

La gestion du bassin versant expérimental de Draix pour la mesure de l'érosion

R. MURA, J. P. CAMBON, F. COMBES,
M. MEUNIER & J. OLIVER

*CEMAGREF, Domaine Universitaire, 38402 Saint-Martin d'Hères,
France*

Résumé Le bassin versant expérimental de Draix est installé dans le sud de la France en milieu méditerranéen dans une formation de marne noire à facies de badland. Il comporte cinq sous bassins dont la surface est comprise entre 1/8 ha et 108 ha. Sa gestion depuis 1984, a permis d'obtenir des résultats intéressants sur les pertes en terre en fonction de la surface et de la couverture végétale. Elle a fait aussi apparaître des problèmes au niveau de la mesure des transports solides et de l'interprétation de ces mesures. Des projets novateurs accompagnent cette gestion en matière d'instrumentation de mesure et d'hydraulique torrentielle.

Management of sediment monitoring at the Draix experimental basins

Abstract The experimental basins of Draix are located in the south and mediterranean part of France; the geology is of marls with badland facies. They are composed of five basins, the areas of which vary from 1/8 to 108 ha. The monitoring which began in 1984, gave interesting results on the erosion rate. There were some problems in obtaining measurements of solid discharge and in the interpretation of these measurements. So, new projects appeared in the field of measuring devices and hydraulics of torrents.

INTRODUCTION

Le CEMAGREF, organisme de recherche (Divisions Protection contre les érosions et Hydraulique Générale) associé au Service de Restauration des Terrains en Montagne, responsable de la lutte contre l'érosion, a installé à Draix, dans le sud-est de la France, à proximité de la ville de Digne, et gère depuis 1984, un ensemble de bassins versants représentatifs et expérimentaux.

Les objectifs de cette opération sont les suivants:

- améliorer la connaissance de l'érosion des marnes "noires" dans cette région;
- modéliser le phénomène;
- mettre au point des méthodes de végétalisation adaptées aux technologies actuelles et fonction d'un optimum économique. A cette date la recherche concernant ce dernier objectif n'a pas encore débuté.

PRESENTATION DES BASSINS

Le site

Le dispositif expérimental est installé dans une région de moyenne montagne en milieu méditerranéen, présentant un faciès de bad lands, série centrale du chêne pubescent (Figs 1 et 2). Les terrains concernés appartiennent entièrement à l'Etat et peuvent faire l'objet de travaux de lutte contre l'érosion et de revégétalisation contrôlés et programmés en fonction de l'expérimentation.

Les bassins sont situés sur les marnes noires du callovo-oxfordien, étage extrêmement sensible qui pose le plus de problèmes aux Services responsables de la lutte contre l'érosion; à ce titre, les résultats obtenus à Draix intéressent environ 200 000 ha de Terres Noires, qui, dans les Alpes du Sud, sont le siège de l'essentiel des phénomènes d'érosion.



Fig. 1 Vue du site du bassin.

SITUATION

15 km nord-est de Digne
 Altitude: 850-1200 m
 Géologie: marnes du callovo-oxfordien (terres noires)

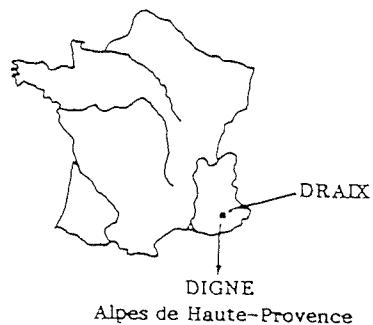


Fig. 2 Situation.

L'influence méditerranéenne est sensible: sécheresse de l'été, atténuée seulement par quelques orages, maximum des précipitations au printemps et à l'automne, hivers froids et peu enneigés. Le gel sévit de décembre à mars (90 jours de gel par an en moyenne).

La pluviométrie annuelle est de l'ordre de 900 mm, et le nombre annuel moyen de jours de pluie est de l'ordre de 80. La pluie journalière décennale au poste pluviographique le plus proche du site, Marcoux, est de 80 mm. Les précipitations sont en général de durée assez courte mais d'intensité moyenne, sauf sur de brèves périodes, quelques minutes, en particulier lors de orages d'été ou d'automne où l'on peut dépasser 60 mm h^{-1} assez couramment.

Les handicaps pour le développement de la végétation sont: l'ensoleillement important, la répartition des précipitations, les faibles capacités de stockage des sols.

Le dispositif expérimental

Il comporte un ensemble de cinq bassins qui présente les caractéristiques suivantes:

Nom du bassin:	Roubine	Moulin	Francon	Laval	Brusquet
Superficie (ha):	0.125	8	78	86	108
Taux de dénudation:	0.80	0.58	0.57	0.73	0.13

Nous disposons donc de:

- Un ensemble de trois bassins à majorité de sol nu, de surface croissante: 0.12 ha, 8 ha, 78 ha, ce qui permet d'étudier l'érosion en fonction de la surface.
- Un ensemble de trois bassins de surface proche: 78 à 108 ha qui se distinguent par le taux de sol végétalisé, ce qui permet d'étudier l'érosion en fonction de la couverture végétale.

Chaque unité est équipée (Fig. 3) d'un dispositif de mesure qui comprend:

- un ou deux pluviographes,
- une plage de dépôt des matériaux charriés,
- une station de mesures, située à l'aval de la plage de dépôt, constituée d'un seuil de contrôle type Parshall, d'un ou deux limnigraphes, d'un préleveur d'échantillons.

Les limnigraphes sont soit des types à ultra-sons aériens mesurant un niveau, soit des types pneumatiques mesurant la pression. La fréquence des mesures est asservie au débit.

Les enregistrements sont entièrement automatiques et les données sont stockées sur mémoire informatique, reprise sur un micro-ordinateur pour traitement. La mesure du transport solide est très difficile. Les données sont obtenues par cumul des volumes déposés dans la plage de dépôt et des volumes transportés en suspension. Cette dernière donnée dépasse souvent 400 g l^{-1} .

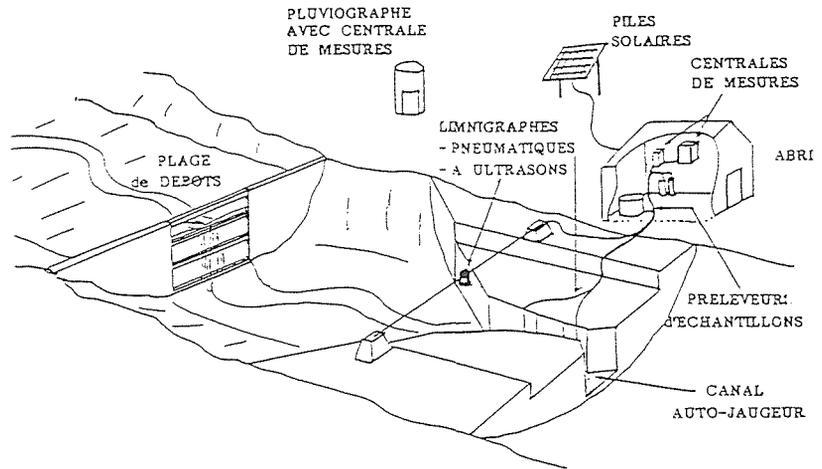


Fig. 3 Composition d'un site de mesures.

LES RESULTATS

Les données

L'exploitation a débuté en 1984 mais des résultats exploitables et cohérents n'existent que depuis 1985 pour les bassins Roubine et Laval (Tableau 1; Fig. 4) et 1987 pour Brusquet.

Tableau 1

Paramètre	Roubine	Laval
Superficie (ha)	0.1245	86
Superficie de la zone nue	0.1017	62.8
Superficie nue développée (pente 0.7)	0.1241	76.6
Volume moyen de dépôt sur les trois années 1985, 1986, 1987 ($m^3 an^{-1}$)	9.52	1771
Volume spécifique annuel par ha de terre nue	77	23
Coefficient multiplicateur pour ajouter les transports en suspension	1.1	3.5
Perte en terre ($m^3 ha^{-1} an^{-1}$)	84	80
Poids de terre ($t ha^{-1} an^{-1}$) $\rho = 1.7$	143	136
Ablation de la roche mère (mm) $\rho = 2.65$	5.4	5.1

L'interprétation

(a) Les pertes en terre seraient indépendantes de la surface (non

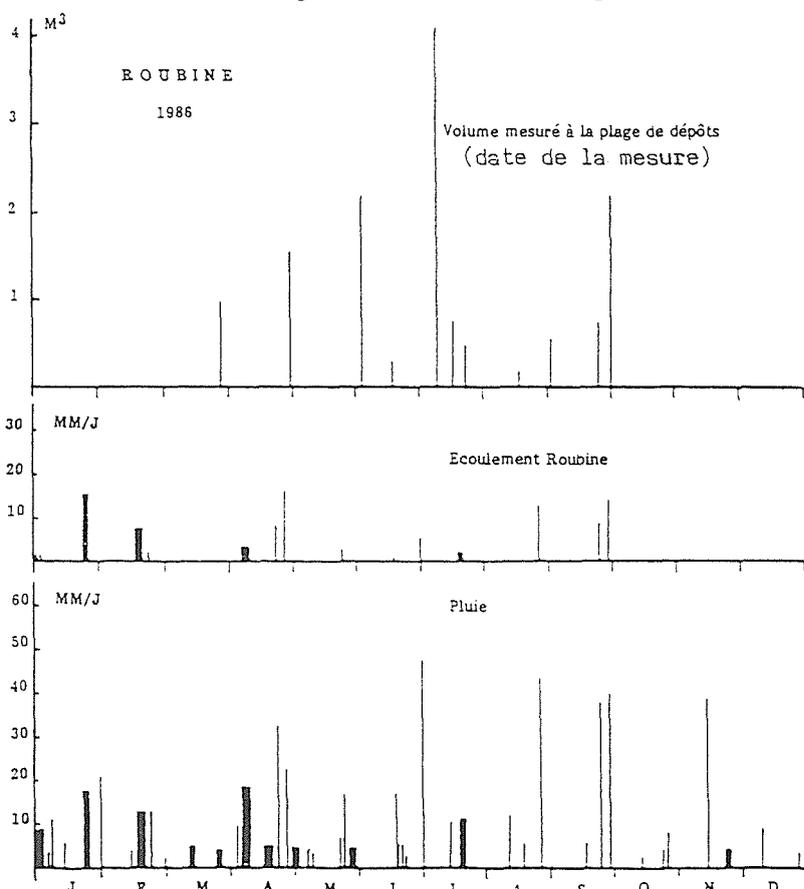


Fig. 4 Pluie-écoulement: volumes recueillis dans la plage de dépôts.

végétalisée) sur une période longue: l'année ou plus. Pour les marnes étudiées, elles atteignent $80 m^3 an^{-1}$ en moyenne sur trois ans.

- (b) La variabilité annuelle est forte: de 1 à 2. Mais cette variabilité n'est pas liée aux valeurs annuelles de pluie et de ruissellement. L'explication doit être cherchée au niveau d'autres facteurs climatiques: cycles gel-dégel et humectation-dessiccation et autres.
- (c) Le ruissellement est un phénomène à seuils, fonction de la pluie et de la durée de l'épisode sec qui l'a précédé. Le transport solide est également un phénomène à seuil, fonction des mêmes paramètres ainsi que de la surface du bassin (stockage intermédiaire).
- (d) Pour la comparaison entre bassins en érosion active et bassins boisés, on obtient les résultats suivants:
 - les pointes de crues sur le bassin boisé du Brusquet sont entre 2 et 10 fois plus faibles que sur le bassin du Laval;
 - les écoulements en volume sur le bassin boisé sont entre 2 à 5 fois plus faibles;
 - les coefficients d'écoulements sur le bassin boisé sont 3 à 5 fois

plus faibles en moyenne, mais la variabilité du rapport des coefficients d'écoulement est très grande puisque certaines crues peuvent être totalement inexistantes sur le bassin boisé;

- les intervalles de temps qui séparent les pointes de pluie et de débit sont deux fois plus élevés sur les bassin boisé.

L'analyse des paramètres individuels du ruissellement montre donc une très grande différence de comportement entre le bassin boisé et les deux autres, qui ne semble pouvoir être expliquée que par l'effet de la forêt.

Les problèmes

- (a) Les résultats et les interprétations présentés ci-dessus doivent être confirmés par la poursuite des mesures sur une plus longue période. En particulier la valeur du coefficient moyen liant le volume retenu sur la plage de dépôt et le volume en suspension, doit être confirmé.
- (b) La mesure des écoulements chargés de matériaux solides est une opération difficile. Des progrès doivent être faits pour obtenir une meilleure fiabilité et une meilleure automaticité.
- (c) L'interprétation des mesures de débit liées aux transports solides est délicate. Les écoulements mesurés en aval des plages de dépôts, en particulier au Laval et au Francon, sont très chargés en suspensions (MES supérieure à 400 g/l pour les crues importantes). Ce qui pose deux types de problèmes:
 - le premier est lié à la détermination du niveau du liquide à partir des mesures de pression. En effet, pour de telles concentrations, faut-il convertir la mesure de pression directement en niveau ou faut-il tenir compte de la densité du liquide en totalité ou en partie? Ce problème est résolu par la mesure simultanée de la pression et du niveau. Il est illustré sur la Fig. 5.
 - le deuxième problème est celui de la conversion de la hauteur en débit. En effet, pour de telles concentrations le comportement du liquide est-il encore newtonien et la loi de correspondance hauteur-débit est-elle conservée dans un canal autojaugeur? Et si non quelle est-elle?

LES PROJETS EN COURS ET EN PREPARATION

L'ensemble des installations et des équipements existants sur le site de Draix le rend naturellement apte à devenir le support d'un grand nombre de projets centrés sur l'hydraulique et l'érosion torrentielle et provenant de tous les horizons scientifiques puisque, comme on le sait, l'érosion est un problème à aborder de façon interdisciplinaire. Les objectifs initiaux du projet, centrés sur le domaine de la Restauration des Terrains en Montagne, sont donc complétés par des projets issus d'autres horizons, à but plus fondamental. En particulier, l'inadaptation des appareils de mesure existants nous a contraints à

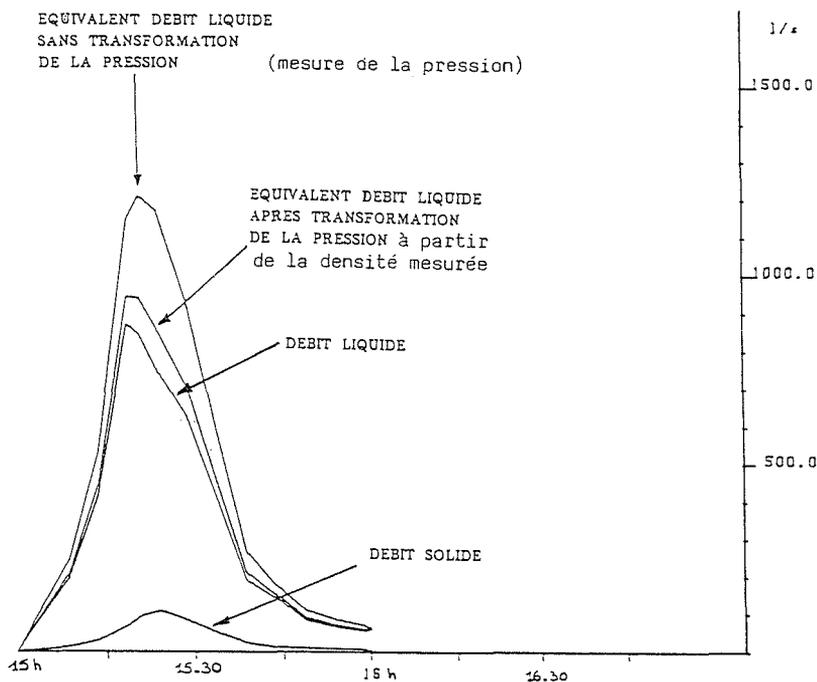


Fig. 5 Interprétation des mesures de pression.

conduire des recherches dans le domaine de la mesure, recherches non prévues à l'origine.

La situation des projets en avril 1988 est la suivante:

Projets en cours

- Le projet initial d'hydrologie forestière continue et nous permettra de confirmer et d'affiner les conclusions, déjà exposées dans cette note, relative à l'effet des travaux de Restauration des Terrains en Montagne sur l'hydrologie et l'érosion des bassins marneux de montagne.
- Un projet d'instrumentation en limnigraphie est en démarrage avec des industriels; il devrait nous permettre d'améliorer la mesure des niveaux et des pressions.
- La mesure de la perte en terre continuera selon deux méthodes:
 - (a) La mesure des transports solides sur les sites équipés, qui nous donnera la variation de l'érosion en fonction de la surface dégradée;
 - (b) la mesure de la variation du niveau des versants de la Roubine par les méthodes de photogrammétrie et de télémétrie sans réflecteur;
- L'amélioration de notre connaissance des processus érosifs en oeuvre sur les bassins se fera par la poursuite d'une thèse de géomorphologie.
- La solution des liaisons pression-niveau d'eau-densité du fluide, qui

conditionne l'interprétation des mesures hydrométriques faites par capteurs de pression devrait progresser grâce à la comparaison d'enregistrements simultanés de hauteurs d'eau et de pression.

- L'amélioration de la mesure des matières en suspension en continu par utilisation de la rétrodiffusion.

Projets en préparation

- La mesure en continu des transports solides étant lourde et difficile, il faudra bien que des procédés nouveaux soit mis au point; le site de Draix accueillera volontiers toutes les expérimentations sur ce thème.
- L'hydraulique torrentielle est encore une science jeune; des recherches sur ce thème peuvent être entreprises à Draix, notamment sur le site de la Ravine du Moulin où sont mesurés simultanément les écoulements naturels et les écoulements décantés;
- Notre connaissance des processus d'altération des marnes, et donc de la fourniture de sédiments, devra être améliorée; dans une optique de recherche fondamentale mais également dans un but pratique d'estimation, à partir de mesures simples, de la perte en terre des sols marneux.
- La réhabilitation d'un bassin versant actuellement dégradé, par des techniques de conservation des sols adaptées au contexte technologique et économique actuel nous permettra de connaître l'évolution de l'impact de ces travaux, à la fois sur l'hydrologie et sur l'érosion.