

69

Union Internationale pour la Conservation  
de la Nature et de ses Ressources.

31, rue Vautier, Bruxelles, Belgique.

77

RT 7/I d/2.

## SEPTIÈME RÉUNION TECHNIQUE

Athènes, Grèce, 11-19 septembre 1958

### INFLUENCE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES ET DES POLLUTIONS INDUSTRIELLES SUR LA FAUNE FLUVIALE DE L'APENNIN UMBRO-MARCHIGIEN

PAR

GIAMPAOLO MORETTI

Directeur de l'Institut d'Hydrobiologie et Pisciculture « G. B. Grassy »  
de l'Université de Pérouse

(Monte del Lago sul Trasimeno), Italie

#### Résumé.

Les perspectives d'extension du régime hydraulique et la menace d'une pollution industrielle des cours d'eau des Marches et de l'Ombrie (Italie) ont induit l'Institut d'Hydrobiologie de l'Université de Pérouse à entreprendre une enquête sur l'état de salubrité actuelle de ces cours d'eau.

Comme la plus grande partie des cours d'eau de l'Ombrie et des Marches ont un régime hydrique torrentiel avec de longs étiages estivaux qui alternent avec les crues du printemps et de l'automne, les effets de l'intervention de l'homme ne tarderaient pas à se manifester avec gravité pendant la saison chaude. La Nera se trouve à présent très gravement altérée par la quantité de décharges industrielles et de barrages hydrauliques, bien qu'elle ait un débit plus copieux et que son régime soit plus régulier et équilibré.

Enfin nous avons évalué les conditions sanitaires des cours d'eau umbro-marchigiens non seulement par l'examen chimique mais aussi du point de vue de la résistance des représentants les plus typiques de la faune fluviale et des fluctuations des populations aquatiques correspondant aux diverses zones altitudinales des cours d'eau.

Épreuve non revue.

# INFLUENCE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES ET DES POLLUTIONS INDUSTRIELLES SUR LA FAUNE FLUVIALE DE L'APENNIN UMBRO-MARCHIGIEN

PAR

GIAMPAOLO MORETTI

Directeur de l'Institut d'Hydrobiologie et Pisciculture « G. B. Grassy »  
de l'Université de Pérouse

(Monte del Lago sul Trasimeno), Italie

---

## « Les prémisses ».

Les rivières des Marches et de l'Ombrie se prêtent particulièrement à être étudiées par l'hydrobiologiste qui veut se rendre compte exactement des effets produits par les ouvrages hydrauliques et par les pollutions sur la faune des eaux courantes.

Il s'agit en effet de cours d'eau pour la plupart facilement accessibles et qui peuvent être examinés, dans lesquels on peut facilement trouver presque tous les types de déversoirs industriels et de barrages hydrauliques.

Outre cela, les rivières des Marches présentent la caractéristique singulière de constituer un système métamérique, c'est-à-dire qui voit se répéter plusieurs fois son image fluviale; elles permettent ainsi aux chercheurs la possibilité de démontrer leurs conclusions.

Enfin, le réseau fluvial de l'Ombrie représente un cas extrême de changement hydraulique et d'altération chimique d'une rivière qui, bien observée par l'homme, aurait pu constituer un modèle de formation fluviale à régime hydrique naturellement équilibré. Mais on arrive à ce cas extrême en passant par une gamme riche de formations intermédiaires situées dans les Marches ou dans l'Ombrie qui font sans cesse l'objet de recherches par notre laboratoire. Mais nous essaierons ici de tracer un tableau significatif des menaces que constituent pour la faune des cours d'eau Umbro-Marchigiens les conditions altérées du milieu qui se trouvent jusqu'ici sous notre contrôle direct.

Mais pour cela, il sera nécessaire de prendre en considération certaines prémisses de nature géographique, climatique et hydrographique que nous venons de vous exposer.

Caractères hydrologiques des systèmes fluviaux  
Umbro-Marchigiens.

L'arc que la chaîne de l'Apennin trace en allant vers l'Orient, et pour cela vers la mer Adriatique, détermine des conditions hydrographiques qui nous permettent de distinguer le système fluvial des Marches de celui de l'Ombrie de la façon suivante :

*Rivières des Marches.*

Débouchent dans la mer chacune de son propre cours.

Forment des cours parallèles entre eux dirigés vers l'Orient.

N'ont que de médiocres affluents.  
Ont des débits semblables.

Ont un profil rapide avec un dénivèlement, entre la source et l'embouchure, d'à peu près 800 m.

Peu d'étendue de la plaine, plus grand développement des vallées.

Se divisent en trois zones :

1° *Appenninica* : ou du cours haut;

2° *Preappenninica* : ou du cours moyen;

3° *Subappenninica* : ou de l'étendue terminale du cours.

L'étendue terminale, ou de l'embouchure, est dominée par un climat moyen de 5°-6° en janvier et 25°-26° en juillet.

La pluie annuelle est de 1.200-800 mm dans le haut et le moyen cours et elle est au-dessous de 800 mm dans l'étendue terminale.

*Rivières de l'Ombrie.*

Confluent dans un collecteur central (Tevere).

Ont des cours convergents, qui se ramifient vers l'Occident, ou vers le Sud.

Ont des affluents importants.

Quelques-unes ont un débit beaucoup plus important (Tevere-Nera).

Ont un profil moins rapide avec un dénivèlement, entre la source et le confluent, de 600 m.

Plaine plus étendue, moindre développement de l'étendue de la vallée.

L'étendue correspondante terminale, ou de la plaine, est sujette à une température atmosphérique de 4° en janvier, tandis que le conditionnement thermique moyen au mois de juillet est de 21°-24°.

La pluie annuelle est de 1.200-800 mm pour toute la longueur du cours, sauf de traits limités et séparés entre eux qui ont moins de 800 mm de pluviosité.

Les bois et les lieux plantés d'oliviers prédominent sur le sol de l'Ombrie, où ils occupent de 20-30 % de la surface territoriale, au lieu de 5-10 % dans les Marches. Mais une certaine proportion s'établira ensuite entre les terrains cultivés avec une production plus grande pour cent et des terrains boisés pour les Marches. Les caractères lithologiques et pédologiques sont sensiblement semblables pour deux raisons : Le sol Umbro-Marchigien est en effet pour la plus grande partie calcaire dans les côtes plus élevées et arénacé-argilleux dans les plus basses, de sorte que la succession des étendues perméables

et de celles qui ne le sont pas se montre assez symétrique et le reflux des deux systèmes fluviaux en acquiert une certaine ressemblance.

Tous les territoires régionaux ont en commun un climat subméditerranéen avec des précipitations météoriques principalement copieuses dans les périodes équinoxiales. Le résultat de ces événements est que le régime fluvial des Marches et de la plupart des cours d'eau de l'Ombrie est à peu près le même, avec de forts étiages en été et avec deux crues, la plus grande au printemps, la plus faible en automne.

Bien différent est le cas de la rivière Nera qui se jette dans le Tevere avec la rivière Velino. Le parcours de montagne de ces deux affluents est régularisé par des réserves d'eau emmagasinées dans le réseau hypogée du calcaire karstique de sorte que les deux crues de l'automne et du printemps sont accompagnées par une « morbidité » d'hiver et unies entre elles par un régulier déflux d'été. Le cours inférieur du Tevere, après le confluent, se ressent de ce segment qui permet d'assimiler le territoire hydrique de l'Ombrie méridionale au régime fluvial du type Appennino central. Mais nous verrons comment l'œuvre de l'homme a porté d'ultérieures modifications au complexe fluvio-lacustre dans cette zone.

#### Les ouvrages hydrauliques et leurs répercussions sur la vie rhéophile.

Par l'expression générale d'« Ouvrages hydrauliques » l'on entend les bassins hydroélectriques, les petits lacs agricoles, les digues de barrage, les canalisations, les amenées forcées, les galeries, les prises d'eau, les marches des lits et tout ce que l'homme construit le long des cours d'eau en changeant leur configuration originelle.

La situation hydraulique des régions que nous avons traitées ici souffre de la pauvreté de l'eau disponible, la perméabilité des lits et le faible débit de la plupart des rivières rendant une installation même peu importante capable de faire sentir ses effets sur le courant de l'eau.

En tenant toujours compte de l'exception qu'est la rivière Nera, l'on peut dire en général que le bassin hydroélectrique prédomine dans les Marches et les petits ouvrages agricoles dans l'Ombrie.

Quels sont donc les effets de ces ouvrages hydrauliques sur la vie qui se déroule dans la rivière ?

Cette évaluation peut se faire seulement si l'on trace les traits physiologiques fondamentaux de l'hydrobiologie régionale.

Les eaux claires, rapides et fraîches du cours d'eau de montagne

sont riches d'apport de sources et coulent sur un fond rocheux ou pierreux presque recouvert de touffes de mousse. Elles sont souvent surchargées d'oxygène (110-170 %), douées d'une bonne réserve alcaline et assez dures (25-35 degrés français).

C'est la région de la truite (*Salmo fario* et ssp. affines) où la petite faune du fond, abondante et variée, est constituée surtout par des sangsues de source (*Herpobdella*), hydrachnides, gammarides et par une troupe de larves et nymphes d'insectes, entre lesquelles se distinguent les éphéméroptères (*Baetis*), les plécoptères (*Perla*), les trichoptères (*Rhyaophila*) et les diptères orthocladines (*Rheothanitaris*); cette étendue du cours d'eau garde ainsi une population rhéophile très spécialisée qui est extrêmement sensible à chaque altération de l'eau autant d'ordre hydraulique que d'ordre chimique.

Au fur et à mesure que la rivière descend vers la vallée, le lit s'élargit, les pierres rapetissent et se mêlent aux cailloux en se revêtant de conferves et sphyrogies. Les eaux deviennent moins claires et plus hautes. Mais le taux d'oxygène reste toujours haut : la dureté peut augmenter, mais la température de l'eau oscille entre des limites plus étendues. C'est la côte du barbeau (*Barbus plebeius*). La biocénose devient plus monotone, les plécoptères disparaissent ou diminuent, les éphéméroptères (*Ecdyonurus*, *Caenis*) et les trichoptères (*Hydropsyche*, *Hydroptilidae*) changent, les *ditteri chironomides* restent toujours nombreux mais accompagnés de mélusinides (*Simulium*), rares sont les mollusques. C'est un ensemble d'habitants moins exigeants, capables de supporter des eaux moins pures et plus troubles, des fonds plus variables et des changements hydrauliques plus fréquents.

Enfin, près de l'estuaire, les eaux deviennent troubles et paresseuses et le lit devient spacieux et caillouteux, puis sablonneux et enfin limoneux. Les changements de température et d'oxygénation sont très grands, la réserve alcaline et la dureté changent sensiblement avec les crues et l'étiage. C'est l'étendue de la rivière Umbro-Marchigienne habitée par le chevain (*Squalius cephalus*), par la « lasca » (*Leuciscus rutilus*) et par le rotengle (*Scardinius crythrophthalmus*). Les vers tubificides (*Tubifex*), les crustacés isopodes (*Asellum*), les diptères chironomides à larves rouges (*Chironomus* gr. *thummi*), les éphéméroptères cloéonides (*Cloeon*) et les trichoptères polycentropides (*Polycentropus*) sont les typiques exposants de cette étendue.

Toutes formes euribiontiques, très résistantes, peu sensibles aux déviations hydrauliques et capables de supporter pollutions chimiques et chutes considérables du taux d'oxygène.

Nous voici alors en état de faire un budget concis des conséquences que les ouvrages hydrauliques déterminent sur cette biocénose fluviale.

1° L'homogénéité de la composition de la vie rhéophile d'une rivière se conserve d'autant plus longtemps que la fréquence des barrages est plus rare. Dans un cours d'eau plusieurs fois barré l'on assiste à une fragmentation de la vie torrenticole et à la disparition imprévue et définitive des limites qui autrement et progressivement auraient diminué en nombre de la montagne à la vallée.

2° Si le barrage est total ou susceptible de transformer un secteur du lit fluvial en une nappe d'eau calme et profonde, les animaux rhéophiles disparaissent de l'étendue occupée par le lac et ils sont obligés d'habiter le secteur qui se trouve en amont du bassin en colonisant aussi la partie initiale où les eaux coulent encore sur le fond. L'étendue de cette biozone est d'autant plus instable que plus grandes sont les variations du niveau dans le courant de l'année et elle est d'autant plus large que plus douce est la pente du fond.

Le pourcentage de réduction et la disparition des représentants rhéophiles sont plus élevés dans les bassins à pente plus rapide; si au contraire le barrage est partiel, ou assez bref et épisodique, les communautés lothiques émigrent provisoirement.

3° La réduction des associations de la petite faune des eaux courantes le long des rivières barrées par les bassins a été très bien étudiée au moyen de la méthode de la « Formella » échelonnée le long du lit et dans les différentes sections du lit.

Avec ce procédé, les meilleurs indicateurs de la diminution de la biocénose rhéophile causée par le barrage sont : les vers anellides (*Herpobdella octoculata*), les acariens d'eau (*Hydrachnellae*), les crustacés amphipodes (*Echinogammarus pungens*), les stades aquatiques de certains insectes comme les plécoptères (*Perla*), les éphéméroptères (*Ecdyonurus*), les tricoptères (*Rhyacophile vulgaris*) et les diptères (*Melusina*). Et par antithèse, les exposants les plus capables de mettre en évidence les passages du milieu lotique au milieu lentique du lac artificiel, sont : les vers anellides oligochètes (*Tubifex*), les crustacés isopodes (*Asellus aquaticus*), et les stades aquatiques des insectes diptères (*Chironomus*).

4° L'effet inhibant sur la faunule rhéophile varie selon la côte altimétrique, là où le lit de la rivière est barré. Dans les bassins des hautes vallées des Apennins, l'arrêt de toute vie torrenticole se manifeste toujours de manière nette et catégorique; où le lac commence à couler, la faunule fluviale n'existe plus et là où se trouve la rivière, il n'y a aucun terme lénitique. Ainsi, le bassin hydroélectrique, profond et articulé du Fiastrone (avec une profondeur de 36 m), situé dans le haut cours de la rivière Chienti (Marches), cause un arrêt brusque du milieu lothique alticole, qui ne retourne plus en aval. Au contraire,

la nappe d'eau de Caccamo, moins profonde et tortueuse (prof. 20 m), formée par la rivière Chienti barrée à une cote plus basse entre sa vallée principale ouverte et peu inclinée, abrite dans sa première étendue une grande population de larves rhéophiles qui retourneront après, en aval de la digue, où la rivière se reconstitue en l'accompagnant sur une longue étendue dans sa course vers la mer.

5° Les bassins artificiels échelonnés le long de la rivière Chienti et ceux du Haut-Tevere forment une production de phyto- et zooplancton qui va augmenter la faunule rhéophile qui vit en aval du barrage.

Cette eutrophie est, pour la plupart du temps, accompagnée d'une population vigoureuse de larves d'insectes pêcheurs (*Polycentropus*, *Melusina*, Chironomides, *Ephemera*). Ainsi apparaît, en petit, cette production du « carico biologico » qui était déjà connue des affluents des grands lacs insubriques.

6° Un des phénomènes les plus intéressants pour le conditionnement de la vie créé par le bassin artificiel, c'est celui du dépôt du détritit convoyé par la rivière. Il arrive que, quand le lit de la rivière rejoint, en aval du barrage, l'eau courante qui provient du barrage de la digue ou des eaux de source, celles-ci ne sont plus troubles, et sont aussi susceptibles d'abriter des animaux qui préfèrent les profondeurs claires et les eaux limpides, comme *Rhyacophila*, *Melusina* et *Helmis*.

Tout cela se déroule sur une grande échelle dans le lac du système hydrique des Marches. L'Ombrie, au contraire, ne fournit pas d'exemples dignes de remarques.

7° Pour les mêmes motifs que nous avons indiqués ci-dessus, chaque barrage marque une barrière thermique plus ou moins tranchée le long du cours d'une rivière. Les eaux superficielles qui se déversent du côté supérieur de la digue dans le lit inférieur, n'ont pas toujours la même température que les eaux de la rivière. Souvent elles sont plus chaudes, ou plus froides, selon la saison et la côte. La faunule aquatique qui s'établit en aval des barrages se ressent quelquefois de la différence thermique et accomplit son cycle biologique avec quelque temps d'avance, ou du retard sur celle qui est située en amont.

8° Le phénomène devient très évident quand il s'agit de décharges d'eau qui proviennent des galeries creusées dans la montagne. Il arrive alors que dans le lit de la rivière se déversent des quantités assez importantes d'eau qui, venant de versants plus élevés et après avoir pris la température souterraine, apportent un brutal refroidis-

sement pendant l'été et un bienfaisant réchauffement pendant l'hiver du courant de l'eau épigée, souvent devenu un simple ruisseau ou même des mares isolées. On assiste dans ce cas à d'étranges et inattendues extinctions de faunules polysaprobies et, pareillement, à de réapparitions singulières de faunules frigidicoles lesquelles, à la fin doivent s'habituer à la saturation incomplète d'oxygène et à l'absence presque totale de charges biologiques qui caractérisent ces eaux qui ne sont pas tout à fait des eaux de montagne. Un exemple de ce genre nous est fourni par la rivière Nera qui se trouve dans le centre même de Terni.

9° Mais le domaine des eaux courantes n'est pas toujours affecté ou exterminé, par la prédominance des eaux lacustres. Même pour l'Ombrie, l'on peut citer le cas contraire; le déversement des eaux de la rivière Nera dans le lac de Piediluco, à travers un canal souterrain de presque 40 km de parcours hypogé, impose un changement profond dans la thermique, dans le chimisme et dans la productivité biologique du secteur septentrional du petit lac réglé à l'ouverture. Ici le lac se refroidit fortement en été et se réchauffe en hiver; se surcharge de sels minéraux et de détritiques; il produit un riche benthos rhéophile et peu de plancton. Il change donc de physionomie et se transforme en une rivière profonde.

10° Les prises d'eaux canalisées, les écluses et les déviations déterminent sur la faunule torrenticole des modifications qui sont en proportion directe avec le relâchement du déflux. Dans les canaux découverts, cherche à s'installer une population très homogène formée de peu d'éléments spécialisés qui peuvent atteindre une grande vigueur et dominer tous les autres.

Nous prenons pour exemple certains canaux de dérivation des rivières des Marches qui sont caractérisées par *Lasiocephale basalis*. Ce type de modification peut être considéré comme le plus primordial remaniement des lits fluviaux et le mieux circonscrit.

11° Dans la région de l'Ombrie, au cours de ces dernières années, prennent racine « les lacs de colline » ou lacs agricoles. Il s'agit de petites nappes d'eau de surface, la plupart inférieures à l'hectare, qui sont situées dans des terrains de colline argileux. Le résultat est toujours le même, soit qu'ils soient alimentés seulement par les eaux pluviales, soit par introduction de sources et de petits torrents : les petits lacs deviennent des sièges entrophes de vie plénétonique qui, se surchargeant en aval au moyen des eaux d'un tube de niveau dans les périodes de pluie, alimentent une riche, mais souvent casuelle, biocénose rhéophile.



L'augmentation numérique progressive de ces bassins, qui se trouvent même dans les Marches, va changer le réseau capillaire du système d'irrigation des terrains cultivés et aussi, par conséquent, la faunule rivicole qui se rapporte à ce réseau.

12° Tout ce que nous avons dit jusqu'ici à propos des effets produits par les travaux hydrauliques sur la faune des cours d'eau Umbro-Marchigiens doit être mis en rapport avec le régime hydrique des cours d'eau intéressés. En effet, ces conséquences apparaissent de façon d'autant plus évidente que l'afflux des eaux dans le bassin d'impluvium est plus irrégulier.

Comme on a pu le voir, tous les cours d'eau des Marches ont des crues débordantes au printemps (mois de mars) et des étiages extrêmes en été (mois d'août) suivis par d'autres crues en automne qui se prolongent pendant l'hiver.

Il s'ensuit que, dès le mois de novembre jusqu'au mois de mars, à cause de l'extension du phénomène courant tout le long du lit fluvial, le réseau hydrique des Marches tend à réduire la fragmentation des faunes rhéophiles, lesquelles tendent aussi à se réunir.

Tout au contraire, à partir du mois de juin jusqu'au mois de septembre la fragmentation des côtes lothiques devient plus évidente dans les lits barrés par les bassins (Cesano, Esino, Potenza). La même remarque vaut pour les cours d'eau de l'Ombrie qui participent à un régime hydrique du type « Tosco-Marchigiens ». Nous pouvons mentionner par exemple l'étendue centrale du fleuve Tevere, dont les modestes barrages, à l'intérieur du lit fluvial, exercent la fonction de producteurs de vie lénitique en été, et lothique pendant les autres saisons.

Dans les cours d'eau de l'Ombrie méridionale, caractérisés au contraire par un régime du type « appenninico centrale » (la Nera et le Tevere après leur confluence) avec de modestes étiages estivaux et des crues contenues en automne et au printemps, on n'assiste pas — sauf quelques rares exceptions (Terni, Nera Papigno) — à d'évidents phénomènes de fragmentation du monde lothique, parce qu'il y a presque toujours dans le lit une masse d'eau courante capable de maintenir en vie les communautés torrenticoles.

13° Ce sont les poissons qui, notamment, ressentent le plus les conséquences des travaux hydrauliques, soit à cause de l'action directe des conditions altérées de leur milieu, soit à cause de l'effet indirect de la disparition et de la transformation de la faune alimentaire.

On peut dire que la situation ichtyologique provoquée par les travaux hydrauliques n'est pas encore désespérée dans les Marches, où les cours d'eau, assez respectés dans leur physionomie naturelle,

L'augmentation numérique progressive de ces bassins, qui se trouvent même dans les Marches, va changer le réseau capillaire du système d'irrigation des terrains cultivés et aussi, par conséquent, la faunule rivicole qui se rapporte à ce réseau.

12° Tout ce que nous avons dit jusqu'ici à propos des effets produits par les travaux hydrauliques sur la faune des cours d'eau Umbro-Marchigiens doit être mis en rapport avec le régime hydrique des cours d'eau intéressés. En effet, ces conséquences apparaissent de façon d'autant plus évidente que l'afflux des eaux dans le bassin d'impluvium est plus irrégulier.

Comme on a pu le voir, tous les cours d'eau des Marches ont des crues débordantes au printemps (mois de mars) et des étiages extrêmes en été (mois d'août) suivis par d'autres crues en automne qui se prolongent pendant l'hiver.

Il s'ensuit que, dès le mois de novembre jusqu'au mois de mars, à cause de l'extension du phénomène courant tout le long du lit fluvial, le réseau hydrique des Marches tend à réduire la fragmentation des faunes rhéophiles, lesquelles tendent aussi à se réunir.

Tout au contraire, à partir du mois de juin jusqu'au mois de septembre la fragmentation des côtes lothiques devient plus évidente dans les lits barrés par les bassins (Cesano, Esino, Potenza). La même remarque vaut pour les cours d'eau de l'Ombrie qui participent à un régime hydrique du type « Tosco-Marchigiens ». Nous pouvons mentionner par exemple l'étendue centrale du fleuve Tevere, dont les modestes barrages, à l'intérieur du lit fluvial, exercent la fonction de producteurs de vie lénitique en été, et lothique pendant les autres saisons.

Dans les cours d'eau de l'Ombrie méridionale, caractérisés au contraire par un régime du type « appenninico centrale » (la Nera et le Tevere après leur confluence) avec de modestes étiages estivaux et des crues contenues en automne et au printemps, on n'assiste pas — sauf quelques rares exceptions (Terni, Nera Papigno) — à d'évidents phénomènes de fragmentation du monde lothique, parce qu'il y a presque toujours dans le lit une masse d'eau courante capable de maintenir en vie les communautés torrenticoles.

13° Ce sont les poissons qui, notamment, ressentent le plus les conséquences des travaux hydrauliques, soit à cause de l'action directe des conditions altérées de leur milieu, soit à cause de l'effet indirect de la disparition et de la transformation de la faune alimentaire.

On peut dire que la situation ichtyologique provoquée par les travaux hydrauliques n'est pas encore désespérée dans les Marches, où les cours d'eau, assez respectés dans leur physionomie naturelle,

hébergent les espèces les plus connues et répandues dans les eaux courantes. Même dans les cours d'eau peu modifiés de l'Ombrie (Haut-Tevere, Chiascio), le pêcheur peut encore tirer des résultats assez satisfaisants.

Cependant c'est justement le secteur de l'Ombrie qui révèle les conditions les plus décourageantes pour la pêche, alors que, à cause de son régime hydrique et de l'abondance de ses eaux, il devrait fournir les garanties les plus sûres de productivité ichtyologique.

Les fréquentes prises d'eau, les barrages, les bassins à niveau variable, et surtout les pollutions industrielles dont on va dire quelques mots au cours de cet exposé, ont transformé le cours supérieur de la Nera en un cours d'eau pitoyablement dépeuplé de poissons.

Les bassins artificiels des Marches et les petits lacs des collines de l'Ombrie se trouvent à présent dans un état assez avancé d'exploitation piscicole, de sorte que l'on peut compter sur une production non négligeable de truites irisées (*Salmo iridaeus*), perches (*Perca fluviatilis*), brochets (*Esox lucius*), carpes (*Cyprinus carpio*; var. à miroirs et reines), tanches (*Tinca tinca*) et anguilles (*Anguilla anguilla*). Cette faune remplace quelquefois profitablement la population naturelle de truites de rivières (*Sifario*), gardons, chevaines, rotugles, barbeaux et vairons que les barrages hydrauliques ont détruits sur l'étendue correspondante de rivière, ou bien ont fragmentés en populations moins nombreuses et isolées.

Cependant les lacs naturels régularisés et les bassins artificiels du système de la Nera n'ont certainement pas encouragé la reconstitution — bien que limitée à la population lacustre — du patrimoine ichtyologique qui a été détruit par les importantes altérations que l'industrie a apportées au lit de la rivière Nera.

Les travaux hydrauliques d'un côté, nuisibles aux migrations et au dépôt des œufs à cause de leur mécanisme fonctionnel, et les pollutions chimiques de l'autre, ont déterminé le déclin piscicole de la rivière de l'Ombrie la plus riche en eau et, jadis, en poissons.

#### Influence des pollutions industrielles sur la faune fluviale.

La longueur prévue de cet article nous contraint à borner le sujet, d'ailleurs mieux connu et plus aisé à comprendre, de la pollution des eaux causée par les industries, et des effets que celle-ci détermine sur la faune.

Comme en ce cas-ci la loi des dilutions intervient directement, il est clair que les fleuves de débit mineur caractérisés par des étiages très considérables, qui ont d'égales qualités et quantités de décharge industrielle, sont sujets à une pollution plus grave.

Sous cet aspect, il est donc facile de prévoir pour les cours d'eau des Marches et de l'Ombrie qui font partie d'un régime hydrique du type « Tosco-Marchigiano » une grave menace venant de l'industrie, si celle-ci devait se développer considérablement. Cependant, il faut remarquer que, sauf quelques exceptions (F. Esino à Iesi, F. Tronto à Ascoli), l'économie de l'Ombrie et des Marches dans le secteur septentrional et central est bien plus de type agricole qu'industriel, de sorte que les dévastations de la faune aquatique naturelle et des poissons importés apparaissent le plus souvent encore contenues et limitées à de petits parcours dans le lit du fleuve. De plus, la nature calcaire des roches, donc les réserves alcalines des eaux, tendent à neutraliser assez rapidement les effets néfastes des pollutions.

Cela ne doit pas conduire pourtant à un optimisme excessif, car en s'appuyant sur ce qui a été dit jusqu'ici, il est clair que des décharges même si faibles suffiront à produire des dommages irréparables à la faune alimentaire des fleuves de débit mineur de l'Ombrie et des Marches et, en conséquence, au patrimoine de poissons.

Mais c'est une chose curieuse que le degré de pollution le plus grave soit enregistré justement dans le système hydrique de plus grand débit, et d'uniformité de défluxion, c'est-à-dire dans le fleuve Nera.

Mais le phénomène trouve une explication immédiate dans l'intense développement industriel pris par la ville de Terni, qui constitue aujourd'hui, le long du fleuve Nera, un des plus remarquables complexe de travaux chimiques.

Si la menace de pollution des fleuves des Marches et de la plupart de ceux de l'Ombrie ne s'est pas encore réalisée, mais est demeurée jusqu'à présent fragmentaire et unie à une autoépuration, la crise du Nera est amorcée et en plein développement; le fleuve ne peut plus être sauvé étant donnée l'énorme longueur du parcours constamment pollué.

Le problème du Nera est certainement parmi les plus graves de ceux qui ont été constatés dans les fleuves de toute la presqu'île, et nous l'avons exposé en évaluant les altérations produites par les déversements sur la faune qui vit dans le fond du fleuve.

Une revue complète des ouvrages hydrauliques n'étant pas réalisable, il est pratiquement impossible de faire une liste à jour de toutes les décharges industrielles et des pollutions causées par les agglomérations humaines établies le long des fleuves de l'Ombrie et des Marches.

Nous nous bornerons donc à énoncer ici des jugements généraux concernant les effets provoqués sur la vie aquatique macroscopique par les principaux types de décharges.

### 1. Pollutions causées par les agglomérations humaines.

Les dommages qu'elles occasionnent sont en proportion inverse du débit du fleuve; plus l'importance de l'agglomération est grande, plus la distance de celle au fleuve est petite.

Elles tendent à eutrophiser les eaux, mais la biocénose fluviale change d'aspect et cède le pas aux espèces des eaux polluées et putrides douées de faibles exigences respiratoires, d'une tolérance particulière à l'égard des gaz de décomposition (*Tubifex*, *Chironomus plumosus*) et d'une facilité d'utilisation de l'acide sulfydrique (*Leptomitus*, *Sphaerotilus*).

De semblables installations sont évidentes partout, mais celles du fleuve Tronto (Ascoli), du fleuve Esino (Iesi) et du fleuve Nera (Terni) sont particulièrement importantes.

### 2. Décharges des usines à gaz.

Elles deviennent invariablement nuisibles à cause de la grande toxicité et de la permanence des déchets (résidus poissonneux, hydrocarbures, ammoniacaux).

Elles produisent une destruction considérable de la faune fluviale, destruction qui peut aboutir à une complète abiotie du fond. La régénération et l'autopurification du fleuve sont lents, parce que la pollution progressive produit des phénomènes d'accumulation. Les larves des éphéméroptères et des trichoptères sont des tests très sensibles.

Les dégradations regrettables de la faune qui résultent de ces décharges dans le fleuve Nera (Nera Montoro) et dans le fleuve Tronto (Ascoli Piceno) sont particulièrement graves.

### 3. Eaux de décharge des industries chimiques contenant du chlore, de l'ammoniaque, des anhydrides, des sulfates, des sulfures, des sulfo-cyanures, des phosphores, des chlorures, de la soude, des hypochlorites, de l'alcool méthylique, des acides : sulfurique, nitrique, chlorhydrique, etc.

Quand elles sont abondantes, elles sont capables de stériliser les fleuves où elles vont se jeter, si l'on ne met pas en œuvre des bassins de décantation, filtration et neutralisation.

Quand les eaux du fleuve sont copieuses et bien minéralisées, on assiste à une autoépuration avec formation de sels neutres inertes ou bien faiblement toxiques.

Si le courant est très rapide et oblique par rapport aux rives, l'effet toxique peut être borné à la teneur biologique d'un seul parcours du lit, comme il arrive pour le fleuve Nera.

Tous les organismes aquatiques, exception faite pour les polysaprobies, sont extrêmement sensibles à ces pollutions.

#### 4. Décharges des industries métallurgiques.

Elles contiennent une série complexe de sels métalliques, acides libres et bases.

Particulièrement toxiques, les acides (chlorhydrique, nitrique et sulfurique) et les bases libres (ammoniacale) produisent aussi de sensibles variations du pH, et provoquent des exterminations rapides et étendues de la faune bentonique rhéophile.

De longues étendues du cours d'eau, généralement avec une coloration caractéristique, apparaissent dépeuplées à la suite de ces décharges. Ce type de pollution se retrouve aussi le long de la Nera.

#### 5. Exploitation de mines et de carrières.

Si le minéral est un métal pesant, la toxicité des déchets se manifeste avec plus de lenteur et se maintient dans certaines limites. S'il s'agit de carrières de pierre et de gravier, la pollution est d'un type principalement physique à cause du matériau qui, restant en suspension dans l'eau, la trouble et la minéralise excessivement (Nera et Potenza).

Les larves des éphéméroptères et des plécoptères supportent des charges très fortes de débris minéraux et des duretés très élevées.

#### 6. Papeteries et industries du bois et de la cellulose.

Les acides — principalement nitrique et sulfurique — les sels (chlorures de calcium) et les anhydrides (a. sulfureux) sont nuisibles à la population torrenticole, tandis que les résidus de paille, haillons, cellulose eutrophisent le milieu et rendent plus épaisses les biocénoses du fond avec l'apport des terres mésosaprobies.

Les résines, les pentosanes et les substances collantes forment des composés écumogènes à longue persistance, en sorte que l'écume et la couleur données aux eaux persistent à la distance de plusieurs kilomètres.

C'est surtout l'insuffisante limpidité de l'eau qui est nuisible à la vie des fonds, à cause du colmatage des branchies et des stigmes. Les poissons qui parviennent à survivre acquièrent une saveur désagréable : c'est ce qu'on peut constater, par exemple, dans le cas de la Potenza (Castel Raimondo) et du T. Giano (Fabriano).

#### 7. Industries textiles et des fibres synthétiques. Linoleum. Blanchisseries; teintureries

Les alcools, les anhydrides, les acides et les hydrates qui se trouvent dans ces décharges sont évidemment hostiles au développement de la faune potamique.

Les fibres naturelles qui tombent dans le cours d'eau sont convoyées d'une longue traite et, s'engageant parmi les cailloux du fond, facilitent des procédés de fermentation avec développement de la faune sapropélique, et des désavantages mécaniques et chimiques à la respiration causés par la réduction du taux d'oxygène (Nera, Esino).

Les colorants ne peuvent être tolérés temporairement par la faune des fonds que s'ils se trouvent en petites concentrations (Nera, Potenza).

#### 8. Tanneries.

Les acides organiques (A. tannique), les aluns, les hydrates et les chlorures que ces ateliers déchargent dans les cours d'eau ne sont pas excessivement désavantageux pour la vie du fond. Cela dépend de leur quantité. Souvent ils imprègnent les lamelles trachéo-bronchiales des larves des éphéméroptères (Potenza, Esino, Metauro, Foglia, Tronto).

#### 9. Sucreries.

Les déversements appauvrissent les eaux en oxygène à cause des fermentations et provoquent de graves mortalités. Cependant il se trouve souvent dans le cours d'eau des résidus végétaux (betteraves) qui eutrophisent le milieu.

Cette sorte de pollution est manifeste dans les eaux de l'Esino et du Topino, avec une réduction numérique des espèces oligosapropélique et rivicole.

#### 10. Pressoirs et industries productrices d'huile. Industries des conserves alimentaires.

Les quotes des dissolvants (sulfure de carbone, alcools) affectent quelque peu la vie dans le cours d'eau. Les émulsionnants apportent peu de dommage aux eaux dures. Les déchets organiques offrent un riche *pabulum* aux potamobiontes.

Enfin, si les eaux sont rapides, riches et bien oxygénées, et si le fond de pierres est recouvert par la végétation, nous pouvons assister à une augmentation de la densité de population, même si nous ne constatons pas une évolution du cénobe vers un type sapropélique (Nera et Esino).

#### CONCLUSION.

Cet exposé n'est que la première esquisse des conditions hydrauliques et de la pollution des cours d'eau umbro-marchigiens que nous avons eu lieu d'examiner jusqu'ici. Elle nous permet toutefois de constater certaines vérités qu'il faut souligner.

Au contraire de ce qu'on pouvait attendre, les phénomènes les plus graves sont précisément ceux que l'on observe dans la rivière la plus riche en eau et à régime hydrique le plus régulier : la Nera, affluent principal du Tibre.

Cela signifie que l'homme a modifié radicalement le débit et le déflux du cours d'eau en le transformant, au point de vue hydraulique, en un compromis fluvio-lacustre canalisé qui n'a plus rien de commun avec le cours naturel, et, du point de vue des décharges industrielles, en un ramassis de vidanges de toutes sortes.

Ces deux aspects du problème sont évidemment interdépendants.

La crise hydraulique et chimique de la Nera est donc amorcée, tandis que tous les autres cours d'eau des Marches et de l'Ombrie (y compris le Tevere) jusqu'ici examinés, peuvent encore être sauvés à cause du modeste développement industriel de ces deux régions contiguës du centre de l'Italie, tout en restant exposés à de faciles et graves pollutions à cause de leur régime torrentiel.

Il faudra donc veiller bien attentivement afin que la modeste borne de tolérance estivale des cours d'eau à régime hydrique du type toscano-marchigien ne soit pas dépassée par l'inévitable augmentation des usines et des établissements le long des cours d'eau. Ce contrôle pourra être réalisé par une rigoureuse application des lois et des décrets qui protègent l'agriculture, la pisciculture et l'hygiène. Il faudra pourtant soutenir cette activité par un rigoureux respect de la vie aquatique qui, tout en constituant une ressource alimentaire sûre pour la faune ichthyologique, remplit sa fonction d'infaillible « test » diagnostique de l'état de salubrité de tout cours d'eau.

---