

Dynamique des états de surface et modélisation hydrologique : cas de GR2M dans le sahel burkinabé.

Pierre DIELLO¹, Jean-Emmanuel PATUREL², Gil MAHE², Bruno BARBIER³, Eric SERVAT²

¹ 2IE-Groupe EIER-ETSHER, 01 BP 594, Ouagadougou 01, Burkina Faso. pierre.diello@2ie-edu.org

² UMR HydroSciences – MSE, Place Eugène Bataillon, F-34095 Montpellier cedex 5, France

³ CIRAD, Avenue du Président Kennedy, 01 BP 596 Ouagadougou 01 Burkina Faso

Introduction

On s'intéresse dans cette étude au modèle GR2M développé au CEMAGREF (Malkouf et Michel, 1994; Mouelhi, 2003). Robuste et peu consommatrice en données, ce modèle serait très bien adapté au contexte sahélien si ses performances en calage-validation étaient améliorées. Cette étude est donc une tentative d'amélioration des performances de GR2M à travers l'intégration d'une dimension environnementale dans le modèle. La capacité de rétention en eau des sols (WHC : Water Holding Capacity), que l'on assimile à la hauteur maximale du réservoir sol dans GR2M, est prise comme interface entre le modèle et les états de surface, facteurs prépondérants de la genèse du ruissellement en milieu sahélien. Trois bassins sont concernés : le Nakambé à Yilou, Bissiga et Wayen (Burkina Faso).

I. caractérisation des états de surface par imagerie satellitaire

A partir d'images LandSat de 1975, 1986, et 2002, une cartographie des états de surface est réalisée. Les pourcentages de sols en végétation naturelle, de sols cultivés, de sols nus, et des plans d'eau sont pris comme indicateur de pression anthropique et climatique sur le bassin.

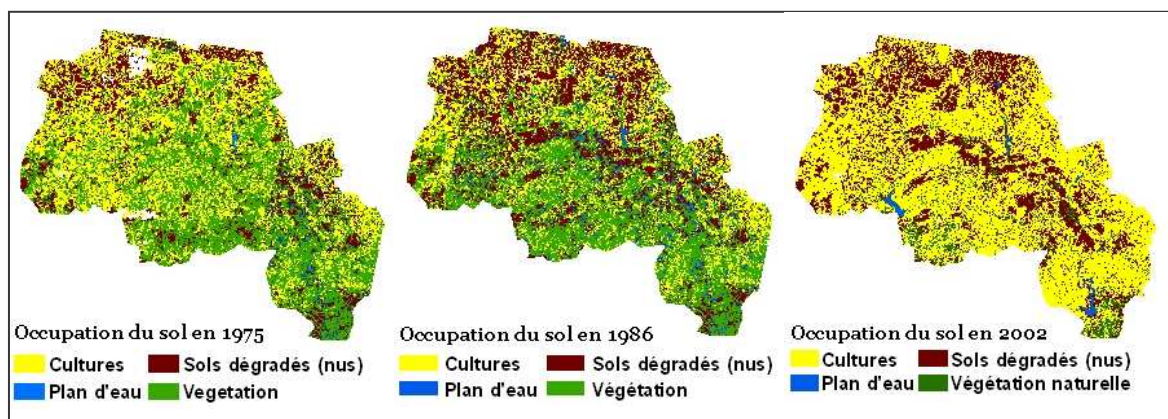


Figure 1: Occupation du sol sur le bassin du Nakambé à Wayen (Burkina Faso)

Plusieurs études (Biro et Galabert, 1967; Roose, 1989; Puech, 1993; Fournier *et al.*, 2000), permettent, d'associer à chaque type d'état de surface un indice de production de ruissellement (**Tableau 1**).

Tableau 1: Indices de production de ruissellement pour chaque indicateur

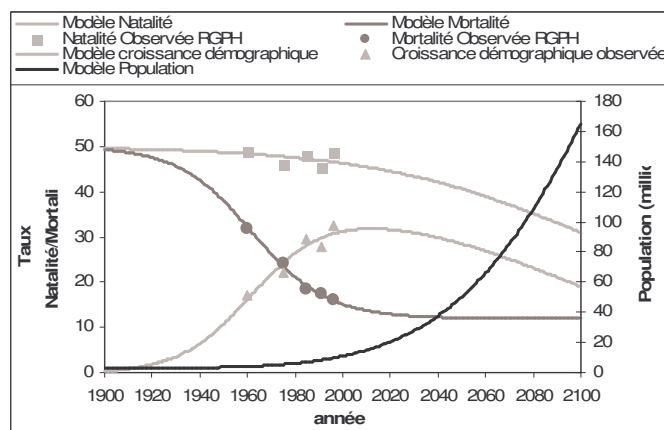
Type d'état de surface	Indice de production de ruissellement (%)	
	Au Nord du bassin	Au Sud du bassin
Végétation naturelle	18	13
Culture	25	20
Sol nu	55	50
Plan d'eau	100	100

II. scénarii d'évolution des états de surface

Il s'agit ici de trouver un modèle d'évolution annuelle des indicateurs sur le bassin. Deux scénarii d'évolution sont retenus :

Scenario 1 : Hypothèse d'une évolution linéaire des états de surface : les données annuelles de chaque indicateur sont calculées à l'aide d'une simple fonction linéaire connaissant les valeurs initiale et finale.

Scenario 2 : Hypothèse d'une évolution suivant un modèle de population : Cette hypothèse trouve sa justification par le fait que l'augmentation des superficies cultivées sur le bassin est fortement liée à celle de la population. Ainsi, un modèle de population pour le bassin est



calibré à l'aide d'une fonction logistique. Ce modèle est ensuite adapté à celle des surfaces cultivées. On déduit de ce modèle une estimation des valeurs des autres indicateurs.

Figure 2: Modèle de population calibré à l'échelle du Burkina Faso

III. Transcription de la dynamique des états de surface dans la WHC

On fait l'hypothèse que: *toute variation de coefficient de ruissellement dans un sens, due au passage de l'un quelconque des quatre types d'états de surface à un autre, se traduit par une même variation, en sens contraire, de la capacité de rétention en eau.*

La **Figure 3** montre les différentes façons de moduler la WHC pour le cas d'une modification de la végétation naturelle en sols cultivés, sols nus et plans d'eau.

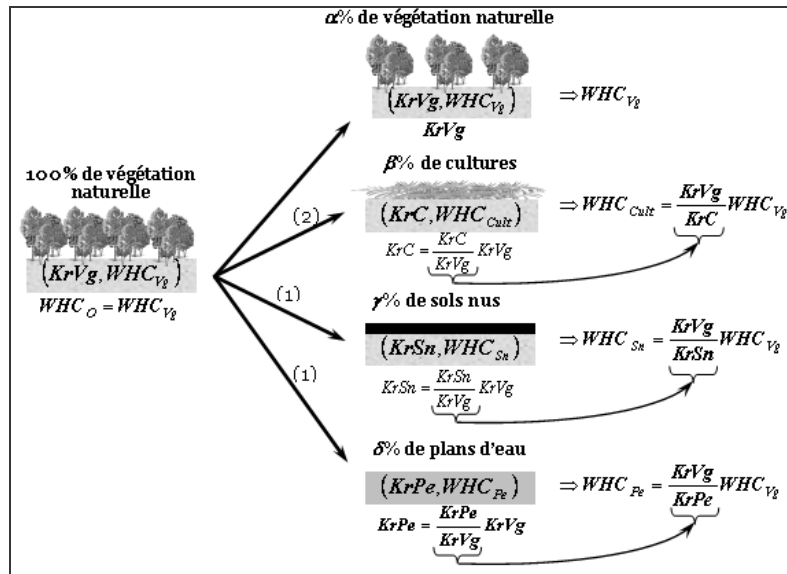


Figure 3 : Modulation de la WHC pour le cas d'une évolution d'un état de végétation naturelle vers un état anthropisé constitué des 4 types d'états de surface. [(1): Dégradation anthropique et/ou climatique] (2) Mise en culture].

III. Résultats et discussions

Ces résultats doivent être interprétés avec prudence car plusieurs points restent à analyser et des essais supplémentaires sont encore nécessaires. En effet, ces résultats ne tiennent pas compte des cartes d'occupation du sol issues des récents traitements d'images sur les bassins étudiés (la production de ruissellement étant lié à l'occupation du sol). De récents tests en calage validation (1168 combinaisons au total pour le Nakambé à Wayen) montrent que le modèle sous-estime quasi systématiquement les débits de crues. Cela soulève plusieurs questions notamment au niveau de la fonction de production du modèle (faiblesse de la pluie nette donc problème de dimensionnement du réservoir sol ?), sous-estimation de la pluie en entrée ?.

Tableau 2 Résultats préliminaires pour trois bassins versants du Nakambé au Burkina Faso.

Bassins testés	WHC Fixe		WHC évolutif		
	Pluie IRD ETP Penman	Pluie CRU ETP Penman	Pluie IRD ETP Penman	Pluie CRU ETP Penman	
Bissiga	Calage 1976–1988	NASH= 54.5	NASH= 48.6	NASH= 57.2	NASH= 51.6
	Validation 1989–1995	NASH= 63.3	NASH= 60.5	NASH= 44.7	NASH= 41
Yilou	Calage 1973–1979	NASH= 75.4	NASH= 75.6	NASH= 76.1	NASH= 75.8
	Validation 1980–1982	NASH= 85.5	NASH= 83.7	NASH= 83.8	NASH= 82.7
Wayen	Calage 1975–1985	NASH=61.1	NASH=57.7	NASH= 63.3	NASH= 59.9
	Validation 1986–1995	NASH= 49.6	NASH= 40	NASH= 55.3	NASH= 49.6

IV. Conclusion

Ces résultats ne concernent que trois bassins et ne permettent pas d'évaluer la méthodologie qui a été exposée dans ce travail. Toutefois, il semble nécessaire qu'à l'avenir les modèles puissent prendre en compte dans leur conceptualisation une évolution de l'environnement.

Références bibliographiques

- Birot Y. et Galabert I. (1967).** L'amélioration des rendements en agriculture par l'aménagement antiérosif et les techniques culturales dans l'Ader Douchi-Magia Niger. In: *Colloque Fertilité des sols tropicaux*. Tananarive. 1316-1331.
- Fournier J., Serpantier G., Delhoume J.-P. et Gathelier R., (2000).** Rôle des jachères sur les écoulements de surface et l'érosion en zone soudanienne du Burkina: Application à l'aménagement des versants. In: Floret C. et Pontanier R. (éds), *La jachère en Afrique tropicale: Rôle, Aménagements, Alternatives*. pp. 179-188.
- Malkouf Z. et Michel C., (1994).** A two parameter monthly water balance model for french watersheds. *Journal of Hydrology*, **162**: 299-318.
- Mouelhi S., (2003).** Vers une chaîne cohérente de modèles pluie-débit conceptuels globaux aux pas de temps pluriannuel, annuel, mensuel et journalier. Thèse de Doctorat. Université Paris VI, ENGREF, Ecole Nationale des Mines de Paris.
- Puech C., (1993).** Détermination des états de surface par télédétection pour favoriser les écoulements des petits bassins versants. Thèse d'état. Université Joseph-Fourrier, Grenoble I, 214 pp.
- Roose E. (1989).** Gestion conservatoire des eaux et de la fertilité des sols dans les paysages soudano-sahéliens de l'Afrique Occidentale. In: *Proceeding of an international workshop on Soil, Crop and Water Management systems for Rainfed Agriculture in Sudano-Sahelian Zone*. Patancheru Ind (éd). Niamey, Niger, 11 - 16 janvier 1987.