

EFFICIENCE DES BANQUETTES SUR L'ÉROSION DES TERRES, LE REMPLEISSAGE ET L'ENVAISEMENT D'UN LAC COLLINAIRE EN ZONE SEMI-ARIDE TUNISIENNE

(1) BACCARI N., (2) NASRI S., (1) BOUSSEMA M.

(1) Laboratoire de Télédétection et Systèmes d'Informations à Référence Spatiale, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, BP 37, 1002 Tunis-Belvédère, Tunisie
Téléphone : 2161874700, télécopieur : 2161872729, courriel : noamene_b@yahoo.fr

(2)¹ l'INRGREF, Tunisie, email : nasri.slah@iresa.agrinet.tn

Abstract

El Gouazine catchment (18,1 km²), situated in semi-arid central Tunisia (with 350mm of annual mean rainfall) was concerned in construction of contour ridges with total water runoff retention on 43% of its area between June 1996 and July 1997. After installation, the inflow to the reservoir decreased by 50-80% the contributions of water, in the same way, the specific silting up rate of the lake decreased from 1.55 (1996) to 1.1m³/ha/year (1998). However, from October 2000, the contributions of water and sediments in the lake increased again. The coefficients of streaming reached 33% in 2003 and the rate of silting picked 1,46 m³ / ha/an in June 2005. In fact, the efficiency of the contour ridges was analyzed starting from the high resolution orthoimages and land surveys with GPS. These works, made it possible to identify 109 breaches out of the 439 contour ridges carried out on the catchment, that is to say, one contour ridge out four is damaged. The results showed that the efficiency of these installations are closely related to the lithological nature of the ground, the slope, the length of elements of contour ridges and its holding capacities. Thus, this study is meant to improve the plans of contour ridges management of hill slope catchment in the semi-arid regions.

1. Introduction

Au cours des trois dernières décennies, environ un million d'hectares de terres agricoles ont été aménagées en banquettes mécaniques antiérosives en milieu semi-aride tunisien (CES, 1999). Ces aménagements permettent la lutte contre l'érosion hydrique des terres et favorisent l'infiltration des eaux de ruissellement sur les versants aménagés. Cependant, l'efficacité de ces aménagements à l'échelle élémentaire et à l'échelle du bassin versant, ainsi que leur impact sur la réduction des apports d'eau vers un barrage ou une retenue collinaire existant à l'aval de ces aménagements, restent mal connus.

Ce travail a pour objectif d'étudier l'efficacité de ces aménagements à travers des indicateurs qui ont été définis en fonction des caractéristiques techniques de l'aménagement, de la nature du milieu physique, ainsi que de l'hydrologie et de l'hydrographie. Différents indicateurs ont été déterminés à partir des images aérospatiales de haute résolution complétées par des observations sur le terrain.

2. Matériel et méthode

Le bassin versant d'El Gouazine (18,1 km²) est localisé en Tunisie centrale semi-aride avec une pluviosité annuelle moyenne de 350 mm. Environ 35% de la superficie du bassin est couverte par une forêt de pin d'Alep, 24% par une garrigue et le reste (41%) étant cultivé

essentiellement en céréales. Entre juin 1996 et juillet 1997, le bassin versant a été aménagé en banquettes à rétention totale sur environ 43% de sa superficie.

Au niveau de l'exutoire du bassin versant une retenue collinaire a été construite en 1993. Dès lors, des enregistrements hydrologiques continus de la pluie et des apports d'eau ont été réalisés. De même, des mesures bathymétriques périodiques ont permis de connaître la sédimentation du lac entre 1993 et 2005. Ces séries de mesures hydrologiques et bathymétriques permettent de dégager l'impact des banquettes à l'échelle du bassin versant sur la réduction du ruissellement et de l'envasement de la retenue.

Les banquettes mécaniques réalisées sur le bassin versant d'El Gouazine sont des levées de terre construites parallèlement aux courbes de niveau. Chaque élément de banquette est édifié perpendiculairement à la pente du terrain avec un remblai de terre de forme trapézoïdale et d'un fossé évasé sous forme d'un canal dans sa partie amont. La banquette a pour but d'intercepter les eaux de ruissellement et d'empêcher leur concentration (Heusch, 1986). Ces aménagements sont généralement dimensionnés pour des pluies d'une période de retour de 10 ans. Les banquettes réalisées depuis une quinzaine d'années peuvent donc être assujetties soit à un comblement partiel ou total, par les sédiments, de leurs canaux de stockage, soit à des brèches dans leurs talus, témoins d'un dysfonctionnement hydrologique qui réduit le rôle antiérosif de ces aménagements.

Trois groupes d'indicateurs d'efficience des banquettes ont été définis pour analyser les causes de leurs dysfonctionnements.

i) Trois indicateurs sont relatifs à la réalisation des aménagements : le rapport de la capacité de rétention de la banquette à la surface de l'impluvium, le rapport des distances minimales et maximales entre une banquette et la courbe de niveau la plus proche et le rapport entre les densités du sol en place et celles du talus de la banquette.

ii) Trois indicateurs sont relatifs au milieu biophysique : l'occupation des sols, la lithologie et la pente du terrain.

iii) Trois indicateurs relatifs à l'hydrologie, à l'hydrographie et à l'érosion des sols : la densité de ravinement, la densité de drainage et l'évolution des apports liquides et solides à l'exutoire du bassin versant.

L'analyse des orthophotos nous a permis d'élaborer les cartes d'occupation des sols, du réseau hydrographique, des alignements des banquettes et des ravines. Les enquêtes de terrain nous ont permis de localiser avec précision, au GPS, les extrémités des éléments des banquettes, les affaissements et les ruptures des talus. L'utilisation de la carte topographique sur laquelle sont reportés les éléments de banquettes permet de déterminer les indicateurs de pente du terrain et de conformité aux courbes de niveau ainsi que la surface de l'impluvium de chaque élément de banquette. Pour établir la carte lithologique du bassin versant, nous avons combiné l'utilisation de la carte géologique, la réalisation de levés lithologiques de terrain et l'interprétation des photographies aériennes. L'interprétation des observations hydrologiques et bathymétriques nous a permis de suivre l'évolution des apports liquides et solides au lac collinaire avant et après aménagement.

3. Résultats et discussions

Sur le bassin versant d'El Gouazine, nous avons remarqué sur le terrain qu'en absence de réhabilitation et d'entretien, les aménagements en banquettes mécaniques peuvent être endommagés par des ruptures sous forme de brèches sous l'action des eaux de ruissellement

par débordement ou par dissolution du gypse dans les talus et la création de renards. L'apparition d'une brèche au niveau d'une banquette peut rapidement provoquer l'apparition d'une autre brèche au niveau de la banquette qui lui succède en aval. La succession de ces ruptures accentue la concentration des eaux de ruissellement au niveau de ces nouveaux axes d'écoulement qui se transforment alors rapidement en ravines. Cette érosion ravinante peut entraîner à son tour l'accroissement de la dégradation des terres agricoles et l'envasement des retenues collinaires.

Les travaux de terrain (juillet 2005) ont permis d'identifier **109 brèches sur les 439 banquettes réalisées sur le bassin versant. Le volume moyen de ces brèches est de 6,5 m³.**

Le croisement de la carte de dysfonctionnement des aménagements en banquettes avec la carte des pentes a montré que 96% des aménagements en banquettes sont implémentés sur une pente comprise entre 5% et 35%. On peut donc considérer que, sur le bassin versant d'El Gouazine, la pente ne constitue pas une cause de dysfonctionnement des banquettes.

En supposant que la capacité de stockage théorique de chaque banquette est de 2,03 m³ par mètre linéaire, que la pluie décennale est égale à 80 mm avec un coefficient de ruissellement moyen égale à 0,3, nous avons calculé pour chaque élément de banquette le rapport entre le volume ruisselé de fréquence décennale et la capacité théorique de stockage de chaque élément. Pour 65% des banquettes, ce rapport est très inférieur à 1, montrant que leurs impluviums sont nettement sous dimensionnés. Pour 24% des banquettes, ce rapport est voisin de 1, montrant que les impluviums sont correctement dimensionnés. Pour 10% des banquettes, les volumes décennaux ruisselés dépassent nettement les capacités de stockages provoquant alors un risque de rupture.

Le croisement de la carte des dysfonctionnements des aménagements en banquettes avec la carte lithologique nous a permis de compter 22 brèches sur les 16 banquettes installées sur la formation lithologique à dominance argilo-gypseuse à intercalations marno-gréseuses et silteuses. On a localisé 11 brèches sur 40 banquettes installées sur la formation à dominance silto-marneuse et intercalations argileuses. De même on a pu identifier 64 brèches sur 359 banquettes implantées sur une formation lithologique à dominance marno-calcaire avec intercalations gypseuses. Les 12 brèches restantes affectent les 24 banquettes implantées sur les formations lithologiques dures de type conglomératique ou calcaires qui occupent les sommets et qui dessinent les limites du bassin versant. La formation argilo-gypseuse semble donc poser de sérieux problèmes de stabilité des banquettes. Il semble également que les banquettes soient sujettes aux ruptures sur les formations conglomératiques et calcaires des sommets de versant.

Le croisement de la carte des dysfonctionnements des aménagements en banquettes avec celle du réseau hydrographique a montré que 33% des brèches sont localisées sur d'anciens cours d'eau, 47% des brèches sont localisées au milieu des éléments de banquettes et 20% sur leurs extrémités.

La comparaison des apports en eau au lac collinaire d'El Gouazine avant et après aménagement montre qu'à l'échelle annuelle la rétention du bassin versant a augmenté de 140 mm, réduisant les apports de 21% pour une pluie annuelle de 600mm à 52% pour une pluie annuelle de 300mm. De même, le taux spécifique de l'envasement du lac, d'après Nasri et al. (2004) est passé de 1,55 (1996) à 1,1 m³/ha/an (1998). Toutefois, à partir d'octobre 2000, les apports d'eaux et de sédiments dans le lac ont à nouveau augmenté. Les coefficients de ruissellement ont atteint la valeur de 33% en 2003 et le taux d'envasement a été évalué à 1,46 m³/ha/an en juin 2005.

4. Conclusion

L'utilisation des images aérospatiales et des cartes thématiques (lithologie, pente, hydrographie, occupation du sol) associée à l'analyse du dysfonctionnement des aménagements antiérosifs (rupture des talus ou des extrémités, affaissements) permet d'aboutir à l'analyse des principales causes de ces dysfonctionnements. Sur le bassin versant d'El Gouazine nous avons pu montrer qu'il existe quatre causes principales à ces dysfonctionnements : l'existence d'argiles gypseuses, le surdimensionnement des impluviums, l'inclinaison du canal amont vers une des extrémités de la banquette et le réseau hydrographique.

Les résultats de cette étude doivent servir à améliorer les plans d'aménagement en banquettes des bassins versants dans les zones semi-arides, éventuellement à réhabiliter les aménagements existants, dans le but d'améliorer l'efficacité des banquettes tout en conservant une alimentation hydrique satisfaisante des lacs collinaires et une protection de ces lacs contre l'envasement.

Références bibliographiques

Nasri S., Lamachère J.-M., Albergel J. 2004. Impact des banquettes sur le ruissellement d'un petit bassin versant. *Revue des Sciences de l'Eau*, 17, 2 : 265-289.

CES, 1999. Stratégie nationale de conservation des eaux et du sol. Ministère de l'agriculture, D/CES. 28p.

Heusch. B., 1986. Cinquante ans de banquettes de D.R.S.-C.E.S. en Afrique du Nord : un bilan. *Cah. Orstom pédologie*, 22, 2 : 153-165.