

67109739

**EXEMPLE DE L'ESTURGEON SIBERIEN, *ACIPENSER*  
*BAERI*, EN FRANCE**

**Patrick WILLIOT**

**C.E.M.A.G.R.E.F.**

## 1. Historique

L'origine de ce programme remonte à 1973 lorsque nous avons constaté la chute dramatique des captures de l'esturgeon indigène *Acipenser sturio*. Cette espèce n'était déjà plus l'objet d'une pêche orientée. Par analogie au programme de soutien de leurs stocks que les soviétiques avaient déjà mis en place, il nous semblait prévisible que nous serions amenés à développer le même type d'action pour *Acipenser sturio*.

Les espoirs de capture d'individus de cette espèce étaient trop faibles pour envisager d'obtenir directement une expérience sur la maîtrise de la reproduction et la production d'alevins. D'où l'idée de développer ces travaux sur une autre espèce et de les transposer dès que possible sur notre espèce indigène.

Ce raisonnement avait en outre l'avantage d'éviter de prélever des animaux appartenant à une population déjà très affaiblie.

A cette même époque se mettait en place un programme de coopération franco-soviétique en matière d'océanologie, dont l'aquaculture. C'est dans ce cadre que des scientifiques soviétiques ont proposé l'esturgeon sibérien, *Acipenser baeri*, espèce d'eau douce, comme matériel expérimental et c'est ainsi que le premier lot de poissons est arrivé en France en 1975.

## 2. Pourquoi un problème de transfert d'espèce?

Parce que le statut de modèle biologique expérimental s'est élargi au fil des années.

En 1979, nous avons d'abord constaté que cette espèce avait un potentiel de croissance qu'il était probablement intéressant de valoriser. Ensuite en 1981 puis 1982 nous avons réussi des reproductions artificielles, dès lors nous avons considéré l'esturgeon sibérien non plus uniquement comme matériel biologique expérimental (qu'il continue d'être) mais aussi comme une nouvelle espèce candidate à l'élevage en pisciculture d'eau douce.

A partir de ce moment, un contrôle et un dépistage d'agents pathogènes spécifiques encore plus strict a été réalisé sur ces poissons. Lorsqu'en 1986, tous les tests s'étant révélés négatifs, nous avons rédigé un document sur les risques d'introduction en pisciculture de cette espèce d'origine étrangère.

Peu après, des essais ont été réalisés avec un nombre limité de pisciculteurs. Ceci était spécifié dans un arrêté de 1987 considérant ces introductions comme une période probatoire.

### 3. La situation actuelle

Du point de vue de la législation, un nouvel arrêté (J.O. du 11 août 1990) assoupli les contraintes d'introduction de cette espèce en pisciculture, donc en eau close, en confiant aux préfets de département le soin de délivrer les autorisations sur la base d'un dossier qui doit présenter diverses garanties.

Au niveau du développement, on peut signaler maintenant l'existence d'une écloserie industrielle, quelques éleveurs et divers projets pour le grossissement.

Ainsi au moins du point de vue zootechnique, l'ensemble des résultats quoiqu'imparfaits, obtenus sur cette espèce sont satisfaisants.

### 4. Risques écologiques

Nous l'avons déjà évoqué plus haut, en l'état actuel de nos connaissances, les individus de l'espèce issus de notre stock initial ne sont porteurs d'aucun agent pathogène spécifique qu'il soit de type parasitaire, viral ou bactérien.

En cas de fuite, d'échappement de pisciculture, d'autres précautions sont à prendre. Ainsi dès que nous en aurons la possibilité nous testerons en écloserie les hybridations possibles entre *Acipenser baeri* et *Acipenser sturio*, même si eu égard aux optima thermiques de reproduction des deux espèces, une telle éventualité paraît très peu probable.

# THESE

présentée par

**NAAIM Mohamed**

67109644

Pour obtenir le titre de DOCTEUR de

**L'UNIVERSITE JOSEPH FOURIER - GRENOBLE I**

(Arrêté Ministériel du 5 juillet 1984)

Spécialité : Mécanique

---

## **Modélisation numérique des effets hydrodynamiques provoqués par un glissement solide dans une retenue**

---

Date de soutenance : 20 mars 1991

Composition du jury :

M. P.	BOIS	Président
M. E.	BARTHELEMY	
M. G.	BRUGNOT	
M. J.-A.	CUNGE	
M. R.	POCHAT	
M. J.-P.	VILA	

## Sommaire

### Introduction

1 Historique	9
2 Description du phénomène	9
3 Contexte actuel	11
4 Démarche suivie et plan	13

## I Etude bibliographique et expériences menées aux Cemagref

1 Rappel des théories des ondes longues	17
1.1 Théorie linéaire	17
1.2 Théorie cnoïdale	19
1.3 Théorie des ondes solitaires	19
2 Ondes de submersion	20
2.1 Modèles théoriques	21
2.2 Modèles empiriques	24
3 Expérimentations menées au CEMAGREF	25
3.1 Dispositif expérimental	25
3.2 Analyse de la vitesse du bloc dans l'eau	27
3.3 Synthèse des résultats	29

## II Modèle unidimensionnel de Saint Venant

1 Introduction	31
2 Mise en équations	33
2.1 Modèle du glissement	33
2.2 Modèle hydraulique	34
3 Résolution numérique	35
3.1 Hyperbolicité	36

3.2 Invariants de Riemann	36
3.3 Solutions faibles	37
3.4 Problème de Riemann	39
3.5 Schéma de Godunov/van Leer	41
4 Validation et utilisation du modèle monodimensionnel	47
4.1 Etude de la création de la vague	47
4.1.1 Calages par interaction solide/liquide	47
4.1.2 Calages par le taux de transfert de débit	51
4.2 Précision du modèle	54
4.3 Analyse du taux de transfert d'énergie	55
4.4 Nature des vagues	57
4.5 Phase de propagation	61
4.6 Etude numérique du run-up d'une vague	66
4.6.1 Run-up d'une onde solitaire	67
4.6.2 Run-up d'un ressaut mobile	71
4.7 Influence du maillage	73
5 Conclusions	74
<b>III Développement d'une méthode éléments finis</b>	
1 Introduction	77
2 Rappel des équations de Saint Venant	78
3 Rappel des techniques de résolution	78
4 Formulation variationnelle	81
4.1 Définition du problème	81
4.2 Symétrisation et définition des variables entropiques	82
4.3 Formulation variationnelle en variables entropiques	83
4.4 Formulation variationnelle en variables conservatives	85
5 Conditions aux limites	86

6	Résolution numérique	87
7	Résultats numériques	88
7.1	Définitions des cas-test	88
7.2	Formulation en variables entropiques	89
7.3	Formulation en variables conservatives	90
7.4	Ordre de convergence et temps de calcul	96
8	Conclusion	98
<b>IV</b>	<b>Calcul des ondes de submersion par le modèle de Serre</b>	
1	Généralités	
1.1	Historique	99
1.2	Limites du modèle de Saint Venant	99
2	Mise en équations	100
2.1	Notations	101
2.2	Hypothèses	101
2.3	Calcul de la vitesse verticale	101
2.4	Equation de continuité	102
2.5	Equations de la quantité de mouvement	102
2.6	Equation de la pression	103
2.7	Equation dynamique	103
2.8	Solutions particulières	105
3	Méthode de résolution	108
3.1	Adimensionnalisation	108
3.2	Schéma numérique et procédure de résolution	108
3.3	Conditions aux limites	110
4	Tests analytiques et contraintes d'ordre numérique	113
5	Calcul des ondes de submersion	113
5.1	Tests effectués	117
		118

5.2 Analyse des résultats	118
5.2.1 Domaine des ondes sinusoïdales	118
5.2.2 Domaine des ondes cnoïdales	121
5.2.3 Domaine des ondes solitaires	124
6 Conclusion	127
<b>V Etude bidimensionnelle des ondes de submersion par le modèle de Saint Venant</b>	
1 Introduction	129
2 Le problème mathématique	130
3 Méthode des volumes finis	131
3.1 Maillage et volume de contrôle	131
3.2 Schéma du premier ordre (Godunov)	131
3.3 Schéma du second ordre (van Leer)	133
4 Conditions aux limites	134
5 Tests analytiques	136
5.1 Rupture de barrage unidimensionnelle	136
5.2 Rupture de barrage en diagonale	137
6 Etude de la propagation dans la retenue de Grand'Maison	138
6.1 Limites d'utilisations du modèle et mailleur	138
6.2 Modèle réduit	141
6.3 Test effectué sur la retenue de Grand'Maison	143
6.4 Résultats et interprétation	145
6.4.1 Etude bidimensionnelle	145
6.4.2 Sonde du plot P3	150
7 Conclusion	152
<b>Conclusions</b>	153
<b>Bibliographie</b>	155