



20512



DIRECTION REGIONALE DE
L'ENVIRONNEMENT
ILE-DE-FRANCE
BASSIN SEINE NORMANDIE



**ANALYSE DES CAUSES DE LA CARBONATOGENESE EN RIVIERE
DANS LE BASSIN SEINE - NORMANDIE**

LES CAS DE L'EAULNE ET DE LA MANOISE

**RAPPORT D'ETUDE
PERIODE AVRIL - DECEMBRE 1995**

Comité de pilotage :

Agence de l'eau Seine-Normandie
CSP DR n°1, antenne d'Eu
DIREN SEMA Champagne-Ardenne
DIREN SEMA Haute-Normandie
DIREN DBSN Ile-de-France
DIREN SEMA Picardie

Frédéric PITOIS
Laboratoire "Evolution des
Systèmes Naturels et Modifiés"

Alain JIGOREL
Laboratoire de **Génie** Civil,
Minéralogie et **Géotechnique**

Avril 1996

ANALYSE DES CAUSES DE LA CARBONATOGENESE EN RIVIERE DANS LE BASSIN DE SEINE-NORMANDIE :

LES CAS DE L'EAULNE ET DE LA MANOISE



Le présent rapport rassemble les résultats de l'étude sur "l'analyse des causes de la carbonatogénèse en rivière dans le bassin Seine-Normandie" réalisée dans le cadre de la convention entre le Ministère de **l'Environnement**, représenté par le directeur régional de l'environnement **d'Ile de France**, délégué du bassin Seine-Normandie, le laboratoire ENSM de l'Université de Rennes 1 et le laboratoire de Génie Civil, Minéralogie et Géotechnique de **l'INSA** de Rennes.

L'étude a débuté au mois d'avril 1995 par la mise en place *in situ* de dispositifs de mesure de l'intensité de la carbonatogénèse dans **l'Eaulne** (Seine-Maritime) et la **Manoise** (Haute-marne).

Le choix des stations étudiées a été fait après concertation avec le Comité de Pilotage composé de représentants de l'Agence de Bassin Seine-Normandie, du CSP Haute-Normandie et des DIREN Haute-Normandie, Champagne-Ardennes, Picardie et Ile de France. La mise en place du dispositif de mesure sur le site a été faite avec l'accord et la coopération de riverains de **l'Eaulne** que nous remercions ici, en particulier:

- Monsieur CATONNET d'Epinau (Ste Beuve en Rivière).
- Madame FREBER du Moulin d'Auberville.
- Messieurs BEMBERG et ALLIX du **Chateau** de Pontrancard.

Monsieur Jean-Louis FAGARD du CSP d'Eu nous a fourni une aide précieuse pour la reconnaissance des sites et la mise en place des dispositifs de mesure.

Nous remercions tous les gardes-pêche et chargés de mission qui ont fait l'information nécessaire auprès des pêcheurs pour favoriser le bon déroulement des mesures sur sites. Les données relatives aux débits et à la qualité des eaux des rivières ont été fournies par le SEMA **Haute-Normandie**.

Les analyses sur le terrain ont été faites par Frédéric PITOIS et Alain JIGOREL, avec la collaboration de Yves RACAPE pour la **Manoise**.

Les analyses de laboratoire ont été effectuées par Frédéric PITOIS et Alain JIGOREL avec la collaboration technique de Mme CHOLLET, technicienne et Mr. KHAMCHANE, technicien.

Les clichés de Microscopie Electronique à Balayage ont été réalisés au Centre Commun de Microscopie Electronique à Balayage de l'Université de Rennes 1 avec la collaboration de Monsieur LE LANNIC, ingénieur. Le tirage des photos a été effectué par Monsieur GUERIN, technicien.

Les lames minces des concrétionnements calcaires ainsi que leur caractérisation chimique ont été faites à l'Unité de Science du Sol et de Bioclimatologie de **l'INRA** de Rennes,

La synthèse des résultats et la rédaction du rapport ont été assurées par Frédéric PITOIS et Alain JIGOREL avec la collaboration de Georges BERTRU, Professeur à l'Université de Rennes 1.

RESUME

Les études menées depuis les années 1970 sur les précipitations carbonatées *en* rivière (Casanova, Freytet, Chaffetz, Blot..) ont montré que ce phénomène résulte pour l'essentiel de l'activité d'une microflore **incrustante** dont le développement dépend de la richesse du milieu (Casanova 1983). Les relations éventuelles entre l'intensité des précipitations, les caractéristiques hydrologiques des cours d'eau, les paramètres physicochimiques et la qualité trophique des eaux n'ont pas été étudiées à ce jour. Or les observations de terrain et le constat effectué par le GERBE en 1993 montrent une accélération du processus dans le Bassin Seine-Normandie depuis ces dernières années. Ceci se traduit par la fermeture progressive des substrats meubles, la création de seuils et un rehaussement des fonds. Les conséquences sur les écoulements et la richesse biologique ont été jugés suffisamment préoccupantes à moyen terme pour poursuivre et approfondir les études menées jusqu'alors.

L'objectif de la présente étude est de mieux connaître l'origine et la dynamique du phénomène en vue de proposer des mesures préventives et curatives pour limiter ses inconvénients.

Les deux rivières étudiées, l'**Eaulne** en Seine-Maritime et la **Manoise** en Haute-Marne, proposées par le comité de pilotage, se différencient par l'occupation des sols, les activités dans les bassins et l'intensité du phénomène.

La méthode d'étude retenue comporte: une caractérisation (structure et composition) des précipitations, l'étude de la dynamique des **dépôts** carbonatés par la mise en place dans le lit mineur de trois types de supports: PVC, terres cuites et granulats naturels, dans trois stations sur l'**Eaulne** et une station sur la **Manoise**, le suivi des caractéristiques physicochimiques des eaux selon le profil en long des rivières (les mesures ont été faites selon des périodicités nyctémérale et mensuelle dans trois stations sur l'**Eaulne** et quatre stations sur la **Manoise**), et une analyse saisonnière de l'évolution de la nature des fonds et de la microflore.

Les résultats montrent que l'intensité de la carbonatogénèse varie selon le profil en long des rivières, en relation avec l'augmentation de la température et l'accroissement des teneurs en nutriments, qui favorisent le développement de la flore et de la microflore incrustantes. Les précipitations maximales sont mesurées pendant la période de Mai à Septembre, la plus propice au développement des populations cyanobactériennes. Les fortes variations enregistrées dans une même station sont attribuables à l'évolution locale des paramètres hydrologiques (hauteurs d'eau, vitesses de courant) et physicochimiques (température, éclaircissement et nutriments). Le développement de la microflore est soumis à la stabilité du substrat. Les fonds détritiques meubles, soumis à de fréquents remaniements, sont peu propices à une installation durable de la microflore, donc faiblement affectés par les **dépôts** carbonatés.

Les taux maxima de précipitations, mesurés sur granulats naturels, atteignent 2 kg.m^{-2} pour une période de 6 mois dans la section aval de l'**Eaulne**, soit une épaisseur de 3mm sur un substrat de type frayère. Le taux de carbonatogénèse nettement plus élevé dans l'**Eaulne** trouve son origine dans le statut trophique du milieu; les teneurs en orthophosphates, cinq fois plus fortes que celles de la **Manoise**, favorisent la prolifération des cyanobactéries incrustantes, qui saturent totalement les fonds stables. L'évolution des teneurs en chlorophylle benthique met bien en évidence les phases de développement des populations bactériennes. Une relation linéaire a été établie entre les teneurs en chlorophylle a benthique et les quantités de carbonates précipités.

Le suivi, d'une durée de 9 mois en 1995, a permis la mise au point d'une méthodologie adaptée, et a fourni des résultats prometteurs pour l'identification des principaux facteurs de la carbonatogénèse. Il n'est toutefois pas possible d'extrapoler ces résultats sur une longue période car de nombreux paramètres évoluent d'une année sur l'autre; Les premiers résultats permettent cependant d'affirmer que la biodiversité et les qualités piscicoles des rivières soumises à la carbonatogénèse ne peuvent être sauvegardées que par le maintien ou la restauration des qualités trophiques des eaux.

ANALYSE DES CAUSES DE LA CARBONATOGENESE EN RIVIERE DANS LE BASSIN DE SEINE-NORMANDIE :

LES CAS DE L'EAULNE ET DE LA MANOISE

RAPPORT D'ETUDE, ANNEE 1995

Sommaire

I- Introduction	p.1
II- Le phénomène de carbonatogénèse	p.2
21- Processus chimiques et biochimiques en cause	p.2
211- Equilibres de dissolution des carbonates dans l'eau	p.2
212- Cristallisation et précipitation	p.3
213- Typologie des édifices carbonatés	p.3
214- Biogénèse des carbonates	p.5
22- Carbonatogénèse dans le Bassin Seine-Normandie	p.6
III- Rivières étudiées	p.7
31- Cadre géographique et géologique de l'Eaulne (Haute-Normandie)	p.7
32- Cadre géographique et géologique de la Manoise (Haute-Marne)	p.7
IV- Caractéristiques générales de l'Eaulne	p.11
41- Débits	p.11
42- Caractéristiques physico-chimiques	p.12
V- Sites et méthodes d'étude	p.16
51- Sites-ateliers	p.16
511-L'Eaulne	p.16
512-La Manoise	p.16

52- Méthodes d'étude	p.17
521- Caractérisation des précipitations	p.17
522- Dynamique des précipitations	p.17
523- Hydrologie et qualités physico-chimiques des eaux	p.23
524- Dynamique de la microflore	p.23
VI- Résultats	p.24
61- Eaulne	p.24
611- Hydrologie	p.24
612- Dynamique sédimentaire	p.28
613- Physico-chimie des eaux	p.40
614- Flore et microflore sur les fonds	p.61
62- Manoise	p.70
621- Hydrologie	p.70
622- Dynamique sédimentaire	p.71
623- Physico-chimie des eaux	p.74
624- Flore et microflore sur les fonds	p.80
63- Comparaison physico-chimique de l'Eaulne et de la Manoise	p.83
64- Précipitations carbonatées	p.87
641- Structure des concrétionnements	p.87
642- Analyse des concrétionnements	p.88
643- Quantification des précipitations carbonatées	p.93
644- Relation entre les précipitations carbonatées et les teneurs en chlorophylle a benthique	p.97
VII- Conclusions	p.100
Annexes	
I - Liste des illustrations	p.102
II - Bibliographie	105

ANALYSE DES CAUSES DE LA CARBONATOGENESE EN RIVIERE DANS LE BASSIN DE SEINE-NORMANDIE:

LES CAS DE L'EAULNE ET DE LA MANOISE

RAPPORT D'ETUDE, ANNEE 1995

1 - INTRODUCTION

La carbonatogénèse en rivière, phénomène naturel dans les bassins calcaires, a des conséquences néfastes pour le milieu lorsqu'elle devient trop intense. Elle provoque alors le colmatage progressif des substrats, la création de seuils et le rehaussement du lit. Ces phénomènes ont des conséquences hydrauliques et biologiques: la capacité d'écoulement devient insuffisante dans le lit mineur de la rivière, tandis que la fermeture des substrats réduit la diversité des habitats et entraîne la disparition progressive des frayères à Salmonidés.

Des observations ponctuelles ont mis en évidence une accélération du processus ces dernières années, dans certaines rivières du Bassin Seine-Normandie. Ceci a conduit les responsables de la gestion de ces milieux aquatiques à proposer une étude des causes de la carbonatogénèse. La première phase de l'étude, réalisée par le GERBE (Université de Reims), a porté sur une recherche bibliographique et une première reconnaissance du phénomène sur site, en collaboration avec un comité de pilotage. La seconde phase de l'étude a débuté au printemps 1995. Elle est menée conjointement par le Laboratoire d'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés, Université de Rennes I, et le Laboratoire de Génie Civil, Minéralogie et Géotechnique de l'INSA de Rennes, sous l'égide d'un comité de pilotage composé de représentants de l'Agence de Bassin Seine-Normandie, du CSP Haute-Normandie et des DIREN Haute-Normandie, Champagne-Ardennes, Picardie et Ile-de-France.

Ce rapport présente la méthodologie du suivi, les dispositifs de mesure mis en place dans les deux sites étudiés (**l'Eaulne** en Haute-Normandie et la **Manoise** en Haute-Marne) et les résultats des mesures et analyses faits en 1995. Ceux-ci comprennent la caractérisation des précipitations, l'étude de la dynamique de la carbonatogénèse selon des cycles nyctéméraux et des suivis de la qualité physicochimique des eaux.

La présente étude a pour but de mieux connaître l'origine et la dynamique du processus en vue de proposer des mesures préventives et curatives pour limiter les inconvénients de la carbonatogénèse en rivière.