

L'érosion des Terres Noires dans la région du Buëch (Hautes-Alpes).

Contribution à l'étude des processus érosifs sur le bassin versant représentatif (BVRE) de Saint-Genis

M. Bufalo** C. Oliveros* R. E. Quélenec*

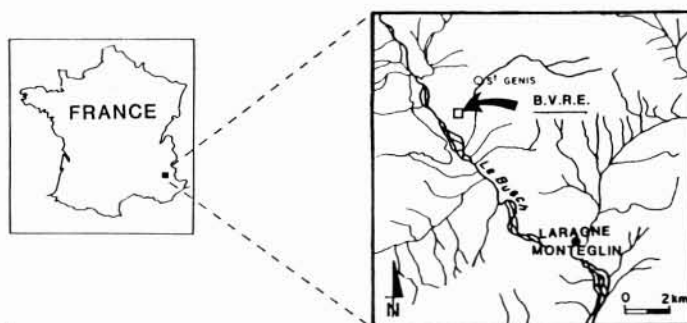
* Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)

** Université Aix-Marseille III

1. Présentation du bassin versant représentatif et expérimental (BVRE) de Saint-Genis

Localisation — Le BVRE de Saint-Genis se situe dans le département des Hautes-Alpes (France) — (fig. 1). Les ravines étudiées se trouvent au S.O. du village de Saint-Genis, sur un versant exposé à l'Est, à une altitude d'environ 700 m.

Climat — La région, soumise à un climat de type méditerranéen avec de nettes influences montagnardes, bénéficie d'un ensoleillement important (2 700 heures). La pluviométrie annuelle est en moyenne de 838 mm (LARAGNE-MONTEGLIN, 1972-1980). Une période de sécheresse est observée au mois de juillet. Sur le BVRE, les chutes de neige relativement faibles se produisent surtout en février. Les nombreux épisodes de gel et l'ensoleillement multiplient les alternances gel-dégel lors de la « période froide » qui s'étend de novembre à mars (DESHONS, QUÉLENNEC, ROUIRE, 1985).



1. Carte de localisation du BVRE de Saint-Genis.

Contexte géologique — Le BVRE est implanté dans des niveaux marneux du Callovien moyen. Les caractéristiques géochimiques de ces marnes sont bien représentatives de celles des Terres Noires du Bassin Rhodanien. Elles s'inscrivent dans le domaine des argiles siliceuses carbonatées (ARTRU, 1972 ; BUFALO, 1987).

Erosion of « Terres Noires » in the Buëch area (Hautes-Alpes, France).

Contribution to the study of erosion processes in the representative catchment basin of Saint-Genis

In the catchment basin of the Buëch, the « Terres Noires » form a highly erodible lithological unit. Within this strongly dissected landscape, a BRGM/ORSTOM project studies since 1986 the interaction between climate and geology, and weathering and erosion processes. Three elementary gullies (200 to 2 000 m²) have been equipped for the acquisition of climatological and hydro-sedimentological data. The specific erosion, which is in the order of 200 t/ha/year, is unrelated to the surface area of the gullies. The erosion and weathering processes are strongly seasonal. Showers of less than 10 mm height are note erosive. An empirical relation between sediment production and certain soil characteristics and rainy periods is presented.



2. Vue d'ensemble des 3 ravines élémentaires équipées de fosses à sédiments.

2. Etude des processus érosifs et quantification de l'érosion

Les marnes noires présentent une très grande sensibilité à l'altération physico-chimique. Leur niveau d'altération plus ou moins important selon les endroits, résulte de la combinaison de divers processus saisonniers : dissolution-haloclastie, gel-dégel, humectation-dessiccation. L'ensemble de ces processus conduit à une fragilisation et à une augmentation de la porosité de la roche saine vers la surface. Ceci va faciliter les transferts de matières par voie dissoute et le transport solide lors du ruissellement superficiel.

Hydrochimie des eaux de ruissellement — Les eaux de ruissellement dans les cours d'eau intermittents de ce bassin versant sont de type sulfaté magnésien (BUFALO, 1987, 1988). Les éléments dissous ont pour origine, d'une part les marnes du Callovien moyen et d'autre part des lentilles évaporitiques injectées dans les failles présentes dans le secteur. Les fortes concentrations observées lors des crues, fluctuent entre 0,2 g/l et 2 g/l. Elles sont inversement proportionnelles au débit.

Bien que les transports dissous ne soient pas le mode dominant d'exportation de matière de ce bassin versant, ils constituent une part non négligeable qui doit être prise en compte lors de l'établissement des bilans d'érosion globaux (MEYBECK, 1985 ; BUFALO, 1987).

Bilans de pertes en sol et modélisation quantitative de l'érosion dans les marnes du Callovien — Sur le site d'étude, 3 ravines élémentaires (262 m², 1 110 m², 1 620 m²) ont été équipées de fosses à sédiments munies de systèmes de mesures hydroclimatiques et sédimentologiques (QUÉLENNEC, 1987) — (fig. 2).

Les mesures de terrain effectuées ont permis de quantifier le bilan d'érosion dans les badlands non végétalisés (BUFALO, OLIVÉROS, QUÉLENNEC, 1988 ; BUFALO, 1988)

pour les deux cycles hydrologiques de 1986 et 1987. Pour ces deux années, la production spécifique qui est indépendante de la superficie des ravines, a pu ainsi être estimée respectivement à 185 t/ha et 284 t/ha. Cela se traduit sur le terrain par une ablation verticale de la couche superficielle altérée des versants de l'ordre de 1 à 2 cm par an.

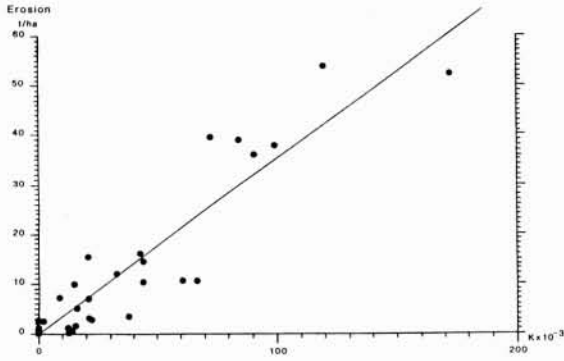
L'analyse statistique d'une centaine d'événements pluie/production de sédiments par les trois ravines instrumentées, a montré : qu'il n'existe pas de corrélation simple et directe entre la hauteur d'eau totale tombée lors d'une ou plusieurs averses, et la quantité de sédiments produite ; que les averses de moins de 10 mm ne sont pas érosives à l'échelle des ravines élémentaires. Les essais de simulation de pluie effectués in situ et en laboratoire ont montré que ce seuil de hauteur d'eau est du même ordre de grandeur que la quantité d'eau nécessaire à la saturation de l'horizon altéré.

La simulation de pluie — Les essais de simulation de pluie à l'échelle de parcelles de 1 m² (BUFALO, ELLEUCH, 1987) ont porté sur des versants fortement pentés (30-40°), dans des niveaux marneux du Callovien.

Sur l'ensemble des parcelles non végétalisées, l'infiltration minimum est de l'ordre de 5 mm/h. Cette valeur constitue un seuil d'intensité de pluie en dessous duquel aucun ruissellement n'apparaît.

La présence d'une couverture végétale herbacée tend à annuler le ruissellement et rend négligeable l'érodabilité des marnes noires (Bufalo, 1988, Van Asch 1980).

Modélisation des relations pluie/érosion — Sur un échantillon de plus de 80 mesures fiables de flux sédimentaires exportés des ravines, et des données pluviométriques correspondantes, un paramètre original *K*, qui caractérise l'érosivité d'une série d'averses peut être proposé (BUFALO, 1987, inédit). Le calcul de ce paramètre *K* ne prend pas en compte les pluies non « érosives » à l'échelle des ravines.



3. Corrélation de la production spécifique des ravines non végétalisées dans les Terres Noires, avec le paramètre original K pour les années 1986 et 1987.

Sur les averses restantes considérées comme érosives, deux facteurs sont pris en compte :

- la lame d'eau susceptible de produire un ruissellement : elle est assimilée à la quantité d'eau pluviale tombée avec une intensité supérieure à 5 mm/h ;
- l'effet de rejaillissement (« splash ») des gouttes de pluie, responsable du détachement des particules et de la formation d'une croûte de battance. Cet effet est en relation avec l'énergie cinétique (E_c en $t/km^2/mm$) des gouttes et donc avec l'intensité de la pluie (I en mm/h).

Le paramètre K s'exprime par l'équation :

$$K = \sum_{i=1}^n E_c(I_i) \cdot h_i$$

où l'on définit « n » classes d'intensité supérieures à l'infiltration minimum du sol.

\bar{h}_i = intensité moyenne de la classe i en mm/h,

$E_c \bar{h}_i$ = énergie cinétique de la classe i ,

$E_c(I) = 1\,214 + 890 \log I$ (WISCHMEIER, 1978),

h_i = hauteur d'eau tombée avec des intensités appartenant à la classe i .

Ce paramètre K est corrélé de façon linéaire avec la production spécifique des badlands non végétalisés (fig. 3). L'érosion spécifique liée à un ou plusieurs événements pluvieux successifs sur les Terres Noires étudiées, s'exprime par la relation empirique suivante :

$$\text{Erosion (t/ha)} = 5 K \times 10^{-3}$$

$$R = 0,92 \text{ (coefficient de corrélation),}$$

$$\sigma = 0,6 \text{ (écart type).}$$

3. Conclusion

Les résultats significatifs et représentatifs obtenus à partir des systèmes expérimentaux implantés par le BRGM sur le BVRE de Saint-Genis confirment l'intérêt des recherches amont effectuées par le groupe d'étude BRGM/ORSTOM sur l'érosion des badlands à l'échelle des ravines élémentaires.

Références

- ARTRU (1972), *Les Terres Noires du Bassin rhodanien (Bajocien supérieur à Oxfordien moyen)*. Stratigraphie, sédimentologie, géochimie. Thèse, Univ. Claude-Bernard, Lyon, 173 p.
- BUFALO, M. (1987), *Géologie et géochimie du bassin versant représentatif expérimental (BVRE) de Saint-Genis (Hautes-Alpes)*. Rapport BRGM n° 87 SGN 030 MAR, janv. 1987.
- BUFALO, M. (1987), *Interprétation des analyses géochimiques et hydrochimiques du bassin versant représentatif expérimental (BVRE) de Saint-Genis (Hautes-Alpes)*. Note SGN/MAR 87.01, janv. 1987.
- BUFALO, M., F. ELLEUCH (1987), *Simulation de pluies. Application à l'étude des processus d'altération et d'érosion des terres agricoles du Lauragais (Haute-Garonne)*. Rapport BRGM n° 87 SGN 613 MAR, sept. 1987.
- BUFALO, M., C. OLIVEROS, R. E. QUÉLENNEC (1987), Groupe d'étude BRGM-ORSTOM. Etude des processus d'érosion sur le BVRE de Saint-Genis (Hautes-Alpes). *Journées S.H.F.*, Lyon, déc. 1987.
- BUFALO, M. (1988), *Bassins versants représentatifs de Saint-Genis et Savournon (Hautes-Alpes)*. Synthèse des principaux résultats. Rapport BRGM n° 88 SGN 266 GEO, mars 1988.
- BUFALO, M., C. OLIVEROS, R. E. QUÉLENNEC (1988), Etude des processus d'érosion sur le BVRE de Saint-Genis (Hautes-Alpes). In *12^e réunion des sciences de la Terre, CNRS-INSU*, avril 1988.
- DESHONS, P., R. E. QUÉLENNEC, J. ROUIRE (1985), *Bassins versants expérimentaux en région provençale. Cadre général et équipements de mesure et de télétransmission de données*. Rapport BRGM n° 85 AGI 002 PAC, janv. 1985.
- DESHONS, P. (1985), Groupe d'étude BRGM/ORSTOM. *Bassins versants expérimentaux en Haute-Provence. Problèmes d'érosion. Cadre climatologique*. Rapport BRGM n° 85 SGN 408 MAR, sept. 1985.
- MEYBECK, M. (1985), Variabilité dans le temps de la composition chimique des rivières et de leur transport en solution et en suspension. *Revue fr. sci. de l'eau*, 4, p. 93-121.
- QUÉLENNEC, R. E. (1987), Groupe d'étude BRGM/ORSTOM. *Etude préliminaire de la production de sédiments par les ravines dans les badlands du BVRE de Saint-Genis (Hautes-Alpes)*. Rapport BRGM n° 87 SGN 114 MAR, fév. 1987.
- VAN ASCH Th. W. J. *Water erosion and landsliding in a mediterranean landscape*. Thèse, Geografisch Instituut Rijksuniversiteit Utrecht - 237p.
- WISCHMEIER, W. H. (1978), *Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning*. Supersedes agriculture handbook n° 282, déc.

Adresses des auteurs : Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), Dpt « géologie de l'aménagement, continental et marin », Antenne de Marseille, Domaine de Luminy, F - 13009 Marseille.

Laboratoire de géologie dynamique et de pétrologie de la surface. UA CNRS n° 132, Faculté de S' Jérôme, 13397 Marseille.