rhône
et de la lône (secteur I).
-

LEGENDES DES PHOTOGRAPHIES

PHOTO N°1 - Le barrage du hameau de l'Ile (Saint Benoît - AIN)

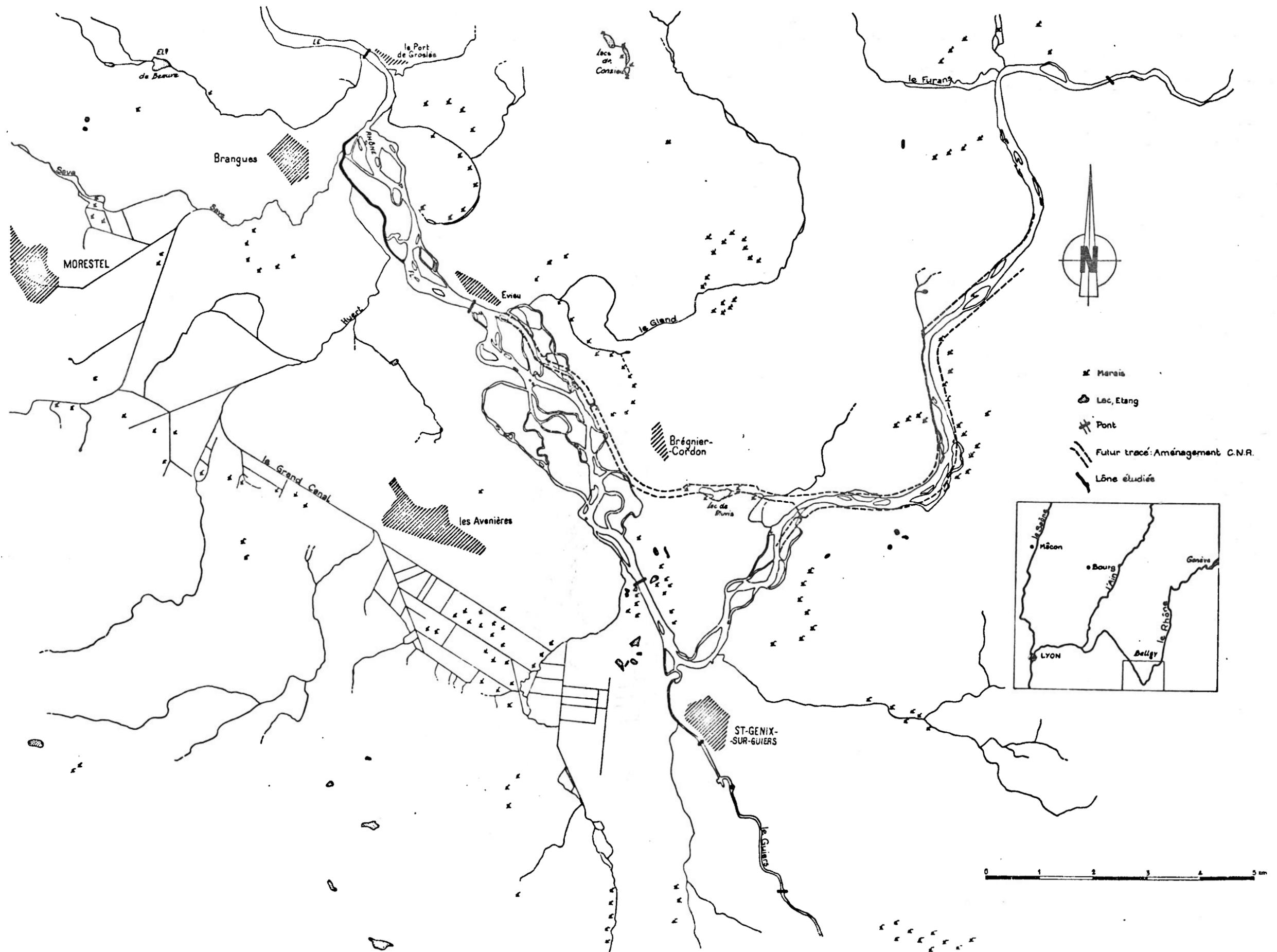
PHOTO N°2 - La lône des Chèvres (secteur I) au niveau de la station N°2

PHOTO N°3 - L'Huert au hameau de l'Ile (station N° 5)

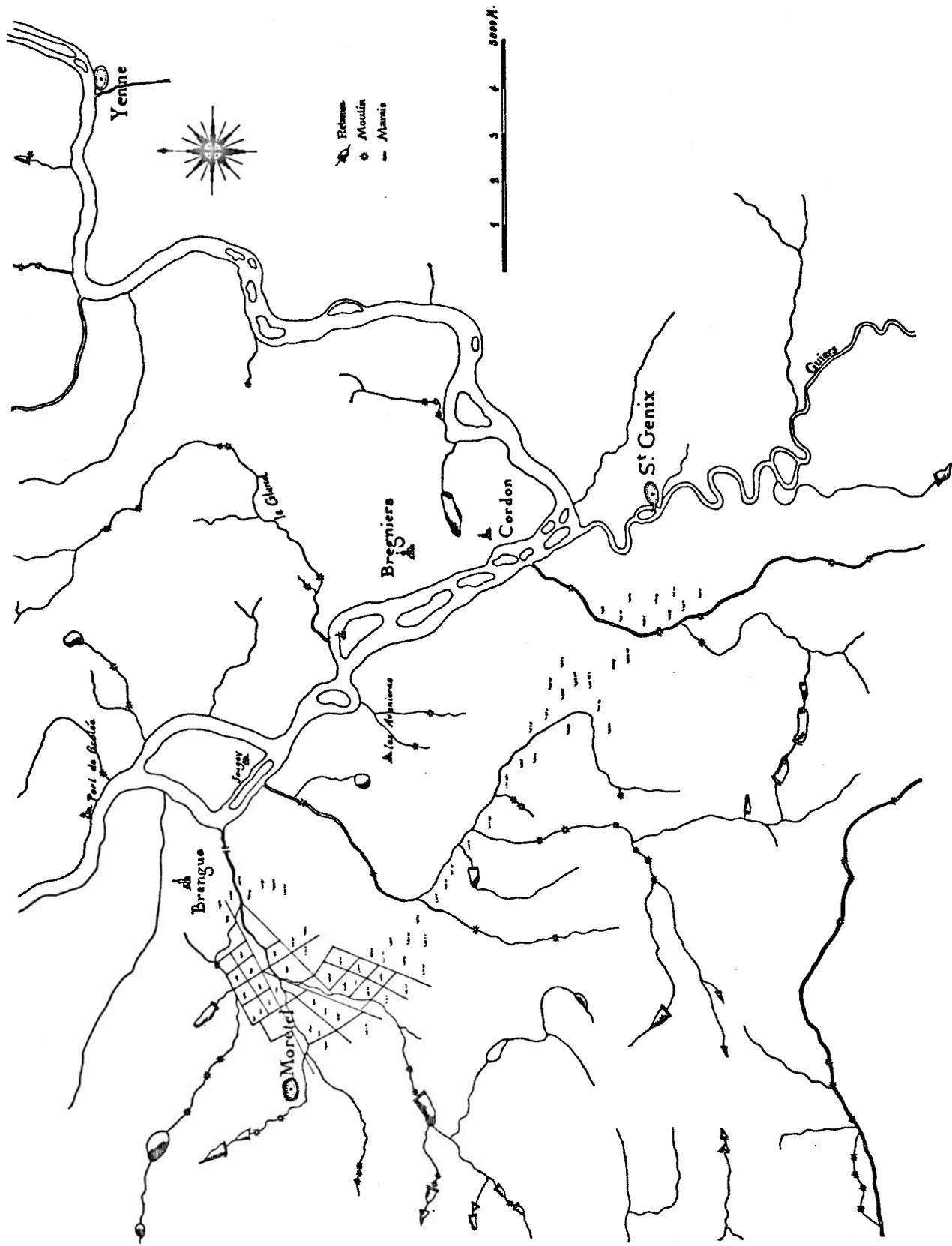
PHOTO N°4 - La Save avant le confluent (station N° 6)

PHOTO N°5 - La lône des Brotteaux (secteur III) au niveau de la station N° 7

PHOTO N°6 - Pêche électrique derrière le barrage de l'Ile

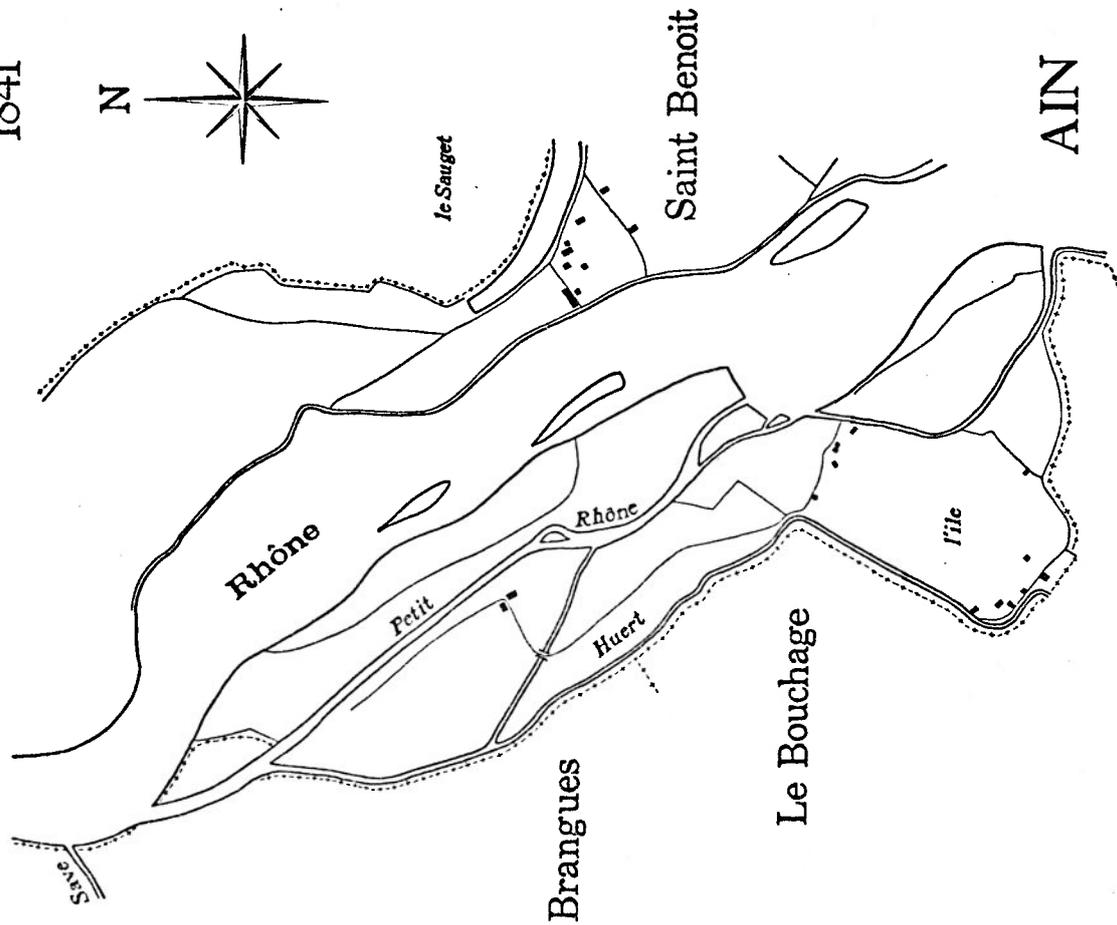
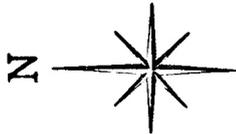


Carte A - Carte générale - La plaine d'inondation du Haut-Rhône dans le secteur de Brégnier Cordon et situation de la lône étudiée - (tirée de la carte I.G.N. au 1/50 000^e, N° XXXII-32, LA TOUR DU PIN)



Carte B - Reproduction partielle de la carte de BELLEY (carte de Cassini). Ces cartes, à l'échelle 1/86 400^e, ont été réalisées par ordre de Louis XV. La triangulation a été faite de 1683 à 1744 ; les relevés de terrain et la gravure sur cuivre, de 1750 à 1815.

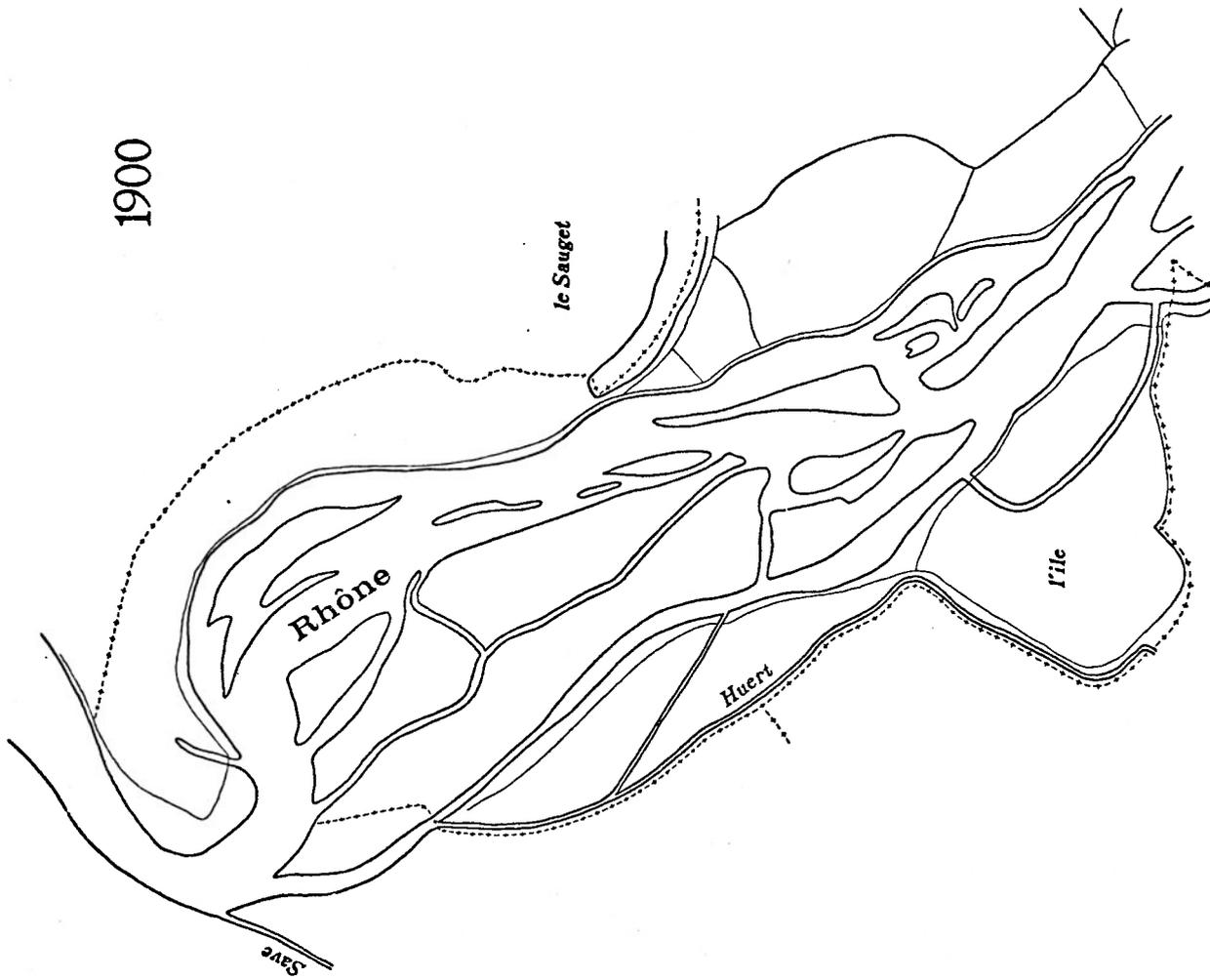
1841



Les Avenières

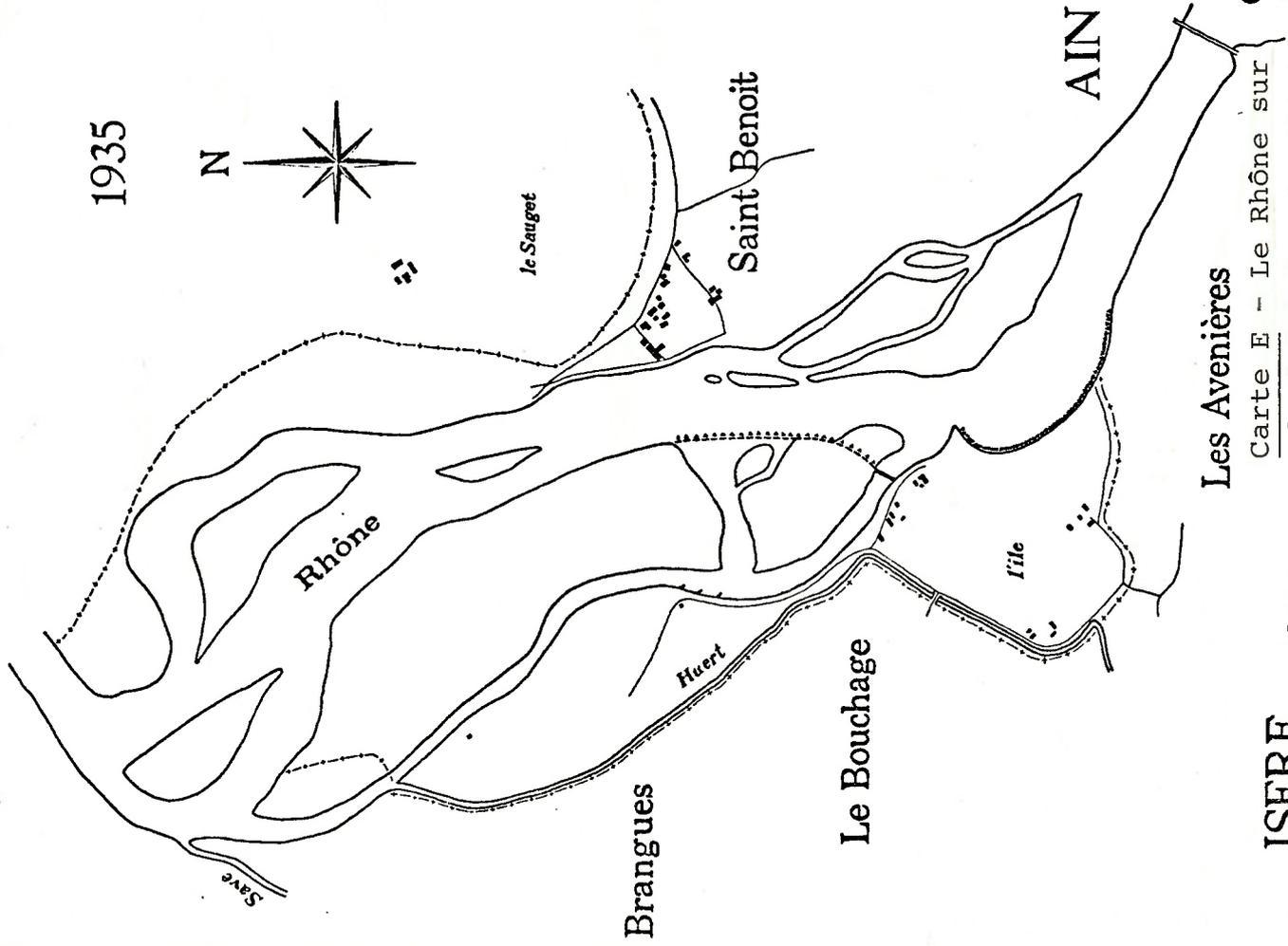
ISERE

1900



Carte C - Le Rhône sur la commune de Saint Benoit (Ain) en 1841 (relevé cadastral - C^{ne} de S^t Benoit)
 Carte D - Le Rhône sur la commune de Saint Benoit (AIN) en 1900 (tirée d'une carte au 1/40 000^e)

1935



Les Avenières

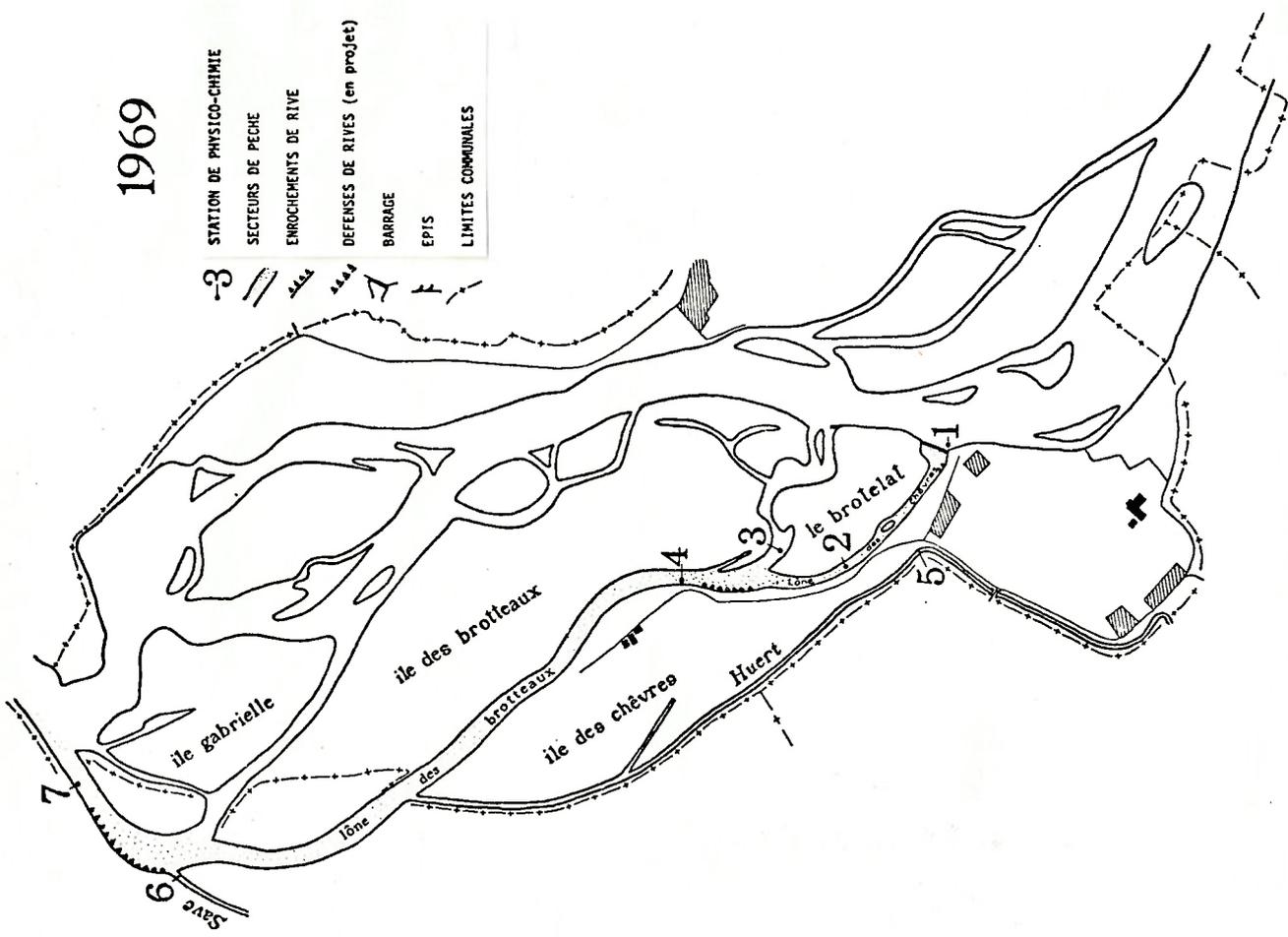
Carte E - Le Rhône sur la commune de Saint Benoit (Ain)

ISERE

en 1935 (source : carte au 1/10 000^e - Service de la Navigation)

1969

- STATION DE PHYSICO-CHEMIE
- SECTEURS DE PECHÉ
- ENROCHEMENTS DE RIVE
- DÉFENSES DE RIVES (en projet)
- BARRAGE
- EPIS
- LIMITES COMMUNALES



0 500 1000 m Carte F - Le Rhône en 1969 (réalisée à partir d'une carte au 1/5000^e de la C.N.R.R.)

photographies du 04-04-69

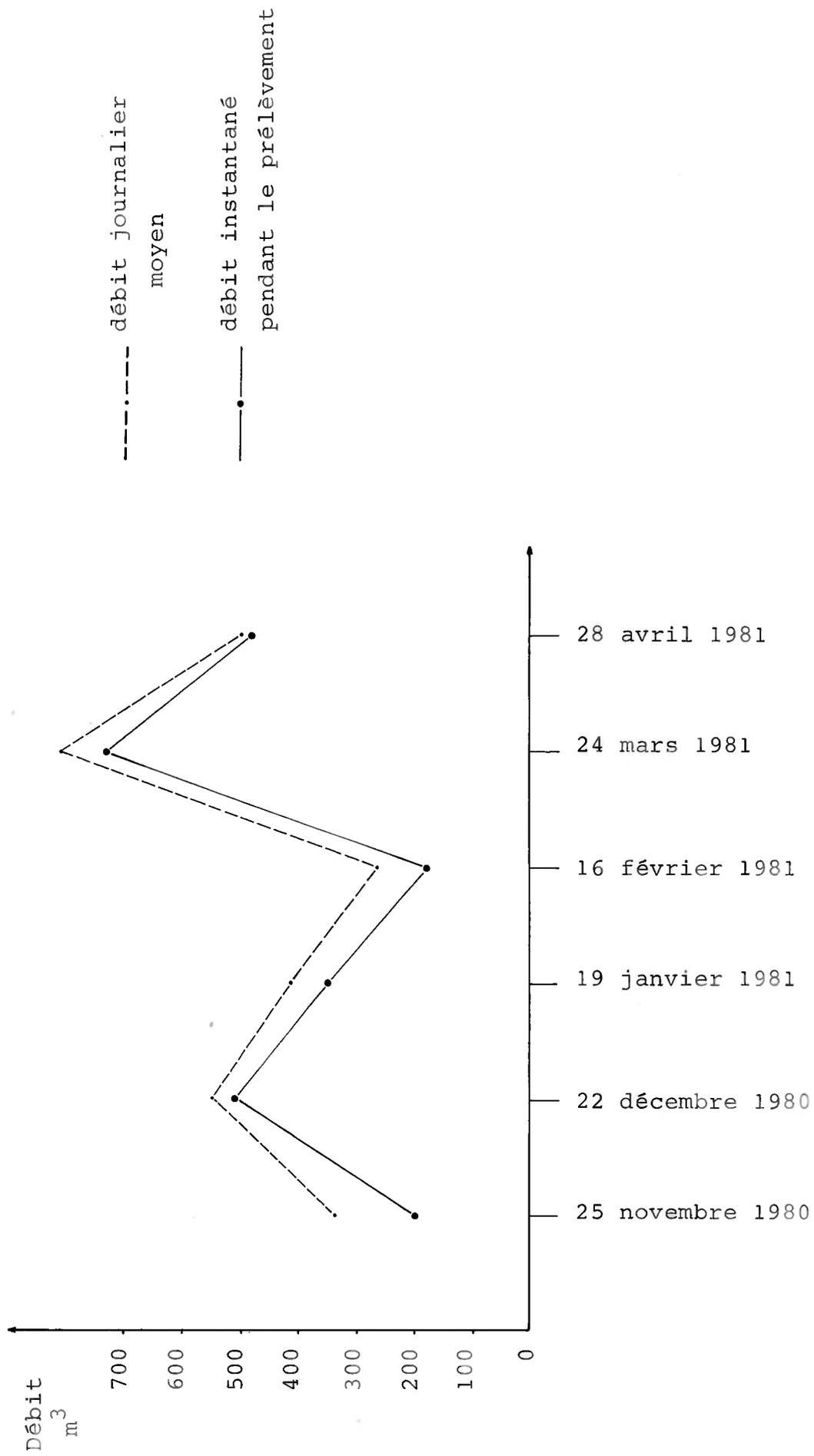


Figure 1 - Débits du Rhône à Sault Brénaz (département de l'Ain) aux dates d'études physico-chimiques.

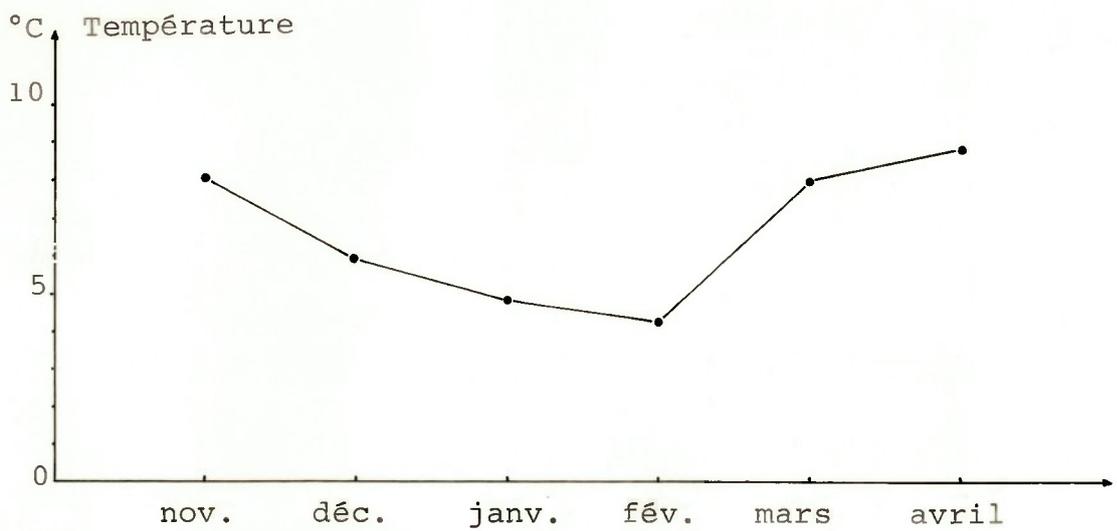


Figure 2.1 - Température instantanée de l'eau (Rhône)

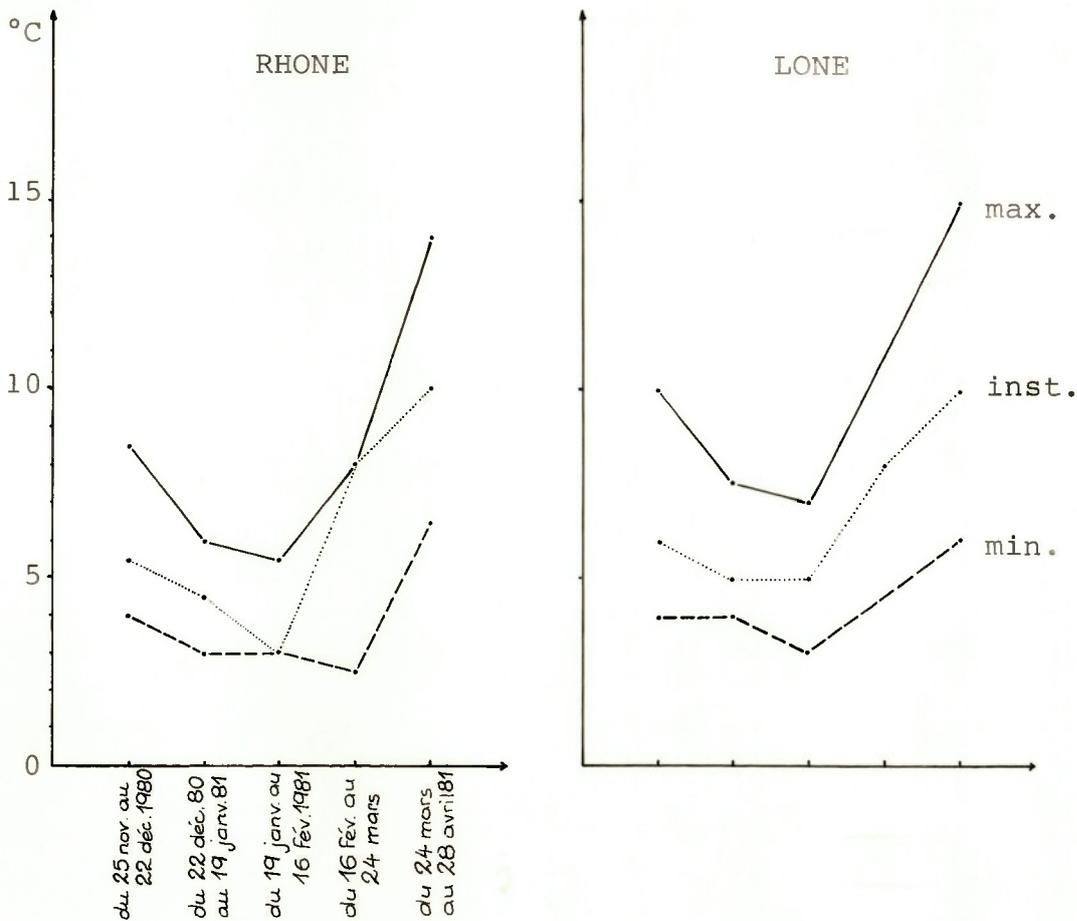


Figure 2.2 - Températures minimales et maximales des eaux du Rhône et du secteur I entre 2 prélèvements.

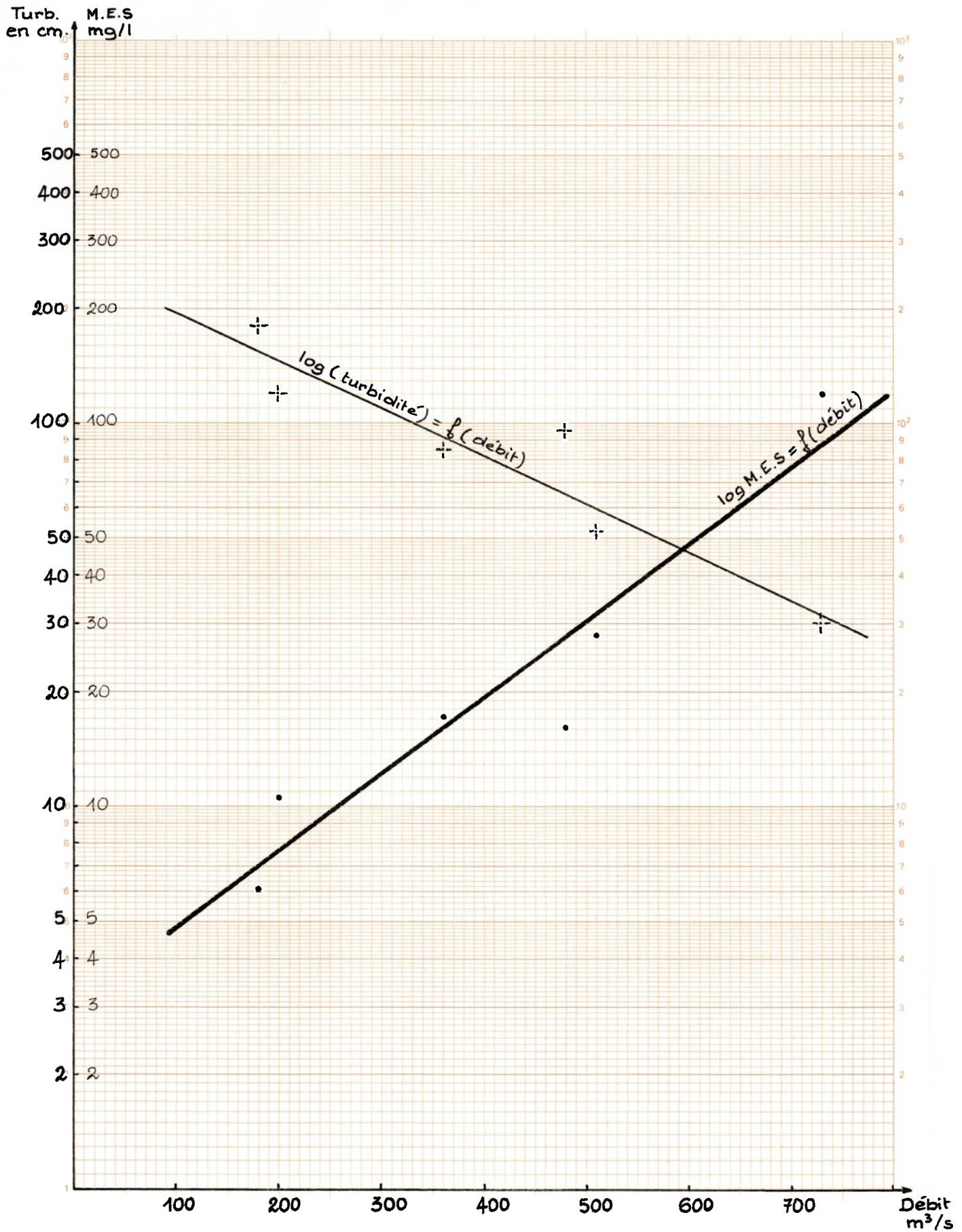


Figure 3 - Représentation de la Turbidité (disque de Secchi) et des Matières en suspension en fonction du débit.

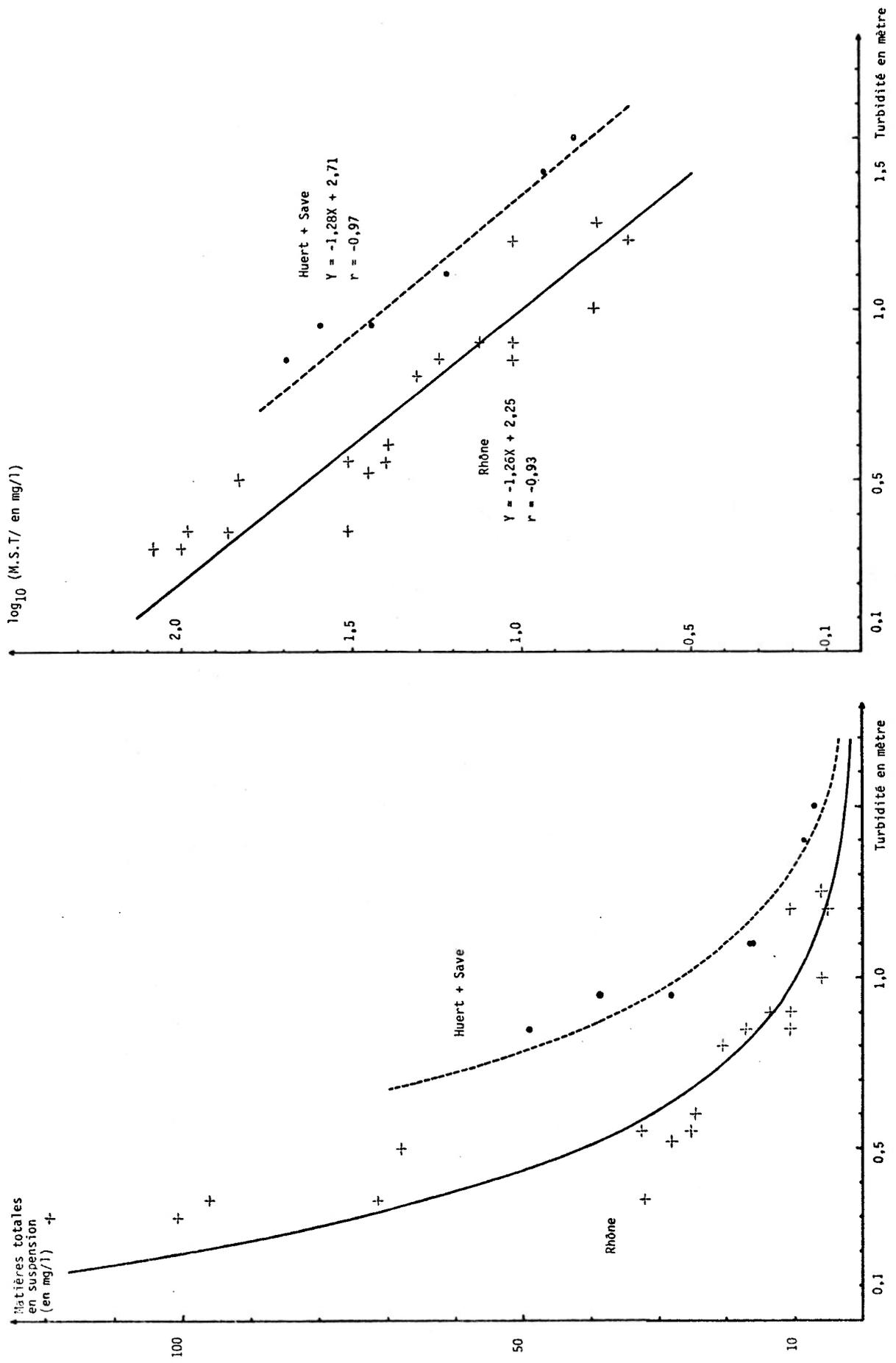


Figure 4 - Représentation de la corrélation Turbidité-Matières totales en suspension.

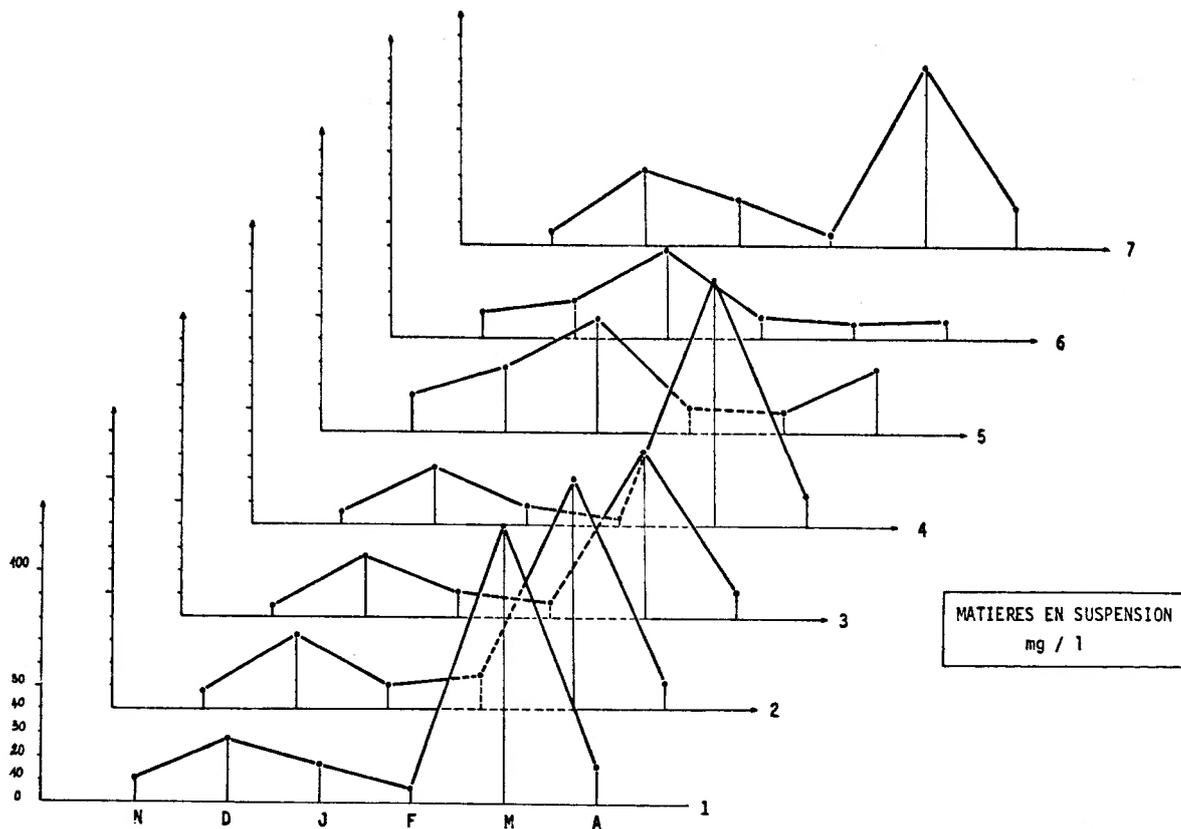


Figure 5 - Evolution des teneurs de M.E.S. dans le temps.

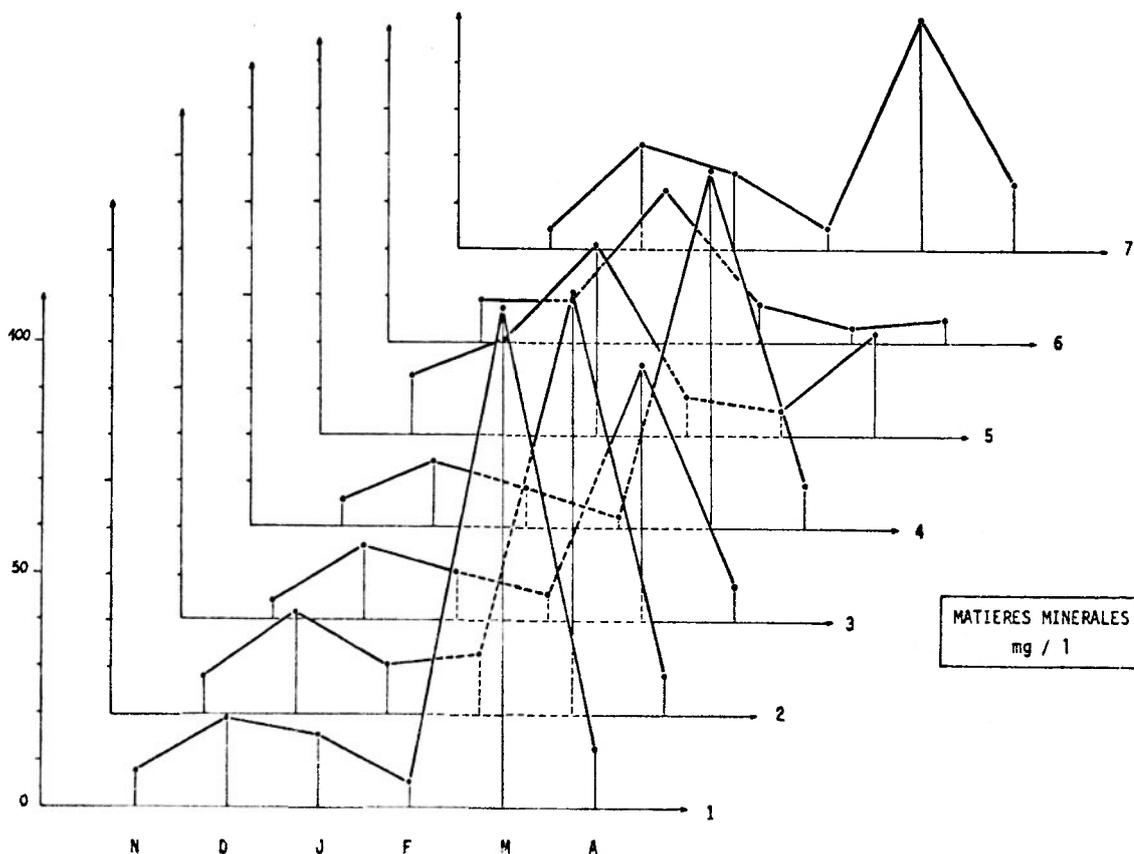


Figure 6 - Evolution des teneurs de Matières Minérales dans le temps.

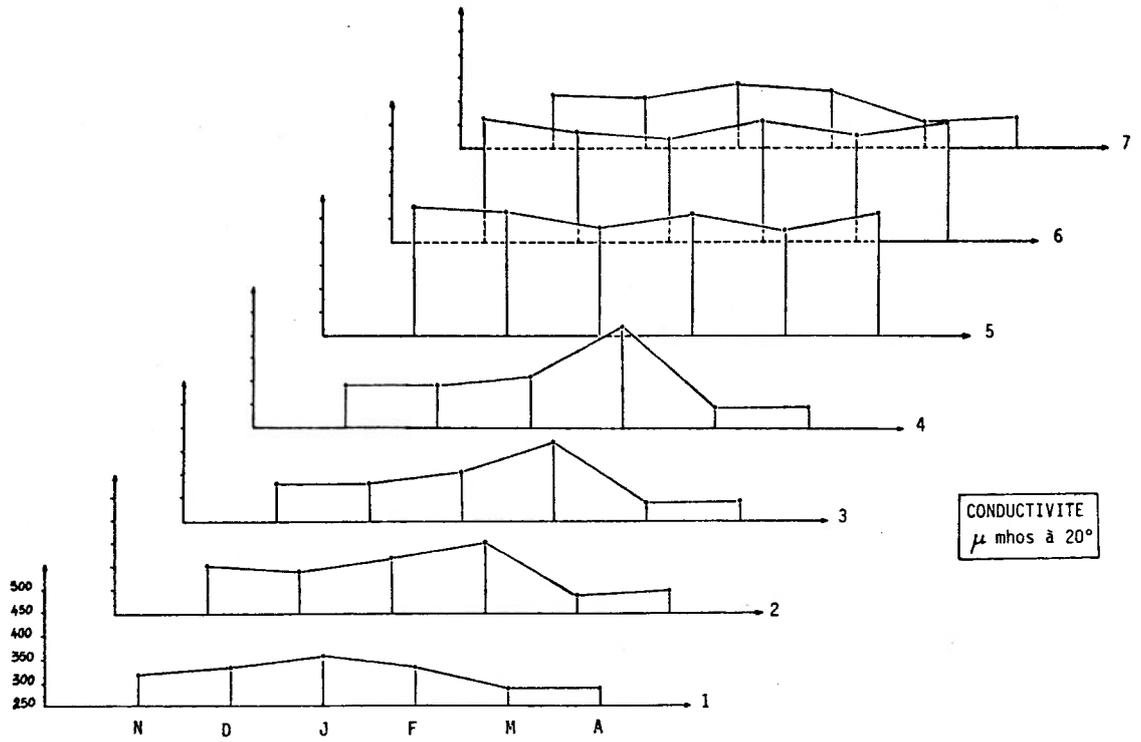


Figure 7 - Evolution de la conductivité dans le temps.

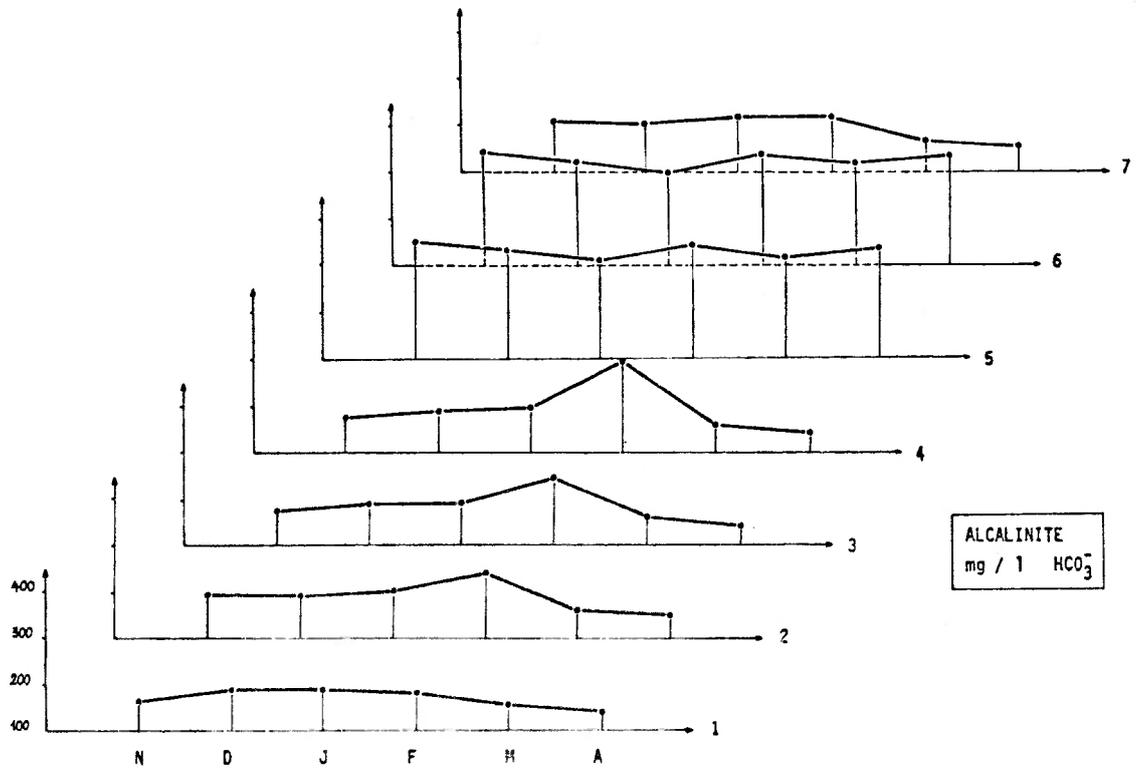


Figure 8 - Evolution de l'Alcalinité dans le temps.

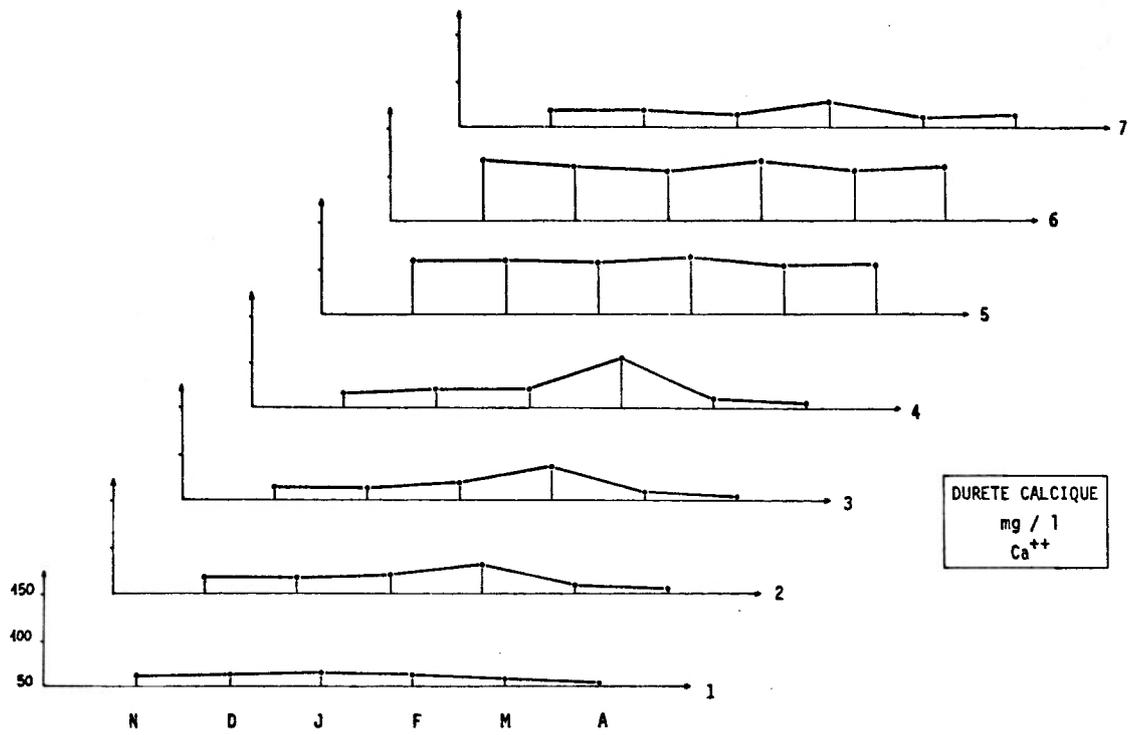


Figure 9.1 - Evolution de la dureté calcique dans le temps.

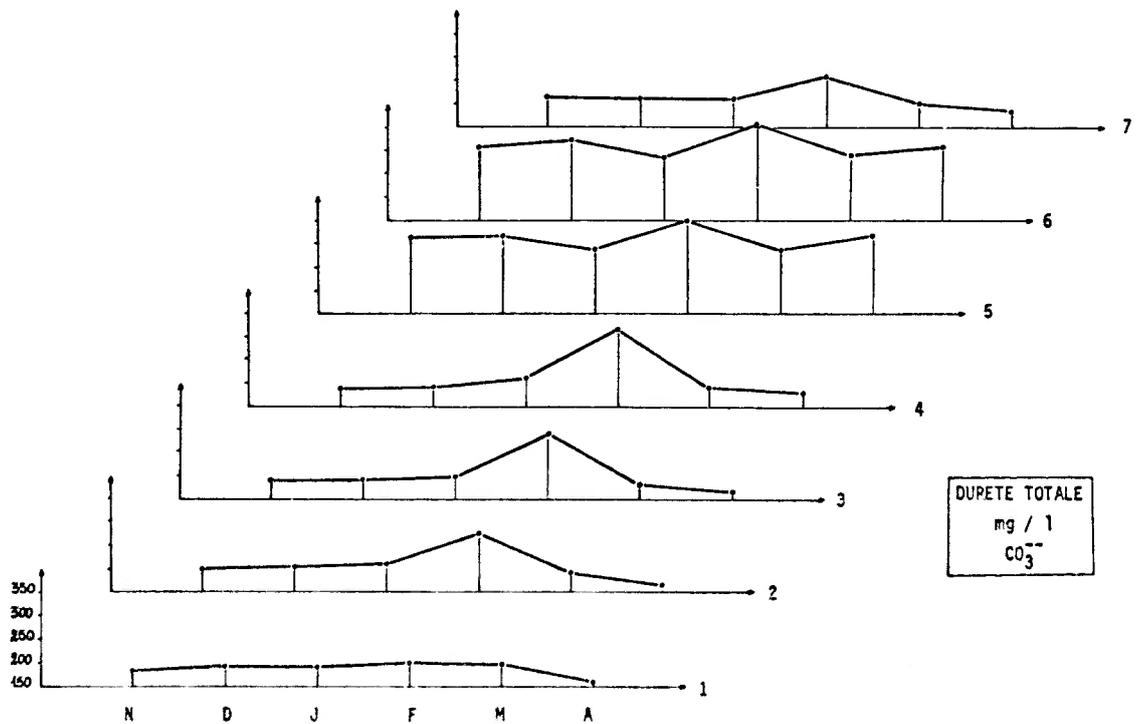


Figure 9.2 - Evolution de la dureté totale dans le temps.

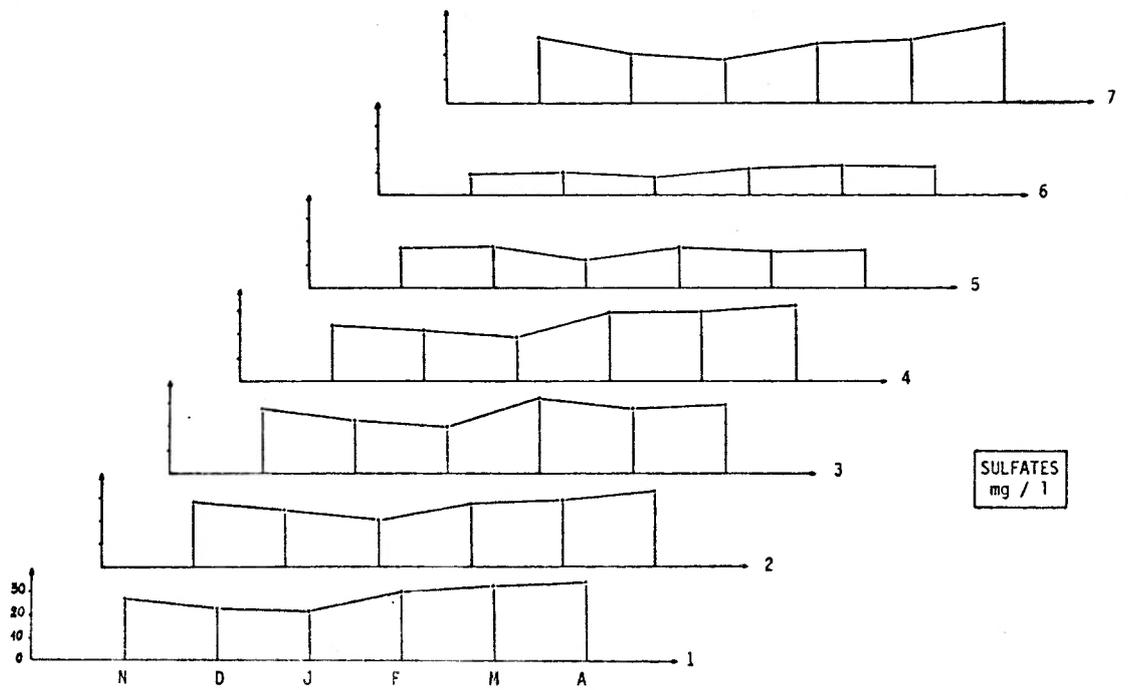


Figure 10 - Evolution de la teneur en sulfates dans le temps.

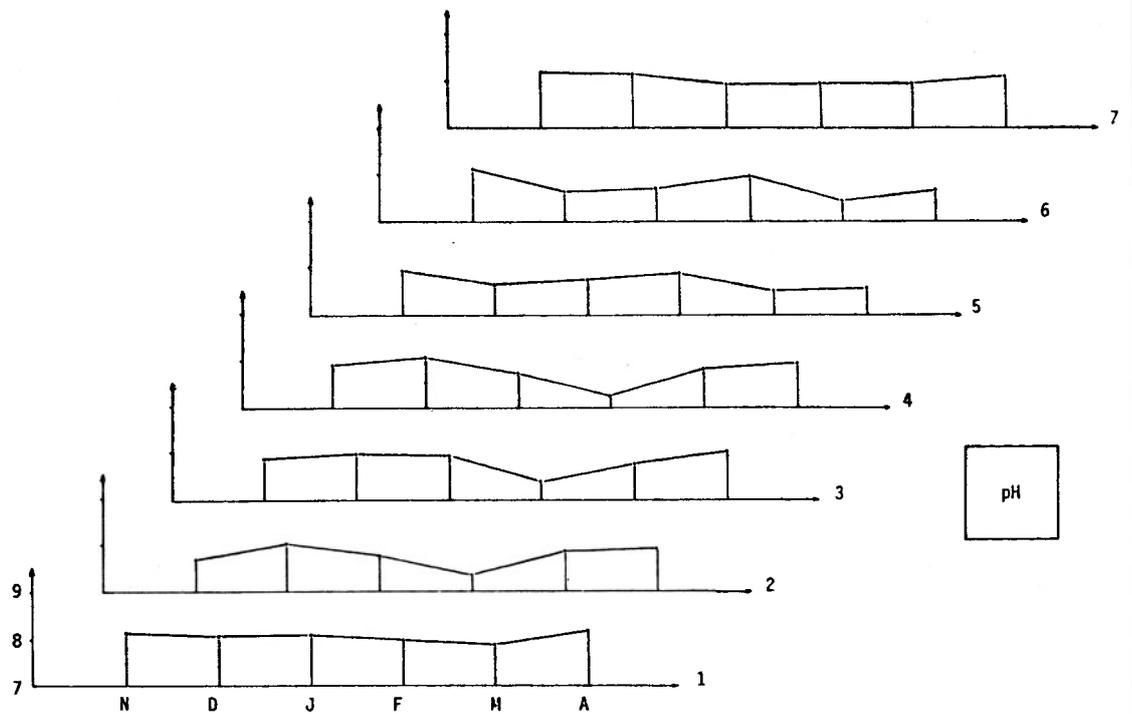


Figure 12 - Evolution du pH dans le temps.

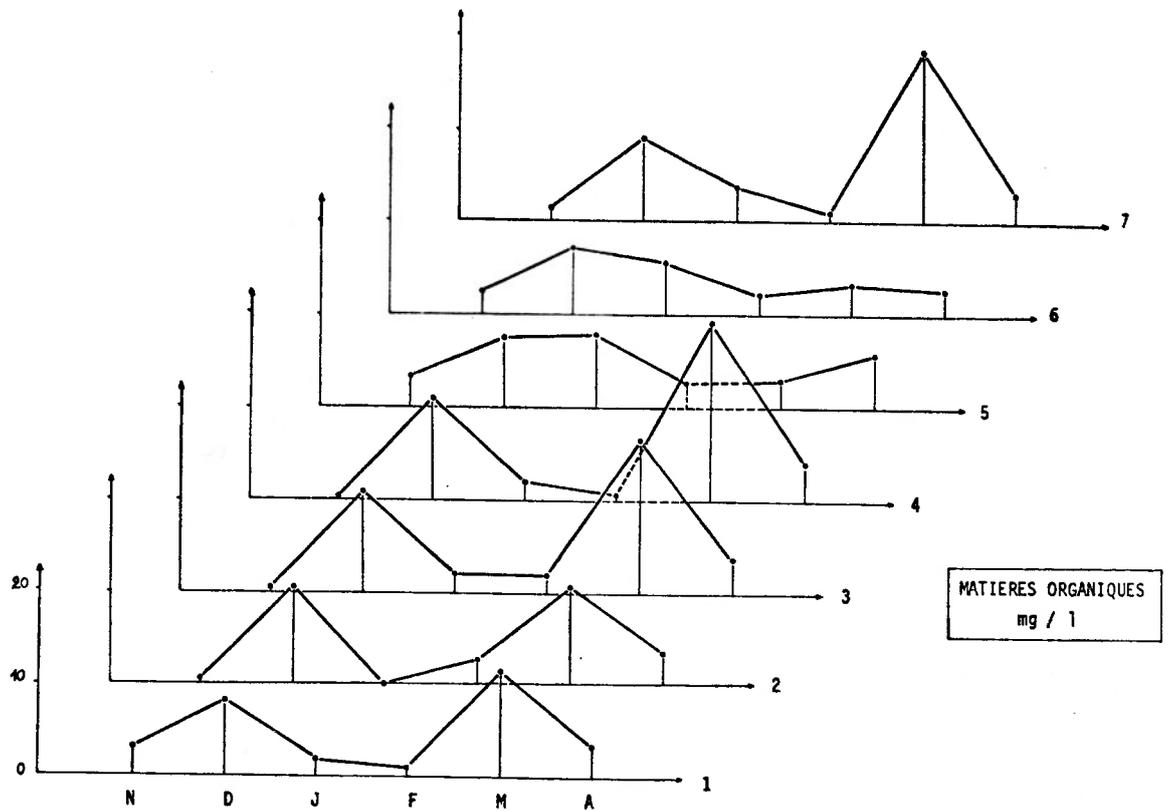


Figure 13 - Evolution de la teneur en Matières Organiques dans le temps.

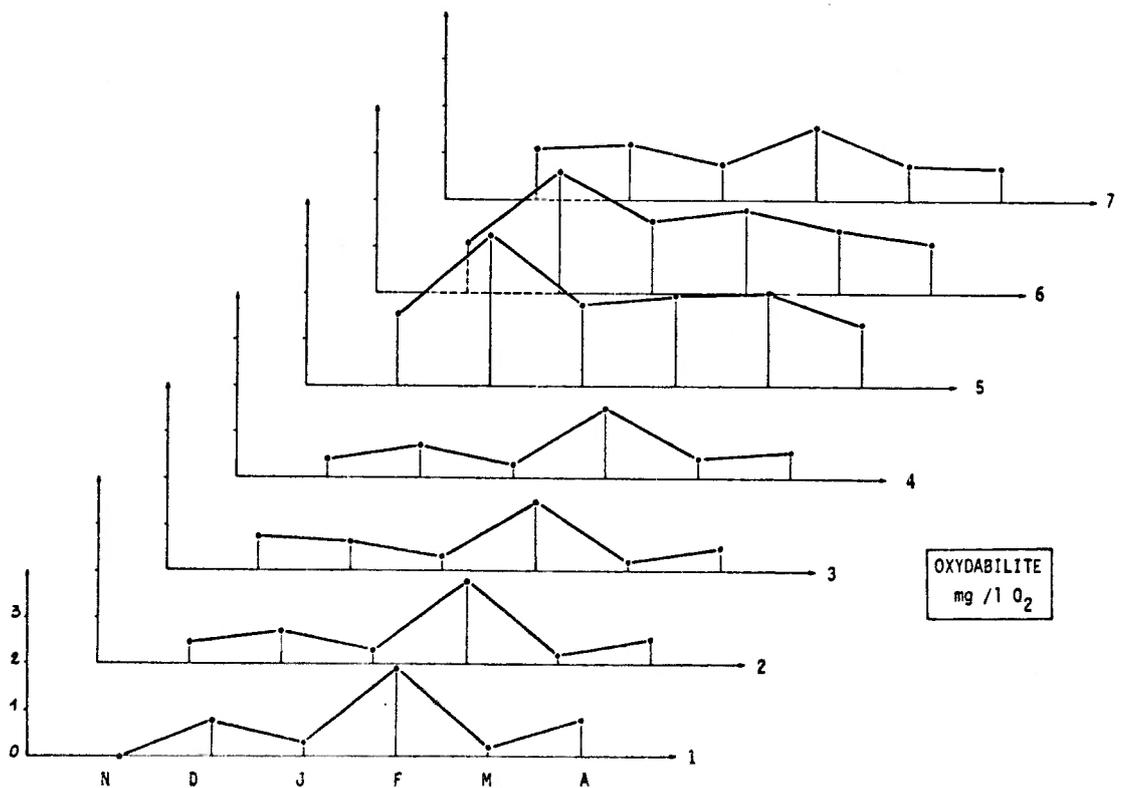


Figure 14 - Evolution de l'oxydabilité dans le temps

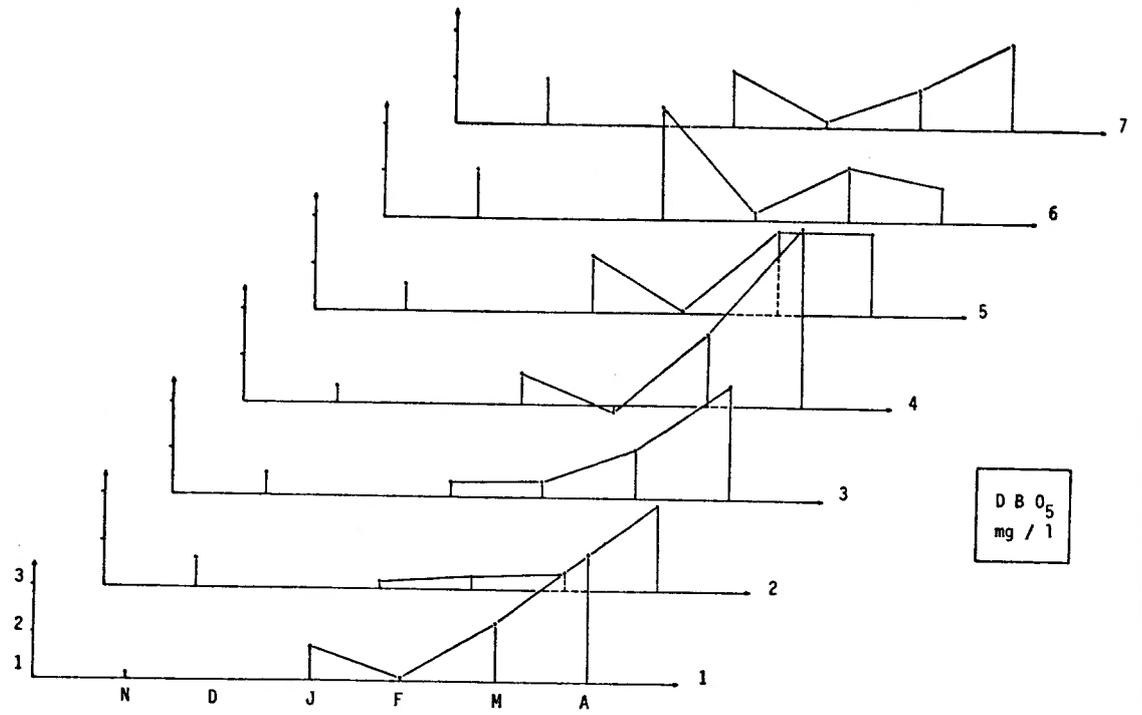


Figure 15 - Evolution de la Demande Biologique en Oxygène dans le temps.

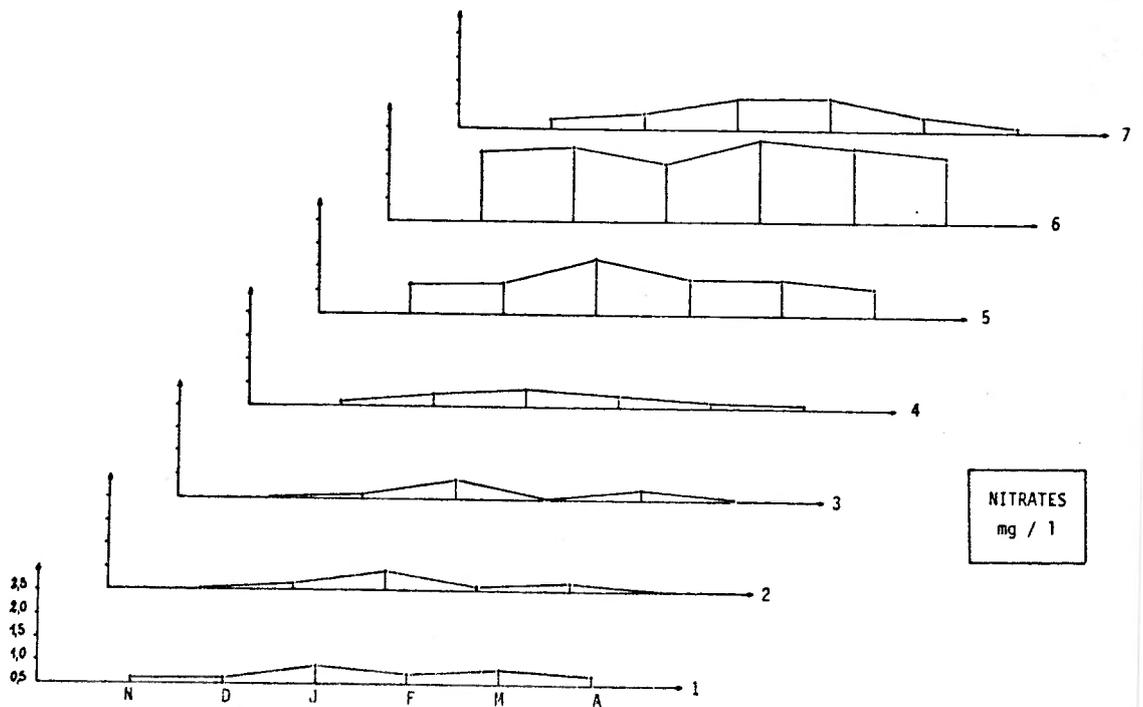


Figure 16 - Evolution des concentrations de nitrates dans le temps.

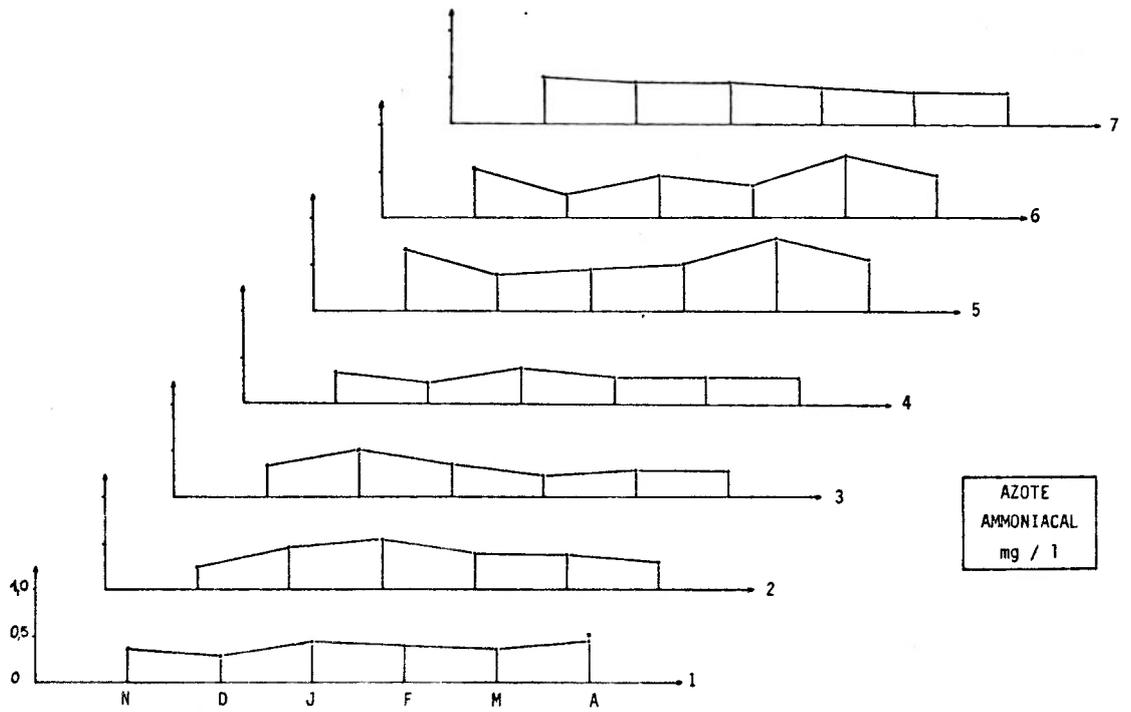


Figure 17 - Evolution des concentrations d'azote ammoniacal dans le temps.

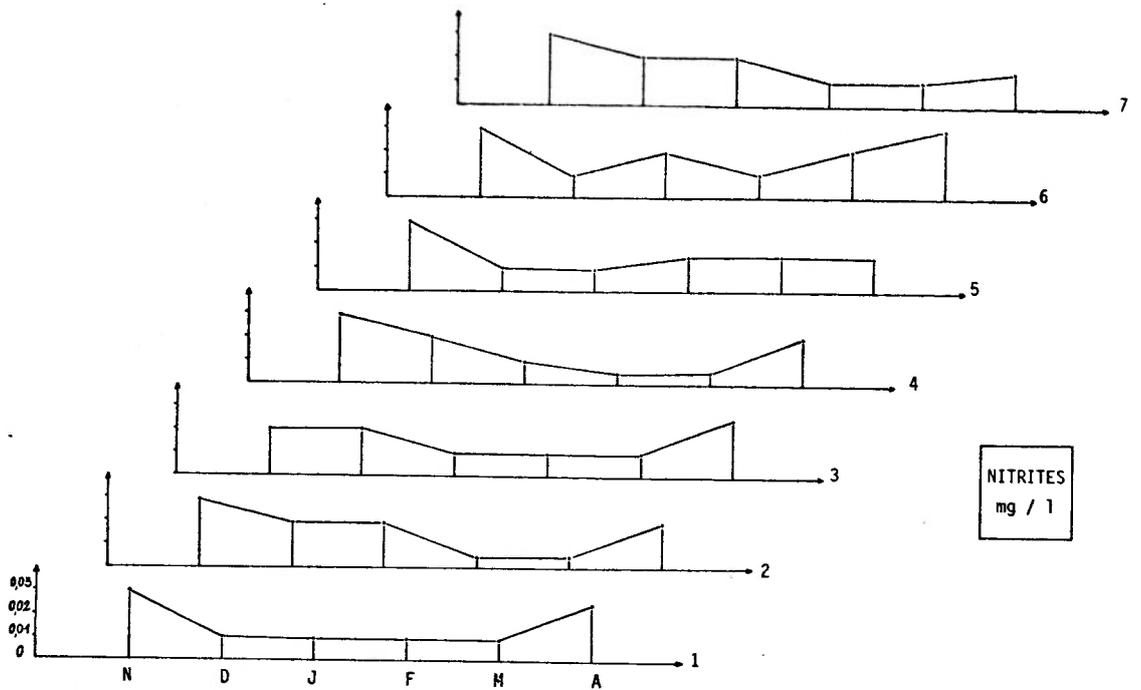


Figure 18 - Evolution des concentrations de nitrites dans le temps.

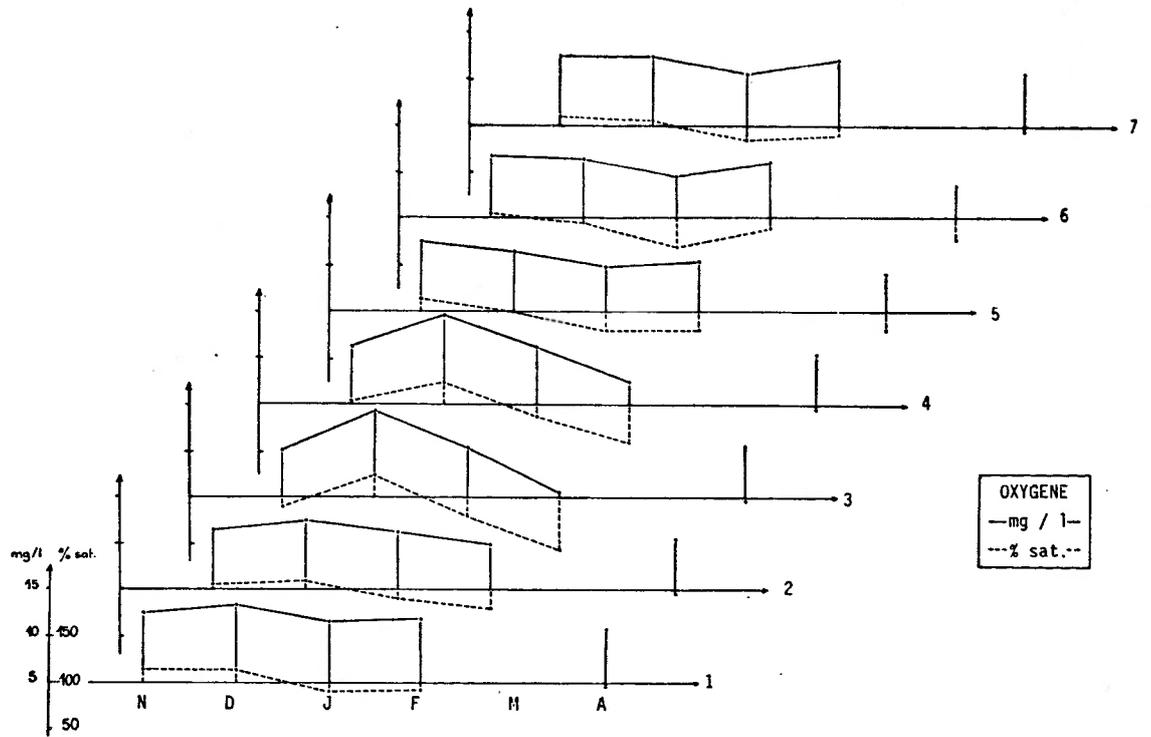


Figure 19 - Evolution de la teneur en oxygène et du % de saturation dans le temps. Les valeurs manquantes (mars) sont liées au mauvais fonctionnement de l'appareil de mesure.

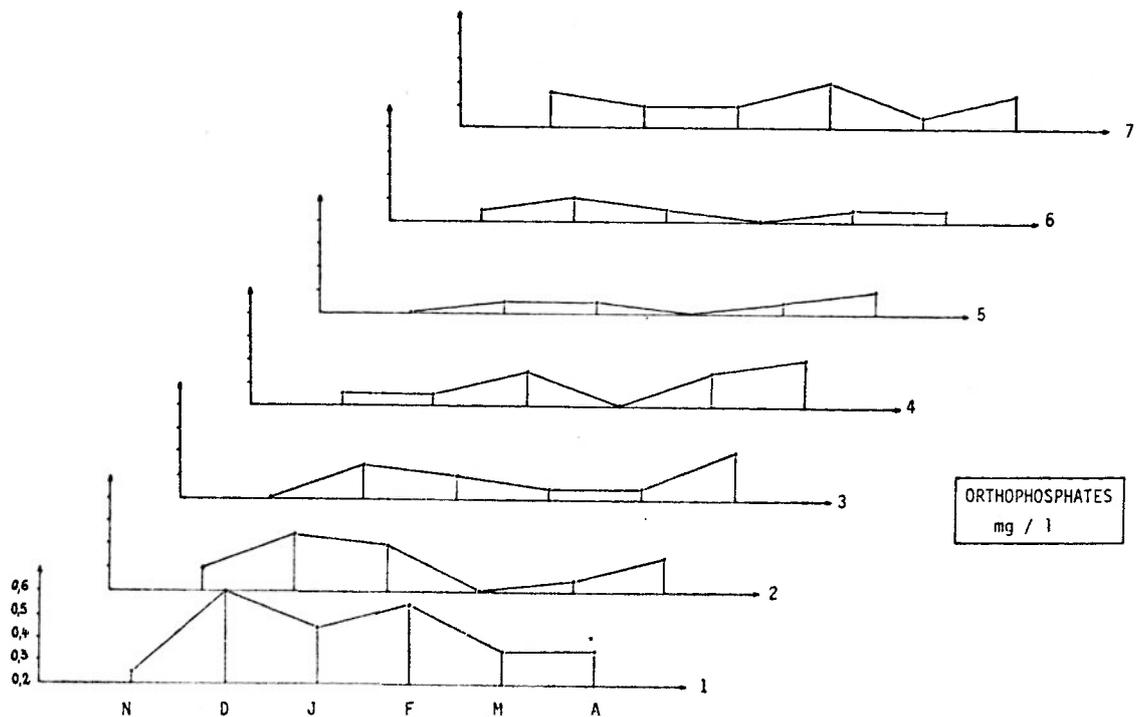


Figure 20 - Evolution des concentrations d'orthophosphates dans le temps.

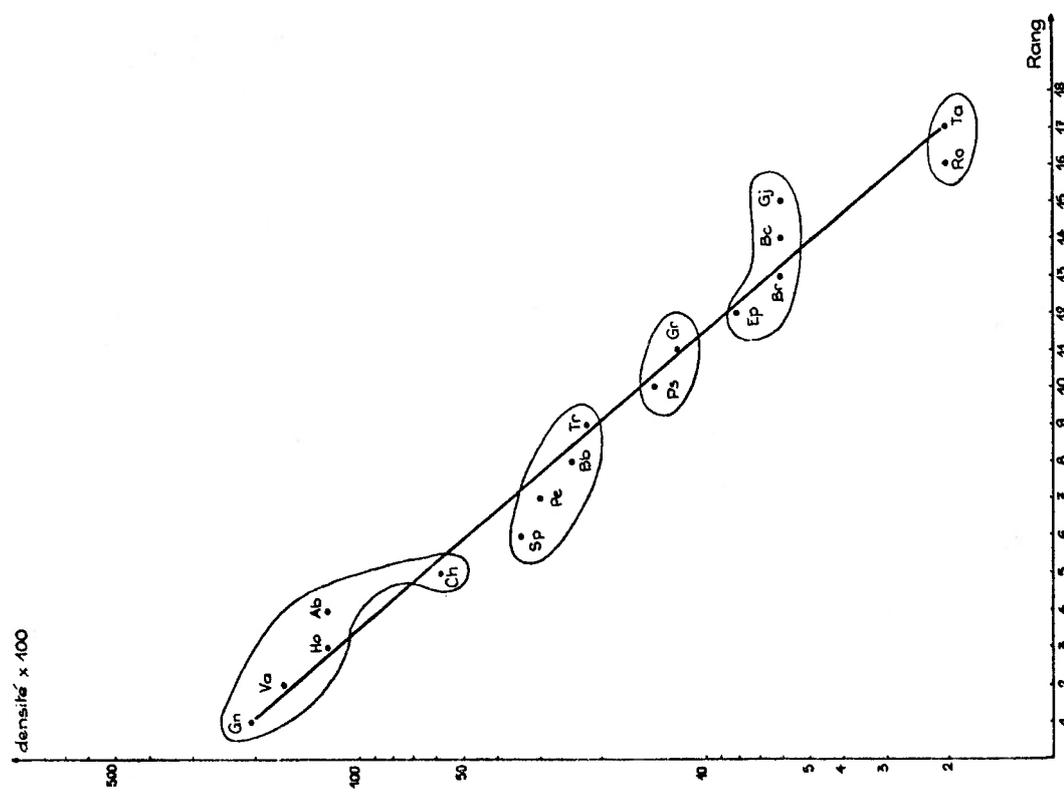
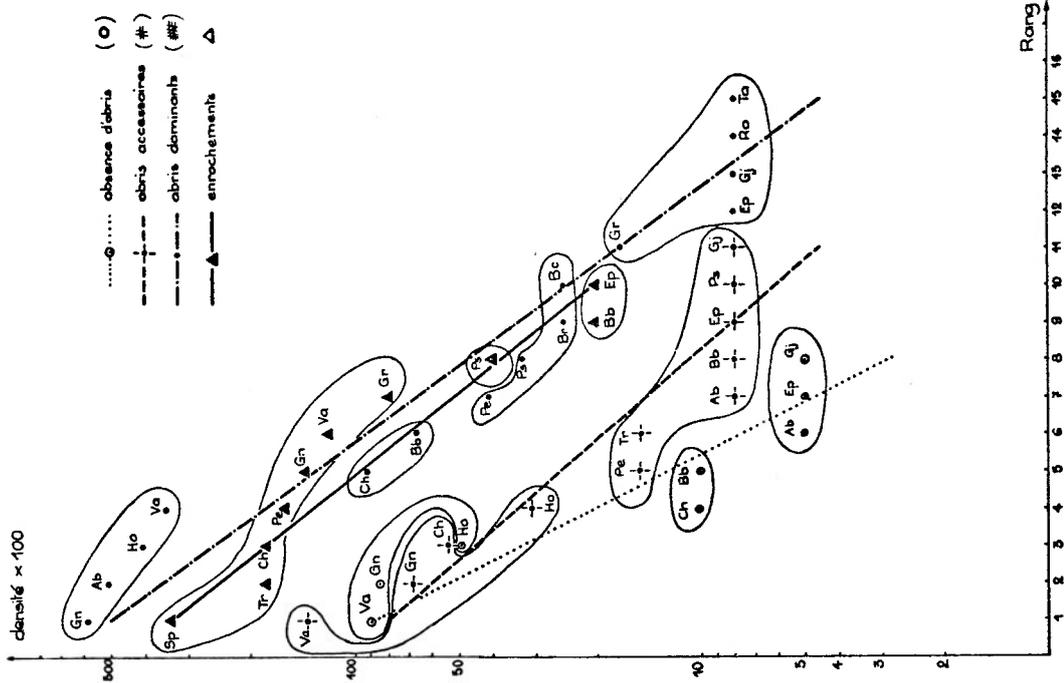


Figure 23 - Modèle linéaire de MOTOMURA et classes d'Abondance - Dominance.

Figure 23.1 - Lône

Figure 23.2 - Biotopes de la lône

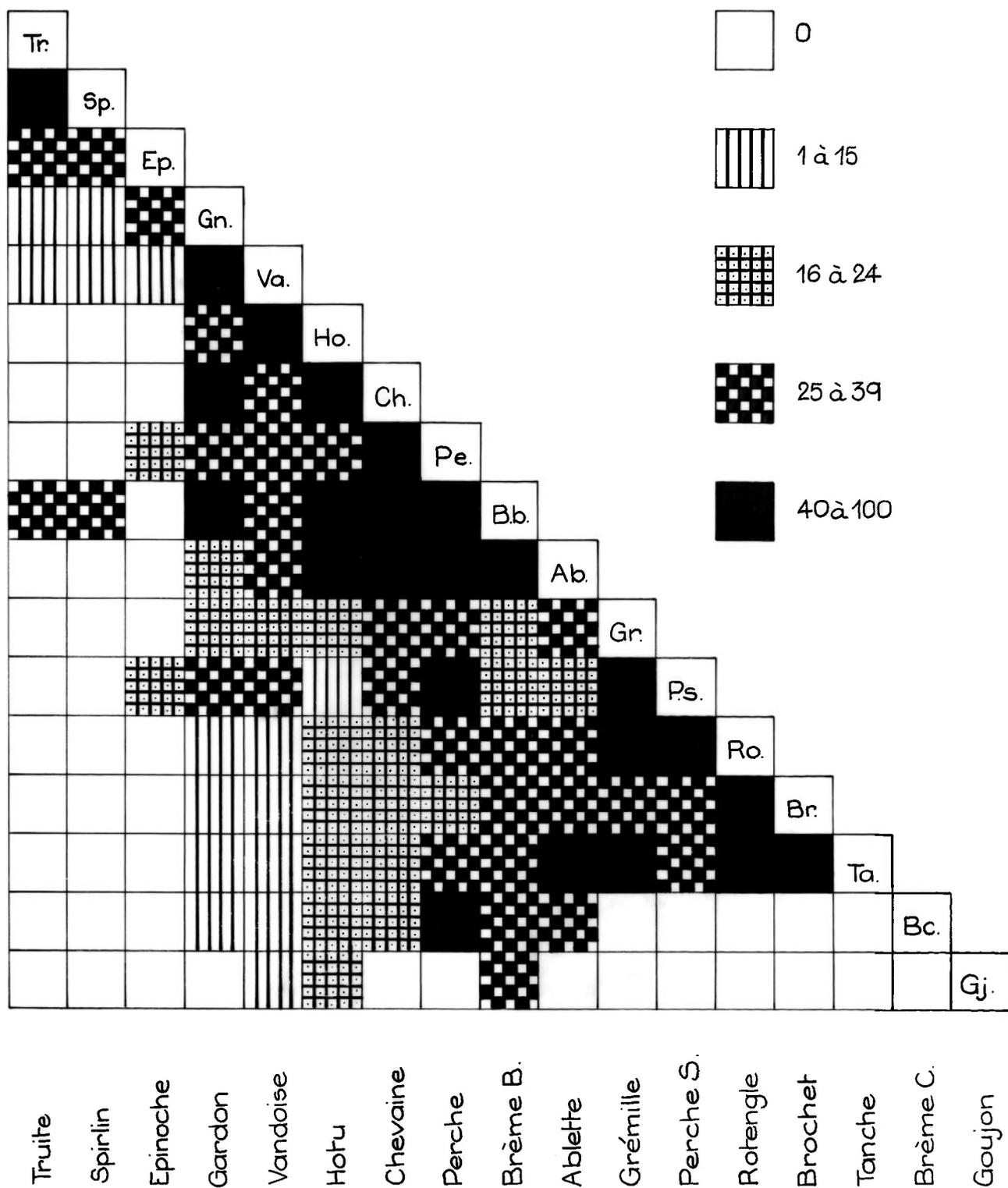


Figure 24 - Analyse différentielle

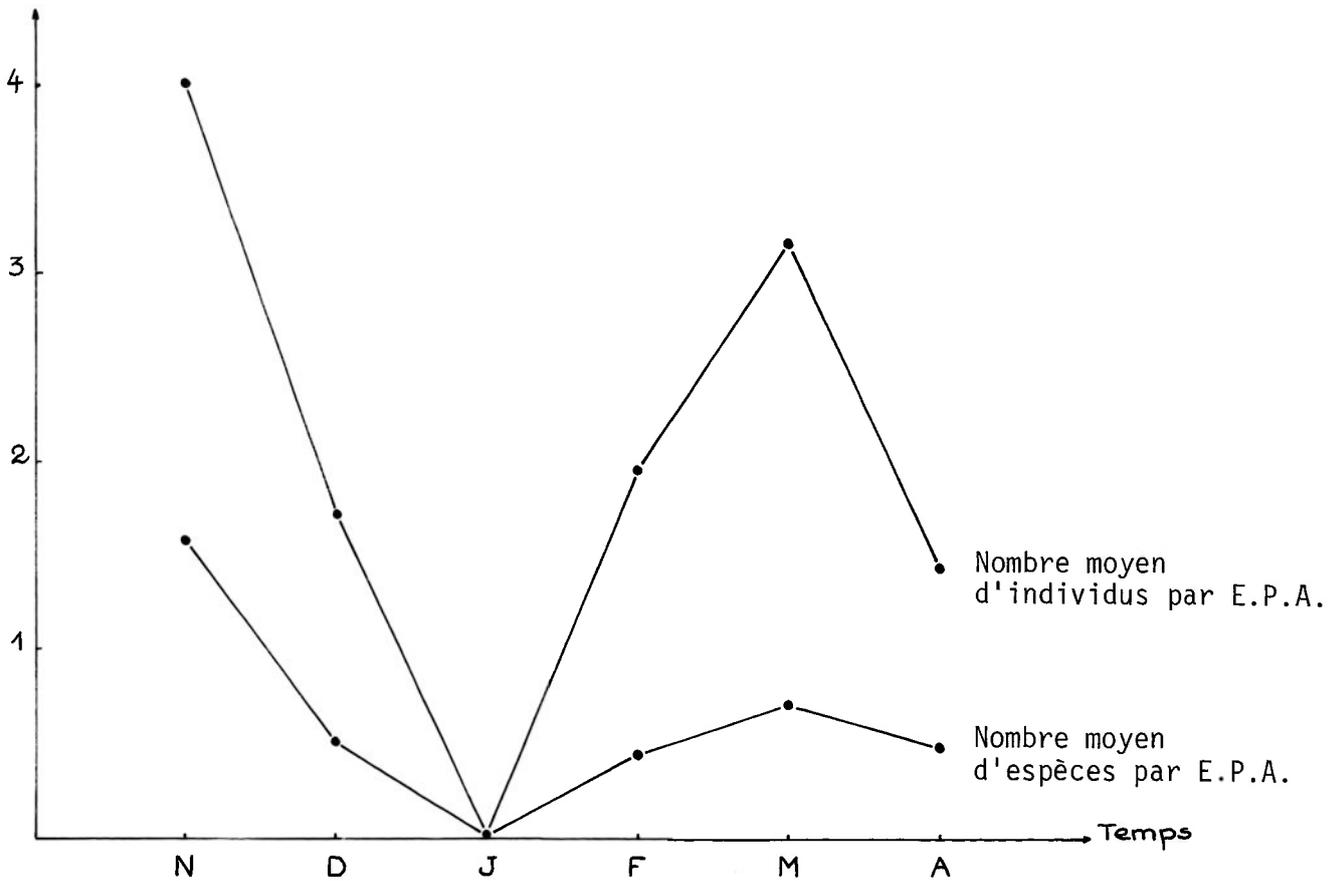
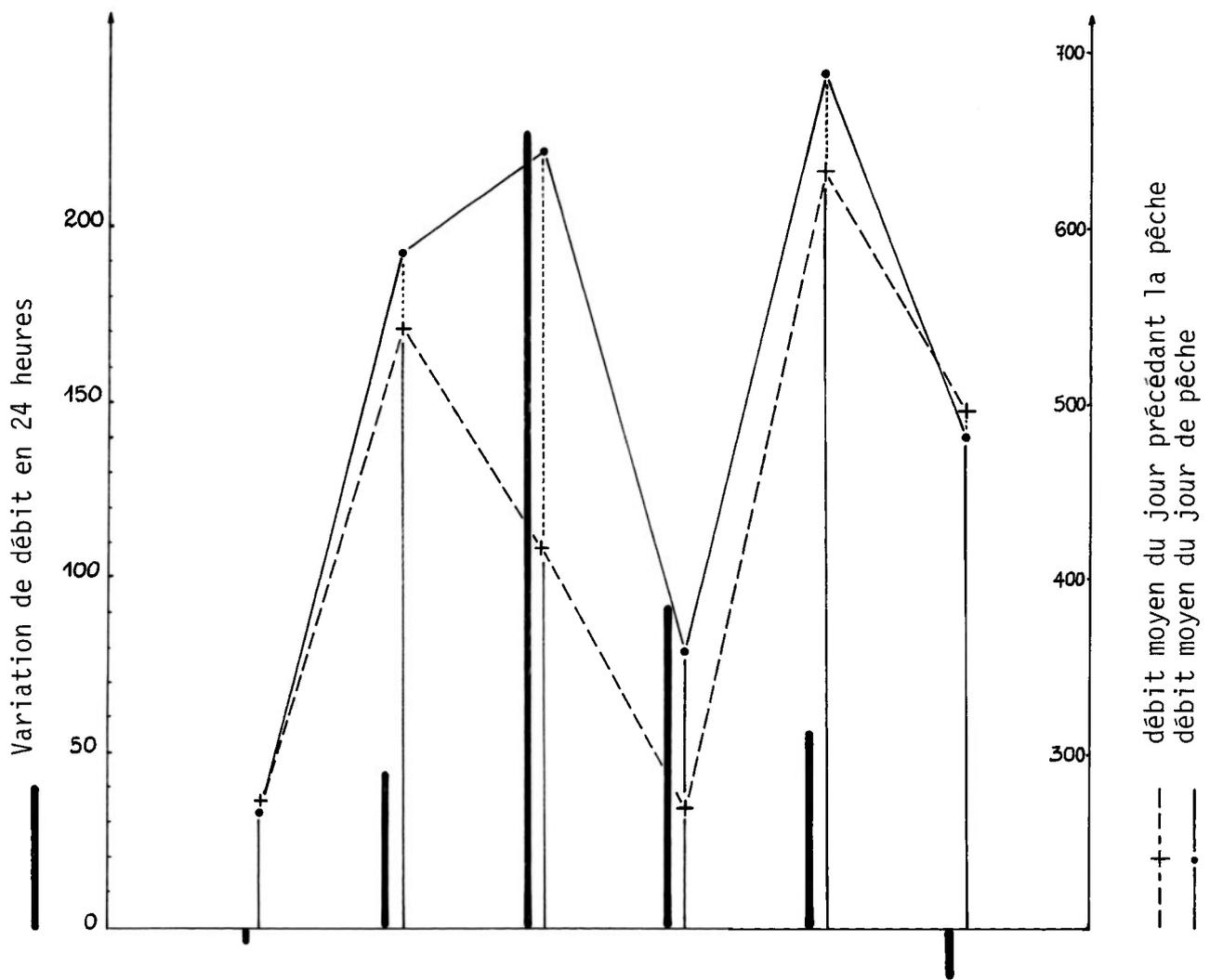


Figure 25 - Variation de débit en 24 heures, nombres moyens d'espèces et d'individus par E.P.A.

GARDON

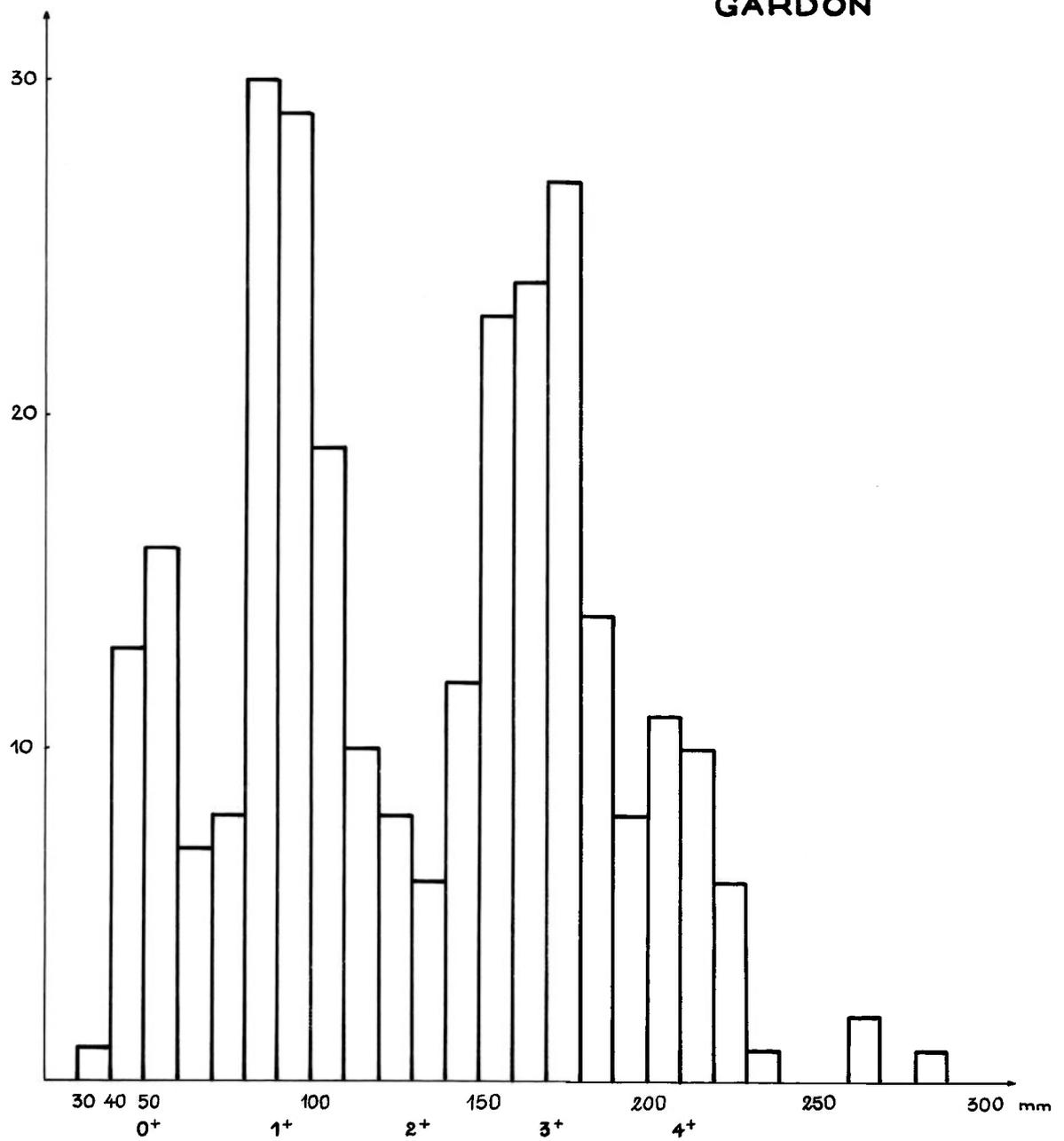


Fig. 26 Dispersion en classes de taille des Gardons capturés dans la lône des Grands Brotteaux.

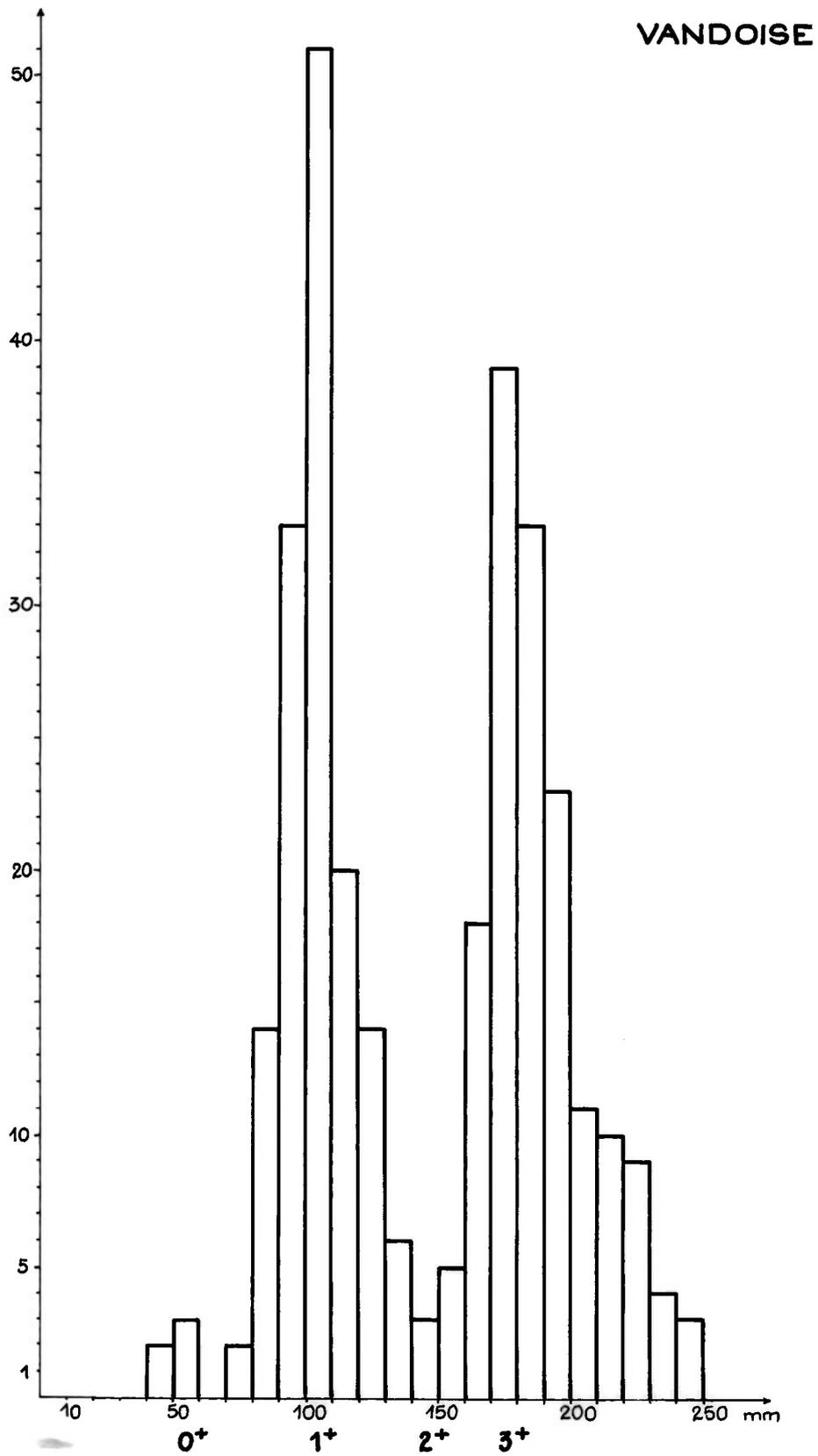


Figure 27 - Dispersion en classes de taille des vandoises capturées au cours de 6 pêches.

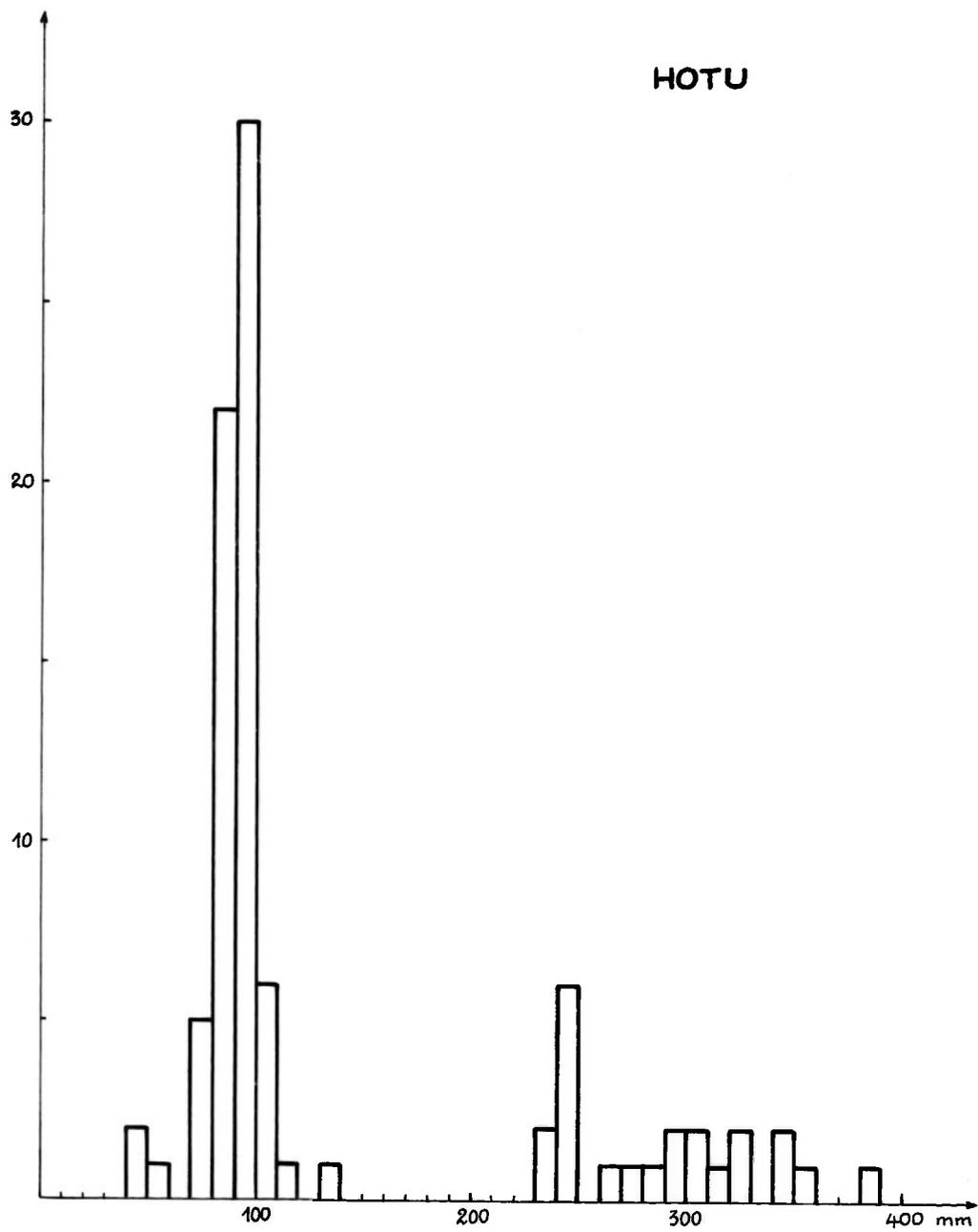


Figure 28 - Dispersion en classes de taille des hotus capturés au cours de 6 pêches.

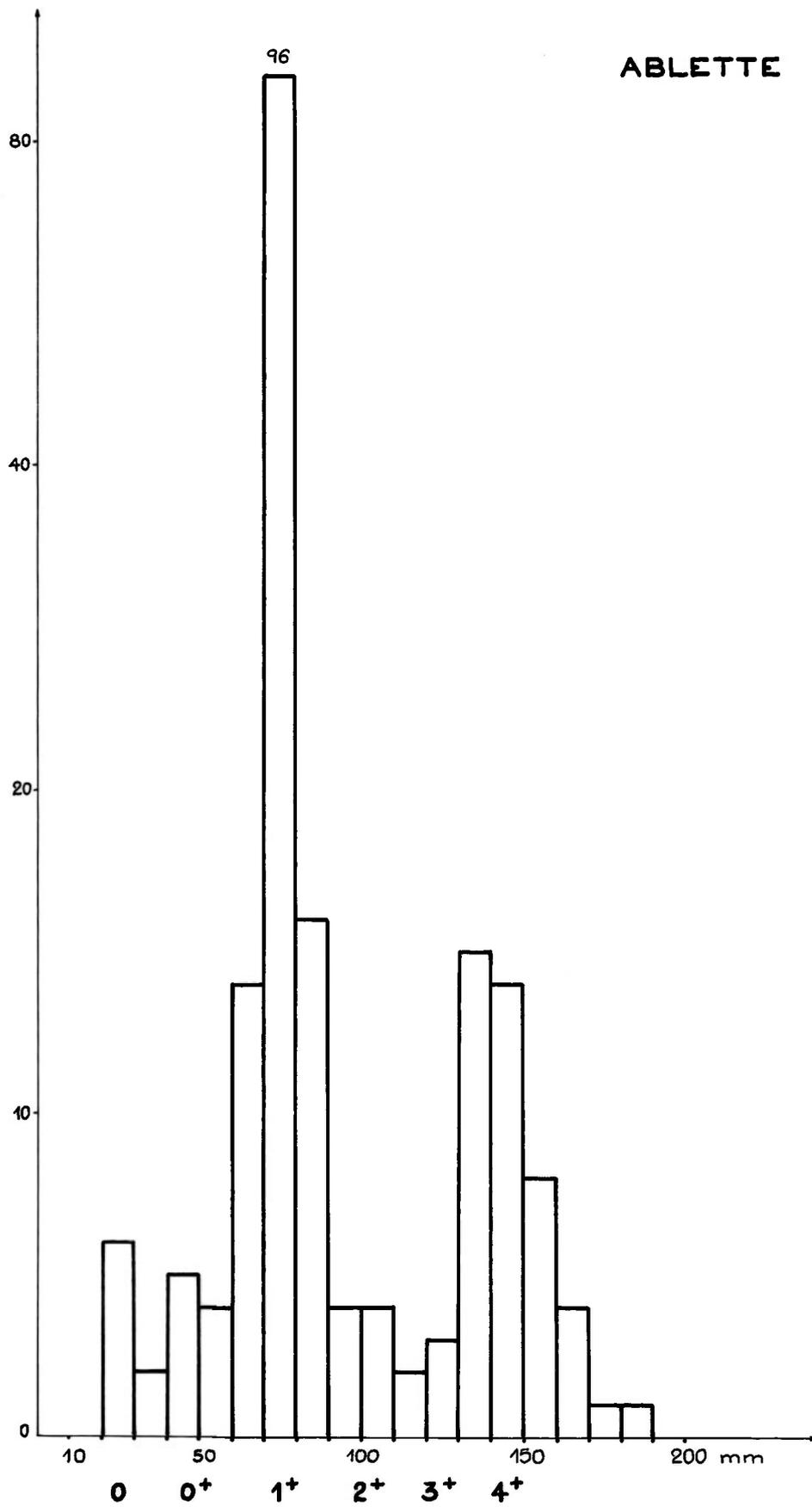


Figure 29 - Dispersion en classes de taille des ablettes capturées au cours de 6 pêches.

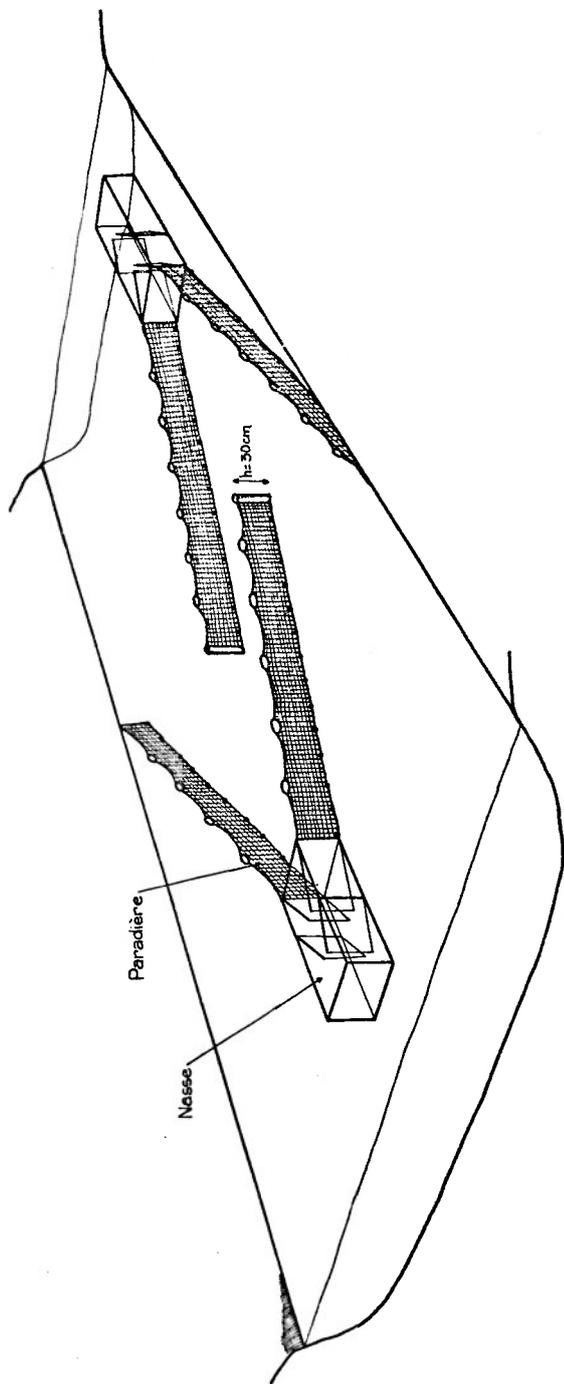


Figure 30 - Disposition des pièges à alevins dans un chenal d'étang.
(d'après ASSIE et LASSERRE - 1977)

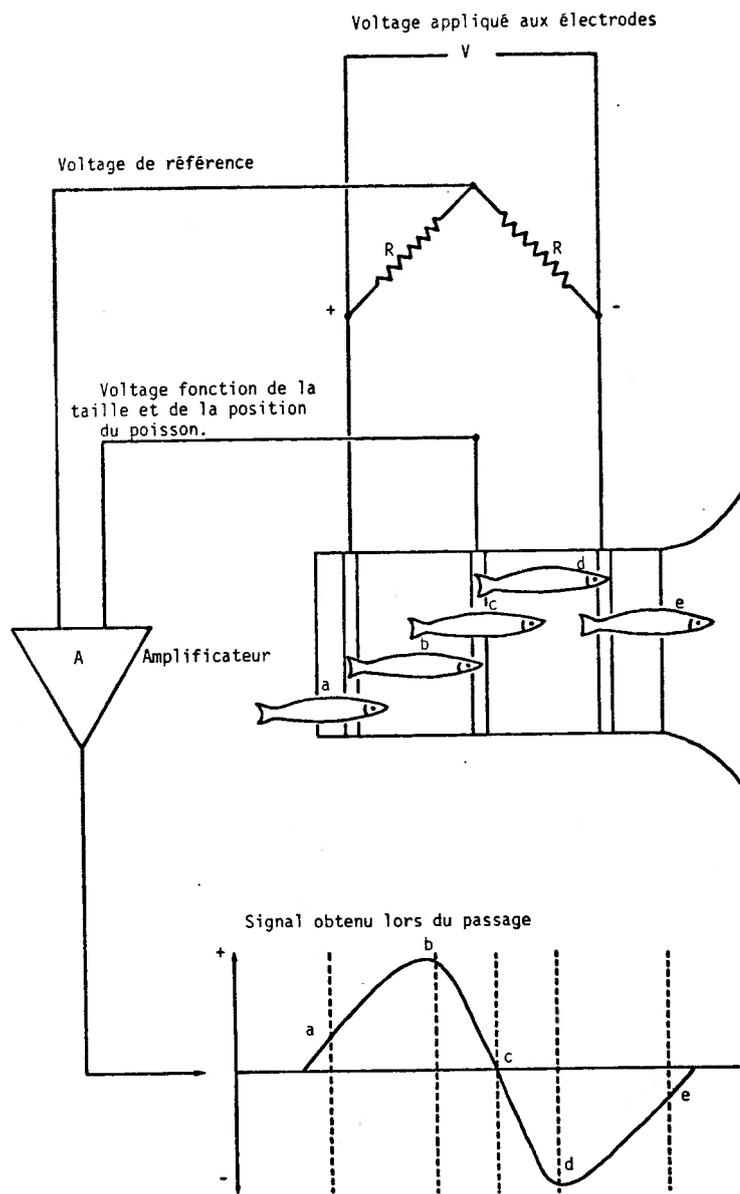


Figure 31 - Schéma du pont de Wheatstone dans le compteur à poissons conçu par LETHLEAN (d'après SIMPSON - 1978)

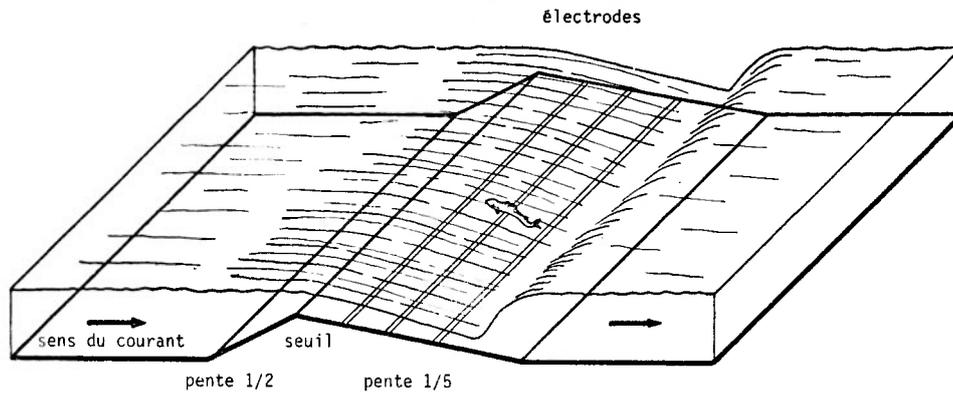


Figure 32 - Emplacement des électrodes sur un barrage de jaugeage " CRUMP "

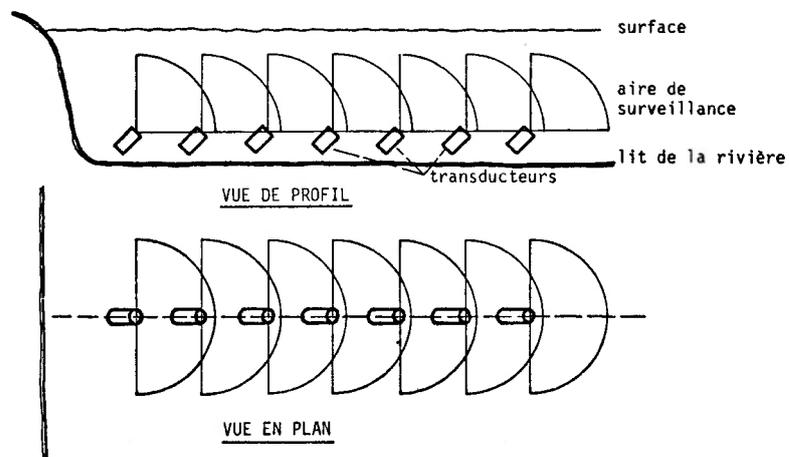


Figure 33 - Disposition des transducteurs dans le compteur " BENDIX "

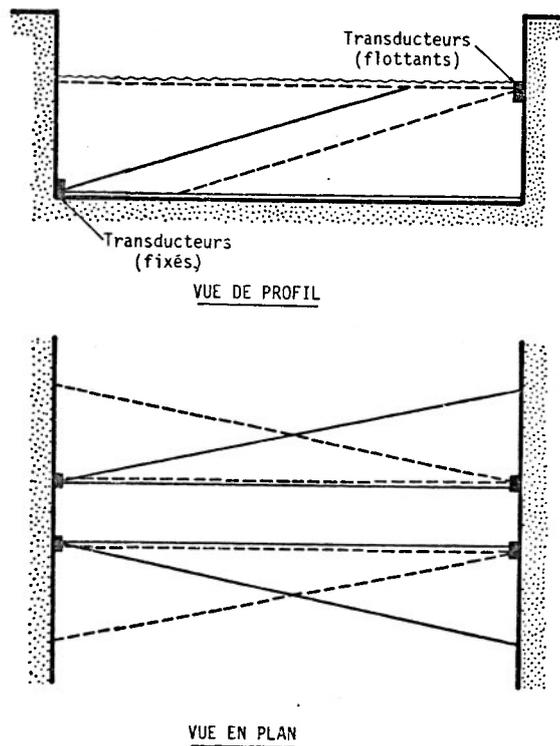


Figure 34 - Arrangement des transducteurs pour un balayage total de la section mouillée (d'après BRAITHWAITE - 1971)

TABLEAU I - Résultats de physico-chimie

Date	24 novembre 80							22 décembre 80							19 janvier 81																						
	200 m ³							510 m ³							350 m ³																						
Station	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7																
Temp. °C	8,5	8,0	8,1	8,0	8,0	8,0	8,0	6,0	6,1	6,0	6,0	6,5	6,0	5,8	4,8	5,5	5,0	5,0	5,0	4,5	4,8	7,9	8,1	8,0	8,1	7,8	7,9	7,5	7,6	7,7	7,9						
pH	8,15	7,7	7,85	7,9	7,95	8,1	8,2	8,1	8,05	8,0	8,1	7,65	7,65	8,15	8,1	7,8	7,95	7,35	7,6	7,7	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	8,0	7,6	7,7	8,1					
Cond. µmhos. 20°	317	353	331	342	525	513	365	337	338	334	341	512	486	356	358	368	355	358	484	468	589	274	294	293	295	295	287	301	293	277	510	505	314				
Turb. en m.	1,20	1,20	1,25	1,10	1,10	1,10	1,00	0,58	0,55	0,60	0,55	0,95	1,10	0,35	0,85	0,90	0,90	0,85	0,85	0,80	0,3	0,3	0,35	0,35	1,4	1,5	0,5	0,5	1,0	1,0	0,95						
Alcal mg/l/HCO ₃	165	193	176	180	354	350	207	492	495	489	489	335	325	205	190	199	191	197	315	300	223	159	159	159	159	320	320	170	140	148	143	340	337	460			
Dur. Calc. mg/l Ca ⁺⁺	62	68	66	66	110	116	72	66	68	66	70	112	110	74	68	72	70	72	107	105	65	58	58	58	58	102	106	62	52	56	55	56	107	112	62		
Dur. Tot mg/l CO ₃	180	205	195	190	315	310	215	190	190	190	205	320	325	210	188	215	205	215	293	285	210	195	195	195	195	200	200	158	170	168	180	320	313	185			
M.E.S. mg/l	10,6	8,2	4,8	5,9	16,4	12,0	6,0	28,1	32,7	27,4	25,4	27,9	16,6	22,3	17,2	10,6	13,4	10,6	49,2	38,5	20,4	192,3	100,8	71,8	95,9	8,6	6,9	67,6	160	117	41	15	21,7	7,7	16,7		
Mat. min. mg/l	7,4	7,7	4,5	5,7	13,1	9,4	4,5	19,4	22,0	16,1	14,3	20,4	9,3	22,5	15,3	10,6	11,2	8,6	4,1	32,9	16,6	107,5	92,2	55,2	76,8	5,6	3,6	49,2	12,6	8,1	7,3	8,8	22	5,1	13,7		
Mat. org. mg/l	3,2	0,5	0,5	0,2	3,3	2,6	1,5	8,7	10,7	11,3	11,1	7,5	7,3	9,8	1,9	0	2,2	2,0	8,1	5,6	3,8	11,8	10,6	16,6	19,1	3	3,3	18,4	3,4	3,6	3,7	4,2	5,7	2,6	3,0		
Oxygène mg/l	12,6	11,7	10,1	11,5	12,7	11,8	12,3	13,6	12,7	14,5	14,7	11,6	11,3	12,3	11,7	11,3	10,5	11,2	9,9	9,5	10,7	11	10,7	10,8	10,5	9,0	8,5	9,0	8,5	9,0	8,5	10,4	10,5	10,4	10,4		
Oxygène % sat.	113	106	91	105	113	106	110	116	109	124	125	100	96,5	104	91	90	82	88	78	73,5	84,5	98	96	97	95	81	77	91	96	97	95	81	77	91			
Oxydab. mg/l O ₂	0	0,5	0,75	0,4	1,55	1,1	1,1	0,8	0,7	0,65	0,7	3,25	2,6	1,2	0,3	0,3	0,35	0,3	1,75	1,56	0,75	0,2	0,2	0,2	0,4	2	1,35	0,75	0,8	0,55	0,5	0,55	1,35	1,05	0,7		
DBO ₅ mg/l O ₂	1,05	1,65	1,52	1,42	1,6	2,05	2,0	1,75	1,15	1,30	1,7	2,25	3,4	2,2	0,4	0,4	0,25	0,4	0,45	0,45	0,45	0,45	0,4	0,35	0,4	0,35	0,4	0,35	0,4	0,3	0,3	0,35	0,45	0,35			
NH ₄ ⁺ mg/l	0,35	0,25	0,35	0,35	0,65	0,55	0,5	0,3	0,45	0,5	0,25	0,4	0,25	0,45	0,45	0,55	0,35	0,4	0,45	0,45	0,01	0,005	0,015	0,01	0,01	0,005	0,015	0,02	0,01	0,025	0,02	0,015	0,015	0,015			
NO ₃ ⁻ mg/l	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
NO ₂ ⁻ mg/l	0,62	0,48	0,18	0,6	1,15	2	0,7	0,57	0,72	0,63	0,78	1,2	2,1	0,91	0,9	0,9	0,9	0,9	1,68	1,74	1,44	0,78	0,66	0,72	0,60	1,32	2,1	0,81	0,72	0,42	0,54	0,57	1,2	1,92	0,6		
SO ₄ ²⁻ mg/l	2,7	2,8	2,8	2,4	1,1	1	2,8	2,5	2,5	2,5	2,2	1,8	1,0	2,1	2,2	2,0	2,0	1,9	1,2	1,5	1,8	3,2	3,0	2,8	3,0	1,6	1,5	2,7	3,4	3,5	3,0	3,5	1,7	1,5	3,4		
PO ₄ ³⁻ mg/l	0,25	0,3	0,2	0,25	0,2	0,25	0,35	0,6	0,45	0,55	0,25	0,25	0,3	0,3	0,45	0,4	0,3	0,35	0,25	0,25	0,35	0,35	0,25	0,25	0,35	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,35	0,35	0,4	0,4	0,3	0,25	0,35

Date	17 février 81							24 mars 81							28 avril 81																						
	180 m ³							730 m ³							480 m ³																						
Station	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7																
Temp. °C	3	6	5	5	3,5	5	3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8			
pH	8,0	7,4	7,4	7,25	7,9	1,95	7,95	7,9	7,9	7,8	7,85	7,55	7,45	7,95	8,2	7,95	8,05	8,0	7,6	7,7	8,1	8,2	7,95	8,05	8,0	7,6	7,7	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1		
Cond. µmhos. 20°	336	405	418	467	512	511	375	274	294	293	295	475	476	305	287	301	293	277	510	505	314	274	294	293	295	475	476	305	287	301	293	277	510	505	314		
Turb. en m.	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8		
Alcal mg/l/HCO ₃	185	243	247	276	345	337	217	159	159	159	159	320	320	170	140	148	143	340	337	460	159	159	159	159	320	320	170	140	148	143	340	337	460				
Dur. Calc. mg/l Ca ⁺⁺	66	84	88	104	112	118	78	58	58	58	58	102	106	62	52	56	55	56	107	112	62	58	58	58	58	102	106	62	52	56	55	56	107	112	62		
Dur. Tot mg/l CO ₃	200	280	290	320	350	355	260	195	195	195	195	200	200	158	170	168	180	320	313	185	195	195	195	195	200	200	158	170	168	180	320	313	185				
M.E.S. mg/l	6,1	15,5	7,0	2,8	11,5	10,5	5	192,3	100,8	71,8	95,9	8,6	6,9	67,6	160	117	41	15	21,7	7,7	16,7	192,3	100,8	71,8	95,9	8,6	6,9	67,6	160	117	41	15	21,7	7,7	16,7		
Mat. min. mg/l	5,0	12,7	6,1	2,5	8,7	8,4	4,4	107,5	92,2	55,2	76,8	5,6	3,6	49,2	12,6	8,1	7,3	8,8	22	5,1	13,7	107,5	92,2	55,2	76,8	5,6	3,6	49,2	12,6	8,1	7,3	8,8	22	5,1	13,7		
Mat. org. mg/l	1,1	2,8	0,9	0,3	2,8	2,1	0,6	11,8	10,6	16,6	19,1	3	3,3	18,4	3,4	3,6	3,7	4,2	5,7	2,6	3,0	11,8	10,6	16,6	19,1	3	3,3	18,4	3,4	3,6	3,7	4,2	5,7	2,6	3,0		
Oxygène mg/l	12	10	5,5	7,5	10,5	11	12	11	10,7	10,8	10,5	9,0	8,5	9,0	8,5	9,0	8,5	9,0	8,5	10,4	11	10,7	10,8	10,5	9,0	8,5	9,0	8,5	9,0	8,5	10,4	10,5	10,4	10,4			
Oxygène % sat.	91	82	44	60	81	88	91	98	96	97	95	81	77	91	96	97	95	81	77	91	98	96	97	95	81	77	91	96	97	95	81	77	91				
Oxydab. mg/l O ₂	1,9	1,8	1,5	1,95	1,8	1,55	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	2	1,35	0,75	0,8	0,55	0,5	0,55	1,35	1,05	0,7	0,2	0,2	0,2	0,4	2	1,35	0,75	0,8	0,55	0,5	0,55	1,35	1,05	0,7		
DBO ₅ mg/l O ₂	1,05	1,3	1,35	0,88	1,05	1,17	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	0,4	0,4	0,25	0,3	0,35	0,4	0,35	0,4	0,3	0,3	0,35	0,45	0,35				
NH ₄ ⁺ mg/l	0,01	0,005	0,01	0,005	0,015	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,015	0,01	0,01	0,005	0,015	0,02	0,015	0,02	0,015	0,015	0,01	0,005	0,015	0,01	0,01	0,005	0,015	0,02	0,01	0,025	0,02	0,015	0,015	0,015			
NO ₃ ⁻ mg/l	0,66	0,51	0,18	0,15	1,26	2,28	1,2	0,78	0,66	0,72	0,60	1,32	2,1	0,81	0,72	0,42	0,54	0,57	1,2	1,92	0,6	0,78	0,66	0,72	0,60	1,32	2,1	0,81	0,72	0,42	0,54	0,57	1,2	1,92	0,6		
SO ₄ ²⁻ mg/l	3,0	2,8	2,8	2,4	1,1	1	2,8	2,5	2,5	2,5	2,2	1,8	1,0	2,1	2,2	2,0	2,0	1,9	1,2	1,5	1,8	3,2	3,0	2,8	3,0	1,6	1,5	2,7	3,4	3,5	3,0	3,5	1,7	1,5	3,4		
PO ₄ ³⁻ mg/l	0,25	0,3	0,2	0,25	0,2	0,25	0,35	0,6	0,45	0,55	0,25	0,25	0,3	0,3	0,45	0,4	0,3	0,35	0,25	0,25	0,35	0,35	0,25	0,25	0,35	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,35	0,35	0,4	0,4	0,3	0,25	0,35

TABLEAU X - Liste faunistique, Abondance, Abondance relative
Densité piscicole.

TYPE DE MILIEU	EFFECTIFS					Abondance relative					Densité piscicole				
	Lône	Abris				Lône	Abris				Lône	Abris			
		0	#	##	Δ		0	#	##	Δ		0	#	##	Δ
NOMBRE D'ECHANTILLONS	50	20	13	12	5	50	20	13	12	5	50	20	13	12	5
GARDON (Gn) <i>Rutilus rutilus</i> (L. 1758)	103	17	9	70	7	242	32,7	19,2	20,7	10,9	2,06	0,85	0,69	5,83	1,4
VANDOISE (Va) <i>Leuciscus leuciscus</i> (L. 1758)	84	18	18	42	6	198	34,6	38,3	46,0	9,4	1,68	0,9	1,38	3,5	1,2
HOTU (Ho) <i>Chondrostoma nasus</i> (L. 1758)	63	10	4	49	0	14,8	19,2	8,5	18,7	0	1,26	0,51	0,31	4,08	0
ABLETTE (Ab) <i>Alburnus alburnus</i> (L. 1758)	63	1	1	61	0	14,8	1,9	2,1	23,3	0	1,26	0,05	0,08	5,08	0
CHEVAINE (Ch) <i>Leuciscus cephalus</i> (L. 1758)	29	2	7	11	9	6,8	3,8	14,9	4,2	14,1	0,58	0,1	0,54	0,92	1,8
SPIRLIN (Sp) <i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch 1782)	17	0	0	0	17	4	0	0	0	26,5	0,34	0	0	0	3,4
PERCHE (Pe) <i>Percu fluviatilis</i> (L. 1758)	15	0	2	5	8	3,5	0	4,2	1,4	12,5	0,3	0	0,15	0,41	1,6
BREME BORDELIERE (Bb) <i>Blicca bjoerkna</i> (L. 1758)	12	2	1	8	1	2,8	3,8	2,1	3,1	1,6	0,24	0,1	0,08	0,67	0,2
TRUITE (Tr) <i>Salmo trutta fario</i> (L. 1758)	11	0	2	0	9	2,6	0	4,2	0	14,1	0,22	0	0,15	0	1,8
PERCHE SOLEIL (Ps) <i>Lepomis gibbosus</i> (L. 1758)	7	0	1	4	2	1,6	0	2,1	1,5	3,1	0,14	0	0,08	0,33	0,4
GREMILLE (Gr) <i>Gymnocephalus cernua</i> (L. 1758)	6	0	0	2	4	1,4	0	0	0,8	6,2	0,12	0	0	0,17	0,8
EPINOCHÉ (Ep) <i>Gasterosteus aculeatus</i> (L. 1758)	4	1	1	1	1	0,9	1,9	2,1	0,4	1,6	0,08	0,05	0,09	0,08	0,2
GOUJON (Gj) <i>Gobio gobio</i> (L. 1758)	3	1	1	1	0	0,7	1,9	2,1	0,4	0	0,06	0,05	0,08	0,08	0
BROCHET (Br) <i>Esoc lucius</i> (L. 1758)	3	0	0	3	0	0,7	0	0	1,1	0	0,06	0	0	0,25	0
BREME COMMUNE (Bc) <i>Abramis brama</i> (L. 1758)	3	0	0	3	0	0,7	0	0	1,1	0	0,06	0	0	0,25	0
ROTENGE (Ro) <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L. 1758)	1	0	0	1	0	0,2	0	0	0,4	0	0,02	0	0	0,08	0
TANCHE (Ta) <i>Tinca tinca</i> (L. 1758)	1	0	0	1	0	0,2	0	0	0,4	0	0,02	0	0	0,08	0
	425	52	47	262	64										

TABLEAU XI - Nombres moyens d'individus et d'espèces dans le temps.

	LONE				SECTEUR I				SECTEUR II				SECTEUR III				NOMBRE D'E. P. A.			
	ESPECES		INDIVIDUS		ESPECES		INDIVIDUS		ESPECES		INDIVIDUS		ESPECES		INDIVIDUS		Lône	S I	S II	S III
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S						
NOVEMBRE	1,58	1,66	4,03	5,86	1,80	1,97	4,40	7,05	1,58	1,61	4,63	5,66	1,00	0,89	1,17	1,17	40	14	20	6
DECEMBRE	0,52	1,11	1,72	5,50	1,70	1,95	7,50	10,78	0,30	0,53	0,37	0,81	0	0	0	0	50	10	30	10
JANVIER	0,02	0,14	0,02	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0,32	0,10	0,32	50	10	30	10
FEVRIER	0,46	1,25	1,96	9,53	0,80	0,70	6,60	20,52	0,37	1,00	0,90	3,65	0,40	0,52	0,50	0,71	50	10	30	10
MARS	0,72	1,33	3,16	15,93	0,70	0,95	1,40	2,07	0,53	1,53	4,73	20,51	0,20	0,63	0,20	0,63	50	10	30	10
AVRIL	0,50	1,26	1,64	4,31	1,00	1,89	3,60	8,40	0,93	1,41	1,53	2,69	0	0	0	0	50	10	30	10

TABLEAU XII

Débits journaliers moyens du Rhône à Sault Brénaz (AIN)

22 - 23 - 24 - 25	novembre	1980	350	271	267	335	M ³
21 - 22 - 23	décembre	1980	322	542	586		M ³
18 - 19 - 20	janvier	1981	379	417	644		M ³
15 - 16 - 17	février	1981	270	266	357		M ³
21 - 22 - 23 - 24	mars	1981	646	632	687	809	M ³
27 - 28 - 29	avril	1981	502	495	480		M ³

TABLEAU XIII

Températures maximales et minimales des eaux du Rhône et de la lône (secteur I).

<u>Dates</u>	<u>RHONE</u>		<u>LONE</u>		
	t°max.	t°min.	t°max.	t°min.	
du 25-11-1980 au 22-12-1980	8,5°C	4,0°C	10°C	4,0°C	
du 22-12-1980 au 19-01-1981	6,0°C	3,0°C	7,5°C	4,0°C	
du 19-01-1981 au 16-02-1981	5,5°C	3,0°C	7,0°C	3,0°C	} du 16-02-1981 au 28-04-1981
du 16-02-1981 au 24-03-1981	8,0°C	2,5°C			
du 24-03-1981 au 28-04-1981	14°C	6,5°C	15°C	6,0°C	} du 16-02-1981 au 28-04-1981





