

INTRODUCTION A L'ETUDE ECOLOGIQUE D'UN COURS D'EAU (*)

par **J. ARRIGNON**

Ingénieur I.A.N. — Chargé de la 1^{re} Région Piscicole
au Conseil Supérieur de la Pêche

ABSTRACT

The standard study aims at giving the hydrobiological situation of one river at the time of the study.

That situation concerns the morphodynamic, physical, chemical, phytozoological characteristics, the population of fishes and their relationships, with the anterior situation estimate and the actual situation diagnostic.

It can give rise to ecological evolution hypotheses established according to the modifications of the aquatic environment.

In the most frequent cases, it is followed by some instructions or propositions for the best and wished hydrobiological management of the river.

INTRODUCTION

L'étude écologique a pour objet de donner la situation hydrobiologique d'un cours d'eau au moment de l'étude.

Cette situation concerne les caractères physico-chimiques, les composants phyto-zoologiques, les populations piscicoles du cours d'eau avec appréciation de la situation antérieure et diagnostic de la situation présente.

L'étude écologique est un constat de situation si elle sert de base à des travaux scientifiques ou à des travaux techniques d'information synthétique (carte piscicole, par exemple).

Elle peut aussi être prolongée par des hypothèses d'évolution établies en fonction de modifications de milieu et, dans les cas les plus concrets — et les plus fréquents — être assortie de directives d'aménagement piscicole du milieu aquatique.

Pour les instances ayant à connaître des problèmes présentant quelque rapport avec les eaux courantes, l'étude écologique est un document de base précieux par le nombre de données exposées, par les corrélations établies et par le diagnostic qui en découle.

1 - PREPARATION

Une étude éco-hydrobiologique concerne un tronçon de cours d'eau ou l'ensemble d'un cours d'eau.

Elle procède d'investigations variées dans le milieu aquatique donnant la connaissance des diverses biocénoses en place.

C'est ainsi qu'il est souvent nécessaire de faire une approche géologique du sous-sol, pédologique du sol, de déterminer l'incidence de la fluctuation décennale et saisonnière de la nappe phréatique sur le débit des sources, en relation avec la climatologie de la région considérée.

Il est également nécessaire d'apprécier l'impluvium de la vallée, c'est-à-dire la répartition et la proportion de couvertures végétales plus ou moins denses et plus ou moins constantes. Cette démarche conduit à déterminer l'implantation, la nature, l'incidence directe et indirecte de l'activité humaine sur le milieu aquatique en question.

(*) *Courtoisie de la Revue Forestière Française - XXIII-5-1971 - Nancy.*

L'information à ce niveau est tributaire de documents d'ordre général, d'ordre local et d'ordre spécial : couvertures cartographiques, géographiques, géologiques et pédologiques de situation et de détail, allant du 1/500.000 au 1/25.000.

— éléments topographiques ordinaires allant du 1/10.000 au 1/2.000 (plans cadastraux) ou extraordinaires (plans levés à l'occasion des travaux connexes au remembrement, par exemple).

— documents spéciaux, relatifs à la climatologie, à l'hydrographie, à l'hydrologie du site ou du bassin (Bulletin climatologique régional ou départemental, profils en long de l'Institut géographique national, courbes de tarage des Services régionaux d'aménagement des eaux et des Directions départementales de l'Agriculture, fiches barrages des Ponts et Chaussées, documents de l'Office national des forêts).

L'implantation humaine et l'appréciation prospective de ses activités proviennent de la consultation des schémas directeurs et des plans d'urbanisme dressés par les organismes d'étude de l'Aménagement du territoire (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale - Commission de développement économique régional - Organisation d'études d'aménagement de l'aire métropolitaine - Sociétés de mise en valeur, etc.), ou encore de monographies et de thèses monographiques résultant d'études ponctuelles.

Une étude écologique implique également l'exploitation préalable de données hydrobiologiques concernant le milieu lui-même : dossiers piscicoles et cartes piscicoles, informations circonstanciées se rapportant à des faits nouveaux ou insolites (constitution de nouvelles sociétés de pêche, évolution de l'effort de pêche dans une zone considérée, apparition ou progression d'une maladie à caractère épidémique, propagation subite d'espèces nouvelles, etc.).

L'étude écologique demande donc des travaux préparatoires importants.

Recherche cartographique générale. Institut géographique national (I.G.N.)

locale	Cadastre, Direction départementale de l'Agriculture (D.D.A.) Direction départementale de l'Équipement (D.D.E.)
géologique	Institut géographique national, Bureau de recherches géologiques et minières (B.R.G.M.)
pédologique	Institut géographique national, Institut national de la recherche agronomique (I.N.R.A.)
hydrographique	Institut géographique national, Service régional d'aménagement des eaux (S.R.A.E.), Agences financières de bassin, Bureau de recherches géologiques et minières.

Documentation générale

Schémas	Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale (D.A.T.A.R.), Commission de développement économique régional (C.O.D.E.R.), Organisation d'études d'aménagement de l'aire métropolitaine (O.R.E.A.M.), Sociétés de mise en valeur
Monographie	Université, divers
Climatologie	Bulletin climatologique départemental et Bulletin régional
Hydrologie	Service régional d'aménagement des eaux, Bureau de recherche géologique et minière, Electricité de France, et sociétés diverses.

Documentation hydrobiologique

Dossiers piscicoles : Régions piscicoles
Cartes piscicoles : Régions piscicoles et divers.

Enquêtes et rapports	Garde-pêche, Fédérations, Association de pêche et de pisciculture, Centre national d'études et de recherches technologiques pour l'agriculture, les forêts et l'équipement rural (C.E.R.A.F.E.R.), Autres laboratoires et divers.
Etudes et références	Centre national de la recherche scientifique (C.N.R.S.), Institut national de la recherche agronomique (I.N.R.A.), Universités, divers.

2 - EXECUTION

L'étude éco-hydrobiologique résulte également — et surtout — de séries d'investigations dans le milieu aquatique donnant connaissance de la structure et de l'évolution des diverses populations aquatiques en place.

Les investigations portent simultanément sur l'environnement, le support, sur la hiérarchie des biomasses et singulièrement sur la biomasse constituée par les poissons.

Chaque investigation est tributaire d'un inventaire dans le milieu aquatique. A ce jour un tel inventaire, pour être suffisamment rigoureux, ne peut être effectué que par pêches électriques et échantillonnages, suivis de spéculations statistiques.

Le principe de ces travaux de terrain puis de laboratoire et de bureau d'études peut être exposé comme suit.

2.1 - Nature de l'investigation

L'étude écologique d'une rivière dans son ensemble ou sur une partie importante de son cours (2 à 50 kilomètres) demande que l'on procède à un inventaire floristique et faunistique des stations les plus représentatives des différents faciès qu'elle présente.

La reconnaissance du cours, première phase de l'investigation, doit donc être suivie d'un choix judicieux des stations ou « secteurs » à inventorier, puisque l'utilisation des renseignements en découlant se fera par extrapolation.

L'étude physique de l'environnement, l'analyse chimique du support, les échantillonnages de la flore et de la faune d'invertébrés, les pêches électriques du cheptel piscicole, l'étude dynamique du milieu et des populations confèrent à cette investigation une certaine rigueur et permettent d'établir un diagnostic sérieux de « l'état » du cours d'eau en cause.

A fortiori, cette étude peut, en restituant au biologiste l'évolution des composants du milieu (support, substratum, végétaux supérieurs et inférieurs, animaux inférieurs et supérieurs) faire apparaître les phénomènes insolites ou non qui conditionnent l'évolution de ce milieu dans un sens favorable ou non.

Dans cette perspective, la reconnaissance du cours d'eau considéré, les prises d'échantillons de faune et de flore aquatiques, les analyses chimiques de l'eau prélevée en différents points caractéristiques, doivent parfois être opérés saisonnièrement et préalablement à l'inventaire démographique par pêche électrique, sans toutefois constituer un impératif : il s'agit là d'une appréciation des problèmes posés par le cours d'eau, d'un choix et d'une hiérarchie des moyens d'investigation nécessaires à leur étude.

2.2 - Principe de l'inventaire

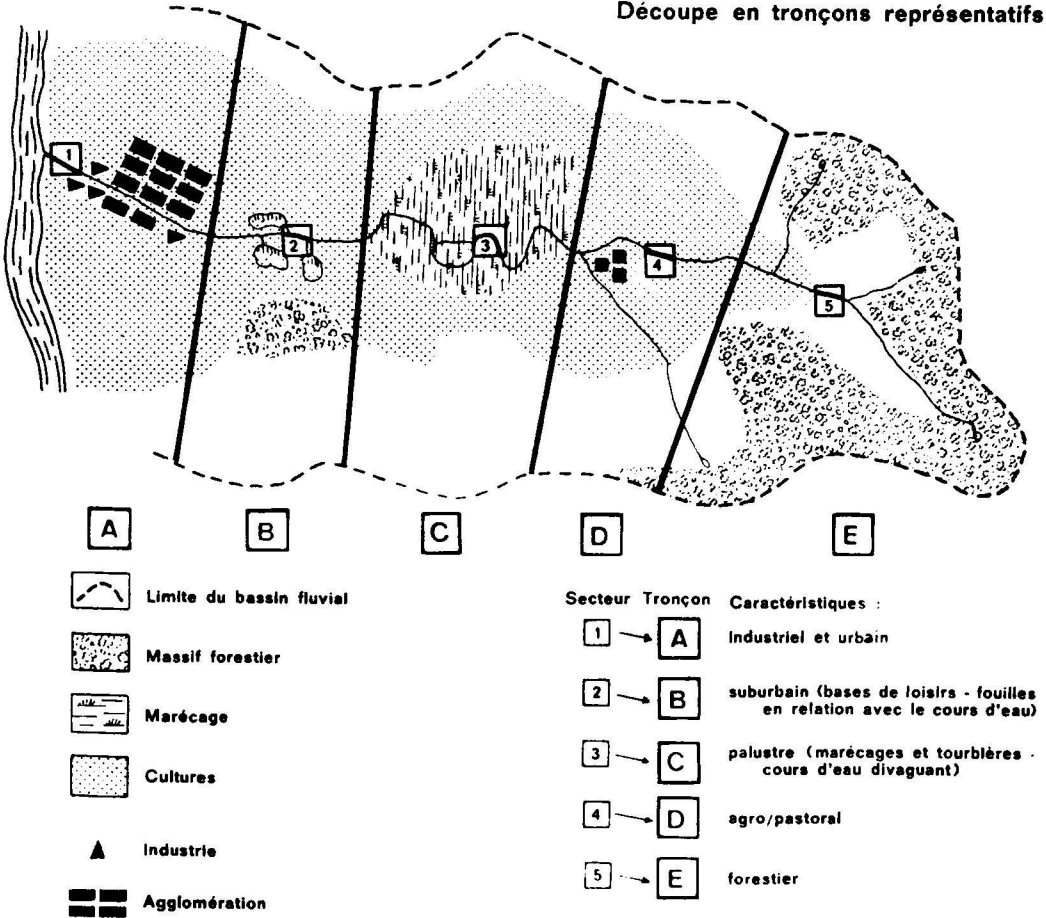
La reconnaissance du cours d'eau permet d'effectuer un découpage tenant compte de critères tels que : pente, vitesse de courant, section de la vallée, nature des berges et du fond, degré apparent de la dégradation, effort de pêche, interventions dans le

milieu (curage, dévasage, consolidation des berges, empoissonnements, déversements de matériaux, etc.) dont la conjonction donne les différents faciès du cours d'eau.

Ce découpage fait donc apparaître des tronçons, dans chacun desquels il convient de choisir un secteur de travail, livrant lui-même la représentation optimale de ce tronçon. Ce secteur d'inventaire est l'unité de travail sur le terrain comme au laboratoire et au bureau d'études. Il peut avoir un développement plus ou moins long et être divisé en sous-secteurs si les conditions d'exécution l'exigent. Pour des questions de commodité, sa longueur est généralement un multiple de 100 mètres.

ÉTUDE HYDROBIOLOGIQUE D'UN COURS D'EAU

Découpe en tronçons représentatifs



Chaque secteur est isolé par pose de filets ou d'écrans électriques portatifs afin d'éviter qu'immigrations et émigrations n'interviennent pendant et entre les phases de captures. Suivant les méthodes de calcul employées deux ou plusieurs pêches successives sont effectuées avec tranquillisation des poissons capturés, mensuration, pesée, marquage éventuel, prélèvement d'écaillés.

Deux méthodes de calcul les plus employées sont brièvement exposées ci-après.

● Méthode de Petersen

Elle consiste, lors d'une première pêche, à capturer dans le secteur d'inventaire le maximum de sujets, à les marquer puis les redéverser dans le même secteur.

Une seconde pêche dans les mêmes conditions permet la capture de sujets marqués et de sujets non marqués qui avaient échappé à la phase de capture précédente. Le pourcentage des derniers par rapport aux premiers et à l'ensemble des captures conduit à l'obtention du nombre le plus probable d'habitants du secteur considéré, avec calcul des limites de confiance à accorder à ce nombre

$$P = \frac{m(u+r)}{r}$$

où

P = valeur la plus probable de la population de poissons
m = nombre de sujets marqués lors de la première pêche et redéversés
r = nombre de sujets marqués recapturés lors de la deuxième pêche
u = nombre de sujets non marqués, capturés lors de la deuxième pêche

● Méthode « de Lury »

Cette méthode est basée sur le principe suivant : si l'on effectue des pêches successives dans un même secteur bien isolé, sans y réintroduire les poissons pêchés et si l'effort, de même que les conditions de pêche, demeurent identiques, les captures diminuent chaque fois.

Le nombre de poissons capturés à chaque passage est proportionnel au nombre de poissons qui étaient présents dans le secteur juste avant ce passage.

Une troisième pêche est parfois nécessaire ; la population piscicole la plus probable est alors obtenue par le tracé d'une droite de régression

$$P = \frac{m^2}{m-n}$$

où

P = valeur la plus probable de la population de poissons
m = nombre de sujets capturés lors de la première pêche
n = nombre de sujets capturés lors de la deuxième pêche

3 - IMPERATIFS DE L'ETUDE

3.1 - Ampleur de l'investigation

Pour qu'elle puisse avoir quelque valeur, l'investigation doit porter sur au moins 2 kilomètres et, au mieux, sur l'ensemble du cours à étudier.

C'est dire que l'instance chargée de l'étude doit pouvoir choisir librement les secteurs d'inventaire, en fonction des divers faciès de la rivière, des divers tronçons qu'elle présente.

Il est le plus souvent nécessaire de tenir compte pour ce choix non seulement de l'accessibilité des lieux mais encore de l'autorisation des propriétaires riverains et des détenteurs du droit de pêche.

Une investigation limitée dans le temps et surtout dans l'espace peut conduire à des conclusions extravagantes.

C'est la raison pour laquelle, si l'objet premier de l'étude est d'étudier l'incidence écologique de déversements quelconques, d'effluents polluants, d'introduction en un endroit précis d'espèce de poissons étrangère à la population indigène, il convient de prévoir les investigations sur deux plans :

— **le plan spatial** : il conviendra de choisir des secteurs d'inventaire situés de façon telle qu'ils soient représentatifs

- a) l'un, d'un tronçon amont qui sert de tronçon de référence, à l'abri du « stress » écologique (amont d'un impact de pollution, par exemple) ;
- b) le second, du tronçon supportant le « stress » ;

c) les suivants, plus en aval, de tronçons d'observation des conséquences écologiques du stress et de leur évolution ;

d) le plus en aval, éventuellement, du tronçon aval de seconde référence (pour situer la capacité d'auto-épuration du cours d'eau, en fonction de la nature et de l'importance du polluant, par exemple, et en fonction du débit, de la pente et d'autres caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du cours d'eau).

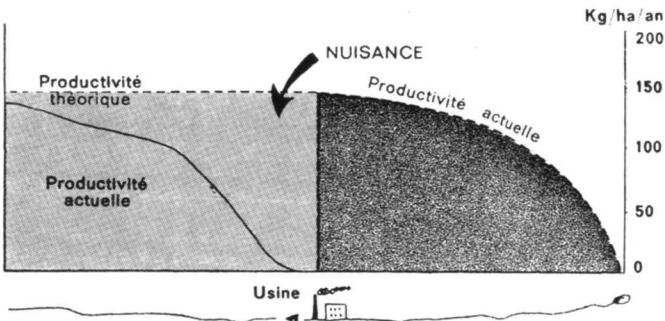
A chaque tronçon correspond, comme il est dit plus avant, un secteur d'étude plus ou moins long (multiple de 100 m).

— **le plan temporel** : dans l'hypothèse la plus favorable (celle où l'on connaît à l'avance la date du « stress »), on a retenu l'ordre chronologique d'intervention suivant :

- 1) Une phase préalable à l'événement écologique prévu ;
- 2) Une phase pendant cet événement (si possible) ;
- 3) Une phase un mois après l'événement ;
- 4) Une phase au printemps suivant ;
- 5) Eventuellement une phase après (1) ou (2) suivant le cas.

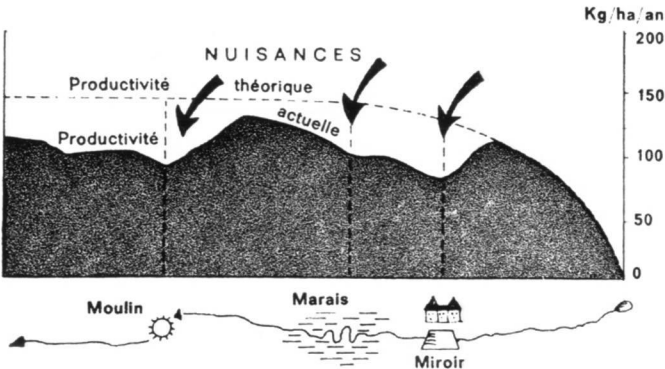
Ces différentes phases permettent d'apprécier le comportement des différentes espèces de la population du cours d'eau étudié, éventuellement le degré de réinstallation, et de donner en conséquence une appréciation de la situation ainsi que les directives d'aménagement apparaissant les plus souhaitables.

En raison de son prix de revient élevé et de la mobilisation de personnel et de matériel qu'elle entraîne, une telle étude écologique ne peut être entreprise que dans des



BILAN PISCICOLE FOURNI PAR L'ÉTUDE HYDROBIOLOGIQUE :

1 - d'un cours d'eau soumis à un impact polluant



2 - d'un cours d'eau affecté par une succession de nuisances

cas limités et doit être justifiée par des motifs particulièrement graves et importants (pollution aiguë par exemple).

3.2 - Calibre du cours d'eau

La possibilité d'évolution des opérateurs pêchant à l'électricité dans la rivière limite le calibre des cours d'eau pouvant être inventoriés.

Le premier impératif est constitué par la profondeur qui ne saurait excéder un mètre à partir du vieux fond.

Le second est constitué par la largeur ; on ne peut compter sur une efficacité raisonnable de la pêche lorsque l'on traite un cours d'eau ayant plus de 15 mètres de large (5 électrodes pêchant de front).

Le troisième tient au débit. Si un courant d'eau trop rapide s'ajoute à l'attraction du champ électrique, le poisson est « balayé » et les épuisetiers le récupèrent difficilement.

Cela étant, l'étude dynamique des populations piscicoles ne peut être conduite que dans des cours d'eau de petit et de moyen calibres, c'est-à-dire d'une largeur n'excédant pas 15 mètres, d'une profondeur maximale de 1 mètre et ayant une vitesse de courant inférieure à 0,75 mètre/seconde.

En ce qui concerne les cours d'eau à population de poissons présentant un caractère migrateur physiologique (remontée sur les frayères par exemple), une telle étude doit porter sur l'ensemble du cours d'eau à étudier ou, à l'extrême rigueur sur une portion particulièrement représentative au moins égale à 2 kilomètres.

4 - NOTIONS PARTICULIERES ENTRANT DANS L'ETUDE

L'étude fait appel à des mesures et analyses physico-chimiques, à des échantillonnages phytozoologiques, à des inventaires de poissons dont les données sont exploitées par corrélation pour donner une situation.

Certaines exploitations méritent d'être explicitées.

4.1 - Détermination de l'indice biotique

Les organismes français chargés de l'étude et du contrôle de la qualité des eaux superficielles ont cherché à mettre au point une méthode d'appréciation de la qualité des eaux, sur le plan biologique, adaptée aux moyens disponibles (voitures-laboratoires confiées à des techniciens spécialement formés).

La méthode mise au point et employée en Grande-Bretagne, a été adaptée aux caractéristiques des eaux françaises par Tuffery et Verneaux.

L'appréciation de la qualité de l'eau, sur le plan biologique, repose sur un échantillonnage des invertébrés aquatiques (benthos et périphyton). Une note globale ou « indice biotique » est attribuée d'après un tableau type, en fonction de la nature et du nombre des espèces rencontrées, en fonction de leur qualité d'indicateur, telle qu'elle apparaît dans le tableau, en fonction enfin des associations qu'ils constituent. Il est procédé à un échantillonnage distinct pour chaque faciès : calme (faciès lentique) et courant (faciès lotique).

Cet indice chiffré de I à X est calculé en reportant les résultats de l'échantillonnage des invertébrés au tableau standard de détermination des indices biotiques.

Tableau standard de détermination des indices biotiques

I Groupes faunistiques	II	III Nombre total des unités systématiques présentes				
		0-1	2-5	6-10	11-15	16 et +
1 Plécoptères ou Ecdyonuridés	1 + d'une U.S. (1)	—	7	8	9	10
	2 1 seule U.S.	5	6	7	8	9
2 Trichoptères à fourreaux	1 + d'une U.S.	—	6	7	8	9
	2 1 seule U.S.	5	5	6	7	8
3 Ancyliés Ephéméroptères sauf Ecdyonuridés	1 + de 2 U.S.	—	5	6	7	8
	2 2 ou - de 2 U.S.	3	4	5	6	7
4 <i>Aphelocheirus</i> Odonates ou Gammaridés ou Mollusques (sauf Sphaéridés)	0 Toutes les U.S. ci-dessus absentes	3	4	5	6	7
5 <i>Asellus</i> ou Hirudinés ou Sphaéridés ou Hémiptères (s.) <i>Aphelocheirus</i>	0 Toutes les U.S. ci-dessus absentes	2	3	4	5	—
6 Tubificidés ou Chironomidés des Groupes <i>Thumniplumosus</i>	0 Toutes les U.S. ci-dessus absentes	1	2	3	—	—
7 Eristalinés	0 Toutes les U.S. ci-dessus absentes	0	1	1	—	—

(1) Unité systématique choisie.

(La limite de détermination pratique des unités systématiques limite de pollution est donnée ci-après.)

Limites des déterminations pratiques

Ordres	Limites	Ordres	Limites
Plécoptères	genre	Crustacés	famille
Trichoptères	famille	Mégaloptères	genre
Ephéméroptères	genre	Hémiptères	genre
Odonates	genre	Diptères	famille
Coléoptères	famille	Planaridés	genre
Mollusques	genre	Hirudinés	genre
		Oligochètes	famille

Chaque station étudiée est caractérisée par trois informations : indice biotique en faciès lotique, indice biotique en faciès lentique et différence d'indices entre les deux faciès.

Outre l'appréciation de la qualité de l'eau en un secteur donné, il est possible, dans le cadre d'études d'ensemble de rivières, d'évaluer l'intensité des pollutions et l'importance des zones polluées ainsi que la capacité d'auto-épuration d'un cours d'eau pour le type de pollution considéré.

4.2 - La productivité piscicole

Les définitions générales et ordinaires donnent pour le terme production : « action de produire, ce qui est produit » — et pour productivité : « faculté de produire, état de ce qui est produit, rapport mesurable entre une production donnée et un seul, ou l'ensemble, des facteurs mis en œuvre ».

Sur le plan piscicole, la production sera la quantité de poisson réellement produite dans une unité de temps (l'année), en unité de poids (le kilogramme), parfois en individus lorsque la production est homogène, par unité de surface (l'hectare de plan d'eau, de cours d'eau) ou, parfois, quand ce dernier est homogène, par unité de longueur (le kilomètre). A noter que les productions exprimées en Unités/Ha/An, en Kg/Km/An sont toujours accompagnées de leur valeur en Kg/Ha/An.

La productivité sera la potentialité, la possibilité de production : ce que tel étang, tel cours d'eau peut produire, compte tenu d'une valeur connue de tous ses composants, organiques et inorganiques.

Elle peut être calculée de 3 façons :



Chantier de pêche dans un secteur d'inventaire. En tête, les porteurs d'électrodes. En deuxième ligne, les épuisetiers chargés de récupérer le poisson. En troisième ligne, les porteurs de bassine chargés de le stocker en attente de transfert vers le chantier de marquage

Photo ARRIGNON

● **La formule Léger/Huet/Arrignon**

$$V_1 = K \times B \times L$$

dans laquelle

V_1 = Productivité annuelle théorique en kilogramme par kilomètre de rivière

B = Capacité biogénique (de I à X)

L = Largeur du cours d'eau

K = Coefficient de productivité

Le coefficient K résulte lui-même du produit de plusieurs facteurs :

$$K = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

K_1 = caractéristiques thermiques de l'habitat (température de l'eau)

K_2 = caractères chimiques de l'habitat

$K_2 = 1$ (eaux acides)
 $K_2 = 1,5$ (eaux alcalines)

K_3 = espèces de poissons

$K_3 = 1$ (salmonidés)
 $K_3 = 1,5$ (cyprins d'eaux vives)
 $K_3 = 2$ (cyprins d'eaux calmes)

K_4 = âge de poissons

$K_4 = 1$ (plus de 6 mois)
 $K_4 = 1,5$ (moins de 6 mois)

K_5 = caractéristiques de l'impluvium

$K_5 = 0,8$ (impluvium urbain)
 $K_5 = 1,8$ (impluvium herbager)

● **Formule de Timmermans (d'après Huet)**

On admet généralement que le poids total d'une population piscicole est au moins égal au double de la production annuelle. Cela revient à écrire que la productivité en Kg/Ha/An est égale à la moitié du stock en place, élément qui nous est donné dans chaque secteur :

$$W_2 = \frac{P + P' + P'' \dots + P_n}{2} + \frac{q}{2}$$

où

P ; P' ; P'' P_n représentent les poids des truites âgées de X ; X' ; X'' ;
 X_n années, se trouvant à l'hectare,

et q la quantité d'espèces secondaires et prédatrices rapportées à l'hectare (à l'exception des espèces d'accompagnement destinées à être consommées par les espèces carnassières).

● **Productivité calculée à partir de la structure de la population**

Connaissant le nombre de sujets atteignant l'âge $X = N$ et le nombre de sujets atteignant l'âge $X' = N'$ pesant respectivement P et P' , la production nette, au cours de cette période ($X - X'$) sera donc de

$$W = \frac{P - P'}{2} (X - X')$$

Par addition des productions périodiques correspondant aux classes d'âge du cheptel en place, on obtient la production nette totalisée, qui ramenée à l'hectare de plan d'eau donne la productivité en Kg/Ha/An pour une espèce bien déterminée, par exemple la truite (Cuinat et Vibert)

$$W_3 = S \left[\frac{P - P'}{2} \right] (X - X')$$

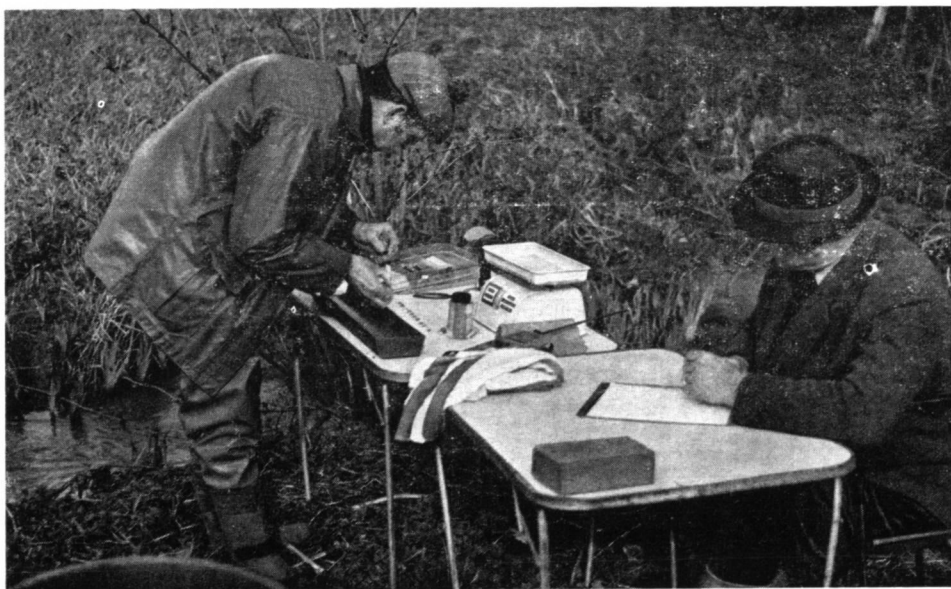
● Potentiel de reproduction

L'évaluation du potentiel de reproduction a recours à la thèse de Cuinat et Vibert, suivant laquelle « dans l'hypothèse, correspondant en général à la réalité, où les mortalités à intervenir jusqu'à la prochaine période de reproduction seront compensées par la somme des croissances individuelles des suivants, en estimant à 1.000 le nombre d'œufs pondus et fécondés par kilogramme de truites adultes (mâles et femelles), on peut évaluer le nombre d'œufs qui pourraient être pondus lors de la saison suivante ».

Il s'agit là, bien évidemment, d'un simple potentiel dégagé de toute information concernant la disponibilité de frayères et l'hospitalité du milieu envers un recrutement issu de pontes éventuelles.

5 - REDACTION DE L'ETUDE ECOLOGIQUE

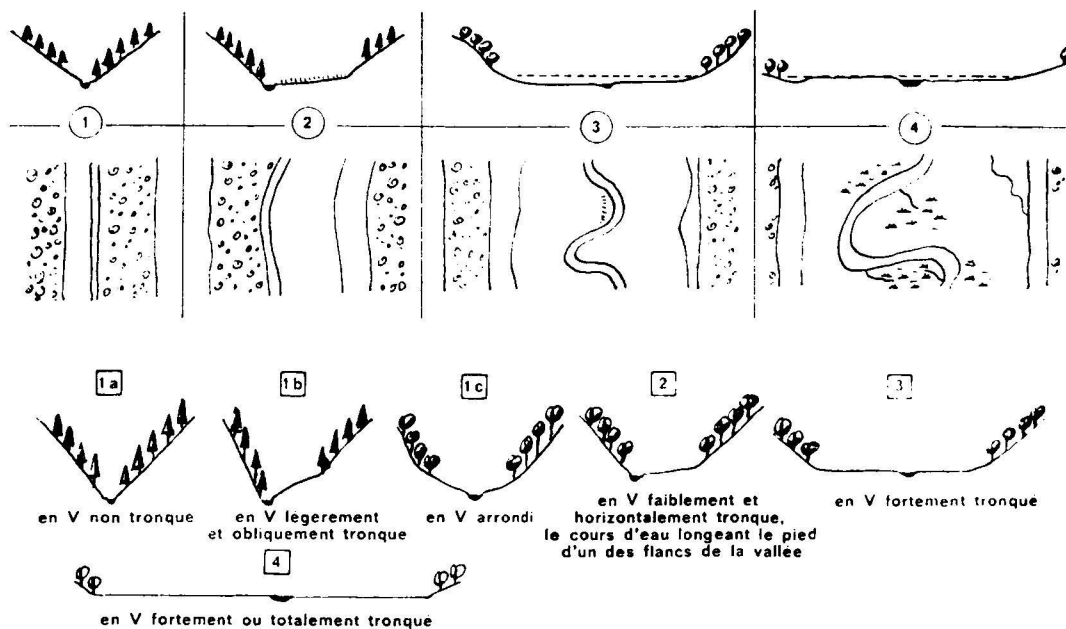
La rédaction de l'étude implique l'utilisation de symboles de présentation concernant le bassin versant, le lit fluvial, l'échantillonnage des invertébrés, les diagrammes de comparaison des composants chimiques (voir annexes).



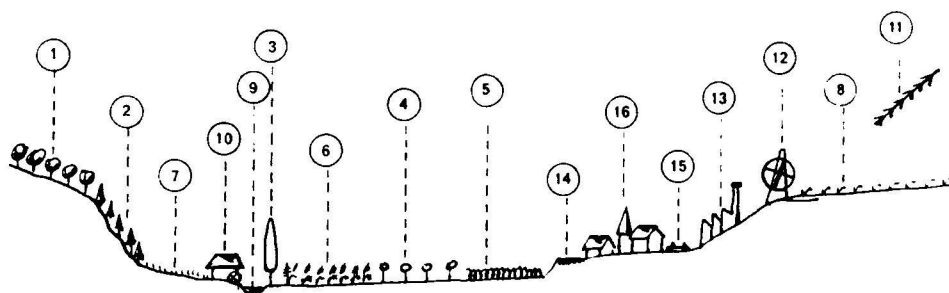
Chantier de marquage de poissons. L'opérateur est en liaison radio avec l'équipe de pêche du secteur d'inventaire. Il reçoit les poissons, en effectue l'anesthésie, le tri, la pesée, les mensurations, les prélèvements d'écaïlle, le marquage, le réveil et la répartition dans les viviers de stockage. Le secrétaire note au fur et à mesure sur le bordereau de marquage

Photo ARRIGNON

TYPES DE PROFILS EN TRAVERS DE VALLÉES (d'après HUET)



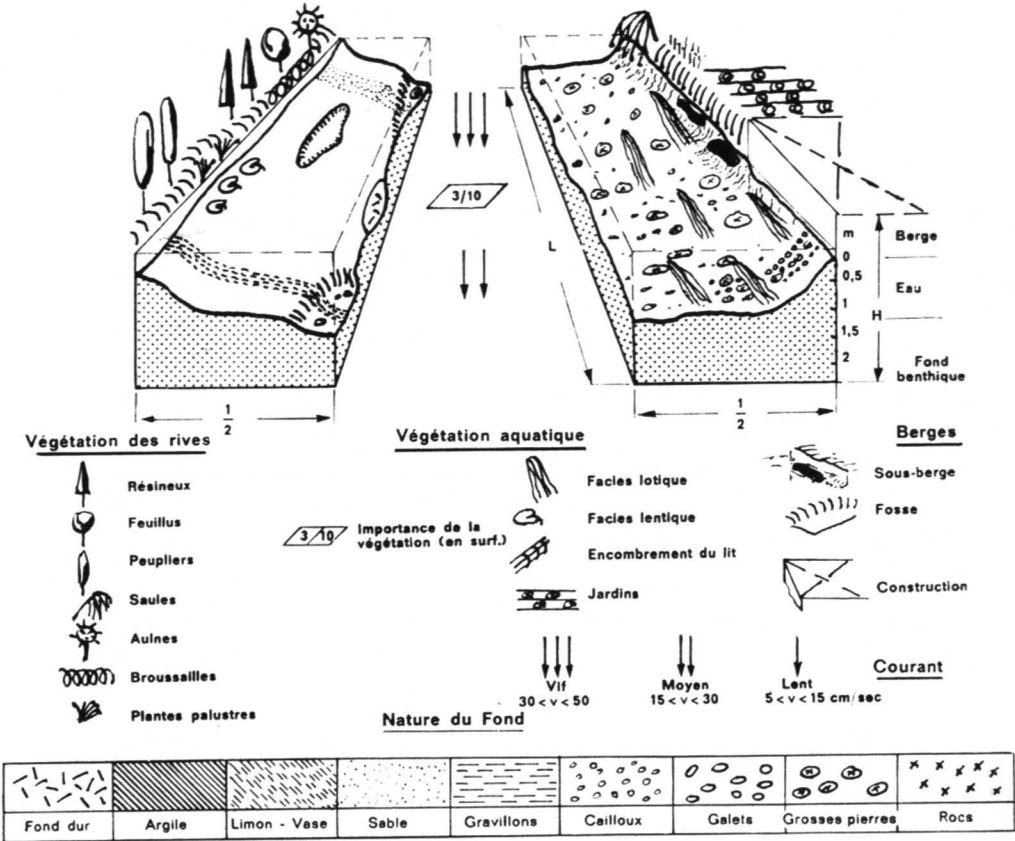
COUPE DE VALLÉE AU NIVEAU D'UN SECTEUR D'ÉTUDES



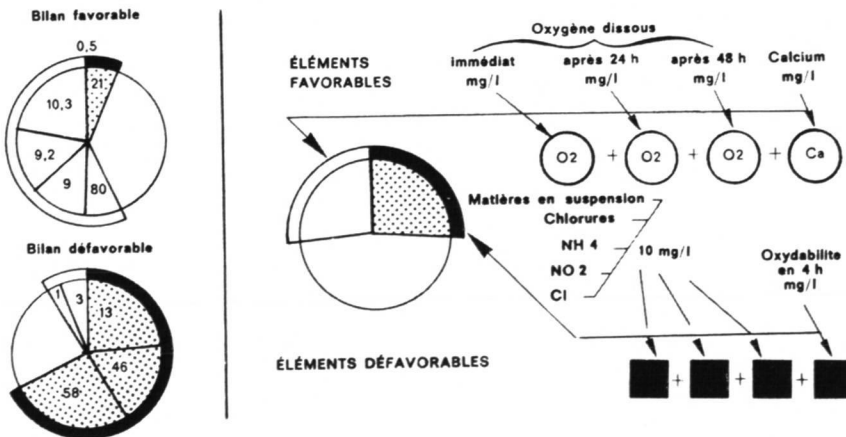
Type 1b

- | | |
|----------------|-------------------------|
| ① Feuillus | ⑨ Rivière |
| ② Résineux | ⑩ Moulin |
| ③ Peupliers | ⑪ Ligne électrique H.T. |
| ④ Verger | ⑫ Mine |
| ⑤ Broussailles | ⑬ Usine |
| ⑥ Marais | ⑭ Route N |
| ⑦ Prairie | ⑮ Voie Ferree |
| ⑧ Champs | ⑯ Agglomération |

VUE ÉCLATÉE DU LIT D'UN FLEUVE AU NIVEAU D'UN SECTEUR D'ÉTUDES



REPRÉSENTATION SECTORIELLE DU BILAN CHIMIQUE D'UNE EAU



PLAN TYPE D'UNE ÉTUDE HYDROBIOLOGIQUE

I. — INTRODUCTION

Circonstances

Information

Organisation et déroulement de l'intervention

Documents annexes

- Carte de repérage
- Développement du cours d'eau
- Profil en long

II. — ETUDE DE L'ENVIRONNEMENT

Considérations générales

- Géologiques et géographiques
- Pédologiques et hydrographiques
- Economiques et humaines

Situation des tronçons et des secteurs d'étude

- Caractéristiques physiques, morpho-dynamiques
- Caractéristiques physico-chimiques
- Caractéristiques phyto-zoologiques

III. — PEUPLEMENT PISCICOLE

Eventail des espèces

- Tableau de distribution
- Histogrammes de comparaison
- Graphique de répartition

Structure de la population piscicole

- Rapport-poids/taille
- Courbes de croissance
- Pyramide des âges
- Estimation du poids moyen pour chaque groupe d'âge
- Discussion

Bilan piscicole

- Calcul de la productivité par secteur
- Potentiel de reproduction
- Représentation graphique

IV. — DIAGNOSTIC D'ENSEMBLE

Discussion du bilan piscicole

Importance du « stress »

- Evaluation dans l'espace
- Estimation dans le temps

Conclusion (Directives d'aménagement)

BIBLIOGRAPHIE

- ARRIGNON (J.). — Aménagement piscicole des eaux intérieures. — Paris, S.E.D.E.T.E.C., 1970.
- CUINAT (R.). — Utilisation des formulaires condensés pour la présentation des diagnostics démographiques. — Biarritz, I.N.R.A. — Département d'Hydrobiologie, 1965.
- CUINAT (R.), VIBERT (R.). — Diagnoses démographiques sur les populations de poissons dans les cours d'eau à truites. *Conseil général des pêches pour la Méditerranée*. F.A.O. *Etudes et revues*, n° 21, octobre 1963.
- HUET (M.). — Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles dans les eaux courantes. *Revue suisse d'hydrologie*, vol. XI, n° 3/4, 1949.
- HUET (M.). — Appréciation de la valeur piscicole des eaux douces. *Station de recherches de Groenendaal. Travaux. Série D*, n° 10, 1949.
- LAMARQUE (P.). — Intérêt de la statistique en biologie. — Biarritz, I.N.R.A. — Département d'Hydrobiologie, s.d.
- TIMMERMANS (J.A.). — Estimation des dommages piscicoles causés par les pollutions. *Station de recherches de Groenendaal. Travaux, Série D*, n° 34, 1961.
- TUFFERY (G.), VERNAUX (J.). — Méthode de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. — Paris, CERAFAER - Section technique « Pêche et pisciculture », 4^e trimestre 1968.
- VIBERT (R.), LAGLER (K.). — Pêches continentales : biologie et aménagement. — Paris, Dunod, 1961.