

MINISTERE DES AFFAIRES CULTURELLES  
ET DE L'ENVIRONNEMENT.

-----  
DIRECTION DE LA PREVENTION  
DES POLLUTIONS & NUISANCES  
-----

67, boulevard Haussmann,  
75009 PARIS



n° 3913.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE  
ET DU DEVELOPPEMENT RURAL.

-----  
CENTRE TECHNIQUE DU GENIE RURAL  
DES EAUX ET DES FORETS  
C.T.G.R.E.F.

Division Qualité des Eau  
Pêche et Pisciculture

14, avenue de Saint-Mandé  
75012 PARIS  
-----

NOTE SOWIRE

SUR LA DEFINITION D'OBJECTIFS ET DE CRITERES

DE LA QUALITE DES EAUX COURANTES

\*  
J. VERNEAUX et G. LEYNAUD

\* Division Qualité des Eaux, Pêche et Pisciculture  
C.T.G.R.E.F.  
14, avenue de Saint-Mandé - 75012 PARIS.

-----  
Mai 1974  
-----

## 1 - INTRODUCTION

### 1.1. Considérations générales sur les objectifs de qualité - Aspects biologiques et écologiques

Il est tentant pour la définition des objectifs de qualité de partir des usages habituels de l'eau et des exigences de qualité qu'ils peuvent comporter ; celles-ci sont généralement traduites par des valeurs limites assignées à un certain nombre de critères physico-chimiques, bactériologiques ou virologiques.

Cette demande tournée vers "l'aval" des prises d'eau, stade à partir duquel l'eau devient généralement un "produit" transformé et soustrait aux conditions naturelles (mise en tuyauterie), néglige les phénomènes intervenant à l'amont et susceptibles de perturber gravement les diverses utilisations. C'est ainsi qu'une certaine concentration en phosphore parfaitement tolérable pour les utilisations réputées les plus exigeantes peut provoquer dans le cours d'eau une prolifération d'algues constituant une nuisance grave pour l'ensemble des utilisations de l'eau.

D'autre part, en raison des progrès technologiques réalisés en matière de traitement des eaux, il est possible de satisfaire les utilisations considérées habituellement (eau potable, industrie ...) à partir d'eau de très mauvaise qualité moyennant un supplément de prix. De telles installations existent déjà dans les zones très polluées, aussi le risque est-il grand d'aboutir en fait à une consolidation de la situation actuelle et non à son amélioration.

Il est, en outre, indispensable de prendre en considération des utilisations de l'eau et des plans d'eau qui sont, pour l'instant, très difficiles à évaluer en termes monétaires mais qui n'en répondent pas moins à un besoin profond et même vital de l'Homme, ainsi que l'atteste d'ailleurs l'évolution de l'opinion publique dans ce domaine. En dehors de leur "exploitation" même à usage de loisirs, les plans d'eau constituent un élément indispensable du cadre de vie et pas seulement des ouvrages assurant le transfert de l'eau.

Il convient également de ne pas négliger le rôle capital joué par les biocénoses aquatiques dans l'évolution de la qualité des eaux.

L'édifice trophique aquatique bien connu : producteurs, consommateurs, décomposeurs, assure la limpidité et la qualité générale des eaux ; son adaptation aux conditions locales aboutit à une diversité et à un rendement optimal compatible avec ces conditions.

Cet édifice est susceptible d'absorber dans une certaine mesure, contre les apports naturels des terres, des rejets dus à l'activité humaine par un développement de l'ensemble des organismes. Dans le cas d'un déversement de matières organiques, ce développement affectera d'abord les décomposeurs ; s'il s'agit d'un apport de sels minéraux (notamment phosphore et azote), ce sont les producteurs qui se développant en premier mais l'ensemble du réseau trophique suivra et il en résultera une augmentation de productivité ou eutrophisation (sensu stricto) avec maintien de la diversité et de l'équilibre préexistants.

Cette faculté épurative et transformatrice est toutefois limitée, elle ne joue convenablement que dans la mesure où les apports exogènes ne modifient pas les conditions de milieu au point d'entraîner des changements dans la structure des biocénoses (et pas seulement dans l'abondance des organismes qui les constituent).

Le dépassement de cette "capacité d'absorption" se traduit par une réduction des espèces présentes et la prolifération de quelques-unes d'entre elles adaptées aux nouvelles conditions créées par la pollution.

Ces proliférations de plus en plus fréquemment observées (algues, champignons, plantes ...) constituent en elles-mêmes des nuisances graves atteignant l'ensemble des utilisations de l'eau ; en outre, l'altération de l'édifice trophique aquatique diminue son aptitude à maintenir la qualité de l'eau à un niveau satisfaisant.

Ainsi, le maintien de l'édifice biologique "normal" d'un cours d'eau constitue un objectif de base préalable nécessaire à la satisfaction dans de bonnes conditions des usages généraux et particuliers des eaux. Bien entendu, cet objectif ne peut suffire à tous les usages et les exigences particulières de certains (critères bactériologiques et virologiques pour l'eau potable et la baignade par exemple) doivent être prises en compte en supplément en tant que de besoin.

La satisfaction de l'objectif "de base" assure du même coup, et **pour** rait-on dire de **surcroît**, des conditions normales pour une exploitation piscicole des cours d'eau, les poissons jouant un rôle fondamental dans l'édifice trophique aquatique à la fois comme "**témoins**" du niveau de qualité et "**outils**" d'exploitation biologique du milieu.

L'édifice biologique des plans d'eau, bien que basé **sur** les mêmes fonctions : production, consommation, transformation et décomposition, est constitué d'espèces différentes selon les conditions écologiques normales (en dehors de toute perturbation liée à l'action humaine), aussi les objectifs de qualité visant à assurer le maintien de cet édifice doivent-ils se fonder **sur** nos connaissances de l'écologie des eaux douces.

### 1.2. Appréciation globale de la qualité des eaux et de leur degré de pollution

La qualité des eaux est une notion difficile à appréhender malgré le perfectionnement et les essais de normalisation des méthodes concernant les caractéristiques physico-chimiques. La connaissance de ces **données** est évidemment nécessaire pour déterminer l'aptitude d'une eau à tel ou tel usage particulier mais pour de nombreux paramètres l'utilisateur doit se contenter de tests globaux peu reproductibles ou d'interprétations parfois délicates (**D.B.C** D.C.O., ...).

Par ailleurs, on assiste actuellement en raison des progrès de l'industrie chimique de synthèse à la multiplication extrêmement rapide du nombre des substances chimiques susceptibles d'altérer la qualité des eaux. Ces corps souvent complexes posent, à l'état de résidus dans les eaux, des problèmes de dosage extrêmement réduits ; dans la mesure où ils sont dégradables, leurs dérivés et les propriétés de ceux-ci sont très mal connus. Aussi, dans ce domaine, les moyens des services de contrôle, même les mieux équipés, accusent-ils un retard constant et croissant par rapport aux nouvelles formes d'altération de la qualité des eaux ; de ce fait, le niveau réel de pollution se trouve généralement et systematiquement sous-estimé.

D'autre part, face à des bulletins d'analyses détaillant de nombreux paramètres physico-chimiques, l'autorité chargée de la police ou de la gestion

des eaux est actuellement dans l'impossibilité d'assier la pondération de ces divers critères pour déterminer une note globale de qualité.

Ces difficultés peuvent être levées en faisant appel aux méthodes biologiques. Les organismes aquatiques "**subissent**" en effet de façon continue les caractéristiques de l'eau qui les baigne. Ils réalisent ainsi, par leur présence, leur abondance ou leur absence, une véritable intégration de l'ensemble des caractéristiques **de** l'eau et ce sur une durée fonction de celle de leur cycle vital.

Bien entendu, de telles méthodes doivent tenir compte des facteurs autres que la qualité des eaux affectant la répartition des espèces aquatiques (habitat, vitesse du courant) et comparer les populations inventoriées aux biocénotypes correspondant aux conditions générales (biogéographiques, géomorphologiques) de la station considérée.

## 2 - FONDEMENTS ECOLOGIQUES DES METHODES PROPOSEES

Qu'il s'agisse de définition des objectifs ou de l'appréciation de la qualité de l'eau **sur** le plan biologique, il est nécessaire de tenir compte de la situation des secteurs de cours d'eau considérés en raison des différences de peuplements résultant des conditions biogéographiques.

Il est clair qu'il serait aussi vain de vouloir maintenir à l'état naturel, quelle que soit la qualité de l'eau, des peuplements naturels de carpes en haute altitude ou des populations pures de truites dans les parties basses des grands fleuves.

### 2.1. Structure de l'écosystème d'eau courante.- Typologie.

Le problème exposé ci-dessus apparaît à première vue difficilement soluble car chaque secteur de cours d'eau paraît constituer un cas particulier.

En fait, des recherches récentes ont permis de démontrer qu'il était possible de ramener, pour les régions d'Europe Occidentale, ces situations variées à une dizaine de types ou "niveaux typologiques" dont on a pu identifier la composition et le comportement.

Four les différents organismes aquatiques (invertébrés, poissons, etc) on constate qu'il existe ainsi à l'échelle d'un cours d'eau ou d'un bassin une structure typique à laquelle il est possible de se référer.

**Lcs** 10 niveaux identifiés se succèdent **sur** la structure dans l'ordre des stations le long d'un système théorique des sources à l'embouchure. Sur le terrain, selon les cours d'eau, ces niveaux peuvent se succéder dans **un** ordre différent et certains peuvent être absents.

Chaque niveau typologique correspond à un groupement d'espèces (biocénotype) possédant des exigences écologiques voisines et dont certaines sont caractéristiques de ce niveau et permettent **son** identification.

Il a été également possible de déterminer les caractéristiques physiques et morphodynamiques correspondant à ces divers niveaux (largeur, pente, distance aux sources, températures, etc ...>

Les détails de l'analyse correspondante sont exposés **par** ailleurs (VERREAUX 1973, VERNEAUX et LEXNAUD 1974).

On dispose ainsi des moyens nécessaires pour déterminer en chaque portion des cours d'eau le niveau typologique et donc les peuplements biologiques qui doivent normalement l'habiter ; s'il existe une distorsion entre ces peuplements et ceux effectivement présents, il est possible de conclure à une altération des conditions de milieu (généralement une pollution).

## 2.2. Relativité typologique des phénomènes de pollution.

La pollution d'un système aquatique se manifeste, au niveau des peuplements, par le développement simultané de deux phénomènes inverses : d'une part, l'apparition et la prolifération d'espèces électives de conitons liées à des pollutions particulières, d'autre part la disparition plus ou moins rapide, dans un certain ordre, de tout ou partie du peuplement initial du milieu considéré.

Le second phénomène prédomine chez les insectes à larves aquatiques et **les** poissons qui apparaissent ainsi sensibles (à des degrés divers selon les espèces et **les** groupes) à la pollution générale de l'eau.

On constate notamment que les espèces sont d'autant plus sensibles aux pollutions qu'elles appartiennent à des niveaux plus apicaux (situés généralement dans l'espace géographique à la partie supérieure des cours d'eau).

Ainsi les objectifs puis les critères de qualité des eaux doivent tenir compte de l'appartenance typologique du secteur considéré et être d'autant plus sévères que ce niveau est plus apical, chaque niveau devant présenter **ies** caractères physico-chimiques compatibles avec le développement normal des peuplements qui lui sont associés.

### 2.7. Mesure effective de la qualité des eaux et de leur degré de pollution par les méthodes biologique!

Les méthodes employées dans ce domaine doivent répondre aux exigences exposées ci-dessus. En particulier, il n'est pas possible de se fonder simplement sur le degré d'affinité des espèces pour la matière organique (saprobies), les techniques basées sur ce principe ne convenant que pour la détection des pollutions organiques.

Une méthode pratique a été mise au point pour les eaux courantes par la Division Qualité des Eaux, Pêche et Pisciculture du CTGREF (méthode dite des "indices biotiques" TUFFERY et VZNEAUX 1968), elle permet d'attribuer, d'après les invertébrés aquatiques inventoriés selon une procédure de prélèvement standard, un indice global de qualité compris entre 0 et 10. Cet indice est déterminé au moyen d'un tableau à double entrée faisant intervenir à la fois la diversité (nombre d'unités systématiques) et la sensibilité générale aux pollutions (groupes faunistiques) des organismes recensés. Ce tableau est pondéré de sorte à donner des valeurs cohérentes quelle que soit la situation géographique de la station étudiée. Sauf perturbations de l'habitat ou de la qualité des eaux, l'indice correspondant à l'état biologique normal est de 10 ou très voisin de 10, c'est-à-dire que ce tableau tient compte de la structure de l'écosystème d'eau courante.

pour permettre son utilisation par des techniciens formés spécialement à cet effet, les identifications ne sont pas poussées au niveau de l'espèce mais arrêtées à celui "d'unités systématiques" définies pour chaque groupe (le plus souvent le genre, parfois la famille).

L'indice biotique est déterminé séparément dans le faciès lotique (courant) et lentique (calme) ; la différence entre l'indice biotique normal pour le cours d'eau considéré (très généralement 9 ou 10) et l'indice biotique moyen effectivement observé permet d'apprécier sous le nom d'indice de pollution désigné par  $I_p$  le degré de pollution de la station étudiée.

Des méthodes **plus** fines basées **sur la** détermination des organismes au niveau des espèces et utilisant les invertébrés, les algues et les poissons sont en cours d'élaboration.

#### 24. Complexité des relations entre milieu et espèces. - Caractère intégrateur des espèces.

Les changements des conditions de milieu induisent des modifications des biocénoses mais celles-ci ne réagissent pas à des facteurs isolés mais à des combinaisons de ces facteurs. C'est ainsi qu'une même espèce peut présenter le même degré d'abondance dans des stations aux caractéristiques de milieu très différentes et ce fait explique l'existence d'une structure biologique typique en l'absence d'une structure mésologique.

L'effet d'une composante du milieu sur une espèce ou une biocénose étant tributaire des valeurs des autres composantes, il n'est pas possible d'établir une relation directe et univoque entre les valeurs d'un paramètre isolé de l'environnement et une espèce ou une biocénose.

En conséquence, si la définition d'objectifs de qualité peut se concevoir à partir de l'examen des résultantes biologiques globales (effets), il n'en est pas de même des critères (causes probables) ou des valeurs limites relatives à des composantes considérées séparément.

Ceci conduit à retenir en tant que base d'établissement des objectifs de qualité et moyen pratique de vérification de leur atteinte l'utilisation d'un test biologique global (Par exemple indices biotiques) intégrant la structure biologique fondamentale précédemment décrite.



### 3 - MODALITES PRATIQUES D'ETABLISSEMENT DES OBJECTIFS PUIS DES CRITERES DE LA QUALITE DES EAUX SUPERFICIELLES

Les bases et les principes précédemment définis permettent de proposer les étapes du protocole pratique d'établissement des objectifs puis des critères de qualité.

#### 3.1. Détermination approchée des appartenances typologiques

L'analyse typologique ayant permis d'établir une hiérarchie des espèces en fonction de leurs caractéristiques écologiques et de déterminer leur succession typologique, il est possible d'utiliser un procédé pratique permettant la détermination approchée de l'appartenance typologique d'un peuplement donné.

Une grille basée sur les poissons inventoriés dans le secteur étudié (organismes ne posant pas de problèmes trop ardues d'identification) a été établie pour cette opération. (fig. 1)

D'autre part, l'étude des variations le long de l'écosystème théorique de quelques facteurs essentiels de la distribution des espèces, comme la température, la pente, la section mouillée et la distance aux sources, etc ..., présentant une signification globale à l'échelle du cours d'eau permet le repérage de l'appartenance d'une station ou d'un secteur de cours d'eau à l'un ou l'autre des niveaux typologiques au moyen d'une abaque établie à cet effet (fig. 1 et 2).

#### 3.2. Détermination de la qualité biologique globale des eaux et objectif primordial de qualité.

Les données fondamentales montrent qu'en réalité il n'existe qu'une seule qualité d'eau convenable pour la majorité des usages (à l'exception de certains présentant des exigences particulières pour quelques critères) ; cette qualité d'eau peut être définie comme étant celle qui, quel que soit le niveau typologique considéré, permet le développement de l'édifice trophique (épura-  
teur et producteur) correspondant.

Il est difficilement envisageable de qualifier "d'objectif" une qualité d'eau médiocre ou franchement dangereuse. Par contre, on peut admettre, si les circonstances locales l'exigent, que cet objectif "optimum" sera atteint en plusieurs étapes échelonnées dans le temps.

Le protocole de détermination des indices biotiques intégrant la succession typologique, l'objectif permanent (optimum) correspond à une valeur de cet indice de 10 (et à tout le moins de 8 pour les cours d'eau à salmonidés dominants et de 7 pour les cours d'eau à cyprinidés dominants).

L'indice biotique permet de "**situer**" les étapes intermédiaires éventuellement retenues par rapport à l'objectif final (optimum).

### 3.3. Proposition de valeurs, considérées comme limites souhaitables relatives aux différents niveaux typologiques.

Comme il a été montré précédemment, **seuls** des objectifs et des critères relatifs aux effets biologiques rapportés aux différents biotypes constituent une solution rationnelle.

Toutefois, l'examen des effets des diverses pollutions à l'échelle d'un territoire important permet de distinguer deux grands groupes de **coffo-**santes physico-chimiques :

- celles susceptibles de s'intégrer dans l'édifice trophique de l'écosystème (substances nutritives) et pour lesquelles le tableau ci-après propose des valeurs limites pour **les** différents biocénotypes (cf. fig. 3).
- celles à caractère inhibiteur ou toxique qui doivent être éliminées le plus rapidement possible et tout particulièrement les substances donnant lieu à des phénomènes de cumulation et concentration dans les organismes et les chaînes alimentaires.

Composantes mg/l	Niveaux typologiques											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
O <sub>2</sub>	7	8		9					1		8	
D.B.O. <sub>5</sub> (oxyd.)	1	2				3		4		5	6	
PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	0,050	0,100	0,150			0,200				0,250	0,300	0,400
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>						7		4			5	6
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,005	0,010	0,020	0,040	0,050	0,100				0,200	0,400	0,500
NO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0,005	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050				0,100		0,200

Tableau des valeurs limites acceptables de quelques paramètres physico-chimiques le long d'un écosystème théorique d'eau courante.

#### 4 - ETAPES INTERMEDIAIRES DANS LA REALISATION DES OBJECTIFS

Pour les cours d'eau ou sections de cours d'eau dont la qualité actuelle est très inférieure à celle correspondant aux objectifs définis selon la procédure ci-dessus proposée, il peut se révéler nécessaire de marquer des étapes dans le processus de reconstitution.

Les étapes de la restauration pourraient être jalonnées et leur satisfaction vérifiée au niveau des effets d'ensemble par les méthodes globales indiquées (par exemple élévation de l'indice biotique).

Les Tejets de substances toxiques ou inhibitrices (et tout particulièrement celles à effet cumulatif) sont à éliminer en première urgence. Ces polluants font actuellement l'objet d'études détaillées de la Commission Européenne Consultative pour les Pêches dans les Eaux Intérieures (F.A.O. - Rome) qui a proposé un certain nombre de "limites provisoires".

Il faut souligner que ces chiffres doivent être employés avec une grande prudence compte tenu de l'insuffisance de nos connaissances dans le domaine des effets à long terme de ces polluants ; d'autre part, ces limites sont établies pour chaque corps aéroporté en supposant toutes les autres composantes de l'environnement favorables et on ne possède pas de meilleur outil que le test biologique global pour évaluer l'effet combiné de plusieurs polluants.

En ce qui concerne les matières organiques biodégradables, leur effet dépend dans une certaine mesure des conditions climatiques. **B** température moyenne, l'enrichissement d'un cours d'eau en matière organique induit le développement de biocénoses associées aux niveaux typologiques "d'aval" par rapport au niveau initial; à basse température cette évolution peut être bloquée.

Dans tous les cas, une étude biologique à caractère synthétique du cours d'eau permet de discerner les pollutions les plus importantes et de déterminer l'ordre d'urgence des interventions.

## R E F E R E N C E S

- - C I - - - - -

- TUFFERY (G.) et VERNEAUX (J.). 1967.- Méthode de détermination de **la** qualité biologique des eaux courantes. Exploitation codifiée des inventaires de la faune de fond. Section Technique Pêche et Pisciculture, CERAFER Paris, 23 pp.
- VERNEAUX** (J.) . 1973.- Recherches écologiques sur le réseau hydromorphologique du Doubs. Essai de biotypologie. Thèse doctorat es Sci. Biol. Anim. Fnc. Sci, Univ. Besançon : 300 p.
- VERNEAUX (J.) et LEYNAUD (G.). 1974.- Introduction **h** la définition d' "objec-tifs" puis **de** "critères" de la qualité des eaux courantes. Ronéotypé 28 pp. Ministère des Affaires Culturelles et de l'Environnement. Direc-tion de la Prévention des Pollutions et Nuisances.
- RAPPORT sur les solides finement divisés et les pêches intérieures, EIFAC Tech. Pap., (Fr) (1) : 27 p., 1964
- RAPPORT sur les valeurs extrêmes du pH et les pêches intérieures, EIFAC Tech. Pap., (Fr) (4) : 26 p., 1968.
- RAPPORT **sur la** température de l'eau et les pêches intérieures basé essentiel-lement sur la documentation slave, EIFAC Tech. Pan., (Fr) (6) : **32** p. 1968.
- Références bibliographiques sur les effets de la température de l'eau **sur** le poisson, EIFAC Tech. Pap., (8) : 8 p., 1969.
- RAPPORT sur l'ammoniac et les pêches intérieures, EIFAC Tech. Pap., (Fr) (11) : 13 p., 1971.
- RAPPORT sur les phénols monohydratés et les pêches intérieures, 3oc.Tech.CECPI, (15) : 20 p., 1973.
- RAPPORT sur l'oxygène dissous et les pêches intérieures, Doc .Tech.CECPI, (19) : 12 p., 1973-
- RAPPORT **sur** le chlore et les poissons d'eau douce, EIFAC 74/III-3 **mars** 1974  
Rapport élaboré par la CECPI et présenté à la Huitième Session à Aviemore (Ecosse) - 6-10 **mai** 1974.
- RAPPORT sur le zinc et les poissons d'eau douce, EIFAC 74/III-4 - **mars** 1974.  
Rapport élaboré **par** la CECPI et présenté **h** la Huitième Scssion à Avienore (Ecosse) - 6-10 mai 1974.

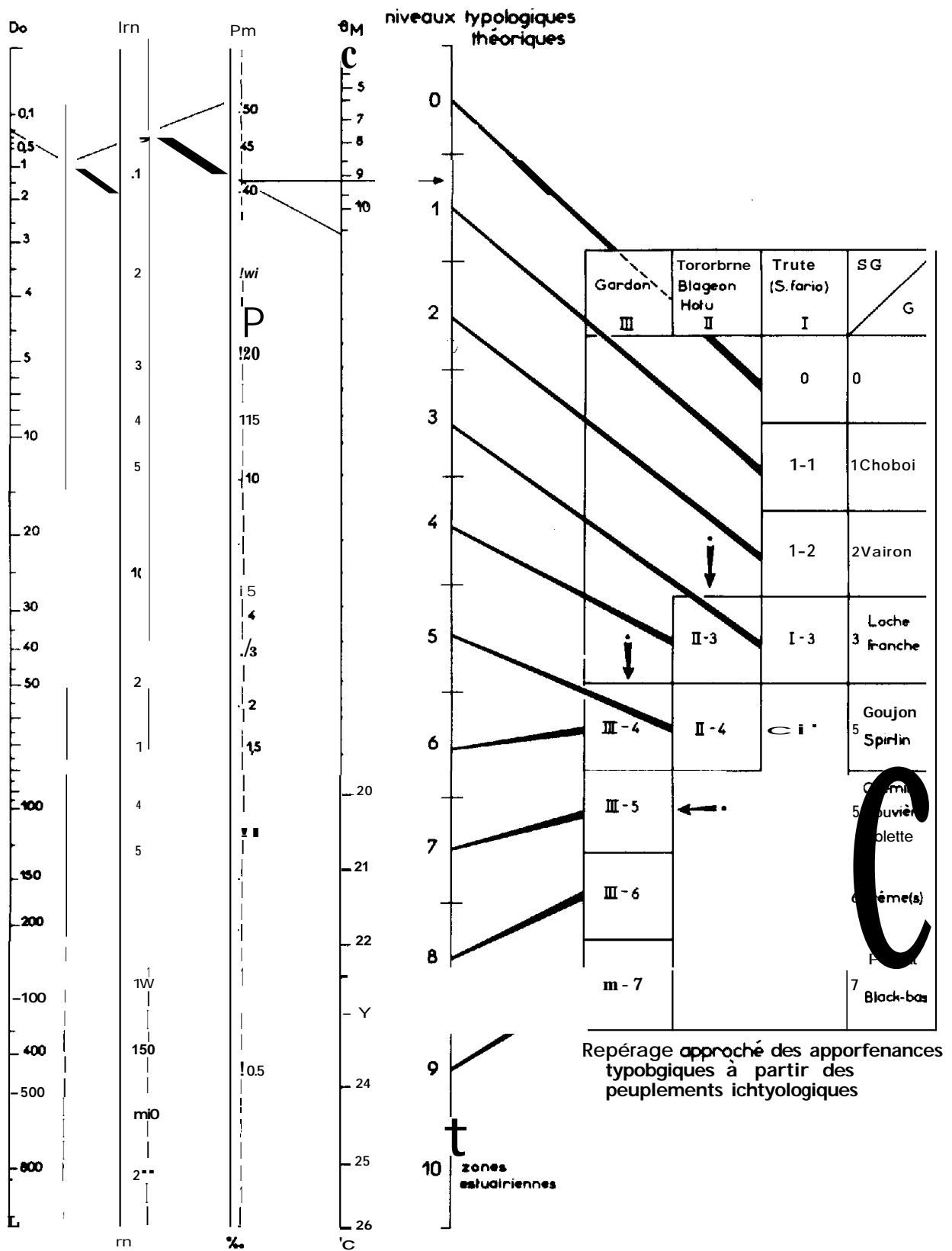


Figure 1 : repérage approché des appartenances typologiques

Do : distance aux sources (origines)

im : largeur moyenne à l'étréage

Pm : dénivellation au Km (pente °/°°)

BM : température maximale moyenne du mois le plus chaud

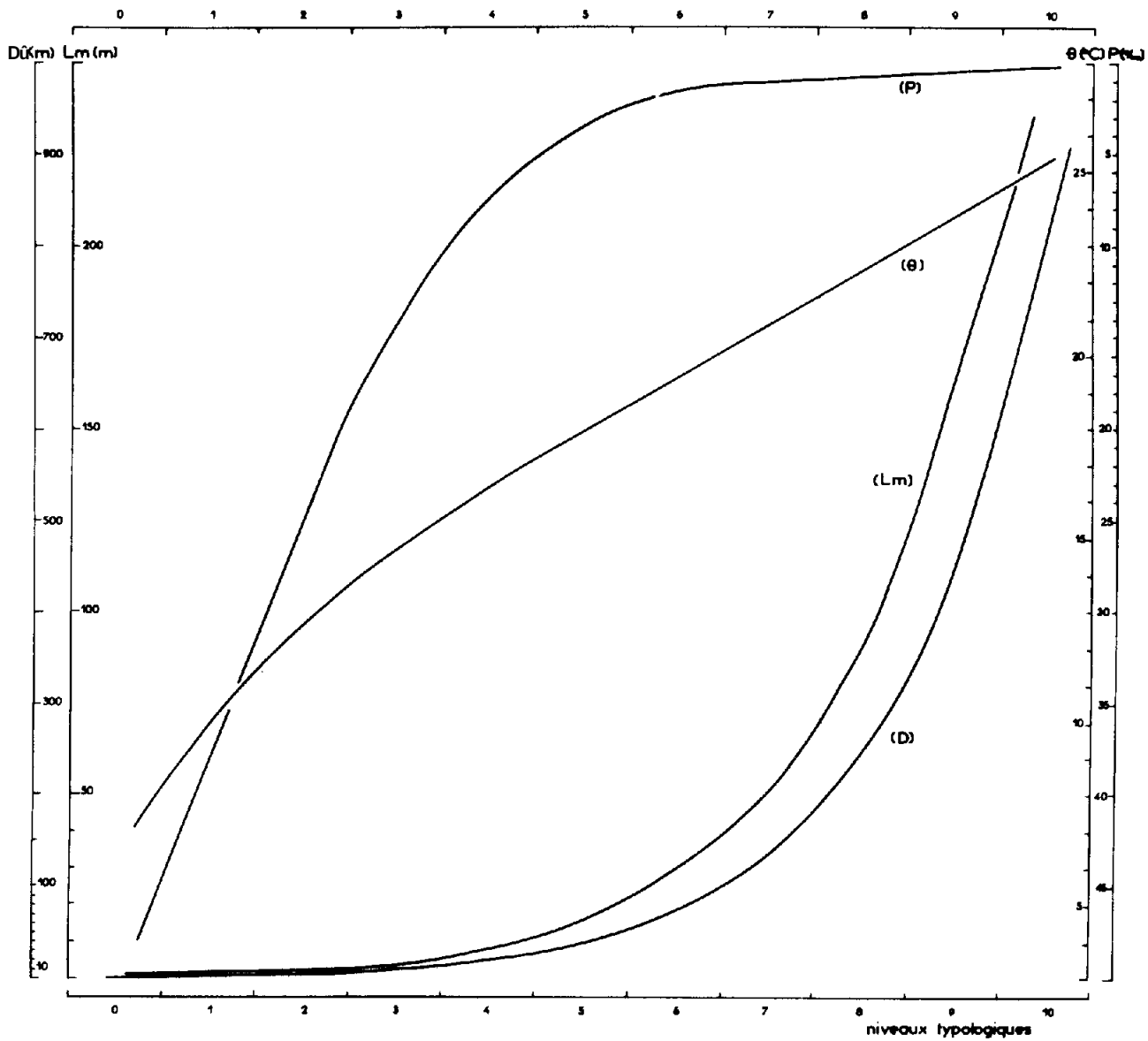


Figure 2 : variations de 4 paramètres fondamentaux le long de la structure biologique d'un écosystème d'eau courante théorique.

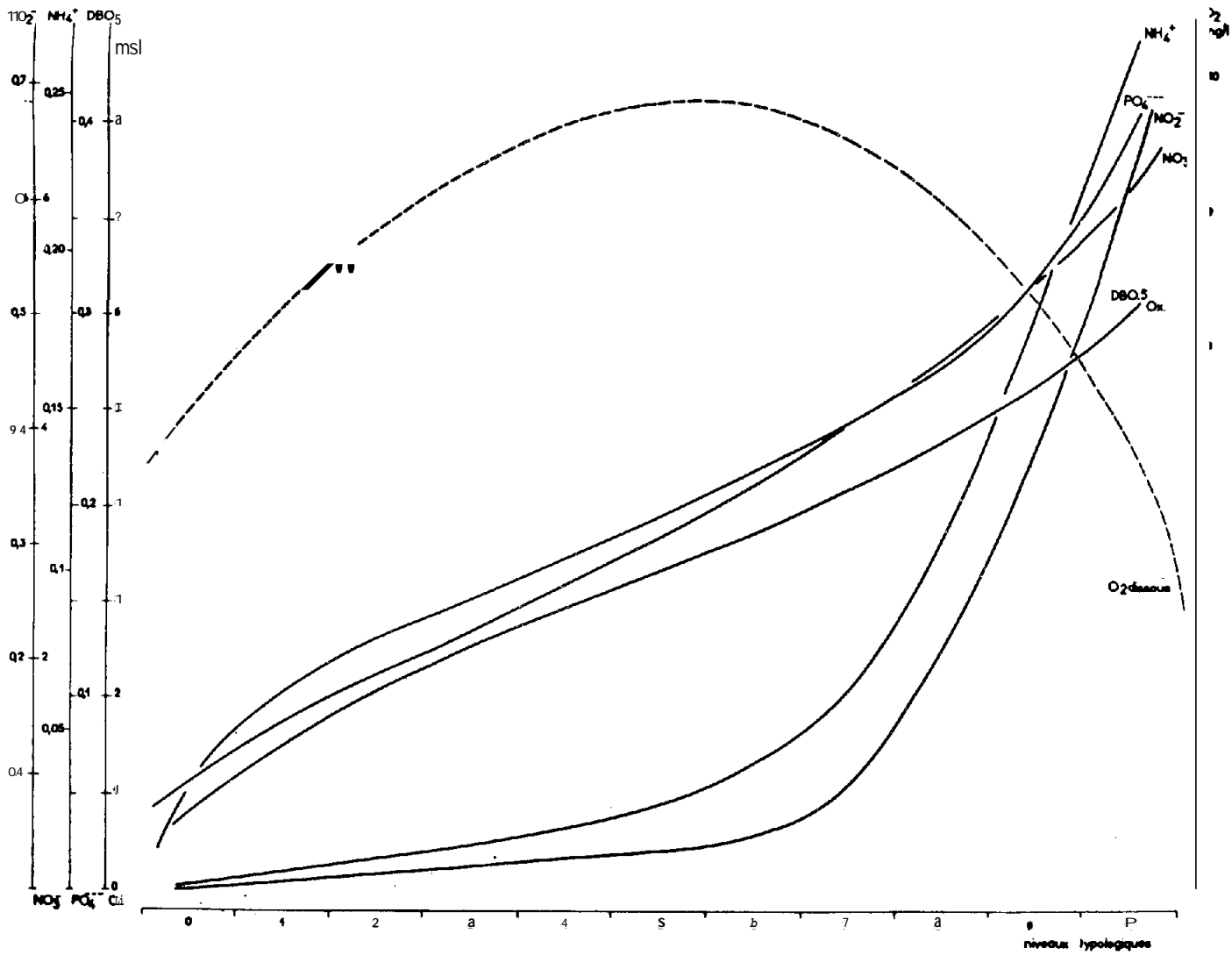


Figure 3 : variations de quelques paramètres physico-chimiques fondamentaux le long de l'écosystème théorique.