

METHODE DE CALCUL DES CRUES DES OUEDS DE L'ALGERIE

METHOD OF CALCULATING OF FLOODS THE WADIS OF ALGERIA

Djamel BOUTOUTAOU, Laboratoire de Valorisation et d'Exploitation des Ressources Naturelles en Zones Arides. Université de Ouargla, Algérie. E-mail : boutoutaoudjame@yahoo.fr

Houari ZEGGANE, Laboratoire de Valorisation et d'Exploitation des Ressources Naturelles en Zones Arides. Université de Ouargla, Algérie. E-mail : zeggane_r@yahoo.fr

RESUME : Les études des inondations établies en Algérie par 'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) montrent que le pays est confronté au phénomène des crues et des inondations très destructives. Les crues et les hydrogrammes de crues de la majorité des Oueds de l'Algérie sont moins connus. Ces crues apparaissent suite à des pluies intenses et de courte durée – pluies d'averses et d'orages. Les dégâts humains et matériels causés par ces crues ont été toujours très élevés. L'objectif de l'étude consiste à proposer pour le territoire algérien une méthode de calcul des crues et des hydrogrammes des crues pour les cours d'eau et les Oueds non jaugés au profit des ingénieurs et d'aménagistes exerçants dans le domaine de conception des ouvrages hydrauliques.

Mots clés : hydrogramme de crues, calcul des crues, oued non jaugés

ABSTRACT : Studies floods established in Algeria by the National Agency of Water Resources (ANRH) show that the country faces the flood phenomenon and very destructive floods. Floods and flood hydrographs for the majority of the Wadis Algeria are less known. These floods appear due to intense rainfall and of short duration - and thunderstorms. The human and material damage caused by these floods have always been substantial. The objective of the study is to propose for the Algerian territory a method of calculating of floods and of floods hydrographs for rivers and ungauged wadis for the benefit of engineers and forest managers exercisers in the field of design hydraulic structures.

Key Words: Floods hydrographs, Calculating of floods, Ungauged wadis

INTRODUCTION

Les plus fortes crues des cours d'eau (des Oueds) de l'Algérie se manifestent en automne et en hiver à cause des orages et des averses intenses, dont la durée est très courte (de quelques minutes à quelques heures). Ces fortes crues engendrent des inondations catastrophiques dont les dégâts humains et matériels ont été toujours très élevés. Nous citons pour exemple l'inondation catastrophique survenue à Bab el Oued (Alger) à cause des pluies diluviennes (260 mm en moins de 24 heures) abattues sur les hauteurs de Bouzaréah la nuit du 09 au 10 novembre 2001. Cette inondation a fait presque 1000 morts et les dégâts matériels ont dépassé les 4 milliards de dinars (Boutoutaou D. 2007, Lahlah S. 1997).

La mise sur pied de divers projets de protection contre les inondations nécessite la prédétermination de la crue et la courbe des débits de cette crue en fonction du temps – l'hydrogramme de crue. En absence de données de mesure, de nombreux auteurs choisissent d'attribuer une formulation analytique de l'hydrogramme du projet qui le plus souvent fait apparaître un ensemble de variables-clefs dont le débit maximal instantané ou débit de pointe, le débit de base (égale à zéro pour les cours d'eau périodiques et temporaires), le temps de montée et le coefficient de forme qui conditionne l'allure de la courbe de décrue de l'hydrogramme de crue. Concernant les débits de pointe fréquents, ils sont souvent déterminés par des formules simples incluant dans la majorité des cas quelques caractéristiques physiques et hydrométéorologiques du bassin versant (surface, longueur, pente, altitude du bassin, pluies max, pluie annuelle etc.)

L'utilisation de ces formulations analytiques établies dans différentes conditions géographiques et climatiques que celles de l'Algérie conduit à des erreurs aberrantes.

Dans cette présente étude, il a été mis au point deux modèles, le premier concerne la détermination des débits de pointe fréquents basé sur la loi des isochrones, le deuxième, la construction d'un hydrogramme de crue synthétique basé sur la loi de distribution de Galton.

MATERIELS ET METHODES

L'étude des débits de pointe des crues est basée sur les données pluviométriques (pluies maximales journalières) de plus de 400 postes pluviométriques et les données hydrométriques (débits de pointe) de 53 stations hydrométriques. Celle des hydrogrammes des crues est basée sur les données d'observations de couples averses-crues enregistrées à environ 40

stations hydrométriques et pluviométriques distribuées d'une façon homogène sur les grands bassins versants délimités par l'ANRH (Fig.1) Les hyétogrammes et les hydrogrammes collectés nous ont permis de sélectionner toutes les averses unitaires, ayant des hauteurs suffisantes pour avoir provoqué des crues généralisées et des répartitions spatiales assez homogènes pour ne pas engendrer des hydrogrammes déformés. La période d'observation varie entre 20 - 50 ans pour les débits de pointe et 3 - 10 ans pour les hydrogrammes de crues.

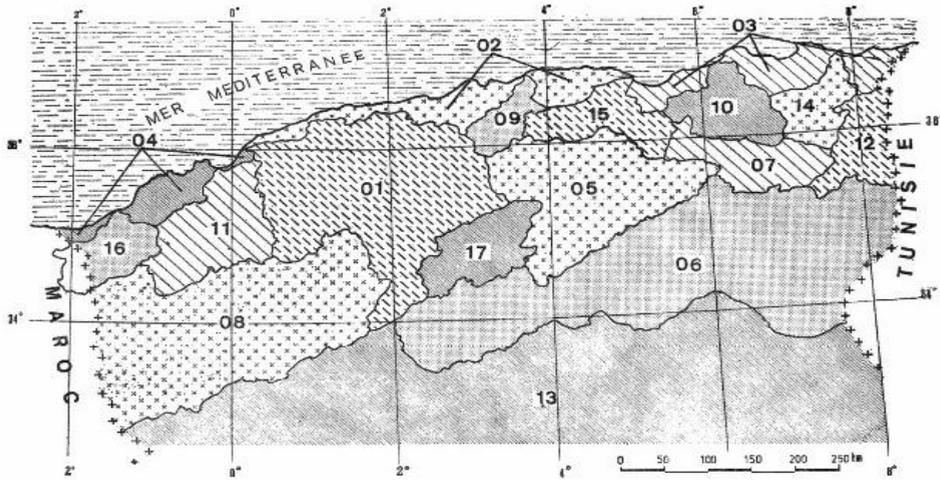


Fig. 1. Carte de localisation des bassins hydrographiques de l'Algérie

Il est bien connu selon la méthode des isochrones, qui peut être considérée comme une extension de la méthode rationnelle (Salaviova N. 1969) que le débit de pointe (Q_p) est donné par la relation:

$$Q_p = \xi \bar{i}_t \alpha S_A \quad (1)$$

ξ - coefficient de conversion des unités,

\bar{i}_t - intensité pluviale maximale correspondant à la durée de pluie t , appelée durée de référence de formation du débit de pointe,

α - coefficient du ruissellement

S_A - surface active du bassin versant (surface contribuant à la formation de la crue).

Selon cette méthode, la durée de référence t de formation du débit de pointe est déterminée par le rapport entre le temps de concentration t_C et la durée de pluie τ .

Pour $\tau \geq t_C$, la durée de référence de pluie est prise égale au temps de concentration. Dans ce cas $S_A = S$ (S - surface totale du bassin versant).

Pour $\tau < t_C$, la durée de référence de formation du maximum est prise égale au temps de pluie et dans ce cas $S_A < S$.

En tenant compte des deux inégalités, la formule de calcul du débit de pointe est la suivante :

$$Q_P = q_P S = \xi \bar{i}_t \alpha S \quad \text{pour } \tau \geq t_C \quad (2)$$

$$Q_P = q_P S = \xi \bar{i}_t \alpha \lambda S \quad \text{pour } \tau < t_C \quad (3)$$

q_P - module du débit de pointe, $\lambda = \frac{S_A}{S}$ - coefficient de réduction du débit en fonction de la croissance de la surface du bassin versant, établi en général empiriquement.

Ainsi, la relation (2) est conçue pour déterminer les crues des petits bassins versants, la relation (3) les crues des moyens et des grands bassins versants. Il est à signaler que le critère qualitatif dans la formation des crues est exclusivement le rapport entre τ et t_C . Dans les différentes conditions géographiques et climatiques des régions, ces rapports sont différents et sont fonction des spécificités physiques et climatiques des bassins versants.

L'intensité de pluie maximale \bar{i}_t mm/min qui est un paramètre principal dans (2) et (3) est reliée au temps de pluie et au période de retour T par la relation suivante (Boutoutaou D. 2011) :

$$\bar{i}_{tT} = \frac{F_T}{(t+1)^n} = \frac{A+B \log(T)}{(t+1)^n} \quad (4)$$

F_T : intensité de pluie limite de période de retour T quand t tend vers zéro,
 n : coefficient de réduction de la pluie en fonction de croissance de sa durée,
 A, B : paramètres géographiques caractérisant l'intensité maximale pluviale annuelle A et sa variation interannuelle B ,
 T : période de retour.

Les paramètres de la relation (4) sont déterminés pour la totalité du territoire algérien. Le caractère zonal des valeurs de ces paramètres permet la régionalisation de ces dernières (Tableau 1).

Tableau 1. Valeurs des coefficients *A*, *B* et *n*.

<i>Bassins versants</i>	<i>coefficients</i>	<i>Pluies moyennes annuelles \bar{P}, mm</i>		
		$\bar{P} \leq 400$ mm	$\bar{P} = 400 - 900$ mm	$\bar{P} \geq 900$ mm
subhumide et semi-aride	<i>A</i>	3,25	3,10	2,50
	<i>B</i>	3,53	2,92	2,27
	<i>n</i>	0,71	0,66	0,56
01-11-04-08	<i>A</i>	3,25	2,50	2,40
	<i>B</i>	3,50	2,80	2,70
	<i>n</i>	0,69	0,58	0,52
02-03-09-15	<i>A</i>	4,00	3,50	-
	<i>B</i>	3,70	2,50	-
	<i>n</i>	0,73	0,64	-
05 - 07-17	<i>A</i>	3,50	2,50	-
	<i>B</i>	3,29	3,88	-
	<i>n</i>	0,67	0,60	-
12-14-10	<i>A</i>	3,50	2,50	-
	<i>B</i>	3,10	2,52	-
	<i>n</i>	0,69	0,61	-
16	<i>A</i>	-	3,00	3,50
	<i>B</i>	-	5,36	2,70
	<i>n</i>	-	0,77	0,67
Zone aride	<i>A</i>	1,00	3,50	-
	<i>B</i>	12,38	6,62	-
	<i>n</i>	0,73	0,75	-

Pour les conditions physiographiques des bassins versants de l'Algérie, la formule du temps de concentration proposée est la suivante :

$$t_c = 1.7 \left(\frac{SL}{\sqrt{I}} \right)^{0.19} \quad (5)$$

t_c emps de concentration en heure,

S : surface en Km^2 , L – longueur du cours d'eau en Km et

I : pente du cours d'eau en %.

De cette façon, la durée de référence de pluie t est prise égale au temps de concentration t_C , et est peut-être déterminée à partir des caractéristiques physiographiques du bassin par la relation (5). Le coefficient du ruissellement α_T a été déterminé à partir des données des plus grandes crues (crues de faibles fréquences), enregistrées dans des cours d'eau de différentes régions :

$$\alpha_T = 1 - \exp\left(-\frac{P_{\max jT}}{P_0}\right) \quad (6)$$

$P_{\max jT}$: pluie maximale journalière en mm de période de retour T ,

P_0 : pertes maximales possibles en mm (infiltration, rétention dans les dépressions et évaporation). Ce paramètre est tabulé en fonction des zones géographique (figure 1) des grands bassins versants de l'Algérie (Tableau 2).

Tableau 2. Valeurs du paramètre P_0 . (Boutoutaou D. 2008)

Bassins versants	01-02-11-04-09	05-07-06-08	12-14-10-03-15	16	13
P_0, mm	100	90	120	115	60

Le coefficient de réduction du débit λ dans la formule (3) est déterminé par la relation empirique suivante :

✓ Pour les surfaces des bassins versants :

$$S > 600 \text{ Km}^2, \quad \lambda = \frac{9.4}{(S+1)^{0.39}} \quad (7)$$

✓ Pour les surfaces des bassins versants : $S \leq 600 \text{ Km}^2$, $\lambda = 1$

En raison de son rôle primordial dans l'établissement de l'hydrogramme unitaire synthétique (HUS), il est nécessaire de rappeler la théorie de l'hydrogramme unitaire (HU). La théorie de l'hydrogramme unitaire repose sur les hypothèses suivantes : i. la pluie nette est uniforme sur le bassin versant et constante dans le temps ; ii. les caractéristiques de l'HU sont invariables dans le temps - la durée de l'hydrogramme de ruissellement direct (temps de base) est constante et indépendante de l'intensité de pluie ; iii. la réponse du bassin versant aux pluies est linéaire : pour une même durée de référence t , les ordonnées de l'HU sont

proportionnelles au volume de la pluie nette ; iv. l'hydrogramme unitaire reflète l'ensemble des caractéristiques physiques du bassin versant (Benoit H. et al. 2009).

Il est évident que la superposition des hydrogrammes unitaires réduits d'un bassin versant, obtenus ainsi pour toutes les crues jugées unitaires fournit, par considération des ordonnées médianes ou moyennes, un hydrogramme type qui peut être considéré comme une caractéristique hydraulique de ce bassin.

Prenant comme base les crues unitaires sélectionnées, on a calculé un hydrogramme type pour chaque bassin versant sur la base des moyennes des hydrogrammes adimensionnels normés. Les hydrogrammes types de quelques cours d'eau sont illustrés dans la figure 2.

L'analyse de l'hydrogramme type établi pour chaque cours d'eau montre que, la partie de montée de la courbe est serrée à gauche, celle de la partie descendante est étalée vers la droite.

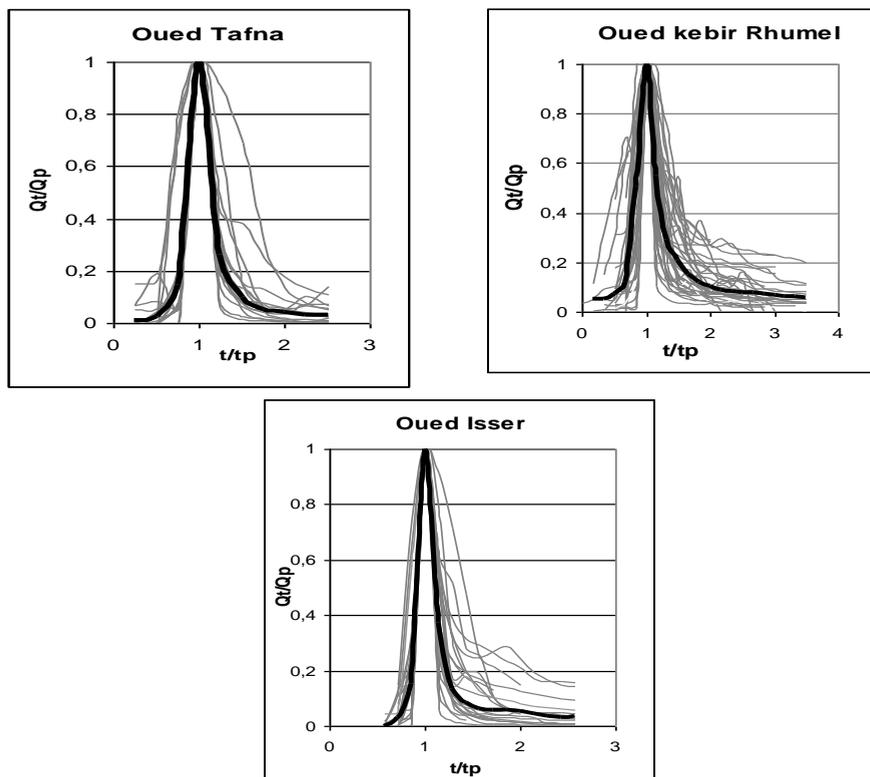


Fig. 2. Hydrogrammes types de quelques cours d'eau de l'Algérie

On suppose que la forme analytique adoptée pour ces hydrogrammes types est celle de la fonction de densité de la loi log-normale (loi Galton) qui est choisie sur la base des considérations suivantes : i. loi sous forme de cloche dissymétrique, étalée vers la droite ; ii. ne tient compte que des valeurs positives ; iii. nombre limité de paramètres constituant la loi. La densité de la loi Galton est donnée par la formule (8).

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{pour } x \leq 0 \\ \frac{1}{x\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x}{\sigma}\right)^2\right] & \text{pour } x > 0 \end{cases} \quad (8)$$

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Débit de pointe

Les relations établies ci-dessus concernant les débits de pointe permettent de proposer une formule de calcul des débits de pointe des différentes périodes de retour pour les cours d'eau et les oueds non jaugés de l'Algérie.

$$Q_{PT} = \frac{16.7 [A + B \log(T)] \alpha_T \lambda S}{(t_C + 1)^n} \quad (9)$$

Le tableau 3 présente le détail des calculs des valeurs des débits de pointe par la relation (9) ainsi que la comparaison de ces valeurs calculées à celles observées. Pour une meilleure comparaison, la fréquence (ou la période de retour) est choisie en fonction de la longueur d'observation de la série des débits. 10% - pour les séries de longueur de 10 – 15 ans et 5 – 2 % pour les longueurs d'observation de 20 – 50 ans. Malgré le calcul approximatif des paramètres constituant la formule (la surface, la longueur et la pentes du cours d'eau à partir des cartes topographiques à grandes échelles, les pluies max. journalières à partir des séries limitées, la fréquence par les formules fréquentielles empiriques (Meylan P. et al. 2005) etc., le résultat obtenu est suffisamment satisfaisant. La comparaison montre aussi que malgré le nombre important de paramètres de la formule (9) proposée, l'erreur moyenne est de $\pm 4.6\%$, l'erreur moyenne arithmétique est de $\pm 13.4\%$, et l'erreur moyenne quadratique est de $\pm 15.9\%$. Dans 80% des cas, la valeur

du débit de pointe calculée ne s'écarte pas de plus de $\pm 22\%$ de la valeur mesurée.

Hydrogramme de crue

La distribution de la loi Galton (8) adoptée comme une représentation analytique pour dériver un hydrogramme unitaire après vérification montre deux inconvénients suivants : i. la pointe de la crue est atteinte bien avant l'instant $t = t_p$ (t_p - temps de montée de la crue) ; ii. le paramètre de forme $\sigma = 0,4$ est fixé. Pour d'autres valeurs de σ , les hydrogrammes n'auront pas le sens d'un hydrogramme adimensionnel normé. Pour éluder à ces inconvénients, c'est à dire fixer la pointe à l'endroit souhaitable et permettre à l'hydrogramme d'épouser plusieurs formes sans déformation, on a introduit une légère modification de la formulation de la loi Galton et proposer l'expression (10) que l'on appellera « hydrogramme synthétique type Galton » :

$$Q(t) = \begin{cases} 0 & \text{pour } t = 0 \\ Q_p \left(\frac{t}{t_p} \right)^{-0,1} \text{Exp} \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln \left(\frac{t}{t_p} \right)}{k} \right)^2 \right) & \text{pour } t > 0 \end{cases} \quad (10)$$

Les paramètres définissant l'hydrogramme synthétique type Galton (10) sont donc le débit de pointe Q_p , le temps de montée t_p et le paramètre de forme k .

Temps de montée de l'hydrogramme de crue

Le temps de montée des Oueds de l'Algérie varie de 4 – 8 heures jusqu'à 24 heures pour les bassins versants inférieurs à 600 km², de 12 – 24 heures à 5 jours – pour les bassins versants, allant jusqu'à 3000 - 6000 km², et de 2 – 4 jours à 10 jours – pour les grands bassins versants (supérieurs à 6000 km²). Si on se réfère à la théorie de l'hydrogramme unitaire, qui stipule que le temps de montée est constant et égal à une valeur limite inférieure ($t_p = \lim t$) d'une part, et que lorsque la période de récurrence de

la crue augmente, le temps de réponse du bassin en crue diminue jusqu'à une valeur seuil, correspondant approximativement à un temps minimum ($t_{lag} = \lim t$) d'activation du bassin versant d'autre part, il est possible de faire l'hypothèse que cette valeur limite correspond au temps de concentration du bassin, et que la limite d'activation de chaque bassin est obtenu dès la crue de période de retour 5 – 10 ans :

$$t_p \approx t_{lag} \approx t_C \quad (11)$$

Coefficient de forme k de l'hydrogramme de crue

Le paramètre de forme k de tous les Oueds étudiés varie essentiellement entre 0,2 et 0,6. Il est égal au rapport du débit moyen ruisselé de l'hydrogramme au débit de pointe ruisselé :

$$k = \frac{Q_{moy}}{Q_p} \quad (12)$$

Pour une évaluation grossière du paramètre de forme k en absence de données de mesure, nous proposons la relation (13) établie sur la base de 36 hydrogrammes moyens de crues :

$$k = 0,0102(S + 1)^{0,4} + 0,20 \quad (13)$$

Dans la pratique, il semble que la meilleure solution consisterait à adopter une limite inférieure (k_{min}) pour les projets de faible et moyenne importance (protection des périmètres agricoles, des routes secondaires contre les crues etc.), et une limite supérieure (k_{max}) pour les projets de grande importance (évacuateurs de crues des barrages, ponts, ponceaux etc.). Les valeurs extrêmes de k en fonction de la superficie sont données dans le tableau 4.

Tableau 4. Valeurs extrêmes du paramètre k

Surface du bassin versant S , (km ²)	Paramètre $k_{min} - k_{max}$
Inférieure à 600	0,20 – 0,35
600 – 3000	0,35 – 0,45
3000 – 6000	0,45 – 0,55
Supérieure à 6000	0,55 – 0,65

La vérification de la qualité de simulation par le modèle proposé a été basée sur la comparaison des hydrogrammes mesurés à ceux calculés par la relation (10). Cette comparaison a été établie uniquement sur des événements « averse-crue » différents à ceux qui ont été utilisés lors de l'établissement du modèle. La relation entre ces valeurs calculées et mesurées est assez bonne et est traduite par un coefficient de corrélation, variant entre 0,65 et 0,85 (Fig. 3).

Tableau 3. Calcul des valeurs des débits de pointe de crues et leur comparaison avec celles mesurées

Cours d'eau (oued)	Code de la station	Surface du bassin S, Km ²	Longueur du cours d'eau L, km	Pente du cours d'eau I, %	Pluie moyenne annuelle, mm	Temps de concentration, t _c , min Formule (5). 60 * t _c	Période de retour T, années	Coefficient de réduction λ Formule (7)	Coefficient de ruissellement α _r Formule (6)
Kebir Est	03-16-01	680	50	2,34	724	683	10	0,738	0,562
Bouadjoul	Boadjoul ³	24	10,5	6,50	1200	244	50	1,00 ²	0,803
Tleta	04-01-01	100	19	5,52	450	364	50	1,00 ²	0,664
Chelif	01-17-02	24520	476	0,33	430	2495	50	0,182	0,639
Cheffa	02-11-02	316	37	3,62	716	535	20	1,000 ²	0,680
sebaou	02-20-01	2390	92	1,69	938	1005	50	0,452	0,817
Mekkara	11-02-01	1890	92	1,68	354	961	50	0,496	0,573
Tafna	Bougrara ³	4000	87	1,80	465	1090	20	0,370	0,552
Hadjadj	Hadjadj ³	2930	80	1,20	150	1050	50	0,418	0,620
Rhumel	10-04-03	2200	87	0,90	398	1039	20	0,467	0,491
Mellah	14-05-01	550	53	2,30	405	665	50	1,000 ²	0,576
Boussalem	15-06-01	105	18	3,96	507	375	20	1,000 ²	0,535
Reboua	07-04-03	296	40	3,22	423	542	50	1,000 ²	0,602
Loukmane	05-08-01	334	35	3,76	434	533	50	1,000 ²	0,640
Soubella	Soubella ³	177	33,5	1,75	410	504	50	1,000 ²	0,556
El Hai	06-12-01	1170	66	2,45	316	795	50	0,598	0,565
Isser	09-05-01	3615	200	0,86	542	1343	20	0,385	0,639

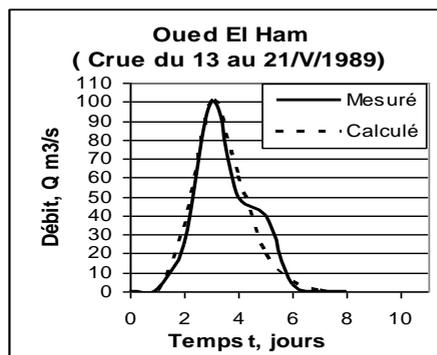
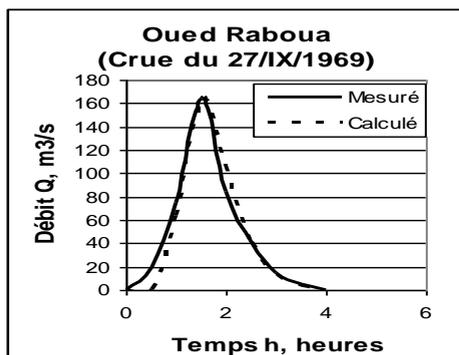
(1) : Dans la formule (4), $t = t_C$, en minute.

(2) : $\lambda = 1$, pour $S \leq 600 \text{ Km}^2$.

(3) : Barrage

Tableau 3. (suite)

Cours d'eau (oued)	Paramètres et intensité max. pluviale i_{tT} , mm/min Tab.1 et formule (4) ¹				Perte s maximales possibles P_0 , mm. Tabl. 2	Pluies maximales journalières, $P_{max j T}$, de période de retour T, années	Coefficient de ruissellement α_T Formule (6)	Débit de pointe Q_P m ³ /s	
	A	B	n	i_{tT}				Calculé Formule (9)	mesuré
Kebir Est	2,50	2,80	0,58	0,120	120	99	0,562	566	545
Bouadjoul	2,40	2,70	0,52	0,400	120	195	0,803	129	122
Tleta	3,10	2,92	0,66	0,164	100	109	0,664	182	167
Chelif	3,10	2,92	0,66	0,046	100	102	0,639	2205	2767
Cheffa	2,50	2,80	0,58	0,160	100	114	0,680	576	525
sebaou	2,42	2,70	0,52	0,192	100	170	0,817	2832	3024
Mekkara	3,25	3,53	0,71	0,070	100	85	0,573	631	575
Tafna	2,50	2,52	0,61	0,081	115	85	0,552	1047	1250
Hadjadj	1,00	12,38	0,73	0,137	60	58	0,620	1737	1700
Rhumel	3,50	3,29	0,67	0,074	120	81	0,491	624	486
Mellah	2,50	3,88	0,60	0,184	120	103	0,576	974	946
Boussalem	2,50	2,80	0,58	0,197	120	92	0,535	185	150
Reboua	3,50	2,50	0,64	0,138	90	83	0,602	410	446
Loukmane	3,50	2,50	0,64	0,139	90	92	0,640	497	463
Soubella	3,50	2,50	0,64	0,144	90	73	0,556	237	210
El Hai	3,00	5,36	0,77	0,071	90	75	0,565	467	442
Isser	2,50	2,80	0,58	0,094	100	102	0,639	1400	1549



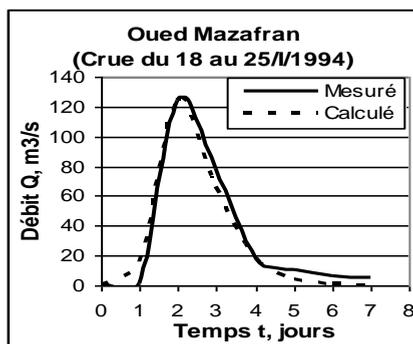


Fig. 3. Comparaison des hydrogrammes des crues mesurés et calculés

CONCLUSION

Actuellement en Algérie, la prédétermination des débits de pointe fréquentiels et les hydrogrammes de crues des cours d'eau se base sur l'utilisation de plusieurs formules empiriques ou formulations analytiques établies dans d'autres conditions géographiques et climatiques que celles de l'Algérie. Les erreurs de calcul par ces formules extrapolées peuvent atteindre des valeurs considérables.

L'analyse de quelques paramètres météorologiques et hydrologiques des bassins versants jaugés a permis la mise au point d'une méthode de calcul de crues (des débits de pointe) appropriée à l'Algérie pour les cours d'eau non jaugés.

L'hydrogramme synthétique type Galton proposé permettra de dériver un hydrogramme de crue pour un bassin non jaugé à partir de la connaissance de ses caractéristiques physiographiques.

Les formules développées plus haut ne sont pas très précises mais fournissent des valeurs représentatives pour les conditions physiographiques et climatiques des bassins versants de l'Algérie. La collecte systématique des données sur les bassins étudiés et sur d'autres nouveaux bassins versants (grands et petits bassins) bien équipés permettra une meilleure connaissance des variations spatiales et temporelles des pluies et des débits, et par conséquent l'amélioration de la précision des formules.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ambroise B. (1999) *La dynamique du cycle de l'eau dans un bassin versant Processus, Facteurs, Modèle*. Ed. *H*G*A*, Bucarest. Hongrie
- Benoit H., Cecile P., Andre M. (2009) *Hydrologie 2. Une science de l'ingénieur*. Ed. Presse Polytechniques et Universitaires Romandes. 601 p. Italie
- Boutoutaou D. (2007) *Les laves torrentielles et la catastrophe de Bab El Oued*. Séminaire national sur « Les catastrophes naturelles liées au climat », 6 et 7 novembre 2007. INFR. Oran. Algérie.
- Boutoutaou D., Illinitch V. (2008) *Méthode de calcul des débits pluviaux maximaux moyens des rivières de la méditerranée*. In International Social Academy of Ecological Safety and Nature Management. N° 3 (10). Moscou.
- Boutoutaou D. (2011) *Relation entre l'intensité pluviale, la durée et la fréquence. Courbe IDF en zone aride (cas d'Ouargla)*. Séminaire international sur les Ressources en Eau, 22-23 février 2011. ENSH. Alger.
- Garachkov P. (1979) *Calculs hydrologiques*. Ed. Hydro-météo. Leningrad (en russe)
- Lahlah S. (1997). *Introduction à l'étude sur les inondations*. « Journées d'études hydrologiques », 23 et 24 décembre. ANRH. Alger.
- Meylan P., Favre A., Musy A. (2005) *Hydrologie fréquentielle – une science prédictive*. Ed. Presse Polytechniques et Universitaires Romandes. 173 p. Italie.
- PNUD. (1987) *Guide maghrébin pour l'exécution des études et travaux de retenues collinaires. Algérie, Tunisie, Maroc*. Projet OPE RAB 80/011, ressources en eau dans les pays de l'Afrique du nord, 177 p.
- Salaviova N. (1969) *Calcul des débits maximaux à partir des données météorologiques*. Séminaire International sur l'Hydrologie. Travaux V, tome 6 : Théorie et méthode de calcul hydrologiques. Hydrométéo. Leningrad, 552 p. (en russe).

&&&&&