

Modélisation Hydrologique de petits Bassins Versants : cas de la Dorsale Tunisienne en Région Méditerranéenne.

Bergaoui Mohamed

IRESA, 30 Rue Alain Savary 1002 Tunis . E-mail : bergaoui.med@iresa.agrinet.tn

Albergel Jean : Ensam, Montpellier France.

Résumé

En Tunisie, la construction des lacs et barrages réservoirs a commencé depuis longtemps. Actuellement, des centaines de lacs collinaires sont construits avec un volume d'eau mobilisé relativement important. En absence des aménagements anti-érosifs, les sédiments transportés par les eaux de ruissellement seront retenus dans les réservoirs. Ils provoquent ainsi l'envasement et limitent les capacités de stockage et la durée de vie de ces ouvrages. Dans un objectif de gestion durable des ressources en eau et en sol ; nous avons élaboré ce travail de calage et validation du modèle, pluie-débit, Mercedes (Bouvier Ch. *et al.* 1994), à résolution spatiale, au niveau bassin versant de Kamech à sols marneux et à climat sub-humide inférieur à semi-aride supérieur de la dorsale tunisienne. Nous avons constaté que le modèle est sensible aux pertes continues soustractives (INF) pour la production et à la vitesse de transfert de l'eau à l'exutoire (V_0) pour le transfert. Une surestimation de ces deux paramètres (INF et V_0) peut provoquer des erreurs respectivement au niveau des volumes ruisselés et des débits maximums. Pour une meilleure gestion intégrée des ressources en eau et en sol, il serait intéressant de coupler ce modèle de transformation pluie- débit avec un autre modèle qui permet de prédire le transport des sédiments.

Mots clés : hydrologie, Modélisation, pluie, débit, bassin versant.

INTRODUCTION

Le transport solide et l'envasement des retenues sont considérées parmi les grandes préoccupations pour l'aménagiste en vue d'une gestion durable des ressources naturelles et principalement le problème de l'érosion hydrique. Le ruissellement constitue un facteur essentiel du transport de sédiments dans les versants et les oueds. En effet de nombreux auteurs ont montré le rôle de la pluie (Joffre R., 1987 et Henensal P., 1986) sur l'érosion hydrique. Dans l'optique d'un développement durable, le choix d'aménagements doit prendre en compte les processus de transformation des précipitations en écoulement. En effet, comment lutter efficacement contre l'érosion hydrique qui engendre des pertes en terre des versants de la dorsale tunisienne.

Il faudrait savoir comment se forme le ruissellement et quelle serait sa capacité de transport (Bergaoui M *et al.*, 1998). L'étude des chemins de l'eau dans un bassin versant a largement progressé grâce à un formidable effort de développement des modèles hydrologiques (Ambroise B., 1999) grandement favorisé par l'apparition et le développement des moyens informatiques. Dans le but d'une modélisation quantitative, le modèle physique spatialisé intitulé « MERCEDES »(Maillage Elémentaire Réguliers Carrés pour l'Etude Des Ecoulements Superficiels) est exploité dans notre cas d'étude. Le modèle est calé sur des données observées au niveau d'un petit bassin versant de la dorsale Tunisienne.

Le modèle MERCEDES est basé sur le principe de l'hydrogramme unitaire. C'est un modèle événementiel, fonctionnant pour des pas de temps pouvant varier de la minute à plusieurs jours, et à des pas d'espace variant dans une gamme pratiquement illimitée. Après avoir discrétisé le bassin en mailles carrées régulières (Bouvier Ch. *et al.*, 1996), on calcule pour chaque maille et pour chaque pas de temps la pluie reçue et on applique le schéma de production qui opère un abattement de la pluie brute.

La contribution calculée est ensuite intégralement transférée à l'exutoire et l'hydrogramme complet est finalement obtenu par sommation des différentes contributions élémentaires, calculée pour chaque maille et chaque pas de temps, indépendamment les uns aux autres.

ZONE D'ETUDE : BASSIN VERSANT KAMECH

Il est situé au Nord-Est de la Tunisie, délégation kélibia, gouvernorat Nabeul. La superficie du bassin est de 2.45 Km². Il est caractérisé par un climat méditerranéen sub-humide inférieur et semi-aride supérieur.

La pluviométrie moyenne annuelle, pour une période d'observation de 1993 à 1999 est de 578 mm.

La capacité de la retenue est égale à 142560 m³. Les sols du bassin sont à dominance marneuse avec quelques formations gréseuses. Les caractéristiques physiques du bassin sont résumées dans le tableau n° 1.

Tableau 1 : Caractéristiques physiques du bassin versant Kamech

Paramètre	Notation	valeurs	unité
Indice de compacité	Kc	1,30	-
Rectangle équivalent	L	2,25	Km
Longueur			
Largeur	L	1,35	Km
Altitude maximale	Hmax	203	-
Altitude minimale	Hmin	95	-
Indice de pente globale	Ig	48	m /km
Dénivelée	D	108	m
Dénivelée spécifique	Ds	75,20	m

DONNEES

Les données hydro-pluviométriques exploitées dans cette étude proviennent principalement des annuaires hydrologiques (Boufaroua et al.,1999).

Les fichiers sources sont importés des bases hydrom et pluviom.

Les données géographiques sont tirées à partir des cartes topographiques.

L'ensemble d'épisodes retenus est porté dans le tableau 2. Chaque épisode est défini par la durée, le débit maximum et la pluie maximale.

Tableau 2. Episodes retenus ; Bassin Kamech

N° Episode	Date	Q_{\max}^3 (m ³ /s)	P_{\max} (1/10mm)
1	12/10/95	12.89	122
2	13/10/95	12.34	61
3	01/02/96	6.65	63
4	07/02/96	3.32	24
5	08/02/96	3.32	11
6	23/02/96	3.24	17
7	27/02/96	6.65	31
8	28/02/96	57.40	25
9	10/03/96	4.99	24
10	07/06/96	3.27	58
11	01/12/97	2.53	37
12	06/12/97	2.96	31
13	18/01/99	8.32	26
14	01/02/99	3.16	6
15	12/02/99	2.48	10

16	07/11/99	3.54	63
17	29/11/99	21.59	61
18	06/12/99	2.66	20
19	11/12/99	4.99	65

METHODE

Dans le cadre de cette étude, la méthodologie adoptée est la suivante :

- Identification des couches d'informations géographiques homogènes
- Calage du modèle avec deux Critères de validation (graphique et numérique) en calculant l'écart quadratique moyen (EQM) entre les volumes calculés et observés et le critère de Nash.
- Validation et analyse de sensibilité du modèle à ces paramètres internes.

RESULTATS

Sur l'ensemble des épisodes étudiés, il se dégage que les capacités maximales de stockage du réservoir sol, les intensités des pertes continues soustractives, la vitesse V_o ainsi que les coefficients K_o et K_1 sont faibles. Ces paramètres dépendent des caractéristiques géologiques, pédologiques et physiques du bassin versant et du régime pluviométrique de la zone d'étude.

De point de vue géologie et pédologie, il s'agit des sols à plus de 60 % de marne (Zante 1997 et 1999). Il en résulte des profondes et larges fentes de retrait en saison sèche qui se forme suite à des alternances de gonflement et de rétraction des particules argileuses.

Les sols sont moyennement à peu profonds et reposent sur une croûte calcaire présentant un danger de colmatage par battance. Ceci permet d'expliquer les valeurs très faibles ou même nulles de la vitesse d'infiltration et de la capacité de stockage du réservoir sol pour quelques épisodes; cas des épisodes 1, 5 et 8. En plus, il s'agit des sols alluviaux peu développés à caractère vertique et à texture variable, fine à moyenne. La texture des horizons de surface est peu stable. Ils ont tendance à favoriser un ruissellement rapide et par conséquent une intensité d'infiltration et une capacité de stockage faible.

De point de vue topographie ; les pentes dans les versants sont fortes et variables. Elles expliquent la différence entre les valeurs des paramètres STO et INF pour les classes de versants. De point de vue occupation de sol ; le couvert végétal influe beaucoup sur les quantités d'eau disponibles pour l'écoulement. Il permet de diminuer le ruissellement et favoriser l'infiltration et la capacité stockage du réservoir sol. La céréaliculture et l'arboriculture représentent 63,6 % de couvert végétal au niveau du bassin versant. De point de vue régime pluviométrique ; on a pu noter l'enregistrement des quantités des

pluies importantes, des orages, avec une grande intensité qui peut influencer considérablement sur les paramètres du modèle. On admet aussi qu'au cours de l'opération de calage, le coefficient des pertes continues multiplicatif « w » reste nulle ceci revient à l'absence des nappes profondes due au faible perméabilité du sol et à sa texture fine. Seulement quelques nappes superficielles qui se forment et disparaissent très rapidement.

La figure 1, donne un exemple d'hydrogramme calculé et observé. On a constaté que les paramètres (Q_{max} , T_m , T_b) des hydrogrammes sont du même ordre de grandeur avec une similitude parfaite de point de vue forme. Les résultats de l'opération de calage sont, valeurs des paramètres, résumés dans le tableau 3.

Suite aux critères de validation de l'opération de calage, nous pouvons conclure que les valeurs des paramètres sont acceptables. Le modèle est sensible aux variations des paramètres INF et V_0 .

Tableau 3 Paramètres fixés par la médiane pour la validation du modèle au niveau du bassin versant Kamech

Paramètre de production				Paramètre de transfert			
N° Cle	Cle Classe	STO (mm)	INF (mm/h)	N° Cle	Cle Classe	V_0 (m/s)	K_0 (ad)
1	900-115	1.25	1.64	1	Versant	1.72	2.08
2	115-130	1.61	0.66				
3	130-204	2.76	7.02				

Q (m3/s)

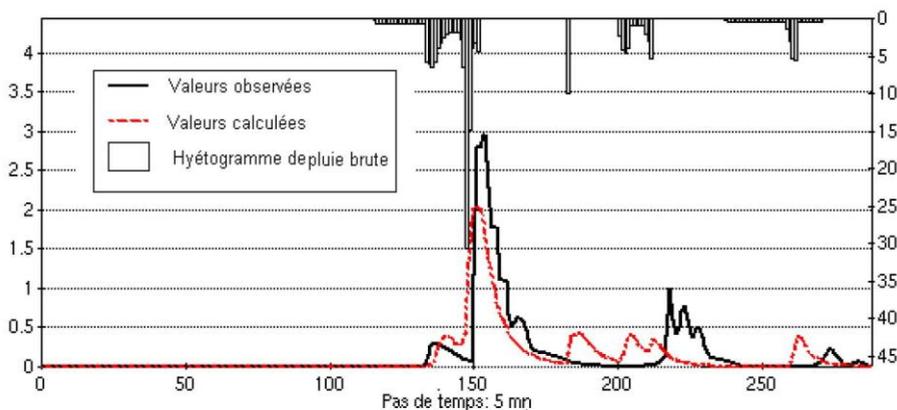


Fig. 1 Comparaison des hydrogrammes (observé et calculé) après validation du modèle ; épisode n° 19 .

CONCLUSION

La présente étude a permis de tirer les conclusions suivantes :

Le modèle MERCEDES peut être utilisé à l'échelle du bassin versant de l'Oued el Kamech sous des conditions climatiques méditerranéennes. Nous avons constaté que le modèle est sensible aux pertes continues soustractives (INF) pour la production et à la vitesse de transfert de l'eau à l'exutoire (V_0) pour le transfert. Une surestimation de ces deux paramètres (INF et V_0) peut provoquer des erreurs respectivement au niveau des volumes ruisselés et des débits maximums. Les résultats de calage et de validation semblent être bons dans le cas de bassin versant Kamech. Enfin, nous tenons à préciser que la bonne mise en œuvre du modèle MERCEDES est dépendante de la qualité des données (pluie, débit, cartes, etc.) et de la discrétisation spatiale du bassin versant (carte topographique, carte pédologique, d'occupation des sols, carte d'aménagement). Nous pensons qu'il serait intéressant de vérifier la validité de ce modèle à l'échelle des grands bassins versants et de l'interfacer à un modèle de transport de sédiments.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ambroise B. (1999) La dynamique du cycle de l'eau dans un bassin versant- Processus . Facteurs, Modèles, Page 11 et 106. IRD Tunis
- Bergaoui Med., Camus H. (1998) Essai de modélisation du transport solide. *Revue sécheresse*, n° , vol. 1998.
- Boufaroua M., Albergel J. (1996) *Annuaire hydrologiques*, IRD, DG/ACTA .
- Bouvier Ch., Fuentes G., Dominguez R. (1994) « MERCEDES : un modèle hydrologique d'analyse et de prévision des crues en milieu hétérogène ». In. Crues et inondations, 23^{ème} journées de l'hydraulique, SHF, Nimes, 14-16 Sept. 1994, 257-260 ;
- Bouvier Ch., Delclaux F. (1996) ATHYS : a hydrological environment for spatial modelling and coupling with GIS », *Proceedings of the hydro GIS 96 Conference*, Vienna, Austria, 19-28, *IAHS publication* n° 235.
- Zante P.(1997) Carte pédologique du bassin versant de Kamech. IRD Tunis .
- Zante P. (1999) Carte Occupation des sols du bassin versant de Kamech ,IRD Tunis.