

**Ecole Nationale  
Supérieure de  
Bibliothécaires**

**Diplôme Supérieur  
de Bibliothécaire**

**Université  
Claude Bernard  
Lyon I**

**DESS Informatique  
Documentaire**

**Projet de recherche  
Note de synthèse**



**TECHNIQUE  
D'ENREGISTREMENT  
DU DEPLACEMENT  
(RADIO-TRACKING)  
CHEZ LES POISSONS**

Par Léa RASAMOELINA

Sous la Direction de Louis CAILLERE

1990

1990

ID

30

RESUME :

Fonctionnement et utilisation de la radio-tracking, technique qui consiste à placer selon plusieurs méthodes un émetteur radio ou ultrasonique permettant de déterminer le déplacement et la position du poisson.

MOTS-CLES : Radio-pistage \*\*\* Radiotélémetrie \*\*\* Poisson.

ABSTRACT :

The functioning and utilization of radio-tracking, a technique that consists of putting, according to several methods, a radio or ultrasonic transmitter, allowing to measure movements and positions of fish.

KEY WORDS : Radio-tracking \*\*\* Radiotelemetry \*\*\* Fishes.

## SOMMAIRE

### 1ERE PARTIE: RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE.

I._ PRESENTATION DU SUJET	1
II._ RECHERCHE AUTOMATISEE	2
II.1_ CHOIX DES BASES DE DONNEES	2
II.2_ INTERROGATION DES BASES DE DONNEES	3
a) STRATEGIE DE LA RECHERCHE	3
._ Choix des mots-clés	
._ Opérateurs du logiciel utilisés	
._ Equation de la recherche et résultats	
b) COMPARAISON DES BASES DE DONNEES	8
._ Résultats de l'interrogation	
._ Remarques	
II.3_ RECHERCHES DES ARTICLES	8
III._ CONCLUSION	9

### 2EME PARTIE: NOTE DE SYNTHESE

I_ INTRODUCTION	10
II_ PRINCIPE	11
III_ MATERIELS	13
III.1_ RECEPTEURS	13
III.2_ ANTENNES	14
III.2.1_ ANTENNES RECEPTRICES	14
III.2.1.1_ ANTENNES YAGI	14
III.2.1.2_ ANTENNE DE TYPE BOUCLE	14
III.2.1.3_ ANTENNE DE TYPE FOUET	14
III.2.1.4_ ANTENNE DE TYPE FOUET OMNIDIRECTIONNELLE	15
III.2.1.5_ HYDROPHONE	15
III.2.2_ ANTENNE EMETTRICE	15

III.3_	EMETTEURS	16
III.4_	PILES	16
III.4.1_	PILES AU MERCURE	16
III.4.2_	PILES A L'OXYDE D'ARGENT	16
III.4.3_	PILES AU LITHIUM	16
III.4.4_	CALCUL DE LA DUREE DE VIE D'UNE PILE	17
III.4.5_	MONTAGE DES PILES	17
III.4.5.1_	EN SERIE	
III.4.5.2_	EN PARALLELE	
III.5_	CARACTERISTIQUES DE L'EMETTEUR UTILISE DANS LES ESSAIS	18
III.6_	CARACTERISTIQUES DES POISSONS UTILISES DANS LES ESSAIS	19
IV_	METHODE	19
IV.1_	CAPTURE	19
IV.2_	PREPARATION PRELIMINAIRE	20
IV.3_	FIXATION DE L'EMETTEUR	20
IV.3.1_	FIXATION EXTERNE	21
IV.3.2_	INTRODUCTION STOMACALE	21
IV.3.3_	INTRODUCTION DANS LA CAVITE GENERALE	22
IV.4_	LE LACHER	22
IV.5_	LE PISTAGE	22
IV.5.1_	UTILISATION DES RECEPTEURS MONOCANAU	22
IV.5.2_	UTILISATION D'UN RECEPTEUR MULTICANAU	23
	.. POSTE DE VEILLE UNIDIRECTIONNELLE	
	.. EXPLORATION AERIE	
V_	RESULTATS	23
V.1_	SUR LA FIABILITE DE LA TECHNIQUE ET LE SUIVI	23
V.2_	SUR LE COMPORTEMENT ET LA PREFERNCE D'HABITAT	24
VI_	DISCUSSIONS	25
VI.1_	SUR LA FIABILITE DE LA TECHNIQUE	25
VI.2_	SUR LE PISTAGE	25
VI.3_	SUR LE COMPORTEMENT ET LA PREFERENCE D'HABITAT	26
VII_	CONCLUSION	29

### 3EME PARTIE: BIBLIOGRAPHIE

1ERE PARTIE :

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

## I. \_ PRESENTATION DU SUJET .

Ce sujet a été proposé par le professeur Louis CAILLERE , responsable du laboratoire d'éco-éthologie de l'Université Claude Bernard Lyon I .

Si les renseignements biologiques concernant l'habitat des Poissons sont relativement abondants, les études concernant leurs déplacements (recherche de nourriture, reproduction) sont relativement rares . En effet , il est important de disposer de données précises pour connaître les limites du domaine vital, les endroits préférentiellement occupés la nuit et le jour . On peut considérer que cet apport complète les données biologiques acquises sur certaines espèces de Poissons, contribuant ainsi à améliorer la gestion piscicole .

La qualité de l'habitat d' un Poisson dépend de facteurs tels que la profondeur, la vitesse du courant, le substrat, les abris potentiels . Dans la mesure où l'ensemble de ces paramètres est maîtrisé , il est possible de suivre les déplacements individuels des Poissons vivant à cet endroit . Pour cela , la technique de radio-tracking s'impose . L'efficacité de cette technique varie en fonction des espèces étudiées .

D'où la nécessité de tester un équipement approprié pour que les Poissons ne soient pas perturbés , et d'enregistrer le plus finement possible leurs diverses activités .

Cela permet de connaître l'importance du déplacement lié à la nourriture et les renseignements relatifs à la reproduction .

Ainsi , Monsieur CAILLERE m'a proposé ce travail et je l'en remercie beaucoup .

Il s'agit :

- .. de faire les inventaires des articles qui existent actuellement ,
- .. de décrire comment fonctionne l'équipement utilisé dans cette technique .

## II. RECHERCHE AUTOMATISEE .

Puisque le sujet porte sur la BIOLOGIE , la recherche pourrait être effectuée manuellement à l'aide de deux BIBLIOGRAPHIES imprimées analytiques : le BIOLOGICAL ABSTRACTS et le PASCAL SIGMA SECTION S2 , pour lesquels le principe est à peu près le même .

En y accédant par l'index cumulatif sujet de chaque année \_ le seul possible , le Poisson étant considéré dans un sens très large , sans catégorisation \_ avec les mots-clés : RADIO-TRACKING et RADIOTELEMETRIE , ils renvoient alors à un numéro de référence dans le fascicule correspondant , c'est-à-dire , du même numéro de volume et de la même date de publication .

Sauf pour l'année 1990 , pour laquelle , il faut consulter l'index sujet à la fin de chaque fascicule , l'index cumulatif n'étant pas encore créé .

La seule différence entre ces deux Bibliographies c'est qu'avec le Biological Abstracts , le mot-clé est un mot significatif tiré du titre ou du résumé et autour duquel se trouve l'environnement du sujet , permettant ainsi de savoir s' il correspond bien à ce qui est cherché ou non .

c'est pour ces raisons qu'il fallait procéder à la recherche automatisée d'autant qu'elle est plus rapide , moins fastidieuse , probablement plus performante et plus exhaustive.

L'exploitation des références citées dans les articles pourrait compléter par la suite la Bibliographie , pour les années antérieures à la création de la Base .

### II.1 CHOIX DES BASES DE DONNEES .

Le choix s'est effectué en deux étapes , en consultant le REPERTOIRE DE LA BANQUE DE DONNEES EN CONVERSATIONNEL , 1987 , publié par l'ANRT :

.\_ D'abord , l'accès par l'index sujet avec les mots-clés : ".BIOLOGIE " et " EAU " nous a permis de sélectionner trente-huit Bases de données .

.\_ Ensuite , la lecture de la description détaillée de chaque Base nous a conduit à procéder à une deuxième sélection en fonction : de la taille , des domaines couverts , de la nature des références , de la date du début des fichiers et de la liste des périodiques dépouillés .

C'est ainsi que quatre Bases ont été retenues : PASCAL \_ BIOSIS \_ ASFA \_ OCEANIC ABSTRACTS .

## II.2. INTERROGATION DES BASES DE DONNEES :

### a) STRATEGIE DE LA RECHERCHE :

\* \_ Dans l'idée de mener la recherche du plus général au plus spécialisé , nous avons commencé par interroger la Base multidisciplinaire PASCAL .

Cette interrogation a été réalisée à l'ENSR sur le serveur TELESYSTEME-QUESTEL par l'intermédiaire du réseau TRANSPAC à l'aide de mots simples et sur l'ensemble de la base.

### .\_ CHOIX DES MOTS-CLES :

Deux mots-clés peuvent être tirés du sujet : RADIO-TRACKING et POISSON que nous avons vérifiés dans l'index BIOSYSTEMATIQUE et DESCRIPTEUR du Lexique" SCIENCES DE LA VIE " de la BASE PASCAL qui est une liste de mots contrôlés .

### .\_ OPERATEURS DU LOGIEL UTILISES :

- .\_ Opérateur booléen : ET , OU
- .\_ Opérateur de proximité : AV
- .\_ Troncature limitée: ?

### .\_ EQUATION DE LA RECHERCHE ET RESULTATS:

#### .&. Questions :

#### Réponses :

1 : RADIO AV TRACKING	52
2 : 1 ET ( PISCES OU POISSON )	4
3 : 2 ET EQUIPEMENT?	0
4 : RADIO AV PISTAGE	6
5 : 1 OU 4	55

#### .&. Remarques :

L'utilisation de l'adjascence dans la première question a pour but de remplacer le trait d'union , ce dernier pouvant exister ou non dans la base .

Nous avons utilisé l'opérateur booléen OU dans la question 2 car les deux mots peuvent exister dans la base .

Espérant sortir des documents portant sur l'équipement , nous l'avons utilisé dans la question 3 , mais malheureusement c'est un mot vide que la base ne connaît pas .

La visualisation en format test de quelques références nous a permis de connaître la traduction en Français du mot radio-tracking que nous avons utilisé par la suite dans la question 5

Enfin, en la combinant avec la question 1, elle nous a donné quelques références de plus .

Après avoir visualisé en format maximum les 55 références , nous avons procédé à une sélection du listing.

.&. Conclusion :

Sur les 55 références obtenues , 5 sont pertinentes dont 4 parlent de la radio-tracking chez les Poissons , déjà mentionné dans la réponse fournie à la question 2 et 1 parle de la technique d'utilisation de la radio-tracking chez les vertébrés que nous avons choisi en plus , le but de la recherche étant de connaître comment fonctionne l'équipement utilisé dans cette technique .

\* Ensuite , nous avons interrogé la base spécialisée dans le domaine de la Biologie : BIOSIS .

.\_ Cette interrogation a été d'abord réalisée à l'URFIST sur le serveur DATA-STAR .

.\_ CHOIX DES MOTS-CLES :

Ce choix a été fait à l'aide du " MASTER INDEX " qui est une liste alphabétique des termes contrôlés et à l'aide du CONCEPT CODE et du CODE BIOSYSTEMATIQUE dont la liste est donnée dans le BIOSIS SEARCH GUIDE .

.\_ OPERATEURS DU LOGICIEL UTILISES :

- .\_ Opérateur booléen : OR pour OU ,  
AND pour ET
- .\_ Opérateur de proximité : ADJ
- .\_ Troncature illimitée : #

.\_ EQUATION DE LA RECHERCHE ET RESULTATS

:

.&. Questions :

Réponses :

1 : RADIOTELEMET# OR ( RADIO ADJ TELEMET# )	344
2 : TRACK# OR ( RADIO ADJ TRACK# )	3013
3 : 1 OR 2	3320
4 : 8520# .BC.	40003
5 : 3 AND 4	99

.&. Remarques :

La troncature illimitée utilisée dans le code biosystématique des Poissons a été faite pour englober toute la systématique concernant cette Classe de Vertébrés .

.&. Conclusion :

Sur les 40 premières références visualisées , 12 sont pertinentes .

L'analyse du listing nous a permis de constater que ces bruits peuvent être dûs :

.\_ Au mot track qui,  
.+. utilisé avec la troncature illimitée, va engendrer plusieurs termes,  
.+. utilisé seul, va prendre un sens très large, si bien qu'à chaque fois qu'un de ces termes apparait soit dans le titre, soit dans le résumé, soit dans les deux à la fois, il nous sort un document non pertinent.

.\_ A la technique de radio-tracking elle-même, car elle est utilisée par les chercheurs pour effectuer des recherches dont les objectifs sont divers, non seulement pour étudier le déplacement et la position des poissons \_ ce qui nous intéresse - mais aussi, pour faire des études diverses comme: sur la croissance, l'anatomie, l'histopathologie, la paléontologie, l'approche biogéographique, etc...

Ainsi, au lieu de visualiser la suite avec la même stratégie de recherche, nous avons essayé d'améliorer notre équation de recherche.

\* Cette interrogation a été réalisée à l'ENSB mais sur le serveur IRS-ESA .

.\_ OPERATEURS DU LOGICIEL UTILISES :

- .- Opérateur booléen : + pour OU  
\* pour ET,
- .\_ Opérateur de proximité : W
- .\_ Troncature : ?

.. EQUATION DE LA RECHERCHE ET RESULTATS :

<u>..&amp;. Questions :</u>	<u>Réponses :</u>
1 : RADIOTELEMETRY	336
2 : RADIO (W) TELEMETRY	599
3 : RADIOTRACKING	72
4 : RADIO (W) TRACKING	272
5 : RADIOTAGGING	13
6 : RADIO (W) TAGGING	53
7 : ULTRASONIC (W) TRACKING	39
8 : 1+2+3+4+5+6+7	1281
9 : BC = 8520?	137744
10 : 9*8	114
11 : CC = 01008	52130
12 : 9*11	70
13 : RADIOTELEMETRIC	59
14 : 13*9	2
15 : 14+11	116
16 : 15*11	71

..&. Remarques :

L'utilisation de tous ces synonymes de radio-tracking que nous avons pris dans les documents pertinents et donnés aussi par notre directeur, ainsi que l'ultrasonique tracking avait pour but d'éviter le silence .

La limitation de la recherche dans le champ concept code, a pour but d'éliminer autant que possible le bruit, étant donné que ce qui nous intéresse c'est surtout les matériels et la méthode .

..&. Conclusion :

Sur les 71 références des Poissons visualisées, 54 sont pertinentes .

\* A la fin, nous avons interrogé les deux dernières Bases, d'abord ASFA puis OCEANIC ABSTRACTS qui sont plutôt spécialisées dans le domaine de l'eau .

Ces interrogations ont été réalisées à l'INSA sur le serveur IRS-ESA .

.\_ EQUATIONS DE LA RECHERCHE ET RESULTATS: ( ASFA )

<u>.&amp;. Questions :</u>	<u>Réponses :</u>
1 : PISCES	5278
2 : FISH?	55037
3 : 1+2	56217
4 : RADIO (W) TRACKING?	25
5 : RADIOTRACKING?	7
6 : RADIOTELEMETRY	25
7 : 3* (4+5+6)	17

.&. Remarques :

Nous avons spécifié encore une fois notre stratégie ici, en n'utilisant que les deux descripteurs que nous avons bien connus depuis notre première recherche .

.&. Conclusion :

Sur les 17 références visualisées, 11 sont pertinentes

.\_ EQUATION DE LA RECHERCHE ET RESULTATS : (OCEANIC  
ABSTRACTS)

<u>.&amp;. Questions :</u>	<u>Réponses :</u>
1 : PISCES	1650
2 : FISH?	38517
3 : 1+2	38947
4 : RADIO (W) TRACKING?	10
5 : RADIOTRACKING?	2
6 : RADIOTELEMETRY	9
7 : 3* (4+5+6)	7

.&. Conclusion :

Avec la même stratégie que précédemment, nous n'avons obtenu que 7 références dont 2 seulement sont pertinentes.

-----

b) COMPARAISON DES BASES DE DONNEES :

. \_ RESULTATS DE L'INTERROGATION :

BASE	PASCAL	BIOSIS		ASFA	OCEANIC.A.
SERVEUR	Télé syst	Data.star	Esa	Esa	Esa
REF.TOT	4	99	71	17	7
REF.VIS	4	40	71	17	7
REF.PERT	4	12	54	11	2

NOTA BENE: REF.TOT = références totales  
REF. VIS = références visualisées  
REF. PERT = références pertinentes  
Télé syst = Télé système  
OCEANIC.A. = Oceanic Abstracts

. \_ REMARQUES :

\* D'après ce tableau, on constate que les résultats obtenus sont presque tous bons.

\* L'analyse des listing ainsi que la lecture des articles nous a permis d'en déduire que les bruits ne peuvent être dûs qu'à la technique de la radio-tracking elle-même. En effet, elle est utilisée pour effectuer des études diverses selon les objectifs envisagés. Or, on ne peut pas préciser dans la formulation de la recherche le mot déplacement, ni position, ni fonctionnement, ni matériel, ni équipement, car ce sont des mots vides pour le système. Seule la base Biosis a résolu ce problème par l'utilisation du concept code.

II.3. \_ RECHERCHE DES ARTICLES:

Presque tous nos documents sont des articles de périodiques, disponibles à la Bibliothèque du laboratoire de Biologie Animale, à la Bibliothèque Universitaire des sciences de Lyon I, au centre Ornithologique de Rhône Alpes, ou commandés par prêt-inter pour certains d'entre eux.

### III. CONCLUSION :

Pour avoir une recherche satisfaisante, il faut bien dominer le sujet et connaître le fonctionnement de la base.

Le nombre peu important des références communes montre la nécessité d'interroger plusieurs Bases.

Quant à la capacité des différentes bases à couvrir le sujet, on ne peut pas tirer des conclusions importantes, la stratégie de la recherche pouvant être améliorée un peu plus.

2EME PARTIE :

NOTE DE SYNTHESE

## I\_ INTRODUCTION :

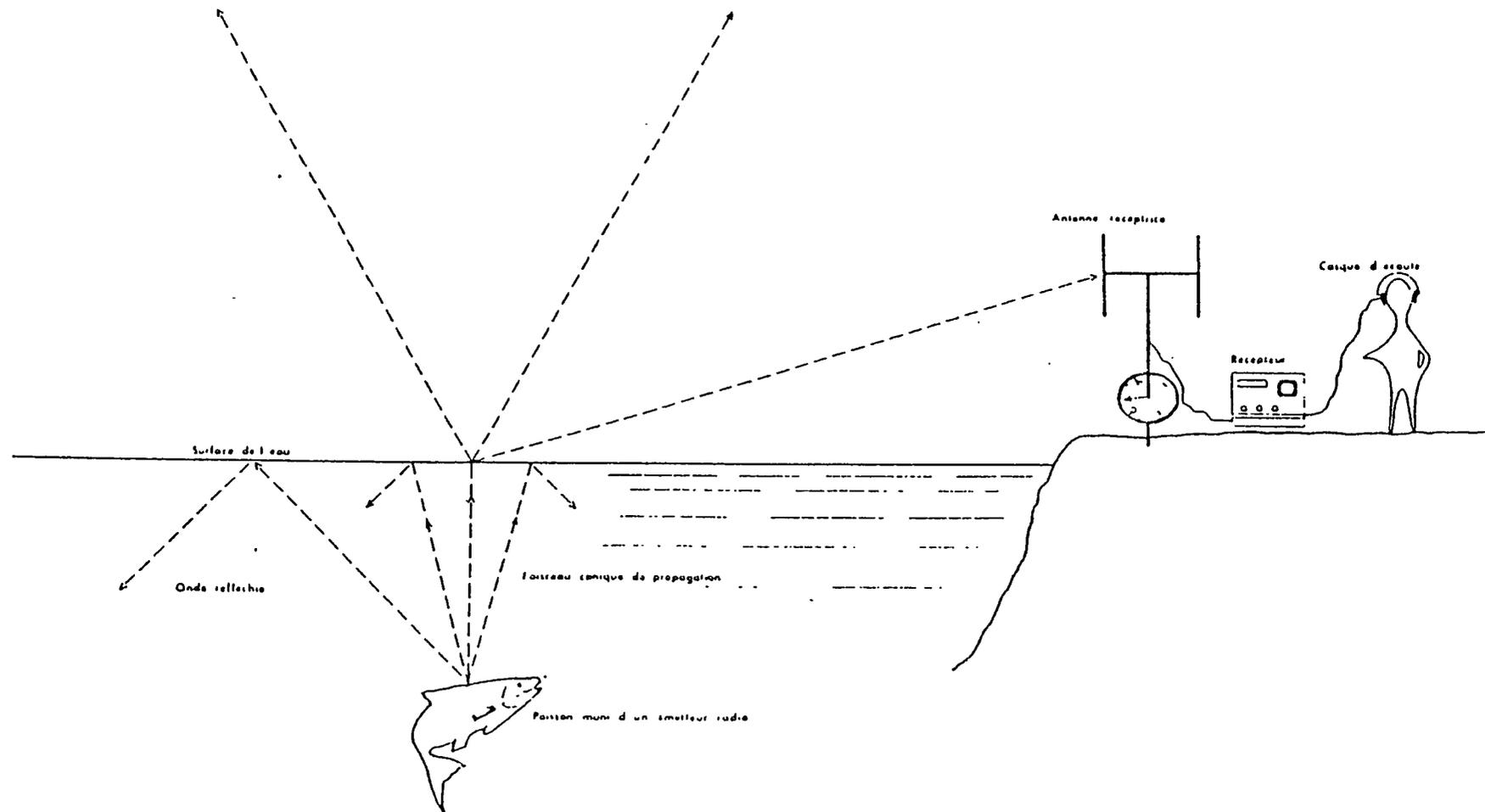
La radio-tracking est une technique qui permet d'étudier le mouvement et les comportements des poissons et de déterminer leur habitat .

Elle consiste à fixer un équipement sur l'animal afin d'apprécier son déplacement et sa position .

Plusieurs matériels peuvent être utilisés, mais seul l'émetteur radio nous intéresse et qui sera développé par la suite .

Cependant, l'efficacité de la méthode variant en fonction de la profondeur et de la qualité des eaux, nous serons amenée à parler un peu de l'émetteur ultrasonique .

Figure 1 : Schéma de principe de la radio-détection.  
Figure 1 : Scheme of principle of the radio-tracking.



## II. PRINCIPLE :

1) Le DEPLACEMENT d'un Poisson dans l'eau peut être déterminé en plaçant sur celui-ci, un émetteur miniaturisé, alimenté par une pile. Le signal bref et intermittent qui est produit est détecté à distance par un récepteur muni d'une antenne directionnelle (station de réception mobile) (Zimmermann et al, 1976; Baril et Gueneau, 1986).

.\_ S'il s'agit d'un émetteur radio le signal est, dans ce cas, une onde radio dont le principe d'émission est basé sur la vibration d'un courant électrique. En effet, selon Zimmermann et al, (1976), le quartz à l'intérieur de l'émetteur se met à vibrer lorsqu'il est stimulé par un courant continu fourni par une pile, transformant ainsi le courant continu en un courant oscillant qui va passer dans l'antenne émettrice. Un champ électromagnétique est ainsi créé, responsable de l'onde radio qui va se propager par la suite dans l'eau et dans l'air. (Fig.1, Baril et Gueneau, 1986).

.\_ Par contre, s'il s'agit d'un émetteur ultrasonique, le signal consiste en une onde sonore dont le principe est à peu près le même que celui de l'émetteur radio. Par contre, le quartz est remplacé par une céramique dont la vibration va produire directement une onde sonore qui va se propager dans l'eau, ne nécessitant pas ainsi une antenne émettrice.

.\_ Qu'il s'agisse d'une onde radio ou sonore, la fréquence d'émission (nombre d'oscillations par seconde), propre à chaque émetteur, est caractérisée par une longueur d'onde, telle que :

$$\lambda = V/F$$

$\lambda$  = longueur d'onde, dont la valeur permet de déterminer la longueur de l'antenne émettrice.

On doit remarquer qu'une longueur d'onde courte assure une meilleure directivité.

V = Vitesse de propagation de l'onde dans le milieu en ms<sup>-1</sup>,  
Pour une onde radio, V = 3.108 ms<sup>-1</sup> dans l'air

et

V = 3.108/8.85 ms<sup>-1</sup> dans l'eau,

Pour une onde sonore, V = 333 ms<sup>-1</sup> dans l'air et  
V = 2000 ms<sup>-1</sup> dans l'eau.

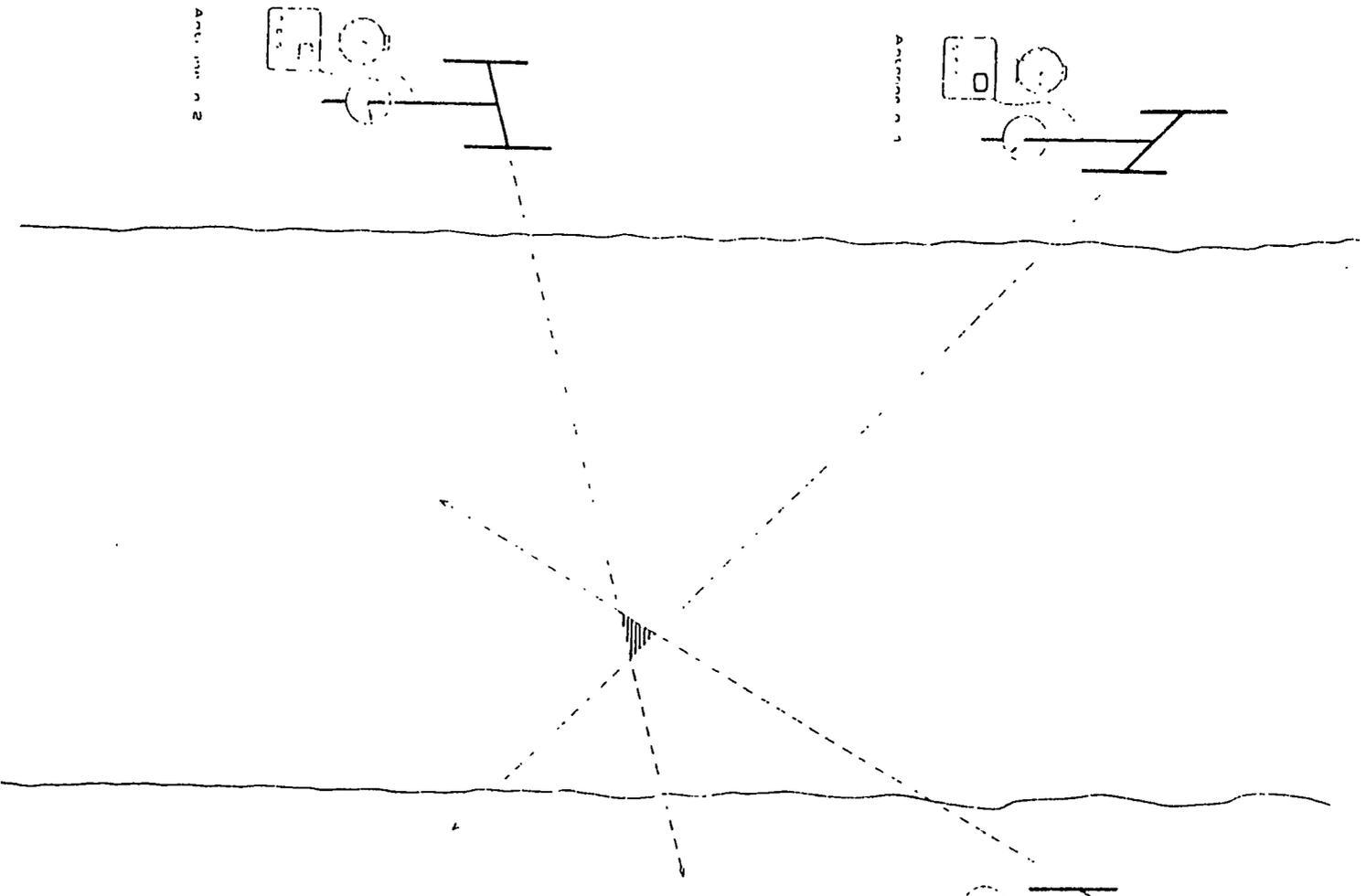


Figure 1bis : Principe de la triangulation.  
Figure 1bis : Principle of the triangulation.

F = Fréquence d'émission en Hz.

Il faut noter qu'elle peut être mesurée en Megahertz (MHz), en Kilohertz (KHz) et en Hertz (Hz).

En milieu aquatique, dans une eau douce peu profonde (< 2m), on utilise souvent des ondes radio dans une bande de fréquence  $\leq 50$  MHz. Dans une eau salée ou dans une eau douce profonde, on utilise plutôt des ondes sonores dans une bande de fréquence  $\leq 80$  MHz.

Cependant, si l'eau est agitée, les ultra-sons vont être absorbés immédiatement et ne seront pas détectés.

Ensuite, ces ondes radio (ou sonore) vont être captées par une antenne réceptrice (ou hydrophone) qui va transmettre le signal sous forme d'impulsions électriques au récepteur.

Ce signal est ensuite amplifié et transformé soit en des signaux audibles, soit en des variations d'intensité (déviation de l'aiguille d'un ampèremètre).

2) La POSITION de ce même Poisson peut être connue grâce au recoupement des directions d'émission du signal radio, recueilli simultanément par deux ou trois stations de réception fixes (poste de réception + grande antenne directionnelle) installées à proximité de l'obstacle, (Fig.1bis Baril et Gueneau, 1986) : le principe de triangulation est donc appliqué.

TABLEAU I

Caractéristiques principales des récepteurs radio vendus dans le commerce. Données approximativement valables en fin 1975 ; idem pour les autres tableaux. \* : Voir références dans la liste des fabricants

COMPAGNIE *	PRIX EN DOLLARS	POIDS EN g	DIMENSIONS cm	ALIMENTATION	FREQUENCE MHz	NOMBRE DE CANAUX	AUTRES CARACTERISTIQUES
AVM	649	1500	22,8x10,7x7,6	3 piles de 1,5 V à la demande (AA) ou batteries extér.		12 24 36 48	prise pour branchement enregistreur
DAV. TRON	450 480 510 540	1250	25x15x19	batterie	de 20 à 190	3 6 9 12	
	520 537 567 597 630 650	750	20x13x7,6	batterie	de 20 à 190	3 6 9 12 18 24	
	698 740 770	750	20x13x7,6	batterie	de 20 à 190	10 20 30	
SL. MARKUSEN	570 612 696	3250	30,5x17,7x15,3	piles ou batteries ext.	25 à 60 140 à 175	6 12 24	fourni avec antenne et écouteur
TELONICS		863	18x11,2x5,1	piles 9,6 V	136 à 500	10	186 à 500 MHz avec adaptateur option pour plus de 10 canaux
WILDLIFE MATERIALS	675		22,3x16,5x10,8	batterie	à la demande	24	

tab I Zimmermann et al 1976

TABLEAU II

Caractéristiques principales des récepteurs ultra-sons vendus dans le commerce. \* : Voir références dans la liste des fabricants.

COMPAGNIE	PRIX EN DOLLARS	POIDS EN G	DIMENSIONS EN CM	ALIMENTATION	FREQUENCE EN KHz
BAYSHORE	1050			batterie 12 V ou courant 110 V	40 à 200
BRUNDAUGH	250	325	25,5x19,18	pile 9 V	65 à 85
SMITH ROOT	635	1500	19x15,5x10	batterie	25 à 80 60 à 180
SINTEF	3620		20x12x10	pile 12 V	80 à 230

tab II Zimmermann et al 1976

### III\_ MATERIELS :

#### III.1\_ RECEPTEURS :

.\_ les récepteurs sont de plusieurs types selon qu'il s'agit de la réception d'ondes sonores dont les caractéristiques sont données dans le tableau I et II (Zimmermann et al, 1976).

.\_ D'après Zimmermann et al, (1976), et Gueneau, (1986), le choix doit être fait en fonction de six paramètres:

.\*. la sélectivité de la fréquence:

Dans ce cas, deux types de récepteurs sont possibles:

.&. les RECEPTEURS MONOCANAUX qui permettent l'écoute d'une seule fréquence.

.&. les RECEPTEURS MULTICANAUX qui permettent la réception, sur plusieurs fréquences, des signaux émis par plusieurs Poissons marqués. Chaque individu étant reconnu par la fréquence de l'émetteur qu'il porte,

.\*. la robustesse,

.\*. l'étanchéité,

.\*. la commodité de l'alimentation par diverses sources (batteries de voiture, piles, ensemble rechargeable),

.\*. la sensibilité de la détection,

.\*. le filtrage des parasites etc ....

.\_ La perception du signal par l'opérateur se caractérise par un voyant lumineux ou par un "bip" sonore reçu dans un casque à écouteurs ou amplifié dans un haut-parleur.

.\_ La lecture du signal reçu sur oscilloscope ou autre enregistreur (mécanique, magnétique) permet une analyse beaucoup plus poussée de ce signal.

### III.2\_ ANTENNES :

#### III.2.1\_ ANTENNES RECEPTRICES :

Selon Zimmermann et al, (1976), et Gueneau, (1986),

- .\_ elles doivent être achetées en même temps que le récepteur,
- .\_ elles sont conçues selon des normes bien précises, dépendant de la longueur d'onde utilisée, non seulement pour assurer une bonne réception mais encore pour accroître la précision de la direction indiquée,
- .\_ un câble blindé établit la jonction entre cette antenne et le récepteur,
- .\_ l'opérateur choisit la forme de l'antenne la plus adaptée au but recherché et au mode de pistage adopté .

##### III.2.1.1\_ ANTENNE YAGI :

Selon Zimmermann et al, (1976),

- .\_ Elle ressemble à une antenne de télévision, constituée par un axe sur lequel on visse perpendiculairement à celui-ci un certain nombre d'éléments.
- .\_ La précision du repérage, la distance de réception mais aussi l'encombrement de l'antenne augmentent avec le nombre d'éléments de cette dernière.
- .\_ la direction du signal est détectée grâce aux maximums d'intensité.

Et selon Gueneau, (1986),

- .\_ Ce type d'antenne permet de suivre à quelques mètres près des poissons évoluant au voisinage d'un barrage et de déterminer l'instant précis de leur franchissement .

##### III.2.1.2\_ ANTENNE DE TYPE BOUCLE :

D'après Zimmermann et al, (1976),

- .- Selon son orientation, deux zones d'extinction très nettes du signal (tranche du cercle dirigée vers l'émetteur) et deux zones de forte intensité (surface du cercle dirigée vers l'émetteur) permettent le repérage du poisson.

L'axe d'émission est donné par les zones d'extinction.

- .\_ Cette antenne est beaucoup moins sensible que l'antenne YAGI bien qu'elle soit plus directive et moins encombrante.

Alors que d'après (Gueneau, 1986),

- Elle permet de suivre les Poissons depuis la rive (à pied ou à véhicule) ou en bateau .

### III.2.1.3\_ ANTENNE DE TYPE FOUET :

Elle permet de suivre les poissons qui se déplacent rapidement d'un jour à l'autre sur de longues distances à l'aide d'un avion léger. (Gueneau, 1986)

### III.2.1.4\_ ANTENNE DE TYPE FOUET OMNIDIRECTIONNELLE

:

Elle est utilisée à poste fixe en situation de veille, pour déclencher un signal qui prévient l'opérateur. Celui-ci effectue alors la triangulation. (Gueneau, 1986)

### III.2.1.5\_ HYDROPHONES :

.\_ Cet équipement se compose d'un cône qui capte les sons, les réfléchit et les concentre sur une céramique. Stimulée par ceux-ci, la céramique module alors le courant qui est amplifié et analysé par le récepteur .

.\_ Les ultra-sons se propagent très mal dans l'air mais très bien dans l'eau, l'hydrophone doit donc être immergé pour recueillir le message envoyé par l'émetteur acoustique.

Ces antennes réceptrices sont disponibles chez les fabricants ,et ,à la commande, il convient de préciser la bande de fréquences utilisées . (Zimmermann et al, 1976)

### III.2.2\_ ANTENNE EMETTRICE :

Certains émetteurs du commerce sont livrés avec antenne, d'autres non . Dans ce dernier cas, on peut utiliser un fil d'acier (corde, chanterelle de guitare) ou un fil électrique de cuivre torsadé isolé par une gaine de plastique. (GUENEAU, 1986; ZIMERMANN et Al, 1976).

TABLEAU IV — Caractéristiques des principaux émetteurs disponibles (animaux aquatiques) :  
E = Eau ; A = Air ; \*\* = pile comprise.

COMPAGNIE	PRIX EN DOLLARS	POIDS g	DIMENSIONS CM	REF	EMISSION	FREQUENCE KHz	PORTEE	DURÉE DE VIE	UTILISATION
	60	14 A 22			radio	50 M-z	++	5 à 12 mois	TRACKING
Shore Systems P	240	5 E 8 E 12 E 3 E 4 E 225 E	1,8 x 3,9 1,8 x 4,4 1,8 x 6,9 1,2 x 3,9 1,5 x 3,9 3 x 18	T1 T2 T3 T5 T6 T12	sonore sonore sonore sonore sonore sonore	50-70 50-70 50-70 100-170 60-100 35-45	+ ++ ++ + + +++	120 jours 70 jours 40 jours 40 jours 40 jours 4130 jours	TRACKING ET TEMPERATURE     TRACKING
Imbaugh	105	20 A; 8 E	1,6 x 6		sonore	65 à 65	+++	1 an	TRACKING ET TEMPERATURE
Man Instruments	60	4 A; 2 E	1 x 3,3		sonore	50-70	++	3 à 5 jours	TRACKING
lane Corporation	?	15	1,3 x 4	HL5L210	sonore	37,5	+++	7 - 10 jours	TRACKING
coni Instruments		5 E 40 E 5 E 40 E	1 x 5 3,2 x 4,5 1 x 5 3,2 x 4,5		sonore sonore sonore sonore	300 50 300 53 MHz	++ ++ ++ ++	40 heures 180 heures	n'émettent que lorsqu'ils sont interrogés par la station réceptrice
th. Root Inc.	45,50 50,50 51 56,45	9,1 E 29,5 E 12 E 35 E	1,2 x 5,7 1,9 x 5,7 1,3 x 5,7 2 x 9	SR69 SR69A SR69B SR50	sonore sonore sonore sonore	74 idem idem 50	++ +++ +++ +++	20 jours 45 jours 15 jours 45 jours	TRACKING
Life Materials	80 à 95	5	1,3 x 2,5		radio	30-50 MHz	+		
TEF	270 244	6,5 E 6,5 E 1,9 E	5,8 x 1,2 5,8 x 1,2 2,2 x 0,9	TS 74 A TS 74 B TS 74 C	sonore sonore sonore	210 KHz 210 KHz 210 KHz	++ ++ +	60 jours - 10 jours	TRACKING TRACKING TRACKING + mouvements de la queue

\* = Voir références dans la liste des fabricants. + = portée allant de 0 à 200 m ;  
++ = portée allant de 200 à 1 000 m ; +++ = portée allant de 1 000 à 10 000 m ; ++++ = portée supérieure à 10 000 m.

tab. IV Zimmermann et al 1976

TABLEAU V

Piles au Mercure (tension : 1,35 V), vendues en France par la Société Mitem. L'astérisque (\*) indique les modèles non disponibles en France.

MODELE	Poids g	Capacité mA x J	Diamètre cm	Hauteur cm	Prix en francs
RM212*	0,3	0,9	0,5	0,4	3,15
RM312	0,6	1,8	0,7	0,4	2,82
RM575	1,2	4,0	1,2	0,4	5,15
RM675	2,4	8,0	1,7	0,5	5,16
RM640	7,3	20,0	1,6	1,1	7,29
RM660	7,3	24,0	1,7	0,8	8,97
RM828*	12,4	40,0	2,3	0,7	
RM1NCMC	13,2	40,0	1,6	1,7	3,09
RM501*	34,6	75,0	1,6	2,9	
RM12LD	40,0	110,0	1,6	5,0	16,23

tab V Zimmermann et al, 1976

### III.3\_ EMETTEURS :

.\_ Il sont de deux types : émetteur radio et émetteur ultrasonique dont les caractéristiques sont données dans le tableau. . . . IV. (Zimmermann et al, 1976)

.\_ La durée de vie de l'émetteur est liée à la capacité de la pile d'une part et à la consommation de l'émetteur d'autre part. (Zimmermann et al, 1976)

### III.4\_ PILES :

Selon Zimmermann et al, (1976),

- .\_ Le choix des piles est déterminé par plusieurs facteurs :
  - .\*. la tension nécessitée par l'émetteur (voltage),
  - .\*. la durée de l'expérience désirée,
  - .\*. le poids toléré par le Poisson .
- .\_ Elles sont de plusieurs types :

#### III.4.1\_ PILES AU MERCURE :

Ce sont les plus couramment utilisées .Leurs caractéristiques sont données dans le tabl V (Zimmermann et al, 1976).

Elles sont moins performantes en dessous de 4°c.

Elles ne peuvent pas être stockées plus d'un an.

Il faut spécifier à la suite de la référence le sigle I2 à la commande, pour faciliter le montage (soudure à l'étain).

#### III.4.2\_ PILES A L'OXYDE D'ARGENT :

Elles sont utilisées lorsque l' émetteur doit fonctionner à basse température (<4°c).

Il n'y a pas de version I2

TABLEAU VI

*Piles au Lithium (tension 2,8 V), vendues par Electronic & Technology. L'astérisque (\*) indique une pile qui assure une tension de 9 volts.*

MODELE	Poids g	Capacité mA x J	Diamètre cm	Hauteur cm	Prix H.T. Francs
B1.560-4	100	416,6	4,1	4,2	75,25
B2.550	83	333,3	3,3	6	65,60
B3.560	40	125,0	2,4	5	47,16
B4.660-2	35	100,0	2,4	4	39,30
B5.440	11,3	41,6	1,6	3,3	26,20
490-5	7,5	21,3	1,4	2,2	26,20
400	12,5	50	1,3	4,9	35,07
400-9*	25	27,08			81,87

Tab. VI, Zimmermann et al, 1976

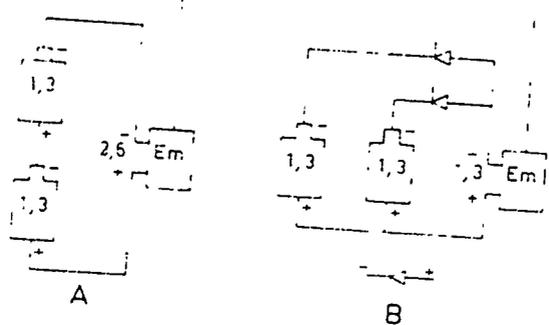


Figure 2. --- Montage de plusieurs piles en série (a) et en parallèle (b), avec utilisation de diodes dans le dernier cas.

Fig 2A Zimmermann et al, 1976.

### III.4.3\_ PILES\_AU\_LITHIUM :

Leur capacité est fonction de leur poids et de leur volume. Leur performance à basse température est très supérieure à celle des piles au mercure.

La tension est de 2.8V par pile.

Elles peuvent être stockées plus de cinq ans.

Cependant, elles ne sont pas encore suffisamment testées.

Ces caractéristiques sont données dans le tableau

VI (Zimmermann et al, 1976).

### III.4.4\_ CALCUL DE LA DUREE DE VIE D'UNE PILE :

La durée de vie théorique d'une pile pour un émetteur donné peut être calculée par la formule:

$T = C/I$  dans laquelle,

T = durée de vie théorique en jour,

C = capacité en mA par jour.

I = consommation de l'émetteur en mA.

Cependant, il ne faut pas se fier aveuglément aux normes fournies par les constructeurs, la meilleure solution étant de fixer une date à partir de laquelle l'émetteur doit être repris.

### III.4.5\_ MONTAGE DES PILES :

#### III.4.5.1\_ EN SERIE :

Elle permet d'augmenter le voltage (Fig.2A, Zimmermann et Al, 1976).

#### III.4.5.2\_ EN PARALLELE :

Elle permet d'augmenter la durée de vie des piles :

.\_ le voltage reste identique mais la capacité totale est multipliée par le nombre de piles entrant dans le montage.

.\_ Cependant, il faut prendre soin de protéger chaque pile par une diode pour éviter le risque de drainage du courant par les piles qui tombent en panne.

Table 1. Efficiency of various methods used to obtain data on the microhabitat selection of various warmwater stream fishes.

	Color-coded Tagging	Fixed Electrosnoeking	Optical Measurements	Night Collection	Telemetry
<i>Species of Fish</i>					
Smallmouth bass ( <i>Micropterus dolomieu</i> )	fair	good	fair	fair	good
Rock bass ( <i>Ambloplites rupestris</i> )	fair	good	fair	good	fair
Longear sunfish ( <i>Lepomis megalotis</i> )	fair	good	fair	good	poor
Green sunfish ( <i>Lepomis cyaneilus</i> )	fair	good	fair	good	poor
Channel catfish ( <i>Ictalurus punctatus</i> )	poor	fair	poor	poor	good
Northern hog sucker ( <i>Hypentelium nigricans</i> )	good	good	fair	good	good
White sucker ( <i>Catostomus commersoni</i> )	fair	good	fair	fair	good
Hornyhead chub ( <i>Nocomis biguttatus</i> )	fair	good	fair	good	poor
Creek chub ( <i>Semotilus atromaculatus</i> )	fair	good	poor	good	poor
Central stoneroller ( <i>Campostoma anomalum</i> )	fair	good	poor	good	poor
Striped shiner ( <i>Notropis chrysocephalus</i> )	good	good	fair	good	poor
Darters (species) ( <i>Etheostoma</i> spp.)	poor	good	poor	fair	poor
<i>General Relations</i>					
Large fish (> 250 mm)	fair	good	fair	good	good
Small fish (< 250 mm)	poor	good	poor	good	poor
Fish located in:					
Shallow water	good	good	good	good	good
Deep water	poor	poor	poor	fair	good
Clear water	good	good	good	good	good
Turbid water	poor	poor	poor	poor	good
Slow water	good	good	good	good	good
Fast water	fair	fair	fair	good	good

tab. 1. Larimore et Garrel, 1985

TABLE 1.—Lengths, weights, and release dates for 23 radio-tagged northern squawfish in McNary tailrace, 1984 and 1985.

Transmitter frequency (MHz)	Fork length (mm)	Weight (g)	Date of release
1984			
48.184	470	1,450	Mar 14
48.210	500	1,910	Mar 15
48.334	517	1,625	Mar 15
48.373	467	1,370	Mar 15
48.412	490	1,400	Mar 15
48.493	465	1,440	Mar 20
48.551	495	1,620	Mar 20
48.637	481	1,350	Mar 22
48.657	447	1,375	Mar 27
48.678	466	1,380	Mar 27
1985			
48.184	460	1,475	Apr 10
48.209	501	1,702	Apr 10
48.333	505	2,185	Apr 10
48.373	469	1,559	Apr 10
48.414	479	1,502	Apr 14
48.492	485	1,587	Apr 14
48.553	445	1,550	Apr 14
48.638	456	1,550	Apr 14
48.658	474	1,587	Apr 14
48.679	464	1,474	May 3
49.598	453	1,551	Jun 4
49.779	455	1,418	Jun 5
48.209	450	1,474	May 3

tab. 1. Falter et Miller, 1988

III.5. CARACTERISTIQUES DE L'EMETTEUR-RADIO UTILISE  
DANS LEES ESSAIS :

caractéristiques	Saumon atlantique	Grande Alose	Carpe	Poisson tabl.1	Black bass	Northern squawfish
fréquence (MHz)	40.6-40.7	id	id	50		voir tabl.1
longueur (mm)	50 ou 75	50	50	voir tabl		
diamètre (mm)	16	12 à 14	12-14			
nombre pulsation	1 à 3 s-1	1 s-1	1 s-1			
por- tée hori- zon- tal	1m de por- tée 6m	id	id			
durée de vie	45 et 90j	40-50j	40-50j		70j	150j
poids		10g	id		4g	
marque	smith root	id				
référence	Gueneau, (1986); Baril, Gueneau, 1986	Gueneau (1986); Steinbach et al, 1986	Steinbach, (1986)	Larimore, Garnel, (1985)	Todd, Rabeni, (1989)	Faler, Miller, (1988)

III.6\_ CARACTERISTIQUES DES POISSONS UTILISES  
DANS LES ESSAIS:

carac- teris- tique	Samons atlan- tique	Grandes Aloses	Carpe miroir	Carpe commune	Pois- sons tab.1	Black bass	Nor- thern Squaw- fish
lon- gueur (mm)	870	500-580	640	600	voir tab.1	240-450 250-570	voir tab.1
réfé- rence	Baril, Guene- au, (1986)	Stein- bach et al, (1986)	Stein- bach, (1986)	Stein- bach et al, (1986)	Larimo- re et Garrel (1985)	Todd, Rabeni, (1989)	Faler, Muller, (1988)

IV\_ METHODE :

IV.1\_ CAPTURE :

Les méthodes diffèrent selon les espèces à marquer :

- .\_ filet-barrage et carrelet pour les Saumons et les Aloses :  
filet non maillant tendu perpendiculairement à la rive et  
destiné à guider le Poisson vers un carrelet manoeuvré à  
partir d'un bateau (Baril et Guenau, 1986; Gueneau, 1986),
- .\_ pêche au filet pour la carpe (Steinbach, 1986)
- .\_ collecte nocturne pour d'autres espèces (Larimore et  
Garrel, 1985):

Elle nécessite l'utilisation d'une lampe torche (lanterne  
Colman modèle 220 avec réflecteur) qui permet d'éclairer les  
Poissons situés à 1m de profondeur dans de l'eau claire.



Figure 4. A gasoline lantern and special plunge trap were used to locate and catch fish at night.

Fig 4 Larimore et Garel, 1985

Le Poisson peut être attrapé en utilisant une cage en forme de demi-cylindre de 40cm de large sur 45cm de long (Fig.4, Larimore et Garrel, 1985), le haut et le devant étant en tissu résistant (une maille de 0.5cm), un sac en nylon dont les mailles mesuraient 0.3cm était attaché à l'arrière, le bas de la cage est ouvert, une ouverture de 12cm au centre du haut de la cage était couverte avec un filet en nylon. La cage est placée au-dessus des Poissons immobiles. Le collecteur passait ensuite sa main à travers l'ouverture sur le haut de la cage, pourchassait les Poissons pour les faire entrer dans le filet nylon. La cage est ensuite inclinée en arrière et le Poisson était tiré de l'eau.

#### IV.2\_ PREPARATION PRELIMINAIRE :

Les opérations préliminaires au marquage varient également selon les espèces car certaines sont spécifiques (anesthésie pour les Saumons, vérification de comportement pour les Aloses, etc..., dans un bac circulaire où s'établit un courant tournant de l'eau de la rivière et où sont placés les Poissons dès leur capture) (Gueneau, 1986).

#### IV.3\_ FIXATION DE L'EMETTEUR :

En règle générale, Gueneau, (1986) et Zimmermann, (1976) disaient que, la pose de l'émetteur est couplée à un marquage individuel permettant de reconnaître usuellement le Poisson si celui-ci est capturé ensuite.

Des précaution rigoureuses doivent être respectées:

- .\_ le traumatisme senti par le Poisson doit être le plus faible possible,
- .\_ la surcharge imposée par l'émetteur doit être appréciée pour éviter les risques de blessures, d'arrachage et/ou de rejet de l'équipement.
- .\_ Il faut également s'assurer du bon positionnement de l'antenne émettrice pour que celle-ci ne soit pas cassée ou pliée.

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées:

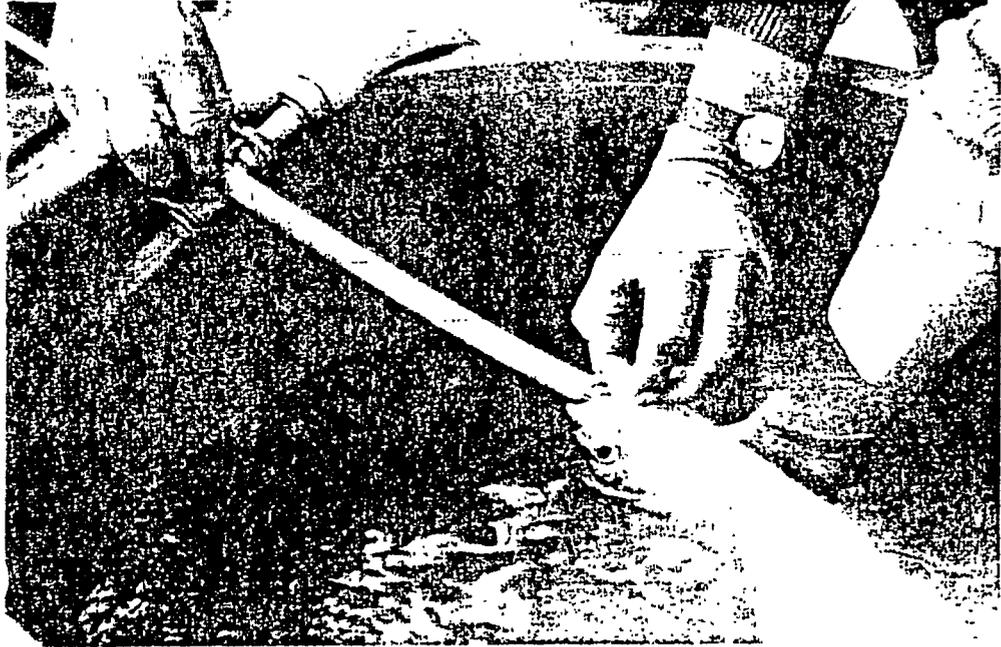


Photo 1 : Marquage d'une alose  
Photo 1 : Shad tagging

photo 1 : steinhach et al, 1986

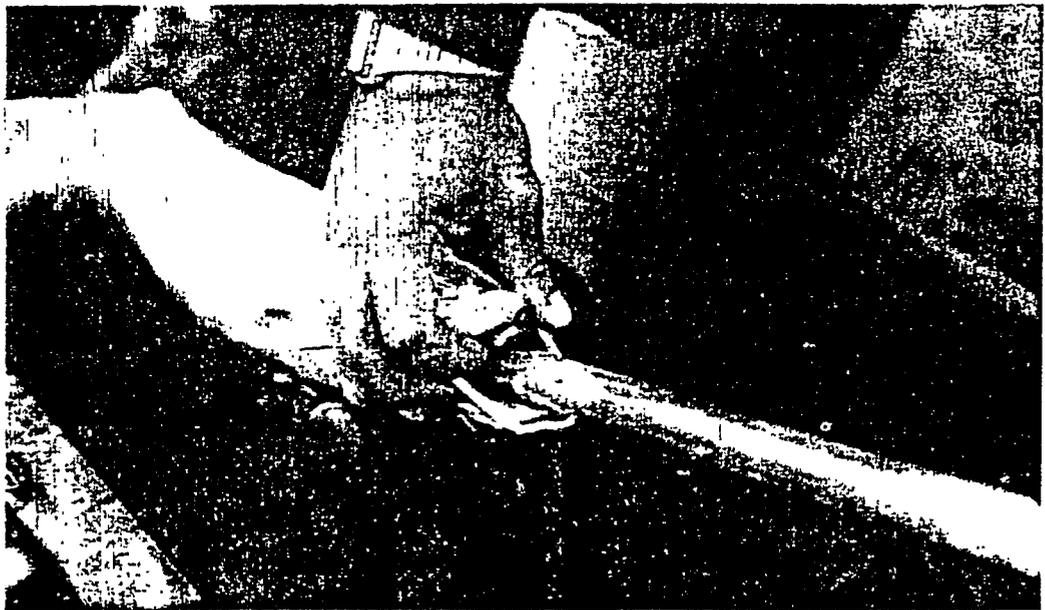


Photo 2 : Insertion stomacale de l'émetteur (saumon n° 7).  
Photo 2 : Stomachal introduction of the radio-transmitter (salmon n° 7).

Photo2 Baril et Guenzou, 1985

#### IV.3.1\_ FIXATION EXTERNE :

L'émetteur est fixé, ou bien sur la nageoire à l'aide d'une pince, ou bien dans la musculature du dos (Zimmermann et al, 1976).

La fixation externe est réalisée au moyen d'un fil d'acier inox (30/100e de mm de diamètre) qui transperce de 2 à 3cm les tissus situés immédiatement sous la nageoire dorsale, le guidage du fil étant assuré par le canal interne d'une aiguille creuse: deux aiguilles de ce type sont montées sur un support qui maintient l'émetteur à l'écartement convenable. De part et d'autre du dos, les deux fils d'acier sont fixés d'un côté à l'émetteur qui est entouré par du fil souple plastifié, de l'autre côté à une plaque de plastique léger formant une attelle de même longueur que l'émetteur. L'antenne d'émission, un fil souple de 18cm de longueur, est laissé libre dans le sillage arrière de l'émetteur. La nageoire dorsale est ensuite badigeonnée de vert malachite. Ce mode de fixation prend en tout 2 à 5mn et exige une anesthésie .

#### IV.3.2\_ INTRODUCTION STOMACALE :

Le Poisson étant maintenu à la surface de l'eau, le ventre en l'air, l'insertion par voie buccale est réalisée en poussant délicatement l'émetteur dans un tube souple (diamètre intérieur 18mm) lubrifié à la glycérine . Celui-ci est glissé préalablement jusqu'au premier coude de l'estomac, ce qui amène le fil d'antenne émettrice à affleurer le palais pour les Saumons atlantiques de taille moyenne, l'extrémité du fil est alors fixée à la voute du palais par un hameçon n°6. Sur les Aloses et les carpes, le fil d'antenne sortant un peu plus de la bouche est laissé libre (son extrémité est simplement rabattu et callée à la commissure des maxillaires (Steinbach et al, 1986). Le temps nécessaire à l'opération est inférieur à 1mn (Photo.1 de Steinbach et al, 1986 et Photo.2 de Baril et Gueneau, 1986). Elle est réalisée sur des Poissons anesthésiés sauf chez les Aloses.

Une étiquette Floy-tag est également insérée dans la musculature dorsale pour permettre l'identification du poisson en cas de recapture .

Figure 6 : (haut) Fixation de l'émetteur-radio sur un saumon adulte.  
 (bas) Système d'introduction de l'émetteur-radio.

Figure 6 : (top) Fixation of the radio-transmitter on an adult salmon  
 (bottom) System of introduction of the radio-transmitter.

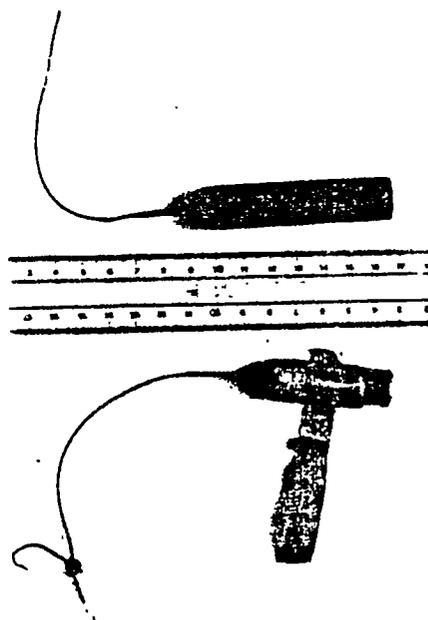
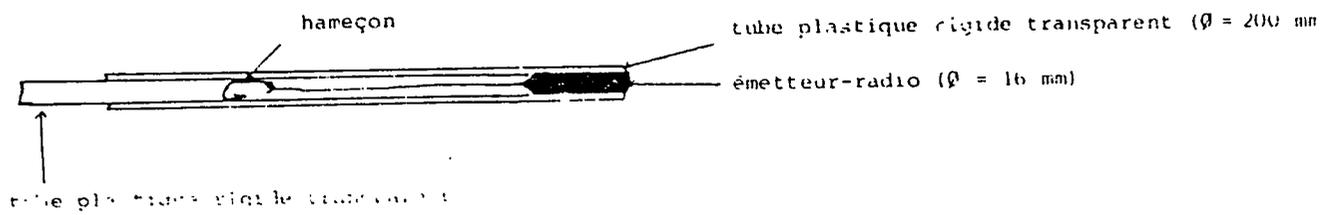
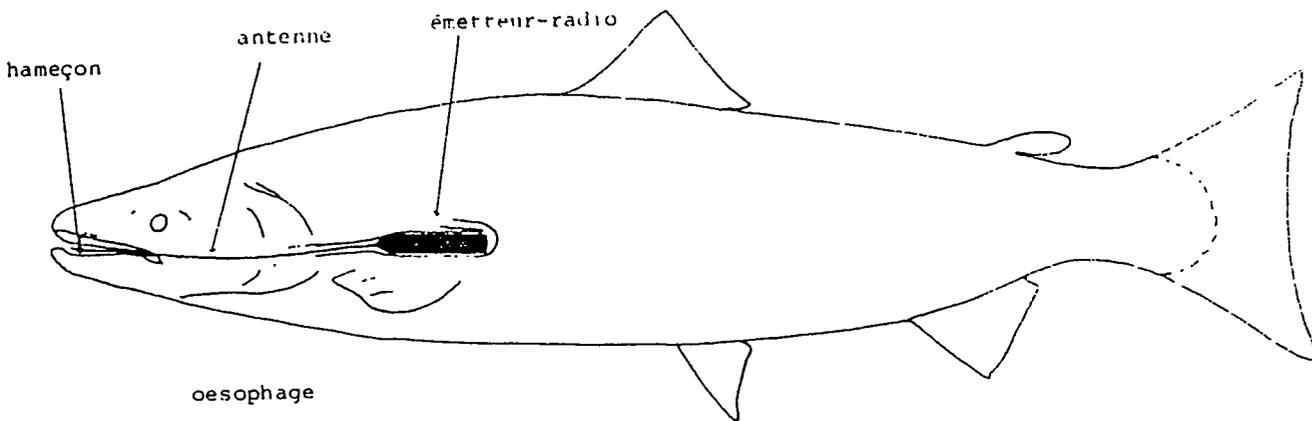


Photo 3 : Emetteurs-radio.

Photo 3 : Radio-transmitters.

#### IV.3.3\_ INTRODUCTION DANS LA CAVITE GENERALE :

Selon Zimmermann et al, (1976); Larimore et Garrel, 1986 et Steinbach, (1986), l'individu est anesthésié (MS 222\_100mg/l) puis sa paroi ventrale est incisée longitudinalement sur 2.5cm en arrière de la ceinture pelvienne. Le corps de l'émetteur est ensuite longitudinalement inséré en biais à l'intérieur de la cavité abdominale en présentant son extrémité sans antenne vers la queue du Poisson. Le fil d'antenne est maintenu à l'extérieur de l'abdomen, car son insertion dans la cavité abdominale affecte inévitablement la portée du signal émis. Enfin, la paroi ventrale est recousue bord à bord grâce à cinq points de suture au moyen de fil non résorbable (Mersuture 2.0, aiguille courbe)

#### IV.4\_ LE LACHER :

Ce n'est que lorsque l'activité du Poisson est redevenue normale que celui-ci est réalisé sur le lieu de capture.

#### IV.5\_ PISIAGE :

Selon Gueneau, (1986), deux cas sont possibles:

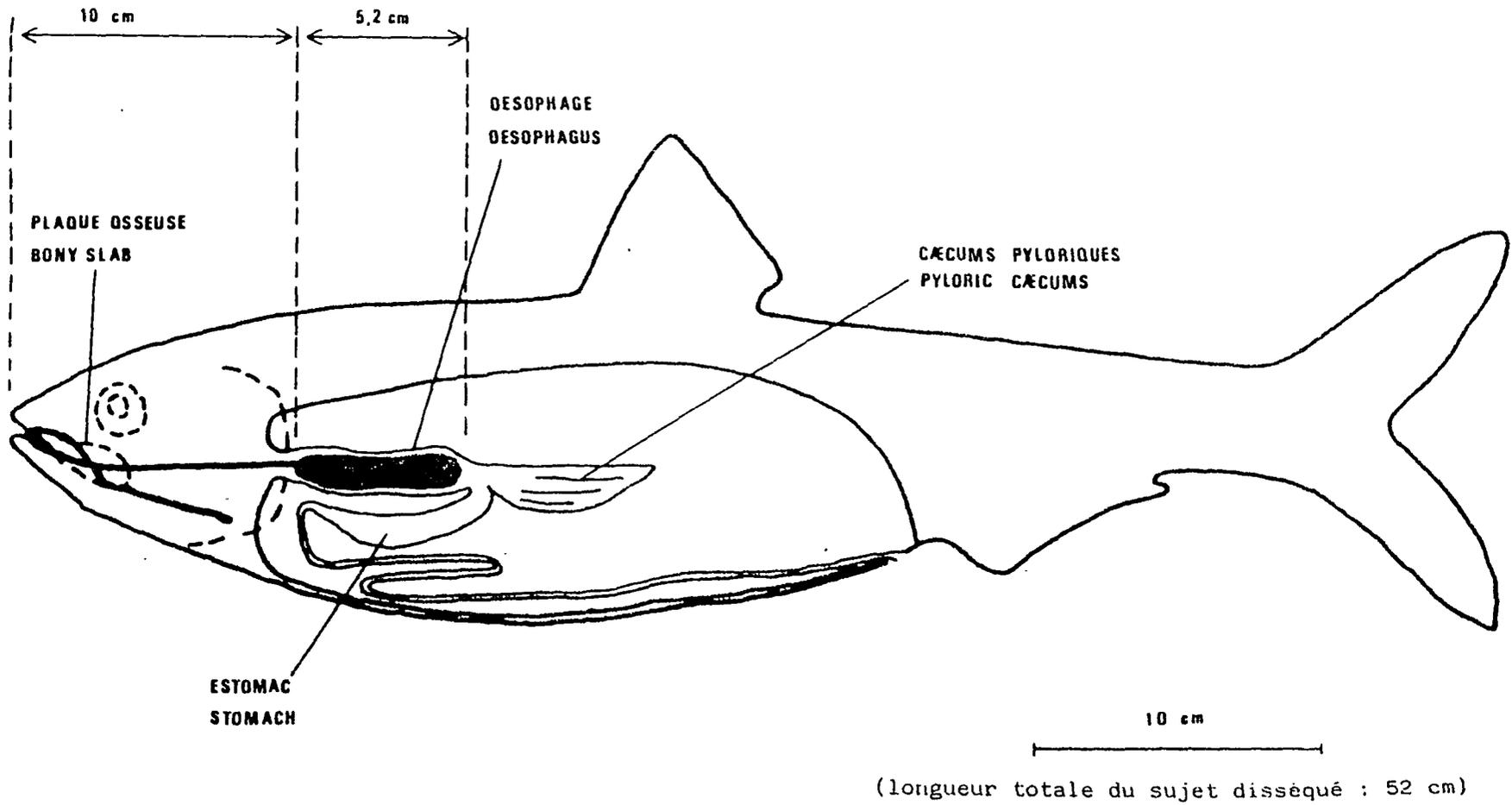
##### IV.5.1\_ UTILISATION DES RECEPTEURS MONOCANAUX:

L'antenne est manoeuvrée manuellement de façon à subir une rotation autour d'un axe vertical au cours de laquelle l'amplitude du signal sonore varie. Deux directions d'extinction du signal apparaissent: la bissectrice de l'angle de ces deux directions fournit la direction du Poisson car elle correspond au maximum d'amplitude du signal reçu.

\_ Le repérage angulaire par une station fixe équipée d'une grande antenne directionnelle fournit une précision d'une dizaine de mètres. La synchronisation des observations étant assurée par communication téléphonique entre les stations fixes, l'heure précise du repérage étant notée

\_ Le suivi sur plusieurs dizaines de kilomètres se fait à l'aide d'une antenne portable de type "Boucle" ou "Cadre" qui ne donne qu'une localisation approximative, et qui permet de savoir dans quel sens le Poisson se déplace.

Figure 1 : Positionnement de l'émetteur dans le tube digestif de l'aloise  
Figure 1 : Gut mounting of transmitter in shad



#### IV.5.2 UTILISATION D'UN RECEPTEUR MULTICANAUX :

##### .\_ POSTE DE VEILLE UNIDIRECTINELLE:

L'antenne Boucle ayant une orientation fixe, la détection d'une fréquence déterminée confirme le passage du Poisson correspondant.

En reliant le récepteur multicanaux à un enregistreur de terrain, l'heure de passage et l'identité de l'émetteur sont connus. Cependant, si aucun relevement angulaire n'a été fait à ce moment, la localisation du Poisson le long du barrage est impossible.

##### .\_ EXPLORATION AERIENNE :

Elle permet le pistage de plusieurs Poissons marqués dans un grand cours d'eau. Cette opération nécessite un suivi aérien pendant plusieurs jours. L'antenne de type fil est fixée le long de la carlingue. Celle du type cadre est embarquée dans l'habitacle. La précision de la localisation est de 100 à 300m.

#### V RESULTATS :

##### V.1 SUR LA FIABILITE DE LA TECHNIQUE ET DU SUIVI:

.\_ Selon Gueneau, (1986),

\* la fixation externe de l'émetteur radio donne un résultat mauvais:

.\_ perte de l'émetteur après un temps variant de 3 à 10j.

.\_ comportement préférentiel de devalaison laissant supposer un stress anormal.

\* l'ingestion de l'émetteur par voie buccale a été essayée avec succès sur le Saumon atlantique, la Grande Alose et la Carpe.

Quelques régurgitations de l'appareil chez 8 Saumons (l'un dans un état médiocre) et une Alose ont été notées.

.\_ L'introduction de l'émetteur dans la cavité abdominale est réalisée avec succès chez la Carpe et le Black bass (Todd et Rabeni, 1989; Steinbach, 1986).

Larimore et Garrel, (1985), ont montré que l'efficacité de cette méthode varie avec les espèces et la taille:

les Poissons d'assez grosse taille: >250mm (Micropterus dolomieu, Ictalurus punctatus, Hypentelium nigricans) donnent de bons résultats, alors que les autres non (tableau: Larimore et Garrel, 1985)

Cependant, même si elle ne modifie pas l'hydrodynamisme des Poissons, elle présente l'inconvénient d'une cicatrisation assez longue: 15j pour la truite (Zimmermann et al, 1975).

.\_ La radiotélémetrie est la seule technique qui a été réalisée avec succès sous une couche de glace ou dans de l'eau trouble ou profonde (tableau: Larimore et Garrel, 1985).

## V.2 SUR LE COMPORTEMENT ET LA PREFERENCE D'HABITAT:

.\_ Selon Todd et Rabeni, (1989),

\* Les Black bass sont surtout actifs avant le lever et après le coucher du soleil.

Leurs mouvements sont plus importants en été qu'en hiver, le mouvement interpool fréquent au printemps et celui de pool en pool en automne.

Les types de couverture les plus sélectionnés en hiver sont les rochers et les troncs d'arbres et jamais les racines; au printemps, le bois flotté (pendant la journée) et les rochers (pendant la nuit); en été le bois flotté et en automne les rochers.

Les racines non utilisées en hiver sont utilisés dans les autres saisons.

## VI\_ DISCUSSIONS :

### VI.1\_ SUR LA FIABILITE DE LA TECHNIQUE:

.\_ Selon Steinbach, (1986),  
\* la fiabilité de la technique d'implantation chirurgicale est prouvée par une excellente capacité de déplacement actif: un essai réalisé sur la Carpe a montré que plusieurs semaines après la récupération de l'émetteur, l'animal se portait bien, prouvant ainsi que son état physiologique était satisfaisant et leur comportement n'était pas perturbé. l'implantation par voie buccale est simple à réaliser et moins traumatisante pour le sujet manipulé, mais, la rétention définitive de l'appareil à l'intérieur du Poisson n'est pas assurée.

Le risque de régurgitation est minime chez la Carpe: une fois placé dans la partie antérieure de l'intestin, il a tendance à être ingéré encore plus profondément.

Cependant, ce type d'implantation peut fausser le résultat dans le cadre d'un suivi prolongé, soit par perturbation alimentaire, soit par complication intestinale due à l'occlusion engendrée (Steinbach, 1986).

Elle est considérée comme sans inconvénient notable dans le pistage de Saumon qui ne s'alimente pas pendant la migration. Le doute existait pour la Grande Alose, mais l'expérience n'a montré aucune gêne significative pendant les semaines de pistage.

L'implantation est plus rapide (moins d'une minute) et permet d'éviter l'anesthésie sur les Aloses qui la supportaient mal et n'est suivie d'aucun comportement pouvant être jugé anormal au cours des semaines de pistage suivant le lâcher.

### VI.2\_ SUR LE PISTAGE:

.\_ Steinbach et al, (1986), ont montré que les moyens mis en oeuvre pour le suivi conditionnent la réussite des opérations au même titre que le marquage.

Leur diversification (voie routière pour la rapidité d'exécution, fluviale pour la précision et aérienne pour l'extension géographique) permet de réaliser un pistage complet.

.\_ Selon Steinbach, (1986), le recours aux prospections fluviales s'est révélé être la solution la plus sûre pour les opérations de repérage quotidien.

### VI.3\_ SUR LE COMPORTEMENT ET LE PREFERENCE D'HABITAT:

.\_ Selon Baril et Gueneau, (1986), la technique de radio-tracking peut engendrer trois types de stress: le traumatisme lié à la capture, aux manipulations (marquage et transport) et au port de l'émetteur.

Or, le stress lié à la capture est probablement minime, ainsi que celui lié à la fixation stomacale de l'émetteur, en raison du faible rapport poids de l'émetteur-poids du Poisson. Donc, il ne peut être dû qu'à l'origine du transport.

En effet, les phénomènes de stress apparent n'ont été observés que chez les Saumons transportés en camion, pendant plusieurs heures avant leur libération. (devalaison, arrêt de la migration, etc...).

.\_ Par contre, Steinbach et al, (1986), ont montré que plusieurs observations tendent à prouver le stress provoqué par la manipulation:

- \* rétablissement rapide de leur équilibre dans le bac,
- \* manifestation d'une vivacité rassurante au moment de leur lâcher,
- \* reprise de la progression anadrome sans devalaison après quelques heures de récupération,
- \* capacité d'effort de nage,
- \* possibilité d'un suivi sur une longue période,
- \* preuve de mobilité même plus d'un mois après leur marquage.

.\_ Selon Baril et Gueneau, (1986), l'évolution de la température influe sur le comportement des Saumons. Il existe un seuil en dessous duquel, le Poisson ne tente pas de franchir l'obstacle.

.\_ Ceci a été confirmé par Steinbach et al, (1986), sur la migration des Aloses. En plus, ils ont montré l'influence d'une forte crue (devalaison sur plusieurs kilomètres en période de crue et remontée rapide en période de décrue).

.\_ Steinbach, (1986), a montré que la baisse de la température a immobilisé la Carpe.

.. De même, Faler, Miller et Welke, (1988), ont affirmé que le mouvement et la distribution des Ptychocheilus orogenensis (Northern squawfish) sont fonction du débit et de la vitesse du courant. Ces Poissons préfèrent une aire à faible vitesse de courant.

Pour un fort débit, les Ptychocheilus orogenensis restent dans une aire loin du barrage de Mc Nary, alors qu'à faible, ils se déplacent tout près. Ce qui explique la mortalité des jeunes Saumons (Salmo gairdneri, Oncorhynchus) qui migrent également à cette époque sous le barrage, le Ptychocheilus orogenensis étant leur prédateur. Ce qui leur permet de suggérer un projet qui limite l'interaction entre ces deux types de Poissons.

.. Larimore et Garrel, (1985), ont montré que:

Pour définir et délimiter les habitats préférés, on doit savoir quels sont les habitats disponibles, combien de temps un animal passe dans chaque habitat et pourquoi ?

\* Un animal peut passer la plus grande partie de son temps dans un habitat mais un plus petit séjour dans un autre habitat pourrait être critique à son existence.

La perche peut passer quelques jours de l'année dans des zones (à graviers) peu profondes des affluents, mais cet habitat est particulièrement important pour son existence.

De plus, elle peut occasionnellement aller à la recherche de nourriture dans des zones plus profondes.

\* Pour ces auteurs, le Biologiste tend à échantillonner l'habitat là où il s'attend à trouver sa proie et ignore les habitats pauvres. Or, si un animal se trouve dans un habitat situé au-delà de la capacité de l'équipement du collecte, le manque d'information qui en résulte conduit une répartition négative des préférences d'habitat.

L'habitat préféré doit être défini et redéfini pour différentes étapes de la vie, les périodes du jour ou des saisons, les types de cours d'eau et l'activité dans le cours d'eau telle que la recherche de nourriture, la ponte ou le repos.

\* On doit être prudent dans les tentatives de mettre en corrélation la somme de temps passé dans un habitat spécifique, calculée pour les différents niveaux d'eau, avec son utilité pour un animal aquatique ou pour sa communauté. Les aspects saisonniers et temporels du moment peuvent déterminer la valeur de l'habitat.

Les crues peuvent être à l'origine de créations et de destruction d'autres habitats. Elles peuvent modifier les apports trophiques, avantager la ponte de certains Poissons en détruisant les oeufs des autres espèces.

.\_ Todd et Rabeni, (1989) démontrent que l'activité et l'habitat utilisé par les Poissons varient en fonction des saisons:

\* les black bass (Smallmouth bass) restent dans une aire spécifique restreinte pendant la plupart des saisons, mais tendent à se disperser au Printemps.

Ils ne quittent cette aire que temporairement puis la plupart retournent (75%): ce sont des Poissons sédentaires.

\* Ils préfèrent surtout les rochers la nuit à cause de la forte densité des écrevisses entre ces rochers et qui constituent leur alimentation principale.

Le bois flotté et les racines sont les plus utilisés le jour, et la végétation aquatique boisée plutôt par les jeunes d'âge 0.

\* La profondeur intermédiaire (0.66) est déterminante et la vitesse de 0.2ms-1, et ceci pendant toute la saison.

\* Les types de substrat les plus utilisés sont de grande dimension (pavé ou rocher).

Ainsi, le choix de l'habitat est fonction de la profondeur, de la vitesse et du type de couverture.

## VII\_ CONCLUSION :

.\_ En matière de radio-pistage, un des choix techniques les plus importants réside dans la sélection d'un mode de fixation adapté à l'espèce étudiée et aux conditions d'expérimentation rencontrée.

En ce qui concerne la carpe, les deux solutions testées s'avèrent techniquement réalisables:

\* Elle supporte l'implantation chirurgicale sans manifester de trouble apparent ,

\* Le risque de régurgitation apparaît limité en cas d'insertion par voie buccale.

Quant aux Saumons, l'insertion stomacale s'est révélée fiable pour observer leur comportement à condition que la libération soit faite dans une zone calme à proximité du lieu de capture.

Il en est de même pour les Grandes Aloses.

\* L'insertion stomacale présente l'avantage de ne pas modifier l'hydrodynamisme de l'animal mais risque de perturber sa nutrition. Donc, elle se prête plutôt à des pistages de courte durée, à des observations indépendantes du comportement alimentaire.

\* L'insertion abdominale présente peu de limite d'utilisation sauf en ce qui concerne la propagation du signal sous l'eau.

\* Par ailleurs, l'implantation doit être faite en dehors de la période de maturation génitale.

\* Quant au choix de l'équipement utilisé, il doit être fait en fonction:

.\_ de la qualité de l'eau,

.\_ de la profondeur de l'eau,

.\_ de la fréquence,

.\_ de la portée,

.\_ de la taille des Poissons.

\* Si l'émetteur radio est particulièrement fiable pour suivre les grands migrateurs tels que les Saumons ou les Aloses en eau douce, le choix de l'appareil ultrasonique peut être préférable aux Poissons sédentaires d'eau profonde telle que la Carpe.

Ainsi cette méthode permet:

.\_ d'observer le plus grand nombre de Poissons à tout moment du jour ou de la nuit, pendant toutes les saisons (y compris sous la glace) et dans des cours d'eau de tailles différentes

.\_ de déterminer la préférence d'habitat des différentes espèces dans des conditions fluviales variées.

3EME PARTIE :

BIBLIOGRAPHIE

1. SUR LA RADIO-TRACKING:

ARMSTRONG, J.D. et al. A combined radio and acoustic transmitter for fixing direction and range of freshwater fish rafx. J. Fish. Biol., 1988, Vol. 33, N° 6, p. 879-884.

BARIL, D.; GUENEAU, P. Radio-tracking of adult Salmons Salmo salar in the river Loire France. Bull. Fr. Pêche Piscic., 1986, Vol. 59, N° 302, p. 86-105.

BOURGEOIS, C.E.; O'CONNEL, M.F. Observations on the seaward migration of atlantic salmon Salmo salar l. smolt through a large lake as determined by radiotelemetry and carlin tagging studies. Can. J. Zool., 1988, Vol. 66, N° 3, p. 685-691.

BUCKLEY, J.; KYNARD, B. Yearly movements of shortnose sturgeons Acipenser brevirostrum in the connecticut river USA. Trans. Am. Fish. Soc., 1985, Vol. 114, N° 6, p. 813-820.

DUTIL, J.D. et al. Tidal influence on movements and daily cycle of activity of American eels. Trans. Am. Fish. Soc., 1988, Vol. 117, N° 5, p. 488-494.

FALER, M.P.; MILLER, L.M.; WELKE, K.I. Effet of variation in flow on distributions of Northern Saqwfish in the Columbia river below McNary dam USA. N. Am. J. Fish. Manage., 1988, Vol 8, N° 1, p. 30-35.

GRUBER, B.H.; NELSON, D.H., MORRISSEY, J.F. Patterns of activity and space utilization of lemon sharks Negaprion brevirostris in a shallow bahamian lagoon. Bull. Mar. Sci., 1988, Vol. 41, p. 61-76.

GUENEAU, P. Radiotelemetry of Fish in a wide river. Bull. Fr. Pêche Piscic., 1986, Vol. 59, N° 302, p. 78-85.

HAMPTON, K.E.; WENKE, T.L.; ZAMRZLA, B.A. Movements of adult Striped bass tracked in Wilson reservoir Kansas USA. Prairie. Nat., 1988, Vol. 20, N° 3, p. 113-125.

HAYNES, J.M.; NETTLES, D.C. Fall movements of brown trout Salmo trutta in lake Ontario North America and a tributary. N. Y. Fish game J., 1983, Vol. 30, N° 1, p. 39-56.

HOCKIN, D.C.; O'HARA, K.; EATON, J.W. A radiotelemetric study of the movements of Grass Carp in British canal. Fish. Res. (Amst.), 1989, Vol. 7, N° 1-2, p. 73-84.

HUBERT, W.A.; LACKEY, R.T. Habitat of adult Smallmouth Bass Micropterus dolomieu in a Tennessee river reservoir USA. Trans. Am. Fish. Soc., 1980, Vol. 109, N° 4, p. 364-370.

HURLEY, S.T.; HUBERT, W.A.; NICKUM, J.G. Habitats and movements of Shovelnose sturgeons in the upper Mississippi river USA. Trans. Am. Fish. Soc., 1987, Vol. 116, N° 4, p. 655-662.

KNIGHT, A.E.; MARANCIK, G.; LAYZER, J.B. Monitoring movements of juvenile anadromous fish by radio telemetry. Prog. Fish-cult., 1977, Vol. 39, N° 3, p. 148-150.

LABAR, G.W.; CASAL, J.A.H.; DELGADO, C.F. Local movements and population size of European eels Anguilla anguilla in a small lake in Southwestern Spain. Environ. Biol. Fishes, 1987, Vol. 19, N° 2, p. 111-118.

LARIMORE, R.W.; GARRELS, D.D. Assessing habitats used by warmwater stream fishes. Fisheries, 1985, Vol 10, p. 10-16.

NETTLES, D.C.; HAYNES, J.M.; OLSON, R.A.; WINTER, J.D. Seasonal movements and habitats of brown Trout Salmo trutta in Southcentral lake Ontario New York USA. J. Gr. Lakes Res., 1987, Vol. 13, N° 2, p. 168-177.

POWER, J.H.; MCCLEAVE, J.D. Riverine movements of Hatchery reared atlantic salmon Salmo salar upon return as adults. Enviro. Biol. Fishes, 1980, Vol. 5, N° 1, p. 3-14.

QUINN, T.P. Estimated swimming speeds of migrating adult Sockeye salmon. Can. J. Zool., 1988, Vol. 66, N° 10, p. 2160-2163.

SAUATZ, J.; THOMAS, M. Movements and habitat selection of introduced adult Largemouth bass Micropterus salmoides in an Illinois lake USA. Trans. Ill. State Academy Sci., 1985, Vol. 78, N° 3-4, p. 191-198.

SAVITZ, J.; FISH, P.A.; WESZELY, R. Habitat utilization and movement of fish as determined by radiotelemetry. J. Freshwater Ecol., 1983, Vol. 2, N° 2, p. 165-174.

STEINBACH, P. Radio-tracking test of Carp Cyprinus carpio. Bull. Fr. Pêche Piscic., 1986, Vol. 59, N° 302, p. 118-121.

STEINBACH, P. et al. Radio-tracking of atlantic Shads Alosa alosa in the river Loire France. Bull. Fr. Pêche Piscic., 1986, Vol 59, N° 302, p. 106-117.

TODD, B.L.; RABENI, C.F. Movement and habitat use by stream dwelling Smallmouth bass. Trans. Am. Fish. Soc., 1989, Vol. 118, N° 3, p. 229-242.

TRANQUILLI, J.A. et al. Radio telemetry observations on the behavior of Largemouth bass in a heated reservoir. Ill. Nat. Hist. Surv. Bull. (US), 1981, Vol. 32, N° 4, p. 559-584.

TYUS, H.M. Homing behavior noted Colorado Squawfish Ptychocheilus lucius. U.S. Fish and Wildlife Service, 1985, Vol.1985, N° 1, p. 213-215.

TYUS, H.M. Radio-tracking Rare fishes Green river Utah. Underwat. telem. Newsl., 1981, Vol. 11, N° 1, p. 11.

TYUS, H.M.; BURDICK, B.D., MCDA, C.W. Use of radiotelemetry for obtaining habitat preference data on Colorado squawfish. N. Am. J. Fish. Manage., 1984, Vol. 4, N° 2, p. 177-180.

CLEUGH, T.R.; RUSSELL, L.R. Radio tracking Chinook salmon Oncorhynchus tshawytscha to determine migration delay at whitehorse rapid dam yukon territory Canada. Can. Fish. Mar. Serv. Manuscr. Rep., 1980, Vol 0, N° 1459, p. I-V, 1-43.

WOOLEY, C.M.; CRATEAU, E.J. Movement microhabitat exploitation and management of gulf of Mexico Sturgeon Acipenser oxyrinchus, Desotoi apalachicola river Florida USA. N. Am. J. Fish. Manage., 1985, Vol 5, N° 4, p. 590-605.

ZIMMERMANN, F.; GERAD, H.; CHARLES, D. Le radio-tracking des Vertébrés: Conseils et techniques d'utilisation. Terre et Vie, 1976, Vol. 30, N° 3, p. 309-346.

## 2. SUR L'ULTRASONIC TRACKING:

BRAWN, V.M. Behavior of atlantic salmon Salmo salar during suspended migration in an estuary sheet harbour Nova scotia Canada observed visually and by ultrasonic tracking. Can. J. Fish Aquat. Sci., 1982, Vol 39, N° 2, p. 248-256.

COUTANT, C.C.; CARROLL, D.S. Temperatures occupied by 10 ultrasonic tagged Striped bass in fresh water lakes. Trans. Am. Fish. Soc. (US), 1980, Vol. 109, N° 2, p. 195-202.

CROSSMAN, E.J. Displacement and home range movements of Muskellunge determined by ultrasonic tracking. Environ. Biol. Fishes, 1977, Vol 1, N° 2, p. 145-158.

DIANA, J.S. Diel activity pattern and swimming speeds of Northern pike Esox lucius in lake St anne Alberta Canada. Can. J. Fish Aquat. Sci., 1980, Vol. 37, N° 9, p. 1454-1458.

DODSON, J.J.; LEGGETT, W.C. Behavior of adult american shad Alosa sapidissima homing to the connecticut river from long island sound. J. Fish. Res. Board Can., 1973, Vol. 30, N° 12, p. 1847-1860.

GRUBER, S.H.; NELSON, D.R.; MORRISSEY, J.F. Patterns of activity and space utilization of lemon sharks Negaprion brevirostris in a shallow bahamian lagoon. Bull. Mar. Sci., 1988, Vol. 43, N° 1, p. 61-76.

GUSAR, A.G. et al. The results of ultrasonic telemetry of the carp Cyprinus carpio in a wintering pound during the winter period. Folia Zool., 1989, Vol.38, N° 1, p. 87-95.

HAMPTON, K.E.; WENKE, T.L.; ZAMRZLA, B.A. Movements of adults striped bass tracked in wilson reservoir Kansas USA. Prairie Nat., 1988, Vol. 20, N° 3, p. 113-125.

JOHNSEN, P.B.; HASLER, A.B. Winter aggregations of carp Cyprinus carpio as revealed by ultrasonic tracking. Trans. Am. Fish. Soc., 1977, Vol. 106, N° 6, p. 556-559.

KELSO, J.R.M.; KWAIN, W.H. The post spawning movement and diel activity of rainbow trout Salmo gairdneri as determined by ultrasonic tracking in batchawana bay lake superior Ontario Canada. Can. Field Nat., 1984, Vol. 98, N° 3, p. 320-330

KELSO, J.R.M. Density distribution and movement of Nipigon bay Ontario Canada fishes in relation to a pulp and mill effluent. J. Fish. Res. Board Can., 1977, Vol 34, N° 6, p. 879-885.

KELSO, J.R.M. Influence of thermal effluent on movement of brown bullhead Ictalurus nebulosus as determined by ultrasonic tracking. J. Fish. Res. Board Can., 1974, Vol. 31, N° 9, p. 1507-1513.

LAGARDERE, J.P.; SUREAU, D. Changes in the swimming activity of the sole Solea vulgaris guensel 1806 in relation to winter temperatures in a saltmarsh observations using ultrasonic telemetry. Fish. Res., 1989, Vol. 7, N° 3, p. 233-240.

LAGARDERE, J.P. et al. Ultrasonic tracking of common sole juveniles Solea vulgaris guensel 1806 in a saltmarsh methods and fish response to some environmental factors. J. Appl. Ichthyol., 1988, Vol. 4, N° 2, p. 87-96.

MADISON, D.M. et al. Migratory movements of adult sockeye salmon Oncorhynchus nerka in coastal British Columbia as revealed by ultrasonic tracking. J. Fish. Res. Board Can., 1972, Vol. 29, N° 7, p. 1025-1033.

MALININ, L.K.; PODDUBNYI, A.G.; GAIDUK, V.V. Stereotypes of the Volga sturgeon behavior in the region of Saratov hydro electric power station before and after the river regulation. Zool. Zh., 1971, Vol 50, N° 6, p. 847-857.

MCCLEAVE, J.D.; LABAR, G.W.; KIRCHEIS, F.W. Within season homing movements of displaced mature sunapee trout Salvelinus alpinus in floods pond maine USA. Trans. Am. Fish. Soc., 1977, Vol. 106, N° 2, p. 156-162.

OLLA, B.L.; BEJDA, A.J.; MARTIN, A.D. Daily activity movements feeding and seasonal occurrence in the Tautog tautoga onitis. US Nat. Mar. Fish. Serv. Fish. Bull., 1974, Vol. 72, N° 1, p. 27-35.

PRINCE, E.D.; MAUGHAN, D.E. Ultrasonic telemetry technique for monitoring Bluegill movement. Prog. Fish-cult., 1978, Vol. 40, N° 3, p. 90-93.

QUINN, T.P. Estimated swimming speeds of migrating adult sockeye salmon. Can. J. Zool., 1988, Vol. 66, N° 10, p. 2160-2163.



ROSS, L.G.; WATTS, W.; YOUNG, A.H. An ultrasonic bio telemetry system for the continuous monitoring of tail beat rate from free swimming fish. J. Fish Biol., 1981, Vol. 18, N° 4, p. 479-490.

STANDORA, E.A.; NELSON, D.R. A telemetric study of the behavior of free swimming pacific angel sharks Squatina californica. Bull. South. Calif. Acad. Sci., 1977, Vol. 76, N° 3, p. 193-201.

STASKO, A.B.; ROMMEL, S.A.J.R. Swimming depth of adult American eels Anguilla rostrata in a salt water bay as determined by ultrasonic tracking. J. Fish. Res. Board Can., 1974, Vol. 31, N° 6, p. 1148-1150.

SUMMERFELT, R.C.; MOSIER, D. Transintestinal expulsion of surgically implanted dummy transmitters by channel catfish Ictalurus punctatus. Trans. Am. Fish. Soc., 1984, Vol. 113, N° 6, p. 760-766.

TESCH, F.W. Telemetric observations on the spawning migration of the eel Anguilla anguilla west of the European continental shelf. Enviro. Biol. Fishes, 1978, Vol. 3, N° 2, p. 203-210.

TYTLER, P. et al. A comparaisn of the patterns of movement between indigenous and displaced brown trout Salmo trutta in a small shallow loch. Proc. R. Soc. Edin. Sect. B. Biol., 1978, Vol. 76, N° 4, p. 245-268.

TYTLER, P.; HOLLIDAY, F.G.T. Temporal and spacial relationships in the movements of loch dwelling brown trout Salmo trutta recorded by ultrasonic tracking for 24 hours. J. Fish Biol., 1984, Vol. 24, N° 6, p. 691-702.

TYTLER, P.; THORPE, J.E.; SHEARER, W.M. Ultrasonic tracking of atlantic salmon smolts Salmo salar in the estuaries of 2 scottish rivers. J. Fish Biol., 1978, Vol. 12, N° 6, p. 575-586.

WESTERBERG, H. Ultrasonic tracking of atlantic salmon Salmo salar 1. Movements in coastal regions. Inst. Freshwater Res. Drottningholm Rep., 1982, Vol. 0, N° 60, p. 81-101.

WESTERBERG, H. Ultrasonic tracking of atlantic salmon Salmo salar 2. Swimming depth and temperature stratification. Inst. Freshwater Res. Drottningholm Rep., 1982, Vol. 0, N° 60, p. 102-120.



\* 9 5 4 2 9 4 G \*