



## **APPLICATION DU MODELE CONVERGENT DE LA METHODE HYDROLOGIQUE QDF AU BASSIN VERSANT DU SAF SAF (Algérie)**

**M. BESSENASSE <sup>1</sup>, G. GALEA <sup>2</sup>, A. PAQUIER <sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Enseignant chercheur, Université Saad Dahlab, Blida, Algérie  
E-mail : mbessenasse@yahoo.fr

<sup>2</sup>Chercheur, CEMAGREF, Unité de Recherche Hydrologie-Hydraulique, France

### **INTRODUCTION**

La sédimentation des retenues de barrages est la conséquence la plus dramatique de l'érosion des bassins versants et c'est la cause principale de la réduction de la capacité des réservoirs algériens où l'eau, de part son insuffisance et sa mauvaise répartition, constitue un facteur limitant du développement économique. Il est intéressant de noter que chaque année l'infrastructure hydrotechnique algérienne est amputée d'une capacité de 30 millions de m<sup>3</sup> (Bessenasse et *al.*, 2003).

Afin de cerner l'intensité du phénomène de l'envasement des barrages et définir les actions nécessaires à sa réduction, en particulier dans le cadre du choix de l'implantation des nouveaux projets de construction des retenues, le volet hydrologique est primordial et indispensable à l'utilisation de modèles mathématiques simulant les dépôts dans la retenue. La définition du régime hydrologique constitue un outil intéressant et obligatoire pour l'analyse globale des apports du bassin versant et qui doit déboucher sur un mode de gestion adapté (Bessenasse et *al.*, 2004). Pour ce faire, nous avons adopté la méthode QDF dans sa dernière version du modèle convergent, pour caractériser le régime hydrologique du bassin versant Saf Saf situé dans l'est de l'Algérie et pour construire des hydrogrammes de projet.

### **PRESENTATION DE LA METHODE QDF**

Il s'agit de la modélisation synthétique qui s'appuie sur la connaissance globale du régime hydrologique d'un bassin versant, sans chercher à en connaître analytiquement les processus détaillés qui le caractérisent.

Ceci convient parfaitement au contexte algérien qui manque de données détaillées. C'est une modélisation de ce type dont le résultat s'exprime par des abaques "Débits (Q)-Durées (D)-Fréquences (F)" sur un bassin versant donné.

Les modèles Débits-Durées-Fréquences sont simples à caler et faciles à utiliser. Ils permettent globalement de procéder à une analyse fréquentielle des crues sur un bassin versant donné et de produire une relation analytique entre débits en un point donné et durées de quelques heures à plusieurs dizaines de jours selon la taille du bassin versant considéré et ceci pour toute fréquence souhaitée (Michel et Oberlin, 1989).

### APPLICATION AU BASSIN VERSANT DU SAF SAF

Le suivi hydrométrique effectué en amont de la retenue de Zardezas (Figure 1) nous permet de disposer d'une chronique de débits quotidiens sur 26 années environ (1968-1993). A cette chronique, sont associés les débits de pointe maximaux mensuels ainsi que quelques crues observées  $Q(t)$  qui nous renseignent sur le temps de transfert hydraulique du bassin versant. Les données pluviométriques nécessaires à l'estimation des crues de grande période de retour sont évaluées par le Gradex des pluies maximales de 24h ( $Gp_{24h} = 24,7\text{mm}$ ) du poste pluviométrique situé à l'exutoire du bassin versant (Figure 1). Ceci n'est pas le n'est pas le meilleur choix mais il est le seul possible (Bessenasse, 2004).

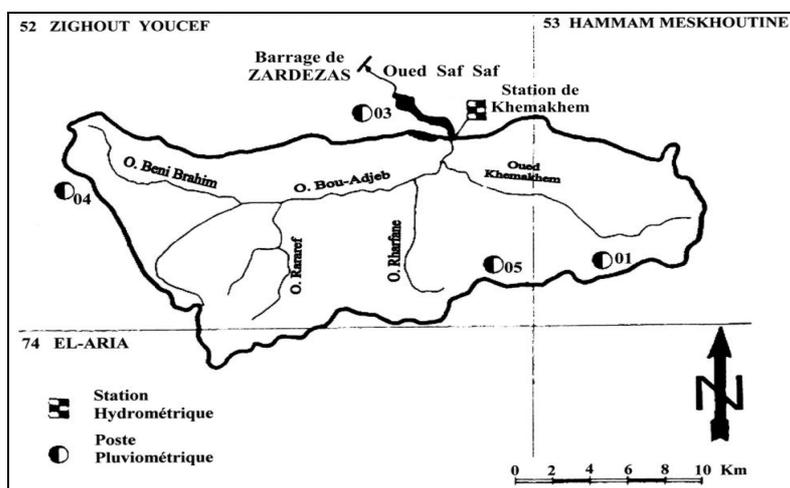


Figure 1: Bassin versant alimentant l'oued Saf Saf.

### Modélisation QDF selon le concept de convergence des distributions

La variabilité temporelle des crues est étudiée à partir de deux variables hydrologiques notées par convention  $VCXd$  et  $QCXd$  (Figure 2) qui représentent respectivement le débit moyen maximal lors de la crue sur la durée continue  $d$  et le débit seuil maximal lors de la crue, continûment dépassé sur la durée  $d$ . Lorsque  $d = 0$ , les deux variables sont égales au débit instantané maximal  $QIX$ . Pour la suite de notre étude, nous poserons  $V_d = VCXd$  et  $Q_d = QCXd$ .

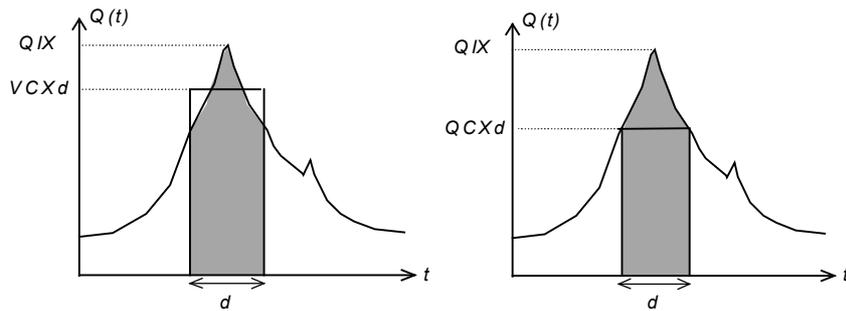


Figure 2 : Définition des variables hydrologiques

La durée caractéristique de crue  $D$  du bassin versant du Saf Saf, estimée au sens de Socose à partir de quelques crues observées disponibles, est voisine de 4 heures. Diverses études de régionalisation des crues, sous différents climats, ont montré la constance du ratio  $\Delta/D=3,5$ . Pour le bassin du Saf Saf le ratio est de 3,95, ce qui consolide l'ordre de grandeur d'estimation de  $D$ . Le débit de pointe décennal  $Q_{10}$  est déduit du modèle.  $C(d)$  représente le Gradex des pluies maximales implicite d'un modèle QDF à référence typologique (Galea et Prudhomme, 1997) particulièrement bien adapté aux bassins à crues rapides.

## PRESENTATION DES RESULTATS

### Distributions modélisées et quantiles de crue

La figure 2 visualise les modélisations QDF obtenues pour les crues de faible ou de grande période de retour, ainsi que les échantillons observés ou estimés par extrapolation. Nous constatons deux événements exceptionnels en pointe de période de retour théorique proche de la centennale et dont les volumes sur 24 heures sont beaucoup plus rares, voire très rare pour l'un d'eux. Pour le pas de temps de 24 heures, l'extrapolation relative vérifie les quantiles rares expérimentaux (Figure 3) estimés à partir du Gradex des pluies maximales connu ( $Gp_{24h} = 24,7\text{mm}$ ).

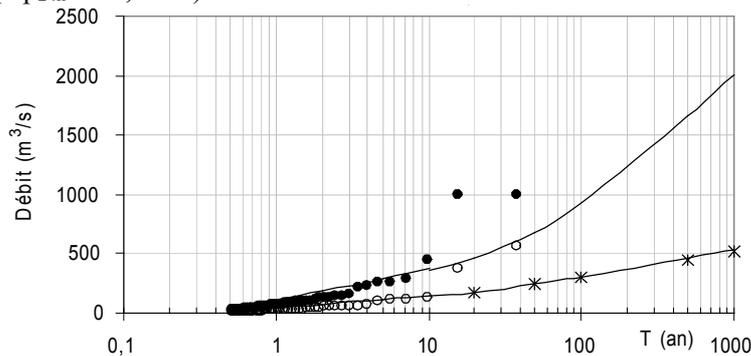


Figure 3 : Modélisation QDF du régime des crues du bassin versant du Saf Saf  
(●) QIX, (○) V24 heures, (\*) extrapolation, (—) modélisation QDF

Les principaux quantiles déduits des modélisations sont reportés dans le tableau 1. A ces quantiles de débit moyen de crue  $V(d,T)$  sont associés des quantiles de débit seuil dépassé  $Q(d,T)$  obtenus par dérivation (Javelle, 2001) et qui vont permettre de construire des hydrogrammes de projet.

Tableau 1 : Quantiles de crues de débit moyen modélisés

| Quantiles $V(d,T)$ (m <sup>3</sup> /s) |       |      |      |      |      |     |     |     |      |      |
|----------------------------------------|-------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|
| $d$ (h)                                | T(an) |      |      |      |      |     |     |     |      |      |
|                                        | 0,5   | 1    | 2    | 5    | 10   | 20  | 50  | 100 | 500  | 1000 |
| 0                                      | 32,8  | 109  | 185  | 286  | 362  | 462 | 684 | 925 | 1658 | 2013 |
| 4                                      | 26,2  | 87,0 | 148  | 228  | 289  | 366 | 523 | 679 | 1116 | 1320 |
| 6                                      | 23,8  | 79,1 | 134  | 207  | 263  | 332 | 469 | 602 | 968  | 1137 |
| 12                                     | 18,6  | 62,0 | 105  | 163  | 206  | 259 | 359 | 453 | 702  | 816  |
| 24                                     | 13,0  | 43,3 | 73,7 | 114  | 144  | 181 | 247 | 307 | 465  | 537  |
| 48                                     | 8,1   | 27,0 | 46,0 | 71,0 | 89,9 | 113 | 154 | 191 | 289  | 333  |

### Définition de l'hydrogramme de projet

L'hydrogramme de projet, appelé aussi Hydrogramme de Synthèse monofréquence (HSMF), est défini par un temps de montée  $t_m$  de 4 heures ( $t_m \leq D=4$  heures) et une courbe de récession  $Q(d,T)$  relative aux durées  $d$  (Tableau 2). Cet hydrogramme a la propriété d'être homogène en période de retour quelle que soit la variable  $Vd$  ou  $Qd$  considérée.

Tableau 2 : Quantiles de crues de débit seuil dépassé modélisés

| Quantiles $Q(d,T)$ (m <sup>3</sup> /s) |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $d$ (h)                                | T(an) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                        | 0,5   | 1    | 2    | 5    | 10   | 20   | 50   | 100  | 500  | 1000 |
| 0                                      | 32,8  | 109  | 185  | 286  | 362  | 462  | 684  | 925  | 1658 | 2013 |
| 4                                      | 20,9  | 69,5 | 118  | 182  | 231  | 290  | 401  | 504  | 769  | 887  |
| 6                                      | 17,2  | 57,3 | 97,4 | 151  | 191  | 239  | 324  | 400  | 589  | 672  |
| 12                                     | 10,6  | 35,3 | 60,0 | 92,6 | 117  | 146  | 193  | 233  | 329  | 370  |
| 24                                     | 5,20  | 17,2 | 29,3 | 45,2 | 57,3 | 71,2 | 94,6 | 114  | 163  | 185  |
| 48                                     | 2,02  | 6,71 | 11,4 | 17,6 | 22,3 | 28,2 | 40,0 | 51,4 | 82,3 | 96,5 |

### CONCLUSION

Les hydrogrammes ont été reconstitués à partir des données rassemblées en se basant sur les débits de pointe enregistrés et sur les débits moyens journaliers avec des durées de crue multiples de 24 heures. Les mesures en cours de crue n'ayant pu que rarement être utilisées.

Les HSMF apportent ainsi une connaissance objective du régime des crues du bassin versant du Saf Saf et constituent en ce sens les entrées hydrologiques privilégiées des modèles hydrauliques pouvant être mis en œuvre pour le suivi de l'évolution de la sédimentation dans la retenue de Zardezas.

Les courbes QDF ont permis de définir des hydrogrammes de projet qui sont indispensables comme données de base et d'entrée aux modèles mathématiques, visant la compréhension du cycle sédimentaire dans une retenue de barrage. Cette méthode dans sa version QDF convergent a montré son applicabilité dans le contexte algérien (Sauquet et *al.*, 2003), puisque les résultats des HSMF ont été injectés dans un modèle numérique simulant la sédimentation de la retenue de Zardezas en donnant des résultats très encourageants.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BESSENASSE, M., KETTAB, A., PAQUIER, A., GALEA, G., RAMEZ, P. (2003). Simulation numérique de la sédimentation dans les retenues de barrages. Cas de la retenue de Zardezas, Algérie, *Revue des sciences de l'eau*, 16(1), 103-122.
- BESSENASSE, M., KETTAB, A., PAQUIER, A. (2004). Modélisation bidimensionnelle du dépôt de sédiments dans un barrage en Algérie, *La Houille Blanche*, 1, 31-36.
- BESSENASSE, M. (2004). Dépôt des sédiments fins à l'amont d'une retenue, Thèse de doctorat d'état, Ecole Nationale Polytechnique, Alger, 218p.
- GALEA, G., PRUDHOMME, C. (1994). Modèles Débit-Durée-Fréquence et conceptualisation d'un hydrogramme de crue synthétique. Validation sur le BVRE de DRAIX, *Hydrologie Continentale*, 9(2), 139-151.
- GALEA, G., PRUDHOMME, C. (1997). Notions de base et concepts utiles pour la compréhension de la modélisation synthétique des régimes de crue des bassins versants au sens des modèles QDF, *Revue des Sciences de l'Eau*, 10(1), 83-101.
- JAVELLE, P., OUARDA, T.B.M., LANG, M. (2002). Development of regional Flow-Duration-Frequency. Curves based on the index-flood method, *J. Hydrology*, n°258, 249-259.
- JAVELLE, P. (2001). Caractérisation du régime des crues : le modèle Débit-Durée-Fréquence convergent. Approche locale et régionale, Thèse de Doctorat, INPG, Grenoble, France.
- MICHEL, C., OBERLIN, G. (1987). Seuil d'application de la méthode du GRADEX, *La Houille Blanche*, 3, 199-203.
- SAUQUET, E. GALEA, G., BESSENASSE, M. (2003). Caractérisation du régime des hautes eaux en Débit-Durée-Fréquence, application au contexte algérien, Congrès international sur la gestion du risque eau en pays semi-aride, 20-22 Mai, Tunis, Tunisie.