Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 18 (1961)

Heft: 5

Artikel: Qualités des eaux à exiger pour le poisson

Autor: Huet, Marcel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-781795

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Qualités des eaux à exiger pour le poisson

Par Marcel Huet, directeur de la Station de recherches des eaux et forêts, Grœnendaal (Belgique), professeur extraordinaire à l'Université de Louvain

Introduction

On peut établir différentes classes d'eaux: 1° les eaux destinées à approvisionner le pays en eau potable, 2° les eaux convenant au poisson et à l'agriculture, 3° les eaux utilisées pour les loisirs et les sports aquatiques. Certains pays ont adopté une quatrième classe: 4° les eaux dont l'utilité principale est de satisfaire les besoins de l'industrie. Les bases et les critères d'une telle classification sont établis ailleurs, par le professeur *Jaag*.

Il est sans doute plus difficile de définir les qualités d'une eau convenant au poisson que celles des eaux potables, industrielles ou susceptibles de satisfaire les besoins de l'agriculture. Cette difficulté a été justement soulignée par l'« Aquatic Life Advisory Committee of the Ohio River Valley Water Sanitation Commission » (1955). Ce comité signale justement qu'une eau ne peut être considérée comme pure au point de vue piscicole si, par suite de pollutions, elle ne produit pas la quantité de poisson qu'elle devrait produire. Elle ne sera pas pure non plus si, par suite de transformations diverses et notamment par suite d'une élévation constante de température, elle ne peut produire qu'une quantité de poisson de peu d'intérêt en remplacement d'une population autre, existant naturellement, mieux appréciée des pêcheurs mais plus exigeante sur les qualités de l'eau. Une eau n'est non plus pas considérée comme pure si l'exercice de la pêche est entravé ou si la qualité de la chair du poisson produit est altérée alors que la production quantitative n'est pas défavorablement influencée (*Huet*, 1949).

I. — Principales qualités des eaux piscicoles

A. Exigences essentielles des poissons

Pour qu'un milieu déterminé convienne au poisson, il faut que la ou les espèces qui doivent normalement s'y trouver ou que l'on veut y introduire puissent y vivre et s'y développer normalement, c'est-à-dire que les exigences respiratoires, alimentaires, reproductrices et d'habitat soient satisfaites.

1° Exigences respiratoires des poissons

En premier lieu, il importe que les exigences respiratoires des poissons soient satisfaites. Ces exigences sont très différentes d'une espèce à l'autre. Certaines espèces, tels la plupart des salmonides, ont des exigences élevées, tandis que d'autres espèces, par exemple beaucoup de poissons des régions tropicales, ont des besoins très faibles à cet égard. Si, pour l'Europe occidentale tempérée, on prend comme repère les exigences respiratoires de la Tanche, celles de la Carpe sont 2,5 fois plus élevées et celles de la truite arc-en-ciel six fois plus.

2° Exigences alimentaires des poissons

Il importe tout autant que les exigences alimentaires des poissons soient couvertes. Il est bien connu que tous les poissons n'ont pas le même régime alimentaire. On peut établir une première distinction entre le régime alimentaire des poissons dans leur jeune âge et au stade adulte. Dans le jeune âge, après le stade de résorption de leur vésicule, tous les poissons se nourrissent de microorganismes. Ultérieurement, les régimes alimentaires se différencient plus ou moins nettement. On distingue les régimes principaux ci-après: 1° les mangeurs de nourriture végétale (algues ou plantes supérieures), 2° les mangeurs de menue faune aquatique, parmi lesquels il faut distinguer, *a)* les mangeurs de faune du fond, *b)* les mangeurs de faune vivant parmi la végétation submergée, *c)* les mangeurs de plancton, 3° les poissons voraces, qui se nourrissent principalement ou exclusivement d'autres poissons.

Toutes les eaux sont loin d'avoir la même richesse nutritive. On distingue notamment les eaux riches, les eaux de valeur moyenne, les eaux pauvres et l'on rencontre même des eaux pratiquement stériles. La richesse relative d'une eau se mesure difficilement. Une des manières d'apprécier la richesse nutritive d'une eau est de déterminer sa « capacité biogénique » (*Huet*, 149).

Quel que soit le régime alimentaire des poissons d'un milieu déterminé, leur nourriture correspond à une ou plusieurs phases du cycle biochimique qui se développe dans ce milieu. Ce cycle trouve son origine dans les matières nutritives en solution dans l'eau. Ces matières proviennent de la solubilisation de substances extraites des terrains avec lesquels les eaux courantes ou stagnantes sont en contact, ou bien de substances apportées dans ces eaux par les détritus exogènes et par les précipitations.

3° Exigences relatives à la reproduction des poissons

En troisième lieu, il importe que les exigences posées par la reproduction des poissons soient satisfaites. En ce qui concerne le milieu, ces exigences concernent principalement la température et le substratum.

Quelques précisions seront données ultérieurement en ce qui concerne l'importance du facteur température sur la reproduction des poissons. A ce moment, une température adéquate est spécialement nécessaire, aussi bien pour les espèces d'eau chaude que pour celles d'eau fraîche.

Le substratum est fort important également. Les poissons d'eau douce ayant des œufs flottants ou de-

meurant en suspension dans l'eau libre sont rares. Beaucoup déposent leurs œufs sur la partie submergée des végétaux aquatiques ou bien sur le fond ou encore dans celui-ci.

Beaucoup de poissons ont des œufs qui adhèrent aux végétaux aquatiques, soit aux végétaux palustres, soit aux végétaux submergés. Le rôle de ces végétaux est donc essentiel pour assurer la multiplication de ces espèces. Dans les lacs de barrage subissant d'importantes fluctuations de niveau et situés à basse ou à moyenne altitude, les eaux se réchauffent suffisamment au printemps pour permettre aux cyprinides et à leurs voraces d'accompagnement de se reproduire, mais ces poissons ne s'y reproduisent cependant pas ou très mal parce que les fluctuations du plan d'eau empêchent l'installation et le maintien des végétaux aquatiques.

Dans les eaux courantes rectifiées et dans les canaux modernes aux berges empierrées ou bétonnées le même inconvénient se présente du fait de l'entrave mise au développement de la végétation aquatique rivulaire.

La nature du fond joue également un rôle important. Les truites maintenues en étang ou même dans des ruisseaux à eau fraîche, mais à fond sablo-vaseux, ne s'y reproduisent pas. Elles exigent des cours d'eau aux eaux rapides, à fond caillouteux-graveleux; dans ces éléments, elles peuvent déposer leurs œufs et le courant d'eau qui y circule assure un renouvellement et une bonne oxygénation de l'eau.

La présence de frayères appropriées est essentielle à la reproduction des poissons, mais le libre accès à ces frayères n'est pas moins important. Il peut être contrarié ou rendu impossible par les barrages ou les pollutions. La disparition du saumon dans de nombreux cours d'eau en est une preuve bien connue.

Il faut ajouter, à propos de l'érection de barrages sur les cours d'eau que cette action a souvent pour résultat d'entraîner un réchauffement des eaux, ce qui peut avoir pour conséquence une modification de la composition des populations piscicoles en aval du barrage et un envahissement des eaux en amont par des espèces considérées comme indésirables et qui se sont multipliées dans le lac de barrage.

4° *Conditions d'habitat*

Enfin, il faut encore que les conditions d'habitat normal pour le poisson soient réalisées. Certaines espèces vivent dans l'eau libre, soit dans la zone médiane des eaux courantes, soit dans la région pélagique des eaux stagnantes (les corégones par exemple) et n'ont pas d'autres exigences particulières à propos de l'habitat. Mais d'autres espèces vivant dans la zone marginale des eaux courantes ou dans la zone littorale lacustre ont besoin des herbiers aquatiques et de la protection des racines et de l'ombrage des arbres rivulaires pour se réfugier ou se dissimuler. Les truites par exemple demandent des abris et des cachettes. Si cette protection manque, et cela peut résulter des mêmes causes que celles invoquées précédemment pour la disparition du substratum végétal nécessaire à la reproduction de certaines espèces, ces poissons fuient l'habitat inconfortable qui leur est préparé. A cet égard comme au précédent, la rectification des eaux courantes et les fluctuations de niveau de certains lacs de barrage sont particulièrement néfastes.

Pour qu'une espèce se maintienne dans un milieu déterminé, il faut que les exigences précitées soient toutes satisfaites.

Il existe des cas où les exigences alimentaires sont couvertes mais où les exigences respiratoires ne le sont pas et inversement. Ainsi, dans les eaux fortement polluées par matières organiques, la putréfaction s'accompagne d'une très forte consommation d'oxygène, parfois même de sa disparition complète. En même temps, il se produit une multiplication extraordinaire de certains organismes aquatiques (vers oligochètes, larves de chironomides), qui pourraient servir de nourriture aux poissons, mais ceux-ci ne peuvent subsister dans ces milieux, trop pauvres en oxygène.

Inversement, il peut se faire que les exigences respiratoires soient couvertes et que les exigences alimentaires ne le soient pas. Les eaux courantes à fond de sable ou de cailloux roulés sont bien oxygénées, mais leurs substratums, constamment en mouvement, ne permettent pas à la faune nutritive de s'installer, de se maintenir ou, tout au moins, de se développer abondamment. Un tel milieu est tout à fait impropre également à la reproduction des salmonides et par conséquent à leur maintien dans le milieu.

B. Classification des eaux continentales

Toutes les eaux continentales devraient donc satisfaire aux exigences précitées relatives à la respiration, à l'alimentation, à la reproduction et à l'habitat des poissons.

Mais les degrés de ces exigences sont eux-mêmes très différents selon les types d'eaux auxquels on a affaire. A cet égard on peut, en se limitant aux grandes lignes d'une classification piscicole générale, distinguer entre eaux naturelles et eaux artificielles, les premières se différenciant en eaux courantes en eaux stagnantes.

Préalablement ou parallèlement, il faudrait établir une autre distinction, relative aux zones climatiques et distinguer notamment entre les eaux continentales des régions tempérées et celles des régions tropicales. Pour rester dans les limites du présent colloque, nous ne considérons que les eaux des régions tempérées.

1° Les *cours d'eau* forment à la surface des continents un réseau de voies de communications unissant les hauts sommets à l'océan. Les eaux courantes sont alimentées par les eaux de fusion des glaciers, par les eaux de ruissellement et par les sources. Les eaux courantes se présentent sous de multiples aspects et sont peuplées de diverses espèces de poissons, selon les zones piscicoles que l'on y distingue.

Si l'on considère un cours d'eau descendant de la montagne à la mer, on peut y rencontrer une série de

zones à chacune desquelles correspond un poisson-type, qui y trouve son optimum de vitalité. On observe successivement, de l'amont vers l'aval: la zone à truite, la zone à ombre, la zone à barbeau, la zone à brème. On distingue encore la zone à éperlan, à l'embouchure des fleuves, subissant l'influence de la salure marine sous l'action des marées. Cette classification résulte essentiellement de l'action conjugée de la température et de la vitesse de l'eau. La zone à truite et la zone à ombre forment les eaux courantes salmonicoles, le type supérieur de la zone à barbeau forme les eaux courantes mixtes (population piscicole avec prédominance de cyprins d'eaux vives et de salmonides), le type inférieur de la zone à barbes et la zone à brême forment les eaux cyprinicoles. Des détails sur les populations piscicoles des ces zones et la manière de les identifier en étudiant leur profil en long et leur pente ont été donnés dans une de nos publications à laquelle nous renvoyons (*Huet*, 1954).

2° Parmi les *eaux stagnantes naturelles*, on distingue les lacs, les étangs, les mares et les marécages. Cette classification est basée sur l'étendue et la profondeur de ces eaux. De nombreuses bases de classification des lacs ont été proposées. Au point de vue piscicole, on peut adopter, pour les lacs tempérés, une classification similaire à celle qui a été adoptée pour les eaux courantes, et distinguer entre lacs à salmonides, lacs mixtes et lacs à cyprinides. Cette classification repose également sur la température des eaux et l'oxygénation de l'eau. Les populations piscicoles des diverses catégories de lacs sont similaires à celles des mêmes catégories d'eaux courantes. Toutefois des différences importantes existent du fait de l'existence, dans les lacs, d'une région pélagique qui possède une population particulière.

3° Les eaux artificielles groupent les étangs et les lacs artificiels. Les *lacs artificiels* peuvent être classés sur des bases similaires à celles adoptées pour les eaux stagnantes naturelles. Les moins intéressants pour le poisson sont ceux subissant de grandes fluctuations de niveau. Les raisons en ont été indiquées précédemment.

4° Les *étangs artificiels* sont consacrés à l'élevage de poissons (pisciculture) ou à la pêche d'agrément. Essentiellement, on distingue entre étangs à cyprinides et étangs à salmonides, qui demandent, respectivement, des eaux chaudes ou fraîches en été. La température estivale marquant la séparation entre ces deux types de pisciculture est, pratiquement, celle de 20 ° C. La cypriniculture a trait à l'élevage de la carpe, de la tanche, d'autres cyprinides et à celui de leurs voraces d'accompagnement: brochet, black bass. Cet élevage se fait dans des étangs peu profonds, situés en plaine et traversés par un courant faible ou nul. En salmoniculture, on élève de nombreuses espèces et principalement la truite commune et la truite arc-en-ciel. Leur élevage s'opère dans des eaux demeurant fraîches l'été et par conséquant situées en montagne ou, en plaine, au voisinage de sources abondantes.

II. — Caractères chimico-physiques essentiels des eaux piscicoles

Dans cette seconde partie de notre exposé, nous donnerons quelques précisions relatives à certains caractères chimico-physiques essentiels des eaux piscicoles. Bien qu'il soit difficile de faire un choix rigoureux dans ces caractères, on peut les ranger en deux groupes: ceux qui sont essentiels à la vie piscicole et aux organismes qui conditionnent cette vie et ceux qui, tout en étant indispensables, conditionnent surtout l'intensité de la production.

Parmi les premiers de ces caractères, on doit ranger: la température, la teneur en oxygène dissous, le pH, les matières en suspension, les matières toxiques en solution, les produits susceptibles de communiquer un mauvais goût à la chair du poisson. Parmi les seconds, on range les matières nutritives en solution dans l'eau ou contenues dans les couches supérieures du fond des étangs et qui, si elles sont présentes dans les proportions optima, favorisent la production piscicole des eaux et tout d'abord la production primaire végétale, mais qui rendent le milieu plus ou moins pauvre et peu productif si elles sont déficitaires. Ces matières nutritives sont des sels de calcium, phosphore, potassium, azote, fer, manganèse, ainsi que d'autres éléments: cuivre, cobalt, zinc, bore, etc. La richesse en ces éléments minéraux nutritifs détermine la productivité de l'eau. L'étude de cet aspect du problème sort du cadre du présent exposé. Divers auteurs et notamment *Schäperclaus* (1961) ont donné des indications très utiles en ce qui les concerne et précisé leur rôle dans la production piscicole.

La détermination de critères convenant au poisson est particulièrement complexe et difficile et ne peut se faire sans une connaissance approfondie des exigences du poisson en ce qui concerne le milieu aquatique. C'est la raison pour laquelle ces exigences ont été précisées dans la première partie de cet exposé. Des considérations qui vont suivre on pourra en déduire que, en général, des critères numériques relativement précis ne peuvent être donnés que pour la température, l'oxygène dissous et le pH.

Il faut aussi se garder de confondre les limites de résistance à l'un ou l'autre facteur et les valeurs optima et minima à admettre pour ce même facteur et susceptibles d'assurer une vie et un développement normal du poisson.

On trouve dans la littérature de nombreuses données sur les effets de substances ou de facteurs divers ayant agi sur le poisson et ayant atteint la limite létale après un laps de temps relativement court. Ces données sont intéressantes pour établir les conditions qui entraînent la mort du poisson mais ce qu'il faut avant tout essayer de définir c'est ce qui est indispensable à sa vie et à son activité normales.

1° La température

La température de l'eau est un élément essentiel à la vie des poissons et autres organismes aquatiques et

par conséquent à la production piscicole. Elle influence considérablement la respiration, la croissance et la reproduction des poissons.

Chaque espèce possède une zone de tolérance thermique dans laquelle elle se comporte de façon normale ou excellente et une zone supérieure ainsi qu'une zone inférieure dans lesquelles elle peut survivre pendant un certain temps. Une acclimatation appropriée permet à certaines espèces de survivre à des températures qui leurs seraient fatales en cas de variation brusque. Les poissons s'adaptent rapidement à une élévation de température, moins facilement à un abaissement.

L'Aquatic Life Committee of the Ohio River Water Commission (1956) signale, à juste titre, qu'une élévation de température de 5 ° C peut transformer entièrement un milieu aquatique déterminé.

Le Rivers Pollution Prevention Sub-Committee anglais (1949) souligne de son côté que, durant la période estivale, une élévation de température de 1 ° C seulement peut avoir des conséquences néfastes.

a) Température de l'eau et respiration des poissons. — La température de l'eau détermine, pour une part importante, la teneur de l'eau en oxygène dissous et cet élément est indispensable à la respiration des poissons. Les besoins des poissons sont très différents selon les espèces.

En ce qui concerne les exigences des poissons à l'égard de la température de l'eau et des besoins respiratoires qui y sont liés, on peut fixer les limites générales ci-après. La température de l'eau ne doit pas dépasser:

20 ° C dans les eaux salmonicoles,
22 ° C dans les eaux mixtes,
25 ° C dans les eaux cyprinicoles.

Une tolérance de 1 ° C ou peut-être même 1,5 ° C peut être temporairement admise pour les eaux salmonicoles et mixtes. La tolérance peut être portée à 2 ° C et peut-être même à 3 ° C pour les eaux cyprinicoles.

Dans l'ensemble, on peut dire que les poissons des régions tempérées sont capables de supporter des températures comprises entre 0 ° et 30 ° C mais la résistance des espèces aux températures les plus élevées de cette zone thermique est très différente d'une espèce à l'autre, les poissons dits d'eau froide (salmonides par exemple) ne supportant pas les températures élevées tandis que les poissons dits d'eau chaude (les cyprinides en général et la carpe en particulier) les supportent parfaitement bien et même les demandent, dans une certaine mesure.

Dans les régions tempérées les poissons supportent des températures inférieures à 4 ° C. Il n'en est pas de même dans les régions tropicales. Ainsi par exemple la plupart des tilapia meurent lorsque la température tombe au-dessous de 13 ° C.

En général, toute variation brusque de température peut être préjudiciable au poisson, même si elle est de courte durée. Cependant, les dangers des variations brusques de température ont été exagérés autrefois. *Schäperclaus* (1954) estime que les poissons peuvent supporter des variations brusques de température de 10-12 ° C vers le haut ou vers le bas, à condition de demeurer dans les limites admissibles par l'espèce. Les voraces et les cyprinides sont plus sensibles que les salmonides. En cas de faible teneur en oxygène la sensibilité est augmentée. Quelle que soit l'espèce, il est prudent d'éviter de fortes et brusques variations de température si la température de l'eau descend au-dessous de 6 ° C. D'autres auteurs sont moins affirmatifs que *Schäperclaus* et recommandent de ne pas provoquer de variation brusque de température dépassant 5 ° C.

On trouve, dans la littérature, des indications diverses sur les tolérances des poissons à une élévation prolongée ou temporaire de température.

Signalons à titre d'exemple que *Tarzwell* (1957) mentionne que les truites fario et arc-en-ciel ont pu supporter des pointes de température atteignant 28,3 ° Celsius. *Black* (1953) donne une température létale de 4 ° C pour les fingerlings de truite arc-en-ciel. Cette limite paraît relativement basse. *Denzer* (1952) fixe à 24,5 ° C le seuil de la température critique pour les fingerlings de truite arc-en-ciel, les températures idéales pour cette même espèce étant comprises entre 9 ° et 18,5 ° C. *Fry* (1951) rapporte que des alevins de saumon de fontaine ont supporté la température de 25,3 ° C pendant 12 à 14 heures. La température létale pour salvelinus namaycush serait de 23,5 ° C et la température de préférence de cette même espèce comprise entre 15 ° et 17 ° C (*Gibson* et *Fry*, 1954). Des recherches sur divers salmonides entreprise par la Southern Research Station, Maple (Canada) indiquent que la température létale de divers saumons, du cristivomer namaycush et de salmo fario est, selon les espèces et les conditions d'expérimentation, comprise entre 23,5 ° C et 25,3 ° C.

D'après *Liebmann* (1960), le brochet pourrait supporter des températures allant jusqu'à 29 ° C; la plupart des cyprinides peuvent résister jusqu'à 29-31 ° C et même au-delà; la carpe peut aller jusqu'à 36-37 ° C et le carassin pourrait même résister jusqu'à 39 ° C.

Les valeurs précédentes sont un peu plus élevées que celles citées par le Rivers Pollution Prevention Sub-Committee anglais (1949) qui donne comme valeurs létales: 25 ° C pour la truite (commune), 30 ° C pour le brochet, 35 ° C pour la carassin doré. Le même comité estime que les espèces précitées peuvent vivre pendant des périodes prolongées aux températures de 22 ° C pour la truite, 27 ° C pour le brochet, 30 ° C pour le carassin, si l'adaptation aux températures élevées se fait lentement et progressivement. Les variations brusques de température sont considérées comme nocives ou fatales aux poissons.

On trouve, dans le second progress report de l'Aquatic Life Advisory Committee of the Ohio River Valley Water Sanitation Commission, des températures

létales pour nombre d'espèces d'eau douce de l'Amérique du Nord.

b) Température de l'eau et croissance des poissons. — La température de l'eau influence considérablement la croissance des poissons. Ainsi, en ce qui concerne la carpe, la croissance est très bonne entre 28 ° et 20 ° C, modérée entre 20 et 13 ° C, faible de 13 à 5 ° C et nulle sous cette dernière valeur. L'optimum de température varie selon les espèces. Généralement, pour les salmonides, on peut considérer que les meilleures températures de croissance sont comprises entre 15 et 18 ° C. Il est souhaitable que les eaux dans lesquelles on élève une ou plusieurs espèces de poissons aient, pendant une durée aussi longue que possible, une température voisine de l'optimum des espèces élevées.

c) Température de l'eau et reproduction des poissons. — Le facteur température intervient encore, et de manière déterminante, dans la reproduction des poissons. Les poissons ne fraient que lorsque les eaux ont atteint la température qui leur convient. En Europe occidentale, certains poissons fraient en hiver, par basses températures: les salmonides; le brochet fraie au printemps au premier réchauffement des eaux, lorsque la température de l'eau remonte vers 10 °; la perche commune fraie un peu plus tard, lorsque la température atteint et dépasse 12 °; la plupart des cyprinides fraient à la fin du printemps, dans des eaux à température de 15 ° et au-dessus. Il faut 12 à 15 ° pour le chevaine, 15 à 16 ° pour le gardon, 17 ° pour la brème. Pour la carpe, la température de l'eau doit atteindre 18 °; plus encore pour la tanche. Il est essentiel que la température requise soit atteinte à l'époque adéquate, sinon les poissons ne se reproduisent pas. Par conséquent les cyprinides, par exemple, ne se reproduisent pas si les eaux ne se réchauffent pas suffisamment au printemps. Inversement les salmonides ne se reproduisent pas si les eaux ne se refroidissent pas assez à l'automne. Ce facteur limite la reproduction de la truite dans les régions tropicales et il pourrait agir défavorablement en Europe si des eaux salmonicoles étaient réchauffées par des eaux de centrales électriques par exemple.

D'après le Rivers Pollution Prevention Sub-Committee anglais (1949), les œufs de truite (commune) ne supportent pas une température supérieure à 14,4 ° C.

Les variations anormales de température durant la période de reproduction déterminant un réchauffement ou un refroidissement intempestif de l'eau sont spécialement préjudiciables.

En ce qui concerne les poissons dits d'eau chaude des régions tempérées, des réchauffements prématurés de l'eau, au printemps, peuvent déclancher la reproduction des poissons mais les œufs ou les alevins sont ensuite décimés par un refroidissement subséquent.

2° Oxygène dissous

L'importance de cet élément, indispensable à la respiration des poissons, est très grande et a déjà été rappelée antérieurement.

Les poissons sont très sensibles aux diminutions de la teneur en oxygène et meurent rapidement d'asphyxie. Il importe donc que les doses létales ne soient jamais atteintes, même pour une courte période.

La teneur en oxygène dissous dans l'eau dépend notamment de la température ainsi que de l'abondance des matières organiques et des végétaux aquatiques submergés.

Dans les eaux naturelles, le plus important des facteurs influençant la teneur en oxygène dissous est la température. L'importance de ce facteur est considérable car, plus la température s'élève, moins grande est la quantité d'oxygène dissous et plus élevée est la consommation notamment par oxydation des matières organiques. L'influence de la température sur la survivance des poissons à de faibles teneurs en oxygène dissous a fait l'objet de plusieurs recherches (*Downing* et *Merkens*, 1957).

La teneur en oxygène dissous dépend aussi de la quantité de matières organiques présentes dans le milieu aquatique. Si cette quantité est élevée, l'oxydation de ces matières consomme une quantité plus ou moins grande de l'oxygène dissous dans le milieu aquatique et la teneur peut tomber au-dessous du minimum requis. Une telle manifestation peut se produire naturellement. Elle se produit durant les périodes de stagnation dans l'hypolimnion des lacs du type eutrophe. Elle se produit aussi en hiver, sous la glace, dans des eaux stagnantes traversées par un trop faible courant. Elle est évidemment aussi très fréquente dans les eaux recevant des eaux usées à caractère organique, provenant des eaux d'égout et d'industries les plus diverses.

Les quantités d'oxygène dissous normalement requises et les minima supportés par les poissons diffèrent très fortement selon les espèces. On trouve à cet égard de très nombreuses données bibliographiques et les chiffres avancés sont peu concordants ce qui n'est pas étonnant, étant donné la variété des espèces étudiées, les conditions de l'étude en eau libre ou de l'expérimentation en laboratoire, les méthodes d'investigation et l'interprétation des résultats (*Tarzwell*, 1957).

Les doses minima moyennes admises pour la carpe sont de 3 à 3,5 mg/l et de 5 à 55 mg/l pour la truite (*Schäperclaus*, 1954). Des teneurs nettement plus basses peuvent être supportées mais durant de courtes périodes seulement. Elles peuvent aller jusqu'à 1,5 ou même 1,0 mg/l pour les truites et 0,5 mg/l pour la carpe et la tanche.

Les teneurs minima supportées par les poissons n'ont rien d'absolu. Elles dépendent de nombreux facteurs ambiants précités, notamment de la température et de facteurs propres au poisson tels que l'espèce, l'âge, la taille et l'activité plus ou moins grande ou réduite du poisson. Les poissons jeunes ou en période de reproduction ont des exigences plus élevées. Les œufs de salmonides, déposés dans le gravier, ont particulièrement besoin d'eau richement oxygénée.

Pratiquement, pour les eaux normales de surface, il faut qu'elles répondent aux critères suivants. Dans

les limites de température précitées, les eaux salmonicoles et mixtes devraient avoir une teneur en oxygène dissous au moins égale à 80 % de la saturation; localement et passagèrement cette teneur peut être abaissée à une teneur qui ne descendra pas au-dessous de 5 mg/l. Dans les eaux cyprinicoles, la teneur en oxygène dissous doit normalement être au moins égale à 70 % de la saturation; localement et passagèrement, la teneur peut s'abaisser jusqu'à 3 mg/l.

Tarzwell (1957, 1958) recommande pour les eaux équivalant à nos eaux cyprinicoles de ne pas descendre au-dessous de 5 mg/l plus de huit heures sur 24 et en tout cas de ne pas tomber au-dessous de 3 mg/l sauf si la population ne comprend que des poissons blancs et non les voraces d'accompagnement, qui sont plus exigeants; s'il n'y a que des poissons blancs, la teneur pourrait descendre jusqu'à 2 mg/l. Pour les eaux à salmonides *Tarzwell* recommande un minimum de 6 mg/l. D'autres auteurs (*Perry*, annexe à *Tarzwell* 1958) estiment la teneur de 6 mg/l insuffisante et préconisent — probablement avec raison — une teneur minima de 7 mg/l pour les eaux salmonicoles.

Les valeurs minima précitées de 5 mg/l pour les eaux salmonicoles et de 3 mg/l pour les eaux cyprinicoles ont déjà été antérieurement préconisées par d'autres auteurs (*Ellis* et al, 1948).

Tarzwell n'est pas favorable à l'expression de la teneur en oxygène dissous en corrélation avec la teneur à saturation, par suite des variations dues notamment à l'influence de la température.

Graham (1949) a pu déterminer que l'activité du saumon de fontaine est réduite au-dessous de 75 % de la saturation en oxygène, quelle que soit la température et il estime qu'au-dessus de 20 ° C la saturation est requise pour permettre une activité normale. *Fry* (1951) estime qu'il faut au moins 6 mg/l pour le développement normal des œufs et alevins de salmonides. Pour l'activité normale du saumon de fontaine, il estime la teneur requise à 7,6 mg/l à 15 ° C et à la saturation si la température est de 20 ° C ou supérieure.

En ce qui concerne l'oxygène dissous dans l'eau, il importe de fixer des critères relatifs à la teneur initiale en cet élément, mais il est nécessaire de fixer également des critères relatifs à la consommation d'oxygène après un laps de temps déterminé, par exemple après 48 heures. La consommation d'oxygène dissous après 48 heures ne doit normalement pas excéder 25 % de la teneur initiale.

3° pH et réserves alcalines (S. B. V.)

La meilleure eau piscicole est celle qui possède une réaction légèrement alcaline: pH compris entre 7,0 et 8,0. Les poissons peuvent supporter des pH acides ou alcalins mais les limites qu'il est souhaitable de ne pas dépasser sont 5,0 et 9,5.

Momentanément des teneurs plus basses ou plus élevées peuvent être plus ou moins bien et plus ou moins longuement supportées selon les espèces. *Tarzwell* (1957) signale que certains poissons ont pu vivre durant de longues périodes à des pH de 4,5 à 4,2. Les valeurs extrêmes que les poissons ne tolèrent plus ou guère sont voisines de 4,0 et 10,0.

On trouve, dans la littérature, des données relatives aux valeurs de pH ayant pu être tolérées par diverses espèces de poissons. Toutes les espèces ne sont pas également résistantes à un abaissement ou à une élévation du pH. La carpe est assez sensible à l'abaissement du pH; elle ne supporte pas longtemps un pH inférieur à 5,0. Les œufs de truite meurent dans une eau dont le pH est de 4,8.

En fait le pH de la plupart des eaux naturelles est compris entre 6,0 et 8,5 mais dans les eaux de tourbières il peut s'abaisser à 4,4. Dans la mesure du possible, il est recommandé d'essayer de maintenir le pH dans des limites comprises entre 6,5 et 8,5. Des variations soudaines et importantes du pH du milieu aquatique sont indésirables.

Il est important de signaler que le pH a une action indirecte importante par l'influence qu'il exerce sur la toxicité de certaines substances, telles que HCN, H_2S, ammoniaque, etc.

L'alcalinité (S. B. V.), qui est souvent proportionnelle à la teneur en bicarbonate de calcium, est très importante, car une alcalinité élevée assure un pH constant, voisin de la neutralité. A une alcalinité de plus en plus forte correspond, jusqu'à une certaine limite, une productivité toujours meilleure. A un S. B. V. de 0,0 à 0,15 correspondent des eaux ou bien impropres à la vie piscicole ou très peu productives. Les eaux peu productives possèdent un S. B. V. compris entre 0,15 à 0,5, bien que les valeurs comprises entre 0,25 et 0,5 soient nettement meilleures que celles inférieures à 0,25. Au-dessus de 0,5 et jusqu'à 1,5, les eaux ont une productivité moyenne. Les meilleures valeurs de l'S. B. V., donnant une productivité élevée, correspondent à des valeurs de l'S. B. V. supérieures à 1,5, mais il n'y a aucune proportionnalité directe et il n'est pas souhaitable que l'S. B. V. dépasse 4,0 ou 5,0.

4° Matières en suspension

Une limpidité suffisante mais non excessive doit caractériser une bonne eau piscicole.

La limpidité doit être suffisante car la turbidité des eaux agit de façon défavorable sur leur productivité. Le manque de lumière empêche ou contrarie le développement du plancton, des couvertures biologiques, des plantes supérieures et il en résulte une diminution plus ou moins considérable de la valeur nutritive du milieu. *Tarzwell* (1957) mentionne que l'on a trouvé sept fois moins d'organismes dans une rivière dans la région située en aval d'une mine que dans la région en amont de celle-ci.

La turbidité des eaux peut être naturelle: eaux laiteuses et froides provenant de la fusion des glaciers; eaux troubles consécutives aux orages, aux pluies violentes, aux fontes de neige; charriage de feuilles mortes. Mais la turbidité peut aussi résulter de pollutions diverses provoquées par des carrières, les cimenteries,

les gravières, les eaux de lavage de charbons et par de nombreuses industries même organiques.

L'érosion, résultant de causes diverses et notamment de la déforestation peut déterminer de graves dommages; il en est spécialement ainsi aux Etats-Unis.

La turbidité peut être due à des particules solides qui se déposent plus ou moins rapidement ou à des matières colloïdales qui demeurent en suspension durant de longues périodes.

La turbidité des eaux peut être nuisible au poisson non seulement indirectement, en réduisant la valeur nutritive du milieu, mais directement si les matières en suspension peuvent blesser ou engluer les branchies. A cet égard il faut cependant noter que les poissons supportent bien et longtemps des turbidités élevées, sauf si la turbidité est accompagnée d'un déversement d'acides, d'alcalis ou de substances qui lèsent les branchies et empêchent leur fonctionnement normal.

La résistance des poissons à la turbidité est variable selon les espèces. La carpe et les silures supportent un degré élevé de turbidité. Il n'en est pas de même des voraces et c'est peut-être la raison de la propagation intempestive de la carpe dans certaines régions des Etats-Unis (*Huet*, 1959).

En général, la turbidité des eaux est plus nuisible à la richesse nutritive de l'eau que directement au poisson lui-même. Les eaux troubles et les dépôts qui en résultent peuvent également contrarier ou entraver totalement la reproduction des poissons en détruisant les œufs ou même les frayères.

Toutefois, s'il est vrai que la turbidité est nuisible, une transparence trop grande est un indice de pauvreté nutritive. La différence existant à cet égard entre lacs oligotrophes et eutrophes est bien connue. Dans les premiers, la transparence peut atteindre 25 m et même dépasser cette valeur tandis que dans les seconds, plus productifs, elle peut tomber à moins de 0,50 m par suite d'un développement considérable de plancton.

L'Aquatic Life Advisory Committee of the Ohio River Valley Water Sanitation Commission (1956) estime que pour maintenir les conditions les plus favorables à la croissance des plantes aquatiques supérieures, il est essentiel que la transparence de l'eau soit telle que 25 % au moins des radiations solaires totales atteignent les plantes.

5° *Matières en solution*

L'eau pure au point de vue piscicole n'est pas de l'eau distillée. Elle doit renfermer en quantités suffisantes les sels nutritifs nécessaires à la vie aquatique végétale et animale. Cet aspect du problème a été rappelé précédemment.

Si l'eau convenant à la production piscicole doit être suffisamment riche en substances nutritives, elle doit aussi être exempte de substances toxiques.

Celles-ci existent en quantités innombrables et il s'en crée journellement de nouvelles. Des substances nocives au poisson existent dans certaines eaux naturelles: eaux trop riches en fer, en soufre, eaux salées, eaux de tourbières. Toutefois, la plupart des matières toxiques au poisson sont déversées dans l'eau par l'homme.

Les principales substances toxiques peuvent être groupées sous diverses rubriques, dont la simple énumération (*Liebmann*, 1960) est suffisamment suggestive pour donner une idée de la variété et de la complexité du problème.

a) Matières toxiques inorganiques; substances oxydantes (chlore, chloramine, permanganate de potassium), poisons sous forme gazeuse (ammoniaque, hydrogène sulfuré, acide carbonique, etc.), acides minéraux (acides chlorhydrique, sulfurique, etc.), bases fortes (soude caustique, potasse caustique, chaux vive), sels alcalins et alcalino-terreux, métaux lourds, produits inorganiques divers;

b) Matières toxiques organiques: acide cyanhydrique et dérivés; combinaisons aliphatiques (méthane, chloroforme, alcools, éthers, aldéhydes, cétones, acides acétiques, oxalique, critique, esters, etc.); combinaisons aromatiques (benzol, toluol, phénols, chlorbenzol et chlorphénol, amines, combinaisons nitrées, mercaptans, goudron et dérivés); substances toxiques diverses d'origine végétale ou animale (nicotine, strychnine; eaux usées de sucreries et d'usine de pâte à papier; produits de percolation d'humus de conifères; stupéfiants); colorants; détergents; herbicides et insecticides divers (2,4-D, DDT, roténone, toxaphène, etc.).

Plusieurs auteurs, entre autres *Steinmann* (1928), *Ellis* (1937), *Doudoroff* et *Katz* (1950 et 1953), *Vivier* (1957), *Liebmann* (1960), ont rassemblée et fait la critique d'une documentation partiuclièrement abondante mais également fort dispersée et souvent confuse, consacrée aux recherches et expériences entreprises en toxicologie.

La toxicologie des poissons est une science très complexe. Pour chaque substance, elle vise à déterminer plusieurs valeurs. 1° La « dose minima mortelle » (Tödlichkeits- oder Letalitätsgrenze), qui est atteinte lorsque la concentration utilisée provoque encore la mort des poissons pendant la durée standard de l'expérience. 2° La « dilution-limite » (Empfindlichkeitsgrenze), qui est atteinte lorsque la concentration utilisée ne provoque plus d'action défavorable sur le poisson, ni pendant la durée standard de l'expérience ni au cours des deux journées qui suivent celle-ci. En réalité l'étude des manifestations toxicologiques et beaucoup plus complexe. *Wuhrmann* et *Woker* (1948) distinguent une phase latente et une phase létale qui comprennent à leur tour plusieurs points importants de manifestation.

Divers auteurs, notamment *Doudoroff* et al (1951) conduisent leurs essais en essayant de déterminer la « tolérance-limite moyenne (TLm) » qui est la concentration à laquelle une substance ou un effluent déterminé tue 50 % des poissons mis en expérience durant le temps d'expérimentation (48 heures par exemple). La tolérance admissible pour les eaux résiduaires déversées est évidemment beaucoup plus faible et, en

première approximation, peut être évaluée au dixième seulement de la TLm mais cette valeur de 0,1 est évidemment sujette à vérifications et à modifications.

Les données fournies par les recherches de toxicologie sont malheureusement difficiles à établir et à interpréter. De nombreux facteurs font varier les résultats des essais de toxicologie: facteurs spécifiques, facteurs écologiques. Parmi les premiers il faut citer: les espèces de poissons (il existe des différences considérables dans la sensibilité des diverses espèces; (les truites sont très sensibles, le brochet moins, la carpe et la tanche nettement moins); l'âge des poissons (les alevins sont souvent plus sensibles que les adultes), l'état physiologique (période de fraie), l'état sanitaire. Parmi les facteurs écologiques, il faut citer: la température (une élévation de température a généralement pour effet une aggravation de la toxicité), la composition chimique de l'eau.

Une grande variation des effets des substances toxiques déversées dans une eau réceptrice résulte des grandes différences dans la composition des eaux réceptrices. De ce fait, malheureusement, la référence à la littérature sur la toxicité de substances chimiques diverses est de peu de valeur pour la détermination de la toxicité d'une eau résiduaire complexe comprenant des substances diverses. Beaucoup d'expériences antérieures sont sans valeur parce que l'on ne connaît pas la composition de l'eau avec laquelle elles ont été effectuées.

Une autre complication résulte du fait que les substances déversées sont des mélanges dont les réactions sont différentes de leurs composantes. Il peut en résulter et il en résulte souvent des actions synergétiques ou antagonistes diverses.

L'influence de la température et celle de la teneur en oxygène dissous sur les effets toxiques des poisons ont notamment été soulignées par *Wuhrmann* et *Woker* (1955).

L'influence du pH sur la toxicité de nombreuses substances a été rappelée antérieurement. Pour beaucoup de substances (acides inorganiques faibles, acides organiques) un abaissement du pH augmente la toxicité. Celle de l'ammoniaque s'accroît rapidement si le pH dépasse 8,0. L'influence du pH sur les cyanures est particulièrement grande. *Doudoroff* a trouvé que des complexes de cyanure de nickel étaient mille fois mieux supportées par les poissons au pH 8,0 qu'au pH 6,5.

En vue de coordonner les essais de toxicologie et pour rendre comparables leurs résultats une proposition de standardisation des essais a été faite par des experts suisses, français et belges, suite à une réunion tenue à Zurich en 1952. La durée de l'expérimentation a évidemment beaucoup d'importance; pour des raisons d'ordre pratique on s'arrête souvent à une durée de six heures. *Doudoroff* et al (1951), ainsi que *Herbert* (1952) et *Henderson* et *Tarzwell* (1957), ont proposé des méthodes pour la conduite des essais toxicologiques.

En ce qui concerne la toxicité d'eaux résiduaires complexes, la meilleure façon d'aborder le problème est de faire des essais avec l'effluent complet en utilisant comme eau de dilution l'eau du cours d'eau récepteur prélevée à l'endroit de déversement (*Tarzwell*, 1957).

6° Substances communiquant un mauvais goût à la chair du poisson

Les eaux piscicoles doivent, non seulement répondre aux critères précisés ci-dessus, mais encore être exemptes de substances susceptibles de communiquer un mauvais goût à la chair du poisson.

Certaines substances, notamment les phénols, sont toxiques pour les poissons à des doses déterminées. A des dilutions plus fortes, elles ne mettent plus en danger la vie des poissons et ne sont pas nuisibles à la faune aquatique nutritive, mais elles communiquent à la chair des poissons un goût tellement prononcé et désagréable, qu'elle devient immangeable. De ce fait, la pêche sportive et plus encore la pêche professionnelle sont gravement lésées.

Le goût désagréable de la chair du poisson peut être d'origine naturelle (par exemple le goût de vase transmis par les algues bleues du genre Oscillatoria). En pisciculture, le goût peut aussi résulter d'une nourriture défectueuse. Souvent, en eau libre, le goût de la chair du poisson est altéré par les eaux résiduaires, qui influencent le poisson directement ou à l'intervention de la nourriture qu'il absorbe, elle-même contaminée. Le pétrole, les huiles minérales, les eaux résiduaires de raffineries, les chlorophénols, les phénols sont particulièrement à incriminer. Des doses de 0,1 mg/l de phénol et même de 0,02 à 0,03 mg/l suffisent pour contaminer la chair du poisson, surtout s'ils sont maintenus en stabulation. Il faut plusieurs semaines pour débarrasser la chair du poisson du goût désagréable qu'elle a acquis.

Bibliographie

Aquatic Life Advisory Committee of the Ohio River Valley Water Sanitation Commission. Aquatic life water quality criteria. First progress report, Sew. and Indus. Wastes, 27 (3), 1955, 321-331. Second progress report, Sew. and Indus. Wastes, 28 (5), 1956, 678-690.

Black E. C. Upper Lethal Temperature of Some British Columbia Freshwater Fishes. — Journ. Fish. Res. Board of Canada, 10 (4), 1953, 196-210.

California Institute of Technology. Water quality criteria. State water pollution control Board, Sacramento Ca., Publication N° 3, 1952, 512 p.

Denzer H. W. Akute Hypoxie und Atemfrequenz bei Regenbogenforellen-Setzlingen. — Der Fischwirt, 1952 (7), pp 241 bis 244.

Doudoroff P. and *Katz M.* Critical review of literature on the toxicity of industrial wastes and their component to fish.— I. Alkalies, acids and inorganic gases. Sew. and Indus. Wastes, 22 (11), 1950, 1432-1458. II. The metals as salts. Sew. and Indus. Wastes, 25 (7), 1953, 802-839.

Doudoroff P. et al. Bio-assay methods for the evaluation of acute toxicity of industrial wastes to fish. Sew. and Indus. Wastes, 23 (11), 1951, 1380-1397.

Downing K. M. and *Merkens J. C.* The influence of temperature on the survival of several species of fish in low ten-

sions of dissolved oxygen.—The Annals of Applied Biology, 45 (2), 1957, pp. 261-267.
Ellis M. M. Detection and measurement of stream pollution.—Bulletin of the Bureau of Fisheries, XLVIII, 1937, Bul. N° 22, pp. 365-437.
Ellis M. M., Westfall B. A., Ellis M. D. Determination of Water Quality.—Fish and Wildlife Service, Research Report 9, Washington, 1948, 122 p.
Fry F. Some environmental relations of the speckled trout (Salvelinus fontinalis). Rept. Proc. N. E. Atlantic Fish. Con., 1951. (cité d'après *Tarzwell* 1957.)
Gibson E. S. and *Fry F. E. J.* The performance of the Lake Trout *Salvelinus namaycush*, at various levels of temperature and oxygen pressure.—Canadian Journal of Zoology, 32, 1954, 252-260.
Graham J. M. Some effects of temperature and oxygen pressure on the metabolism and activity of the speckled trout *Salvelinus fontinalis*.—Can. Jour. Res. D, 27, 1949, 270-288. (Cité d'après *Tarzwell* 1958.)
Henderson Cr. and *Tarzwell Cl. M.* Bio-assays for control of industrial effluents. Sew. and Indus. Wastes, 29 (9), 1957, 1002-1017.
Herbert D. W. M. Measurement of the Toxicity of substances to Fish.—Water Pollution Research Laboratory, Watfords, 1952, 8 p.
Huet M. La pollution des eaux. L'analyse biologique des eaux polluées. (Bul. Centre Belge Etude et Documentation Eaux, n° 5 et 6.) Trav. Stat. Rech. Eaux et Forêts, Grœnendaal, Sér. D, n° 9, 31 p.
Huet M. Appréciation de la valeur piscicole des eaux douces. Trav. Stat. Rech. Eaux et Forêts, Grœnendaal, Sér. D, n° 10, 1949, 55 p.
Huet M. Les eaux continentales. — in Livre de l'Eau. Centre Trav. Stat. Rech. Eaux et Forêts, Grœnendaal, Sér. D, n° 10,
Hynes H. B. N. The Biology of Polluted Waters. Liverpool, University Press, 1960, 202 p.
Liebmann H. Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. Band II, R. Oldenbourg, München, 1960, 1149 p.
Mann H. Ueber Geschmackbeeinflussung bei Fischen. Der Fischwirt, Jg. 3, 1953, 330—334.
Rivers Pollution Prevention Sub-Committee of the Central Advisory Water Committee.—Prevention of River Pollution.—His Majesty's Stationery Office, London, 1949, 76 p.
Schäperclaus W. Fischkrankheiten. Dritte Auflage. Akademie-Verlag, Berlin, 1954, 708 p., 389 fig.
Schäperclaus W. Lehrbuch der Teichwirtschaft. Zweite Auflage. Paul Parey, Berlin und Hamburg. 1961, 582 p., 290 fig.
Southern Research Station, Maple. Annual Report of the Laboratory for Experimental Limnology.—Res Rep. N° 23, 1951, 18 p.
Steinmann P. Toxicologie der Fische. — In Demoll-Maier: Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas, Bd. VI, Lf. 3. Stuttgart, 1928, pp. 289—392.
Tarzwell Cl. M. Water quality criteria for aquatic life. Pp. 246-272, in Biological problems in water pollution. U.S. Departm. of Health, Education and Welfare, Public Health Service, Cincinnati, 1957, 272 p.
Tarzwell Cl. M. Dissolved oxygen requirements for fishes, pp. 15-24 in Oxygen relationships in streams. U. S. Depart. of Health, Education and Welfare, Public Health Service, Cincinnati, 1958, 194 p.
Vivier P. Importance des Tests biologiques dans la protection des rivières contre la pollution. Gen. Fish. Counc. for the Mediterr., Proc. and Techn. Rap., Rome, 4, 1957, 207—217.
Wuhrmann K. und *Woker H.* Experimentelle Untersuchungen über die Ammoniak- und Blausäurevergiftung. Schweiz. Zeit. f. Hydrologie, XI, 1948, 210—244.
Wuhrmann K. La protection des rivières contre la pollution. Bulletin du Cébédeau, 15, 1952/I, 77-85.
Wuhrmann K. and *Woker H.* Influence of temperature and oxygen tension on the toxicity of poisons to fish.—Verh. int. Ver. Limnol., Stuttgart, XII, 1955, 795-801.

Anforderungen der Landwirtschaft an das Oberflächenwasser

Von Dr. C. van den Berg, Direktor des «Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding», Wageningen/Niederlande

Im Zusammenhang mit der allgemeinen zunehmenden Verschmutzung des Oberflächenwassers wird auch die Frage der Qualität des Wassers für die europäische Landwirtschaft mehr und mehr aktuell, besonders dort, wo Oberflächenwasser als einzige Quelle der Wassernutzung in Frage kommt, wie dies in verschiedenen Zentren der Gartenbaukultur unter Glas der Fall ist.

Das Oberflächenwasser wird in der Landwirtschaft für verschiedene Zwecke verwendet, und zwar als:

1. Trinkwasser für das Vieh
2. Waschwasser der Ernteprodukte
3. Unterirdische Bewässerung
4. Berieselung und Beregnung.

Wie die mannigfaltig mögliche Verunreinigung des Wassers sich in diesen Fällen auswirkt, ist noch bei weitem nicht völlig bekannt, und nur einige Grenzwerte der Schädlichkeit der vielen Verschmutzungskomponenten können angegeben werden. Eine Ausnahme macht dabei der Salzgehalt des Wassers, worauf später eingegangen wird.

Ueber die übrigen Schmutzstoffe lassen sich die folgenden allgemeinen Bemerkungen machen: Die organischen Verunreinigungen des Wassers machen der Landwirtschaft meistens wenig Sorge, im Gegenteil. So ist es wohl bekannt, dass selbst fäkalische Abwässer mit hohem organischem Stoffgehalt für die Bewässerung von Wiesen und Weiden gebraucht werden. Dem Boden werden Nährstoffe zugefügt, und die meisten vorhandenen Keime scheinen bald ihre Infektionsfähigkeit zu verlieren. Der Gebrauch eines solchen Abwassers ist aber beschränkt auf das Grasland, da es auf dem Ackerland leicht zu Pilzbefall von jungen Pflanzenkulturen führen kann. Viel weniger brauchbar sind die Abwässer der Papier- und Zellstoffindustrie, da die schwer verdaulichen Fasern den Boden dicht verfilzen können.

Oele, Fette, Eisenocker usw. können alle die Poren des Bodens verstopfen, wenn sie in beträchtlichen Mengen im Bewässerungswasser vorkommen. Dadurch wird die Sauerstoffversorgung des Bodens gestört und das Wachstum von Pflanzen und Mikroben gehemmt.

Meistens werden die genannten Schwierigkeiten nur in der Nähe der betreffenden Industrien auftreten und daher nur von örtlicher Bedeutung sein.

Es versteht sich von selbst, dass die zulässigen Grenzwerte der giftigen Schwermetalle für Tiere und