



23407 RM



**DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL DU
GYMNOTOX - DETECTEUR
BIOLOGIQUE DE POLLUTIONS
HYDRIQUES
ET
VALIDATION ET OPTIMISATION
DU PROCEDE**

Programme d'Etudes et de Recherche 1996-1998
(convention du 29 mars 1996)



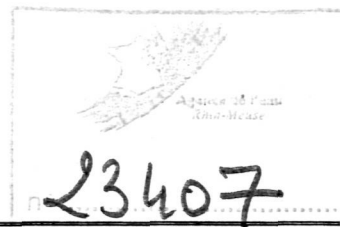
PARTIE 1

Développement industriel
du Gymnotox,

détecteur biologique
de pollutions hydriques

Validation et optimisation du procédé

SOMMAIRE



| | Pages |
|---|-------|
| Exposé des motifs..... | 3 |
| I. Introduction..... | 4 |
| II. Le transfert technologique : les modifications liées au passage de l'unité expérimentale de laboratoire au prototype industriel | 5 |
| A. L'unité expérimentale : quelques rappels..... | 5 |
| 1. Le réactif biologique : <i>Apteronotus albifrons</i> | 5 |
| 2. Le dispositif hydraulique | 6 |
| 3. Le recueil, le traitement et l'analyse de l'information bioélectrique | 8 |
| B. Le prototype industriel..... | 9 |
| 1. Les nouvelles contraintes | 9 |
| 2. Présentation générale du dispositif : le Gymnotox | 9 |
| III. Le prototype industriel | 10 |
| A. Description détaillée de l'appareil | 10 |
| B. Les fonctionnalités industrielles du Gymnotox | 13 |
| 1. Facilité d'utilisation | 13 |
| 2. Convivialité..... | 14 |
| 3. Autonomie et maintenance | 14 |
| C. Conclusion..... | 15 |
| IV. Validation du Gymnotox <i>in situ</i> | 16 |
| A. Mode opératoire..... | 16 |
| B. Recensement des problèmes ou défauts et identification de solutions | 17 |
| 1. Chapitre thermo-hydraulique | 17 |
| 2. Chapitre informatique..... | 18 |
| 3. Chapitre biologique..... | 19 |
| 4. Questions diverses..... | 19 |
| C. Performances <i>in situ</i> du prototype..... | 20 |
| D. Conclusion..... | 21 |
| V. Conclusion générale | 22 |
| Liste des figures | 23 |
| Annexes..... | 32 |

EXPOSE DES MOTIFS

Entre 1993 et 1996, le Laboratoire de Biologie Appliquée (aujourd'hui dénommée Laboratoire des Sciences animales) de l'Université Henri Poincaré a travaillé à la mise au point d'un nouveau système de détection biologique précoce de la pollution des eaux. Ce procédé est basé sur la caractérisation, en continu et en temps réel, de signaux électriques émis par une espèce ichtyaire tropical, *Apteronotus albifrons*, en termes de fréquence et de forme. Ces deux caractéristiques électriques sont ordinairement très stables dans le temps. Par contre, elles sont sujettes à des variations lorsque la qualité physico-chimique du milieu dans lequel se trouve le poisson est modifiée.

Des travaux de recherche ont ainsi été engagés pour développer et exploiter ce principe. Ces études ont fait l'objet d'une thèse¹, qui s'inscrivait dans le cadre d'une convention CIFRE signée entre le Centre International de l'Eau de Nancy et le Laboratoire de Biologie Appliquée de l'Université Henri Poincaré, Nancy 1. Les partenaires de cette étude étaient la Communauté Urbaine du Grand Nancy et l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse. Un brevet² au niveau international a été déposé en 1993.

Au terme de ces travaux, nous disposions alors d'une unité de laboratoire

- opérationnelle ;
- performante quant à la détection des polluants testés, aussi bien en termes de seuils de concentrations que de temps de détection, comparativement à des systèmes de détection biologique déjà existants (comme le Microtox ou le Truitosem par exemple).

¹ THOMAS M. (1996). Biodétection en temps réel. Contribution à la réalisation d'un nouveau système de détection biologique de la pollution des eaux de surface, fondé sur l'exploitation des décharges auto-stimulatrices d'un poisson électrique tropical : *Apteronotus albifrons* (Apteronotidae - Gymnotiformes). *Thèse de doctorat de l'Université Henri Poincaré, Nancy 1*, 240 pages.

² FLORION A., M. THOMAS, D. CHRÉTIEN & D. TERVER (1994). Process and installation for the monitoring of aqueous environments using electrogenic aquatic animals. *International Patent n°0730 736*.

Restait à envisager le développement industriel du procédé ainsi qu'à sa validation sur site, ce à quoi s'attache la présente étude.

I. INTRODUCTION

L'examen des résultats déjà acquis dans le cadre de précédentes études a motivé l'ensemble des partenaires, c'est à dire :

- le Laboratoire des Sciences Animales (Université Henri Poincaré, Nancy 1),
- la Communauté Urbaine du Grand Nancy,
- l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse,
- et le NAN.C.I.E.,

à poursuivre les travaux, pour concevoir une version industrielle de l'unité de laboratoire déjà existante.

Pour atteindre cet objectif, il a bien évidemment fallu faire appel à un industriel et c'est ER Ingénierie, une PME de Maxéville, qui a été retenue.

Le présent rapport rendra compte des résultats concrets obtenus au terme de cette étude ainsi que les moyens développés pour les atteindre. En particulier seront abordés le problème de transfert technologique et les modifications liées au passage de l'unité expérimentale de laboratoire au prototype industriel ainsi que la description du Gymnotox et de ses nouvelles fonctionnalités.

V. CONCLUSION GENERALE

La réalisation de cette étude a permis :

- le passage de l'unité de laboratoire au prototype industriel, en considérant les nouvelles contraintes d'utilisation ;
- de valider le prototype industriel dans des conditions réelles d'utilisation (station de pompage de Messein) ;
- d'optimiser le procédé en regard des différents problèmes rencontrés, qu'ils aient été de natures hydraulique, thermique, biologique, informatique ;
- la mise en place de fonctionnalités industrielles, comme la facilité d'utilisation de la machine, sa convivialité, son autonomie et sa maintenance.

Au terme de cette étude, nous disposons d'un détecteur biologique de pollutions hydriques ayant de multiples atouts, principalement une haute sensibilité et une grande rapidité dans la détection de conditions toxiques ainsi qu'une bonne fiabilité des informations fournies.

LISTE DES FIGURES

- Figure 1. La décharge électrique (ou EOD) engendrée par *Apteronotus albifrons*. Présentation de l'allure pseudo-sinusoidale de la forme de l'EOD.
- Figure 2. Décomposition spectrale du signal électrique à partir de la transformée de Fourier. Spectre de puissance des 8 premiers harmoniques (ordonnée en échelle logarithmique).
- Figure 3. Schéma de l'unité expérimentale de laboratoire.
- Figure 4. Schéma simplifié du dispositif électronique pour la capture et le traitement des signaux électriques d'*Apteronotus albifrons*.
- Figure 5. Organigramme des différentes étapes de recueil, de traitement et d'analyse des données.
- Figure 6. Synoptique du circuit thermo-hydraulique du prototype industriel.
- Figure 7. Modèle d'une feuille de journal de bord.
- Figure 8. Exemple de courbes de fréquence suite à des intoxications.