

# Système d'Aide à la Décision pour la gestion d'un réseau hydrographique en périodes de crues

Majdi Argoubi<sup>1,2</sup>, Abdelkader El Kamel<sup>1</sup>, Khaled Mellouli<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LAGIS ; Ecole Centrale de Lille ; Cité scientifique, BP48, Villeneuve d'Ascq, 59650, France

`mejdiargoubi@yahoo.fr` ; `abdelkader.elkamel@ec-lille.fr`

<sup>2</sup> LARODEC ; Institut Supérieur de Gestion de Tunis ; 41 rue de la liberté, Le Bardo, 2000, Tunisie

`khaled.mellouli@ihec.rnu.tn`

**Mots-Clés :** *Réseau hydrographique, PDN, SIG, SAD.*

## 1 Introduction

Dans le cadre d'une gestion d'un système multi-réservoirs en périodes de crues, l'objectif principal est de se prémunir au maximum contre :

- Un dépassement des capacités d'écrêtement des réservoirs
- Les débordements au niveau des sections du fleuve

Les travaux abordés dans cette étude concernent la mise en œuvre d'un Système d'Aide à la Décision (SAD) donnant plus de souplesse et de cohérence au processus de décision en périodes de crues.

## 2 Modules du SAD

### 2.1 Architecture

Notre SAD se compose de trois modules qui seront brièvement expliqués dans les différentes sections du document :

- Module de simulation : Système d'Information Géographique
- Module d'optimisation : Programmation Dynamique Neuronale
- Interface graphique de dialogue

L'approche de modélisation du SAD utilise un couplage d'un module d'optimisation avec un SIG.

### 2.2 Module de simulation : Système d'Information Géographique

Les SIG représentent des outils de simulation appropriés du fait qu'ils permettent de modéliser les processus complexes à évolution spatiale. Toutefois, malgré le caractère fondamental de l'analyse spatiale des SIG, plusieurs auteurs soulignent quelques limites. Ces derniers concernent en premier lieu le manque de fonctionnalités d'optimisation [1].

## 2.3 Module d'Optimisation : Programmation Dynamique Neuronale

Le système de niveaux de stock d'eau dans les réservoirs présente les caractéristiques d'un phénomène aléatoire et séquentiel et peut être assimilé à un Processus de Décision Markovien (PDM) [2]. Ce type de problèmes peut être abordé par la Programmation Dynamique Stochastique (PDS).

Soit  $V_t(S_t, H_t)^*$  la valeur minimale du coût reçu à partir de la période  $t$  jusqu'à la fin de l'horizon de l'optimisation. Pour  $T, T-1, \dots, 1$  et on a la récursion (l'équation de Bellman) suivante :

$$V_t(S_t, H_t)^* = \min_{R_t} \{ \alpha L_t(H_t, R_t) + (1 - \alpha) Q_{t+1}(S_t, R_t) \} \quad (1)$$

$L_t$  représente le coût immédiat de débordement au niveau du fleuve suite à un lâcher  $R_t$  et  $Q_{t+1}$  décrit l'espérance du coût futur de passage de l'état  $S_t = i$  à l'état  $j$  sous la décision de lâcher  $R_t$ .

Cette méthode de résolution souffre du problème de dimensionnalité et du problème de modélisation [3]. L'approche développée dans notre papier est une méthodologie, basée sur la Programmation Dynamique Neuronale (PDN), qui est proposée pour résoudre le problème (1). L'idée originelle de l'approche est basée sur l'algorithme d'approximation de la fonction coût par des Réseaux de Neurones (RN). Par contre nous proposons d'approximer, par des RN, les fonctions de coût espéré  $Q_{t+1}$  au lieu des fonctions  $V_t$ . Le coût immédiat  $L_t$ , quant à lui, est calculé quant à lui directement à partir des données fournies par le SIG. On doit composer dans le présent travail avec une difficulté supplémentaire par rapport à l'utilisation classique des RN : il s'agit de combiner le processus d'approximation des fonctions  $Q_{t+1}$  avec un algorithme d'optimisation qui permet le calcul de la fonction coût totale  $V_t$ .

## 3 Résultats

- Nous avons constaté que les fonctions  $Q$  et  $R$  obtenues par la PDN sont pratiquement confondues avec celles obtenues via la PDS, mais avec un gain considérable en temps de calcul.
- Pour le réservoir de Sidi Salem, au fur et à mesure de l'évolution de la crue, notre approche donne plus de poids au non dépassement des capacités d'écrêtement en effectuant des lâchers importants au début de la période de gestion. Le réservoir a tendance à être bien rempli et son niveau d'eau évolue très lentement.
- On reste toujours loin des  $740m^3/s$  lâchés réellement par l'opérateur.
- La performance opérationnelle du réseau hydrographique est bonne et les périmètres inondés par le pic de lâchers observés sont plus vastes que ceux du modèle.

## Références

- [1] M. Shamsi. Storm-water management implementation through modeling and GIS. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 114-127, 1996.
- [2] M. Argoubi, A. El Kamel, K. Mellouli and F. Lebdi, F. Modélisation et optimisation d'un réseau hydrographique en périodes de crues. *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, 41(6) : 733-761, 2007.
- [3] D. Bertsekas. *Dynamic Programming and Optimal Control*. Athena Scientific, Belmont, 1995.