

# NOTION DE SYSTEME INTERACTIF D'AIDE A LA DECISION EN SANTE ET PRODUCTION ANIMALE : UNE ILLUSTRATION "SCHUBERT 3000"\*

G. TUFFERY<sup>[1]</sup>, P. GARNERIN<sup>[2]</sup>

**RESUME** : Les principales caractéristiques des systèmes interactifs d'aide à la décision (S.I.A.D.), "Système homme-machine qui, à travers un dialogue, permet à un demandeur d'amplifier son raisonnement dans l'identification et la résolution de problèmes mal structurés" sont évoquées. Un S.I.A.D. en production et santé piscicole, "Schubert 3000", accessible par Minitel, a été mis au point à l'aide des techniques de la télématique, de la gestion des bases de données et de l'intelligence artificielle. Ce système, qui rassemble les diverses expertises aujourd'hui rencontrées, a pour objectif de fournir aux différents professionnels du domaine, les informations et les processus utiles à l'élaboration de leur décision. Plusieurs modules concernant la pathologie des poissons, les interventions de santé, la gestion et la production des élevages, le repeuplement, les audits de qualité ainsi que des bases de données textuelles sont dès à présent disponibles.

**SUMMARY** : Decision Support Systems (DSS) and their design are described and discussed for animal production and health. By means of teleprocessing, database management and artificial intelligence techniques, an interactive decision support system for freshwater fish production and health is being set up. This system, named "Schubert 3000", can be reached by Minitel terminals. The aim of this system, which combines the different experts' knowledge, is to offer useful decision-making information and processes to the professionals in the field. Several units concerning fish pathology, health interventions, fish-farming management and production, restocking and audit of quality as well as textual databases, are now available.

\*  
\* \*

## A - INTRODUCTION

Qu'il s'agisse de gestion de la production et de la santé dans les milieux naturels, ou les élevages, le responsable est confronté tous les jours à des situations très complexes, évoluant rapidement et doit être en mesure de prendre des décisions dans des délais très brefs.

\* Texte de l'exposé présenté le 26 mai 1989

[1] CNEVA, Laboratoire Central de Recherches Vétérinaires, 22 rue Pierre Curie - 94700 Maisons-Alfort.

[2] URBB, INSERM U263, tour 53, 1er étage, Université Paris 7, 2 Place Jussieu - 75251 Paris cedex 05.

Or la prise de telles décisions, adaptées à des situations particulières nécessite, d'une part, une bonne évaluation des différents facteurs conduisant à ces situations, de leurs poids respectifs et de leur interaction et, d'autre part, une vision claire des évolutions possibles de ces situations, notamment lorsque des moyens peuvent être mis en oeuvre pour les corriger. De ce fait, le responsable doit, sans perte de temps, avoir accès d'une part à des données - déjà établies ou par un processus d'acquisition - et d'autre part à des processus de traitement pour en faire la synthèse afin d'aboutir à des décisions de qualité. Cependant les données et les processus de traitement dont le responsable a besoin relèvent de domaines très variés et spécialisés et sont aujourd'hui dispersés dans les différents centres d'expertise et donc difficiles d'accès. C'est pourquoi, il nous a paru nécessaire de mettre à disposition des professionnels de la production animale (vétérinaires, administrations, éleveurs, laboratoires, etc.), un système interactif d'aide à la décision (SIAD) c'est-à-dire un ensemble cohérent d'outils alliant ces expertises aux performances des nouvelles techniques informatiques dans le domaine de la communication et de la gestion des connaissances (télématiques, gestion des bases de données, intelligence artificielle).

Un S.I.A.D. [1] est "un système homme-machine qui, à travers un dialogue, permet à un décideur d'amplifier son raisonnement dans l'identification et la résolution de problèmes mal structurés".

Les principaux objectifs d'un système d'aide à la décision en production animale sont de donner aux utilisateurs des réponses à leurs besoins en apportant de la connaissance, c'est-à-dire :

- des données utiles pour gérer,
- des processus de raisonnement pour gérer, des modèles pour l'aide à l'analyse, des outils de simulation,
- une aide pour reconnaître l'origine de troubles et d'anomalies constatées dans les systèmes de production,
- une aide pour la recherche de la cause racine de ces troubles,
- une aide pour la conception d'actions et de mesures curatives, palliatives, préventives ou de secours,
- une aide à la formation, à l'enseignement dans ce domaine,
- une aide pour trouver les produits, matières, matériels, utiles,
- une aide à l'information générale sur le domaine,
- un moyen d'interactivité entre gestionnaires et experts et de permettre :
  - . une décentralisation de la connaissance des experts vers l'aide à la gestion de tous les jours en élevage et en milieu naturel,
  - . une prise en compte de l'économie en politique sanitaire.

Les utilisateurs potentiels sont : les vétérinaires, les administrations, les éleveurs, les gestionnaires des milieux naturels, les particuliers, les laboratoires, les vendeurs, les étudiants, les experts, les formateurs, les chercheurs...

Le système doit permettre une relation permanente entre les utilisateurs et les experts en vue d'une amélioration continue des performances par l'interactivité.

Né durant l'été 1986, le projet "SCHUBERT 3000", application à la production piscicole du concept fondateur du S.I.A.D., est un projet ambitieux qui a déjà fait l'objet de plusieurs développements mais n'est pas encore achevé [2, 5]. Nous en décrivons donc les divers aspects en séparant les développements aujourd'hui opérationnels ou en cours de réalisation des développements en projet.

## **B - LE PROJET "SCHUBERT 3000"**

### **I. LES MOYENS**

Le projet "SCHUBERT 3000" est hébergé sur un ordinateur micro VAX II de 11 Mo de mémoire centrale, disposant de deux disques durs de 70 Mo et 420 Mo de capacité respective et connecté au réseau TRANSPAC. Son système d'exploitation est VMS. Le langage utilisé pour les développements spécifiques est le PASCAL. Les développements télématiques ont été réalisés à l'aide du logiciel VIDEOTEX VTX-VALU. L'accès au S.I.A.D. se fait par le service TELETEL ASCII à l'aide de MINTEL1B.

### **II. LES SERVICES**

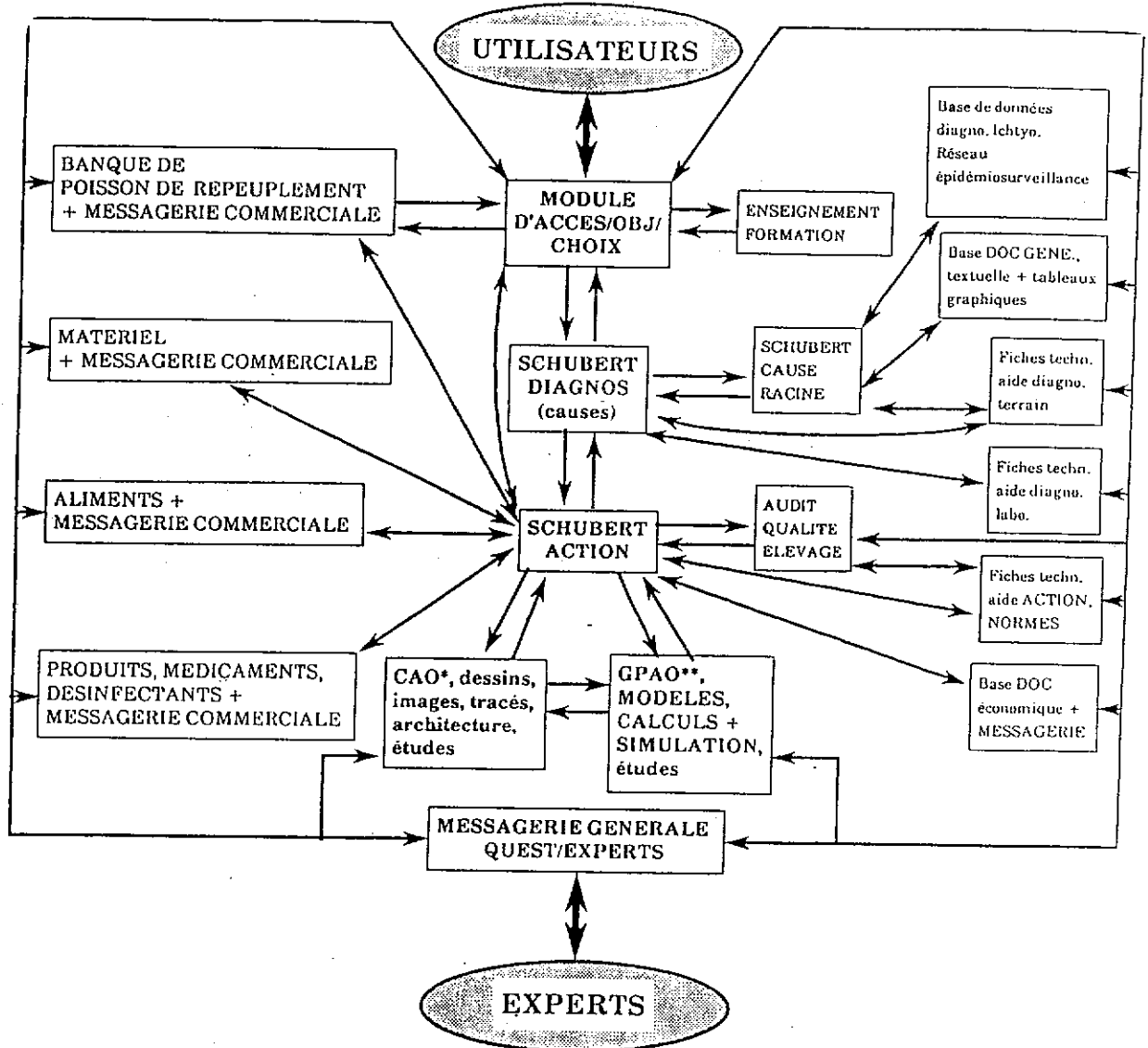
Le S.I.A.D. "SCHUBERT 3000" (figure 1) se décompose en un certain nombre de modules correspondant à des services assurant différentes fonctions. Le mode d'accès à ces services se fait sous forme VIDEOTEX. Il s'agit d'un système de présentation de l'information arborescent : l'utilisateur est guidé dans ses choix par des menus hiérarchisés conduisant d'une information générale à une information de plus en plus spécialisée. Le premier module est un module d'accès qui constitue l'interface générale avec l'utilisateur et lui permet de choisir le service qu'il désire consulter. Ces services sont d'une part, une messagerie professionnelle qui permet le dialogue entre les différents utilisateurs du S.I.A.D. et d'autre part, les services suivants qui sont maintenant décrits.

#### **1. MODULES OPERATIONNELS OU EN COURS DE DEVELOPPEMENT**

##### **- SCHUBERT "DIAGNOS"**

Ce module est un système expert d'ordre 0 qui fonctionne en chaînage avant, manipule un ensemble d'environ 200 règles et 1.300 termes ; il conduit au diagnostic de près de 150 causes de mortalité observées dans la production de poissons d'eau douce tant dans les domaines de la pathologie virale, que bactérienne et parasitaire. Le dialogue avec l'utilisateur se fait par l'intermédiaire de listes de questions thématiques permettant de décrire la situation dans ses aspects généraux puis de détail : caractérisation de la mortalité et de l'élevage, description clinique, autopsie des poissons et examens de laboratoire. Les réponses sont de type "oui", "non", "je ne sais pas". Des possibilités de reprise du dialogue à des étapes antérieures existent. Ce module est aujourd'hui opérationnel. Il doit cependant être complété par un ensemble de règles destinées à couvrir le domaine de la pathologie par pollution ou modification de l'environnement ainsi que celui des baisses de performances des élevages piscicoles.

Figure 1 : Système interactif d'aide à la décision en santé piscicole "Schubert 3000".



CONNAISSANCE DES PRODUITS ET FORMULATION PRATIQUE DES ACTIONS, REALISATION

OUTILS DE RECHERCHE DE L'ORIGINE DES TROUBLES  
OUTILS D'AIDE A LA CONCEPTION DE L'ACTION  
OUTILS D'EVALUATION DE L'ELEVAGE

- DOCUMENTATION, DONNEES, AIDE A L'UTILISATION DU S.I.A.D.

- CAO : Conception Assistée par Ordinateur
- GPAO : Gestion de Production Assistée par Ordinateur

© G. TUFFERY, P. GARNIERIN, L. SEGALAT, 1986

### - SCHUBERT "ACTION"

Ce module a pour objet l'aide à la conception des interventions de santé à la suite de l'utilisation de SCHUBERT "DIAGNOS" ou par consultation directe pour l'étude de mesures préventives. Conçu comme une base de données VIDEOTEX, il décrit les protocoles à mettre en oeuvre sur le réseau hydrographique pour en obtenir l'assainissement après une maladie. Actuellement, seule l'intervention concernant la septicémie hémorragique virale de la truite a été développée. Les différentes étapes du processus d'assainissement du bassin hydrographique sont présentées sous forme de menus décrivant l'action administrative (évaluation des possibilités d'assainissement), l'action sur les secteurs de rivière (pêche d'assainissement) et l'action sur les élevages (assainissement des piscicultures). La chronologie des interventions est précisée. Ce module sera étendu à la totalité des pathologies virales en tenant compte des spécificités de chacune des maladies en particulier pour ce qui concerne les aspects légaux et complété par les protocoles à mettre en oeuvre dans le cas d'intervention de santé relative aux maladies bactériennes et parasitaires.

### - SCHUBERT "GPAO" (GESTION DE PRODUCTION ASSISTEE PAR ORDINATEUR)

Ce module est destiné à assister l'éleveur dans la gestion technico-économique de son élevage notamment par l'utilisation de techniques statistiques ou mathématiques. Une première étape a été franchie grâce à la réalisation d'un modèle de simulation de la gestion d'une pisciculture [3]. Ce modèle qui représente à la fois, la croissance individuelle des poissons, la dynamique d'une population de poissons à l'intérieur d'un bassin et enfin le fonctionnement général de la pisciculture permet de simuler tout type d'élevage et de déterminer en fonction de différents paramètres (charge, alimentation, oxygénation, débit), les actions à entreprendre (tri, vente, achat, déplacement) pour en optimiser la production.

### - SCHUBERT "BANQUE DE POISSON DE REPEUPLEMENT"

La loi n° 84-512 du 29 juin 1984 relative à la pêche en eau douce et à la gestion des ressources piscicoles prévoit que les détenteurs de droits de pêche devront établir un plan de gestion piscicole pour la section de bassin où s'exerce leur droit.

Parmi toutes les mesures proposées pour un plan de gestion piscicole existe le repeuplement.

La loi prévoit d'ailleurs l'agrément des établissements de pisciculture ou d'aquaculture qui doit apporter la confiance nécessaire dans la relation fournisseur-acheteur de poisson vivant et la garantie contre les principaux risques encourus au cours du transfert de ces poissons.

Le projet de décret pris pour l'application de la loi instaure une liste d'élevages agréés dont la consultation au niveau de chaque département et l'actualisation ne seront pas forcément des plus faciles ce qui, pour les gestionnaires de droits de pêche, risque d'engendrer beaucoup de communications et de demandes. Une des clés de la réussite d'une meilleure politique de repeuplement apparaît donc être la **connaissance nationale** rapide et actualisée, non seulement des listes départementales d'élevages mais aussi de **leurs disponibilités** en poissons de différentes espèces et différents stades.

Cela implique la mise en place d'un système télématérisé d'information sur la disponibilité en poisson de repeuplement dans les élevages agréés.

Le système d'information doit regrouper plusieurs catégories d'acteurs :

- Les producteurs de poissons responsables des élevages agréés au titre de la "loi pêche", et ultérieurement au titre des qualifications qui seront délivrées par le futur contrôle sanitaire officiel à l'étude à la D.G.A.L. du Ministère de l'Agriculture.
- Les utilisateurs de poissons vivants, qui sont, d'une part tous les gestionnaires de droits de pêche des collectivités halieutiques ou privés, d'autre part les pisciculteurs qui transfèrent ces poissons d'un bassin hydrographique à l'autre.
- Les personnels chargés des contrôles et de la vérification de la conformité des repeuplements aux dispositions réglementaires et contractuelles, qu'il s'agisse de la garderie commissionnée, des agents des services vétérinaires, voire de l'ensemble des agents concernés par la police de la pêche.
- Les personnes chargées de la gestion et du développement du système, qui peuvent relever de différentes structures possibles.

Dans "SCHUBERT 3000", ce module appelé "SCHUBANK" a pour objet de permettre par voie télématique, la centralisation de l'offre et de la demande en matière de poissons de repeuplement provenant d'élevages agréés. Des stocks de poissons sont constitués dans chaque élevage agréé et sont répertoriés par la banque sous forme de stocks virtuels. L'ordinateur fournit aux utilisateurs l'état des stocks virtuels de la banque et la description complète des lots de toute la France ou des départements choisis. Les opérations de vente et d'achat de lots se font indépendamment. L'acheteur, par l'intermédiaire du programme, sélectionne par MINITEL les lots l'intéressant afin de les réserver (les lots sont alors "engagés") et reçoit immédiatement les coordonnées du fournisseur afin de prendre contact directement avec lui pour des renseignements complémentaires ou les termes de la livraison. Si la vente a lieu, le vendeur doit la confirmer par MINITEL afin de maintenir à jour les stocks de la banque (les lots sont alors "vendus").

Il est donc tout à fait vraisemblable de penser que les collectivités piscicoles pourront disposer dans un avenir proche d'un système télématique d'information et d'aide à la décision très puissant pour les actions de repeuplement.

Il reste que des efforts sont à poursuivre :

- pour la qualification des établissements producteurs de poissons de repeuplement, la définition d'exigences de qualité à satisfaire,
  - pour le développement d'un contrôle sanitaire officiel et ultérieurement d'une qualification génétique,
  - pour la mise en place de l'informatique et de la télématique supports du système d'information attendu,
  - pour la mise au point d'une structure capable de regrouper les producteurs et les utilisateurs de poissons de repeuplement.
- SCHUBERT "AUDIT QUALITE D'ELEVAGE"**

Il s'agit d'un module d'aide à la décision en matière de choix d'élevages fournisseurs de poissons destinés au repeuplement des rivières et d'aide à l'agrément des piscicultures. En effet, différents types de repeuplement sont possibles :

- . repeuplement surdensitaire destiné à la capture immédiate,
- . repeuplement destiné au soutien d'effectifs dans des populations déjà existantes,
- . repeuplement destiné à l'implantation de poissons en zone vierge ou complètement décimée,

qui requièrent chacun une qualité de poisson particulière [4, 6]. L'outil qui est en cours de développement, a donc pour but de fournir aux acheteurs et à l'Administration un moyen d'évaluer l'aptitude d'un élevage à fournir un poisson d'une qualité donnée en vue d'un type de repeuplement. L'idée a été d'adapter une méthode employée dans le milieu industriel, l'audit qualité, au cas particulier des élevages piscicoles et d'en faire un système expert appelé SCHUBERT AUDIT. Nous nous sommes intéressés plus particulièrement aux élevages produisant des truites.

L'audit qualité comprend :

- La définition des besoins des clients, à savoir la destination des truites, l'espèce, le stade de développement et le niveau d'assurance qualité requis.
- L'examen des différents facteurs de production qui influent sur la qualité, appelés facteurs d'audit. Il porte sur les "5M" de la qualité, Matériel, Milieu, Méthodes, Main-d'oeuvre et il est destiné à évaluer la Maîtrise de ces facteurs et ainsi la satisfaction des exigences qui garantissent la qualité sanitaire, alimentaire, halieutique, écologique et génétique des truites. Le système de notation de l'élevage souligne le fait que chaque facteur d'audit est pondéré en fonction de son importance dans l'obtention de la qualité désirée.

Le système expert SCHUBERT AUDIT contient une base de connaissances dont un dictionnaire de 341 termes et deux fichiers de règles de production totalisant ensemble 464 règles. Il contient aussi un moteur d'inférence qui comprend en particulier un algorithme de chaînage avant et un algorithme de chaînage arrière. Le chaînage avant, utilisé avec le premier fichier de règles de production, permet de déterminer les besoins du client et le chaînage arrière, utilisé avec le second fichier de règles, permet de dresser un bilan global de la situation de l'élevage par rapport à ses objectifs de production et les éventuelles actions correctives à mener pour les atteindre.

Quelques essais concluants ont été effectués à partir d'exemples connus par l'expert. Il resterait à réaliser la validation complète du système expert, à améliorer son ergonomie et à enrichir la base de connaissances.

#### **- SCHUBERT "BASES DE DONNEES"**

Ce module est une base de données VIDEOTEX, contenant une documentation textuelle concernant différents domaines utiles de la gestion et de la production piscicole. Cette base est découpée en plusieurs rubriques relatives aux normes de production, aux techniques d'élevage, à l'alimentation, aux matériels, aux diagnostics de laboratoire et à la thérapeutique. Y sont en particulier décrits, les services et produits proposés sur le marché et les organismes qui les fournissent. Cette base de données sera complétée ultérieurement par une base de données épidémiologiques en cours de constitution qui concernera la situation sanitaire observée en France et une base de données économiques destinée à une meilleure connaissance des marchés.

## **1. MODULES EN PROJET**

### **- SCHUBERT "CAUSE RACINE"**

Ce module est destiné à la réalisation d'enquêtes épidémiologiques pour la recherche de l'origine des troubles constatés dans un élevage. La méthode utilisée consistera en l'évaluation par rapport à un référentiel déterminé en fonction des objectifs de production de l'éleveur, de la situation de son élevage notamment au regard des "5 M".

### **- SCHUBERT "CONCEPTION ASSISTEE PAR ORDINATEUR"**

Il s'agit d'un module destiné au calcul et au tracé automatique de tout ce qui est nécessaire à l'action dans le S.I.A.D.

La conception de ce module fera surtout appel à l'utilisation de progiciels de CAO mis à disposition des utilisateurs de SCHUBERT 3000, associés à des développements spécifiques comme l'hydraulique piscicole, l'architecture des bassins d'élevage, l'intégration paysagère des élevages, des logiciels gestionnaires de projets piscicoles.

### **- SCHUBERT "ENSEIGNEMENT FORMATION"**

Ce module aura pour objet l'utilisation des diverses ressources de SCHUBERT pour la formation de tous les acteurs intéressés.

Le développement consistera, après une analyse pédagogique adaptée à chaque nature de besoin à élaborer un système de type "Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur".

Ce programme jouera le rôle de tutoriel intelligent capable d'évaluer l'état initial des connaissances du demandeur, de l'aider à définir son besoin, de déterminer une filière pédagogique, de piloter les différentes étapes de la formation, d'évaluer les connaissances acquises en fin d'utilisation et éventuellement de définir la suite de l'enseignement nécessaire pour parvenir à un niveau de satisfaction suffisant.

## **C - CONCLUSION**

Tel qu'il a été présenté ici, le projet "SCHUBERT 3000" constitue la première maquette d'un système interactif d'aide à la décision en production et santé animale. Bien que devant être amélioré tant sur le plan du volume et de la qualité des connaissances qu'il contient que sur celui des moyens utilisés pour leur recherche et leur présentation, le système "SCHUBERT 3000" préfigure bien ce qu'à l'avenir pourrait apporter aux nombreux utilisateurs potentiels, l'association d'une expertise rare et disséminée aux nouvelles techniques informatiques de la communication et de la gestion des connaissances, en terme d'amélioration des conditions des prises de décision dont ils ont besoin pour mener à bien leurs projets et satisfaire leurs objectifs.

Cette première démarche de construction d'une maquette regroupant un ensemble très diversifié de moyens dans une "boîte à outils d'aide à la décision", nous a permis de cerner la difficulté qui subsiste pour obtenir une structure cohérente, flexible, adaptable, évolutive dans laquelle notamment les connaissances existent indépendamment des outils qui les exploitent.



Désormais, c'est grâce à des travaux de recherche plus fondamentale sur des modèles de représentation des connaissances et leur utilisation avec de nouveaux algorithmes d'exploitation que nous pourrions espérer l'amélioration pratique des performances de systèmes comme "SCHUBERT 3000".

#### **IV - BIBLIOGRAPHIE**

1. COURBON J.C.- Les S.I.A.D. : outil, concepts et mode d'action AFCET. Interfaces, 1983, n° 9, 30-36.
2. TUFFERY G., GARNERIN Ph. et SEGALAT L.- L'aide à la décision dans la gestion piscicole : "SCHUBERT 3000", premier système dédié aux poissons d'eau douce. Congrès annuel de l'Union Nationale des Fédérations Départementales des Associations grées de Pêche et de Pisciculture, Paris, France, 16 novembre 1987.
3. PRUGNIEL F.- Modélisation du fonctionnement d'une salmoniculture. Mémoire de DEA de Biomathématiques, 1987, Université Paris VII, 33 p., 5 annexes.
4. RALLET F.- SCHUBERT AUDIT : système expert pour l'aide à l'audit qualité des élevages piscicoles. DEA de Biomathématiques, 1988, Université Paris VII, 18 p., 11 annexes, 76 p.
5. GARNERIN P. et TUFFERY G.- SCHUBERT 3000 : système interactif d'aide à la décision en production et santé piscicole. Actes 1 - journées internationales "Applications de l'intelligence artificielle à l'agriculture, à l'agrochimie et aux industries agro-alimentaires", 1988, Caen, 145-151.
6. RALLET F., GARNERIN P. et TUFFERY G.- SCHUBERT AUDIT : système expert pour l'aide à l'audit qualité des élevages piscicoles (truites de consommation et de repeuplement), première maquette opérationnelle. A paraître, bulletin français de la pêche et de la pisciculture, 1989.

#### **REMERCIEMENTS**

Nous tenons ici à remercier tout particulièrement le Club Halieutique Interdépartemental et le Conseil Supérieur de la Pêche, sans l'aide financière desquels le projet "SCHUBERT 3000" n'aurait pu voir le jour.