

L'ÉROSION HYDRIQUE APRÈS INCENDIE DE FORÊT DANS LE BASSIN VERSANT DU RIMBAUD (Var, France) : RELATIONS AVEC L'AGRESSIVITÉ DES PRÉCIPITATIONS

par Claude MARTIN *

avec la collaboration d'Éric BÉGUIN * et Michèle LEVANT **

* : CAGÉP - URA 903 du CNRS, Institut de Géographie de l'Université de Provence, 29 Avenue Robert Schuman, 13621 Aix-en-Provence cedex 1.

** : Centre de Géomorphologie du CNRS, 24 Rue des Tilleuls, 14000 Caen.

RÉSUMÉ : Les mesures ont été réalisées à l'exutoire du bassin versant du Rimbaud (1,46 km²) et sur une parcelle expérimentale (75,2 m² ; longueur : 12 m ; pente : 19 %). Sur la parcelle, une relation assez étroite lie les pertes de terre mensuelles à l'indice d'agressivité pluviométrique IAPm au cours des deux premières années. La revégétalisation de la parcelle et la constitution d'un pavage ont limité l'érosion en 1993-94.

La correspondance n'est pas bonne entre les pertes, annuelles ou mensuelles, du bassin versant et celles de la parcelle. Il faut voir en cela, à côté d'un effet d'échelle, la conséquence de la revégétalisation hétérogène du bassin versant (particulièrement lente sur la parcelle). En 1990-91, les pertes solides mensuelles sont étroitement liées à l'indice d'agressivité pluviométrique IAPmBV.

Mots clés : Bassin versant, parcelle expérimentale, érosion hydrique, incendie de forêt, indice d'agressivité pluviométrique.

I - INTRODUCTION

En août 1990, un feu de forêt a ravagé 8400 ha de forêt et de maquis dans la partie occidentale du massif des Maures. À la suite de l'incendie, l'étude de l'érosion hydrique a concerné trois petits bassins versants (Martin *et al.*, 1993) :

- soit par la mesure des transports à l'exutoire, cas du bassin versant du Rimbaud (1,46 km²), sur gneiss ;
- soit par le cubage des dépôts dans des retenues ayant servi de pièges à sédiments, cas de deux bassins versants sur phyllades (0,18 et 0,94 km²).

Le bassin versant du Rimbaud, s'il s'est révélé le moins sensible à l'érosion, présente l'avantage d'un dispositif de mesures (Fig. 1) permettant d'établir les liens entre les pertes solides mensuelles et les conditions climatiques.

II - LE TERRAIN D'ÉTUDE

Le bassin versant du Rimbaud est constitué de gneiss massifs affectés d'un très fort pendage vers le NO. Les altitudes sont comprises entre 470 et 622 m. La pente moyenne des versants avoisine 16 % ; mais leur inclinaison dépasse souvent 37 % à proximité des thalwegs. Les sols – peu épais (moins de 30 cm en général), caillouteux (teneur pondérale en cailloux et graviers de 40-45 % en moyenne), à texture sableuse, et à structure grumeleuse à submotteuse – appartiennent à la classe des rankers. Ils recouvrent des roches

altérées cohérentes, mais on trouve aussi, très localement, des arènes sableuses conservées sous forme de poches. L'épaisseur moyenne des formations superficielles est de 30 cm environ.

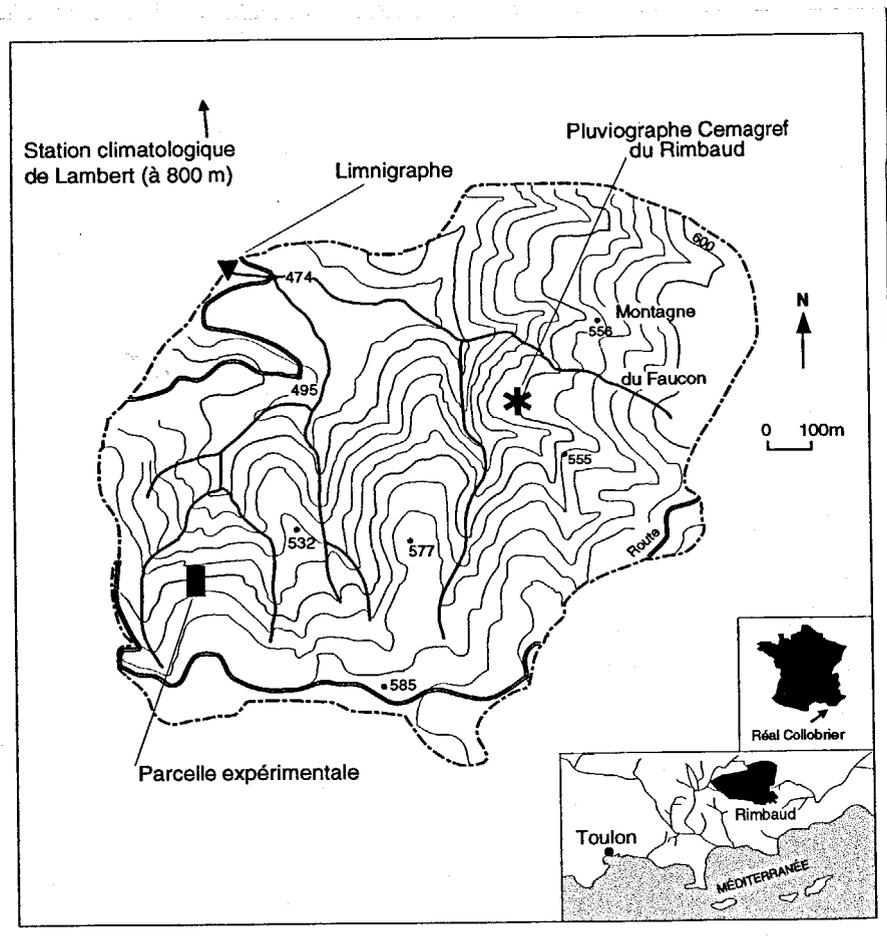


Figure 1 - Présentation du bassin versant.

Avec des précipitations annuelles moyennes supérieures à 1100 mm et une température moyenne de 12 °C environ, le bassin versant connaît un climat de type méditerranéen humide. Les pluies se produisent surtout d'octobre à mars. Le ruisseau du Rimbaud réagit violemment aux précipitations. En revanche, l'écoulement s'interrompt pendant une partie de l'été. Sur la période août 1967 - septembre 1990, la lame d'eau écoulee annuelle moyenne, déterminée par le Cemagref, s'élève à 634 mm.

L'incendie d'août 1990 a parcouru plus de 84 % du bassin versant. La végétation détruite était constituée d'un maquis complanté de chênes-liège et de pins maritimes.

III - L'ÉROSION MÉCANIQUE SUR PARCELLE EXPÉRIMENTALE

1 . Présentation de la parcelle

La parcelle a la forme d'un parallélogramme délimité par une double rangée de tôles enfoncées d'une quinzaine de centimètres. Le champ expérimental, exposé au nord, recoupe en biais la direction des structures planaires des gneiss. La parcelle présente une superficie

de 75,2 m² pour une longueur de 12 m. La pente avoisine 19 %. La parcelle est reliée par une gouttière à une batterie de deux cuves réceptrices, d'une contenance de 1200 et 1000 litres, dont la première sert de partiteur au 1/9. Le dispositif est complété par un pluviographe. Après chaque épisode pluvieux, nous avons mesuré le volume d'eau ruisselé dans les cuves, récupéré les sédiments déposés au fond, et prélevé des échantillons d'eau pour le dosage et l'analyse des particules en suspension.

Le couvert végétal (bruyères arborescentes, arbousiers, jeunes pins maritimes) a subi un feu intense qui n'a rien laissé subsister. La revégétalisation de la parcelle, essentiellement à base de pins, s'est révélée beaucoup plus lente que sur l'ensemble du bassin versant (taux de recouvrement par la reprise d'un arbousier et la pousse de jeunes pins : < 2 % en août 91 ; < 5 % en août 1992 – sans développement herbeux). Elle n'a pris un réel développement qu'au début de la troisième année après le feu (taux de recouvrement par les arbustes : > 20 % en août 1993 ; > 50 % en août 1994 – avec en outre quelques plages de graminées dans la partie aval de la parcelle).

Le sol de la parcelle appartient à la classe des rankers. Son épaisseur moyenne est d'une vingtaine de centimètres. Le tableau I indique la composition granulométrique de l'horizon A₁₂ (4 échantillons ont été analysés entre 1990 et 1993, chacun mélangeant trois prélèvements effectués entre 5 et 15 cm de profondeur). La perméabilité du sol est très forte : K₁ de Hénin > 3 cm/h (Martin, 1986). Différents indices – Is de Hénin et Monnier (1956), K de Wischmeier et Smith (1960), K de Dumas (1965) – rendent compte de la faible érodibilité des sols (Martin, 1986).

Tableau I - Caractères physiques des sols de la parcelle expérimentale incendiée.

Cx	Gr	Tf	Analyses de la terre fine							Eau 105
			SG	SM	SF	LG	LF	A	MO	
15,6	30,4	54,0	22,5	20,6	29,1	5,5	11,3	11,1	5,0	1,8

Analyses : Centre de Géomorphologie du CNRS (Caen). Les données sont exprimées en % du poids du matériel séché à l'air. Cx : cailloux (> 2 cm). Gr : graviers (0,2 à 2 cm). Tf : terre fine (< 2 mm). SG : sables grossiers (0,5 - 2 mm). SM : sables moyens (0,2 - 0,5 mm). SF : sables fins (0,05 - 0,2 mm). LG : limons grossiers (20 - 50 µm). LF : limons fins (2 - 20 µm). Argile : < 2 µm. MO : matière organique (carbone Anne x 1,72). Eau 105 : eau à 105°C.

2 . Les pertes de terre

Les pertes solides mensuelles et annuelles sont portées dans le tableau II. Les taux d'érosion annuels atteignent 883 t/km² en 1990-91, 1634 t/km² en 1991-92, 835 t/km² en 1992-93 et 31 t/km² en 1993-94. Les exportations de matériaux sont concentrées sur quelques mois : octobre 1990, octobre 1991 et septembre 1992 fournissent 63,6 % des pertes totales de la parcelle entre septembre 1990 et août 1994. Sur la période 1990-1993, les matériaux minéraux représentent 87 % des transports solides. Le taux de matière organique est de 11 %. Le reste correspond à l'eau d'imbibition. Le refus à 2 mm est essentiellement constitué de petits graviers. La présence de cailloux est exceptionnelle.

3 . Agressivité des pluies

Les recherches menées entre 1976 et 1980 sur une parcelle défrichée manuellement avaient permis de mettre au point un indice empirique d'agressivité pluviométrique mensuel, plus satisfaisant dans le massif des Maures que l'indice R de Wischmeier (Wischmeier, 1959), et lié aux pertes solides de manière plus étroite que les précipitations ou les volumes d'eau écoulés (Martin, 1986, 1990) :

$$IAPm = A \times F / 100$$

[équation 1]

avec :

$$A = (P - 0,3 \text{ ETP}) \times \log (0,95 \text{ i.M} + 0,05 \text{ i.Q3})$$

où ETP (mm) est l'évapotranspiration potentielle selon la formule de Turc ; P les précipitations mensuelles (mm) ; i.M (mm/h), la médiane des intensités momentanées de la pluie (en tenant compte du volume des précipitations) ; i.Q3 (mm/h) le troisième quartile des intensités momentanées de la pluie ; le terme A est représentatif de l'abondance de l'écoulement lorsque les roches altérées ne sont pas saturées en eau ; sa valeur est limitée à la hauteur d'eau précipitée mensuelle (mm) ;

et $F = [(0,89 \times \log (0,7 \text{ i.M} + 0,2 \text{ i.Q3} + 0,1 \text{ i.5'})) + 1,214] \times (0,9 \text{ i.Q3} + 0,1 \text{ i.5'})$

où i.5' (mm/h) est l'intensité maximale sur 5 minutes consécutives ; le terme F est représentatif de la violence de l'action érosive développée par les gouttes de pluie.

Jusqu'en 1989, le Cemagref utilisait des pluviographes à enregistrement sur papier (une heure = 1 cm). Ils ont été remplacés par des appareils à stockage informatique des données. Celles-ci sont enregistrées au pas de temps d'une minute. Le dépouillement est donc beaucoup plus précis qu'auparavant. Afin d'obtenir des valeurs comparables aux anciennes séries, nous avons modifié le calcul de l'indice IAPm de la manière suivante à partir de la mise en place des appareils informatisés : détermination de i.M et i.Q3 en traitant les données au pas de temps de 6 minutes, et remplacement de i.5' par i.6' établie en utilisant les données au pas de temps de 3 minutes.

Pour le calcul de l'ETP Turc, nous utilisons les données recueillies à proximité du terrain d'étude : les températures à la station de Lambert et la durée d'insolation à Collobrières. Les intensités caractéristiques sur la parcelle sont estimées à partir des mesures au pluviographe Cemagref du bassin du Rimbaud :

i. parcelle = i. Rimbaud x (P parcelle / P Rimbaud).

Tableau II - Pertes solides de la parcelle expérimentale incendiée.

1990-91	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Ann.
P (mm)	39	186	114	121	10	27	152	74	53	37	7	5	824
R (mm)	0,1	27	20	12	0	0,2	6	1,0	3,4	3,9	0	0	74
E (kg)	0	41,8	5,3	7,7	0	0	8,3	0	0,4	2,9	0	0	66,4
1991-92	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Ann.
P (mm)	118	154	70	1,3	71	43	58	40	39	126	19	26	766
R (mm)	22	41	9	0	0,04	0	2,6	7	6	39	7	12	145
E (kg)	22,3	63,4	3,6	0	0	0	0,3	1,2	2,3	19,7	1,1	9,0	122,9
1992-93	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avril			Juil.	Août	Ann.
P (mm)	104	>175	<135	47	4,5	51	59	242	72	15	0,8	17	921
R (mm)	83	>46	<23	3,5	0	0,1	0,3	50	14	2,4	0	0,8	222
E (kg)	56,7	>4,7	<0,8	0	0	0	0	0,4	0,2	0	0	0	62,8
1993-94	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Ann.
P (mm)	128	237	63	47	174	149	21	42	69	64	2	15	1011
R (mm)	30	21	1,3	0,1	9	1,8	0,2	0	6	20	0	2,9	93
E (kg)	1,1							1,2					2,3
P : précipitations sur la parcelle. R : ruissellement. E : érosion.													

Les données disponibles sur la période des mesures de l'érosion après incendie sont regroupées dans le tableau III (Béguin, 1993). À partir d'octobre 1992, la revégétalisation plus poussée de la parcelle enlève de l'intérêt à l'indice IAPm.

Tableau III - Agressivité des pluies sur la parcelle expérimentale incendiée (septembre 1990 - septembre 1992).

1990-91	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	
P (mm)	39	186	114	121	10	27	152	74	53	37	7	5	
i.M (mm/h)	6	8	7	7	1,5	1,9	6	3,1	3,4	3,9	14	3,4	
i.Q3 (mm/h)	20	19	12	20	1,5	3,7	12	4,6	6	20	22	4,3	
i.6' (mm/h)	44	77	60	42	4,5	22	65	12	12	55	28	5	
IAPm	2	92	34	51	0,01	0,6	41	2,4	1,4	0	0	0	

1991-92	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.
P (mm)	118	154	70	1,3	71	43	58	40	39	126	19	26	104
i.M (mm/h)	10	9	7	1,4	3,6	1,8	1,9	5,5	4,7	9	7,5	81	70
i.Q3 (mm/h)	25	26	11	2,2	5	3,7	3,8	9	8	31	25	102	85
i.6' (mm/h)	57	97	39	2,9	11	9	11	24	34	74	34	102	144
IAPm	60	109	16	0	3,8	0,6	0,9	2,2	0,7	78	0	0	277

P : précipitations sur la parcelle. i.M : médiane des intensités momentanées de la pluie. i.Q3 : troisième quartile des intensités momentanées de la pluie. i.6' : intensité maximale de la pluie en 6 minutes. IAPm : indice d'agressivité pluviométrique mensuel.

Les valeurs obtenues en octobre 1990 (109), octobre 1991 (92) et septembre 1992 (277) sont parmi les plus fortes enregistrées dans le bassin versant du Rimbaud depuis la mise en service du pluviographe Cemagref en 1966. De février 1966 à août 1989, l'indice d'agressivité pluviométrique mensuel à cet appareil n'a dépassé 100 qu'à 12 reprises, et 200 que 4 fois. Septembre 1992 (IAPm = 268 au pluviographe du Rimbaud) arrive en troisième position, derrière septembre 1968 (633) et octobre 1973 (272). Ce sont les mois de septembre et octobre qui présentent le plus grand nombre de valeurs très élevées.

De septembre 1990 à août 1992, les pertes de terre mensuelles sont liées à l'indice IAPm par une relation assez forte (Fig. 2). En dépit des effets de la revégétalisation, le coefficient de corrélation linéaire s'établit à + 0,910. L'équation de la droite de régression (Érosion t/km² = 5,57 IAPm - 10) est assez proche de celle que nous avons trouvée sur la parcelle défrichée manuellement entre octobre 1976 et juillet 1980 (Érosion t/km² = 5,48 IAPm - 35 ; r : + 0,946) (Martin, 1990).

Pour les faibles valeurs de IAPm, l'érosion apparaît souvent relativement forte. De ce fait, la relation entre les deux variables prend une forme curvi-linéaire qu'elle n'avait pas aussi nettement sur la période 1976-1980. Plusieurs mois ont même connu des pertes sensibles, alors que la modeste des précipitations leur donnait un IAPm nul : juin 1991 (2,9 kg), juillet 1992 (1,1 kg) et surtout août 1992 (9,0 kg). Au cours de ces mois d'été, les précipitations ont engendré un ruissellement que le paramètre A de l'indice n'a pas traduit. Faut-il voir en cela une conséquence de l'incendie, lequel a provoqué une diminution de la porosité de la partie superficielle du sol (Giovannini *et al.*, 1988 ; Soler *et al.*, 1994), voire la formation d'un niveau hydrophobe (de Bano, 1970) ? En fait, il semble qu'il faille surtout invoquer l'intensité des pluies (le troisième quartile des intensités momentanées s'est élevé à 19,7 mm/h en juin 1991 ; 25,4 mm/h en juillet 1992 ; 101,7 mm/h en août 1992). Les mois d'été peu pluvieux de la période 1976-1980 n'avaient pas enregistré de telles intensités.

Dans sa configuration actuelle, l'indice IAPm n'est donc pas bien adapté à ces situations. Pour le rendre plus performant, il suffirait d'ajouter au paramètre A, un paramètre A' traduisant les ruissellements liés aux averses les plus intenses, celles d'intensité supérieure à l'indice K1 de Hénin par exemple.

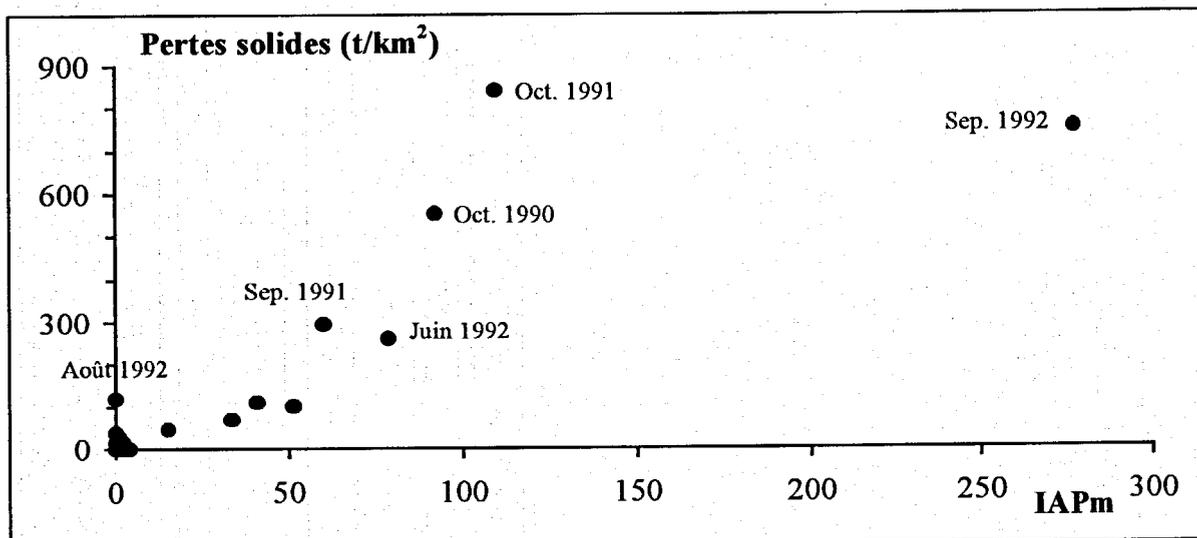


Figure 2 - Relation entre les pertes solides mensuelles et IAPm à la parcelle expérimentale incendiée (septembre 1990 - septembre 1992).

Septembre 1992 s'écarte nettement de l'alignement des autres points : l'érosion est relativement faible par rapport à l'indice IAPm. Certes, la végétation a continué de se développer et le pavage de la parcelle s'est accentué. Les pertes de terre mesurées en juin 1992 (Fig. 2) pourraient d'ailleurs avoir été influencées par ces évolutions. Mais il faut aussi prendre en compte la violence des précipitations (i.M : 70 mm/h), lesquelles se sont abattues en grande partie au cours de l'épisode du 27 septembre (77 mm, avec une intensité en 30' supérieure à 72 mm/h et une intensité en 10' proche de 130 mm/h). En effet, lorsque les précipitations sont très violentes, la lame d'eau à la surface du sol peut devenir suffisamment épaisse pour protéger celui-ci de l'impact des gouttes de pluie (Martin, 1975, 1986, 1990). Nous manquons malheureusement de mesures pour préciser le seuil d'intensité à partir duquel l'érosion se trouve atténuée pour un volume de pluie donné.

Dans la configuration actuelle de l'indice, les pertes de terre mensuelles de la parcelle sur la période septembre 1990 - juillet 1992, sont liées à IAPm par une équation polynomiale d'ordre 2 :

$$\text{Érosion (t/km}^2\text{)} = 11,43 - 1,429 \text{ IAPm} + 0,079 \text{ IAPm}^2 \quad [\text{équation 2}].$$

IV - LES PHÉNOMÈNES D'ÉROSION À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT

En 1990-91, les précipitations ont provoqué des crues violentes. Les débits en pointe de crue ont dépassé 5,5 m³/s à trois reprises ; et le débit maximal a avoisiné 8 m³/s, le 9 décembre. Les montées de crue se produisaient souvent en moins de cinq minutes et les décrues étaient elle-mêmes rapides. En 1991-92, les précipitations n'ont déclenché aucun

épisode spectaculaire. En revanche, plusieurs crues importantes se sont encore produites en 1992-93 (7,7 m³/s en septembre).

1 . Les formes d'érosion et d'accumulation en 1990-91

Sur les versants, l'érosion s'est surtout exercée par saltation (splash) et ruissellement diffus. Elle a provoqué le déchaussement partiel des graviers et cailloux, et l'organisation d'un début de pavage. Le ruissellement superficiel n'a engendré aucun ravinement important. Seuls les axes de drainage élémentaires préexistants ont fonctionné en ravines, mais le ruissellement concentré se faisant presque partout sur roche, l'érosion linéaire est restée bloquée.

Dans la partie aval du réseau hydrographique (pente < 4 %), les ruisseaux sont encaissés de 2 m environ, et coulent généralement sur un pavage d'éléments caillouteux. Les premières crues après l'incendie ont provoqué une très légère déstabilisation du pavage et le dépôt de matériaux sablo-graveleux dans les zones les plus planes. Il ne s'est produit aucun sapement des berges.

Dès l'été 1991, la reprise végétale assurait localement une protection efficace contre l'érosion, le plus souvent grâce à la constitution d'un couvert de graminées (taux de couverture par les arbustes : 15 %). L'intensité de la revégétalisation était cependant très hétérogène.

2 . Les travaux de l'ONF sur le bassin versant

En septembre 1991, l'ONF a procédé, dans la partie aval du bassin versant, au traitement au bulldozer d'une dizaine d'hectares de terrain incendié. Les arbres morts, des blocs rocheux, mais aussi de la terre ont été déversés dans le lit des ruisseaux. À la mi-novembre, cette zone a fait l'objet d'un sous-solage (selon les courbes de niveau). Au cours des mois suivants, les arbres morts et la végétation en cours de régénération ont été détruits (sauf les chênes-liège) sur plus de la moitié des surfaces incendiées, soit à la tronçonneuse, soit en utilisant des engins mécaniques. Toutefois la sécheresse qui a suivi ces travaux, a évité qu'ils aient de lourdes conséquences sur le plan de l'érosion. Le taux de recouvrement par les arbustes avoisinait 30-35 % en août 1992 et 40-50 % en août 1993 (d'après les observations de Puech *et al.*, 1994, et Viné, communication personnelle).

3 . Les pertes solides du bassin versant

Les transports solides à l'exutoire du bassin versant ont été mesurés grâce à un préleveur automatique d'échantillons fonctionnant à un pas de temps de 30' pendant les crues. La prise d'eau se trouvait sur le bord du déversoir triangulaire de la station limnigraphique, à 30 cm au-dessus de la pointe du V. Une cascade située juste en amont du limnigraphe assure une bonne homogénéisation des eaux. À ces prélèvements automatiques, nous avons ajouté des prélèvements manuels lors des passages sur le terrain. Les échantillons d'eau ont été traités soit par décantation dans le flacon, vidange presque totale et séchage à 40 °C, soit, pour les échantillons les moins chargés, par filtration sur membrane. Avant pesée, les culots de flacon comme les membranes étaient passés au dessiccateur.

Le seuil du limnigraphe, susceptible de constituer un petit piège à sédiments (< 10 m³), a été vidé immédiatement après l'incendie. Nous en avons retiré 7,5 m³ environ de galets et de blocs associés à des graviers et des sables grossiers. Ce dépôt représentait l'essentiel de l'érosion de matériaux minéraux depuis la mise en place du limnigraphe en

1966 (Martin *et al.*, 1993). Le seuil a encore été curé au début de l'année 1991-92. C'est une crue qui a assuré sa vidange en septembre 1992.

La concentration maximale des produits solides (29,9 g/l) a été mesurée le 9 décembre 1990, pour un débit de 4,4 m³/s. La relation entre la concentration et le débit (corrélation bi ou semi-logarithmique) a été étudiée pour chaque phase de récession et pour chaque montée de crue. Les équations établies ont permis de calculer les transports solides en considérant tous les points de l'hydrogramme utilisés pour déterminer l'écoulement.

Les exportations obtenues (Tab. IV) indiquent des taux d'érosion spécifique annuels de 569 t/km² en 1990-91, 66 t/km² en 1991-92, et 76 t/km² en 1992-93. Les dépôts dans le seuil correspondent à une érosion supplémentaire d'une dizaine de t/km² en 1990-91 et 1991-92. En 1992-93, la diminution du stock de sédiments dans le seuil entre le début et la fin de l'année, oblige à minorer le taux d'érosion de 3 t/km² environ.

Tableau IV - Pertes solides (PS) du bassin versant du Rimbaud.

1990-91	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Année
P (mm)	41	231	133	138	14	33	156	96	63,5	38	7	6	955
R (mm)	0	83	88	137	27	25	138	68	66	9	0,6	0,1	642
PS (t)	0	175	79	537	0	0	30	2,5	6,1	1,5	0	0	831
1991-92	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Année
P (mm)	122	130	60	2	80	48	61	44	41	140	21	36	785
R (mm)	5	86	58	10	36	23	26	58	5	31	10	0,8	349
PS (t)	12	65	14	0	0	0	0	1	0	4	0	0	97
1992-93	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Année
P (mm)	102	221	118	50	6	59	66	264	80	14	8	16	1004
R (mm)	13	129	138	18	13	7	79	190	68	4	0,9	0,1	658
PS (t)	67	4	39	0	0	0	0,4	0,1	0	0	0	0	111

P : précipitations sur le bassin (calculées par le Cemagref à partir des données de tous les postes gérés sur le BVRE du Réal Collobrier). R : ruissellement. t : tonnes.

La relation entre les exportations solides du bassin versant et celles de la parcelle expérimentale est extrêmement lâche dès 1990-91, avant même que les effets d'une revégétalisation hétérogène soient sensibles. Les conséquences du changement d'échelle sont particulièrement nettes en octobre 1990 (érosion de 556 t/km² sur la parcelle et de 120 t/km² sur le bassin versant – pour une succession de très nombreuses petites averses) et en décembre 1990 (érosion de 102 t/km² sur la parcelle et de 368 t/km² sur le bassin versant – avec près de 80 mm de pluie en une très grosse averse le 9 décembre).

La comparaison des dépôts relevés dans les thalwegs en août 1992 et en août 1993 (Béguin, 1993) met en évidence l'élimination des stocks constitués après l'incendie (plusieurs dizaines de tonnes). En août 1993, seules subsistaient dans les thalwegs les accumulations créées par l'ONF.

4. Relations avec les conditions climatiques en 1990-91

L'indice IAPm, mis au point sur parcelle, ne donne pas de bons résultats à l'échelle du bassin versant. Il a cependant été possible de l'adapter, en abandonnant l'intensité

maximale en 6' et en introduisant un terme C représentatif de la concentration des précipitations dans le temps :

$$\text{IAPmBV} = A \times F' \times C / 10 \quad [\text{équation 3}]$$

où :

$$A = (P - 0,3 \text{ ETP}) \times \log (0,95 \text{ i.M} + 0,05 \text{ i.Q3})$$

$$F' = [(0,89 \times \log (0,7 \text{ i.M} + 0,3 \text{ i.Q3})) + 1,214] \times \text{i.Q3}$$

et $C = (P \text{ max en } n \text{ jours} / P \text{ mensuelles})^2$

avec les Précipitations maximales (P max) en n jours déterminées de la manière suivante : les précipitations sont considérées par périodes de 2 jours successifs, sans faire de chevauchements ; pour chaque tranche mensuelle de 100 mm, on ajoute les pluies de 2 jours successifs ; pour les valeurs au-delà des tranches pleines, on ajoute les pluies de 2 nouveaux jours successifs, au *prorata* du dépassement.

Les exportations mensuelles mesurées en 1990-91 sont liées à l'indice IAPmBV par une relation très étroite (Fig. 3) de type polynomial :

$$\text{Érosion (tonnes)} = 0,758 + 0,066 \text{ IAPmBV} + 0,002 \text{ IAPmBV}^2 + 1,187 \cdot 10^{-5} \text{ IAPmBV}^3 \quad [\text{équation 4}]$$

La période d'observation est trop courte pour que la relation entre les pertes de terre et l'indice IAPmBV puisse être affinée et, *a fortiori*, validée. Les premiers résultats sont cependant très encourageants.

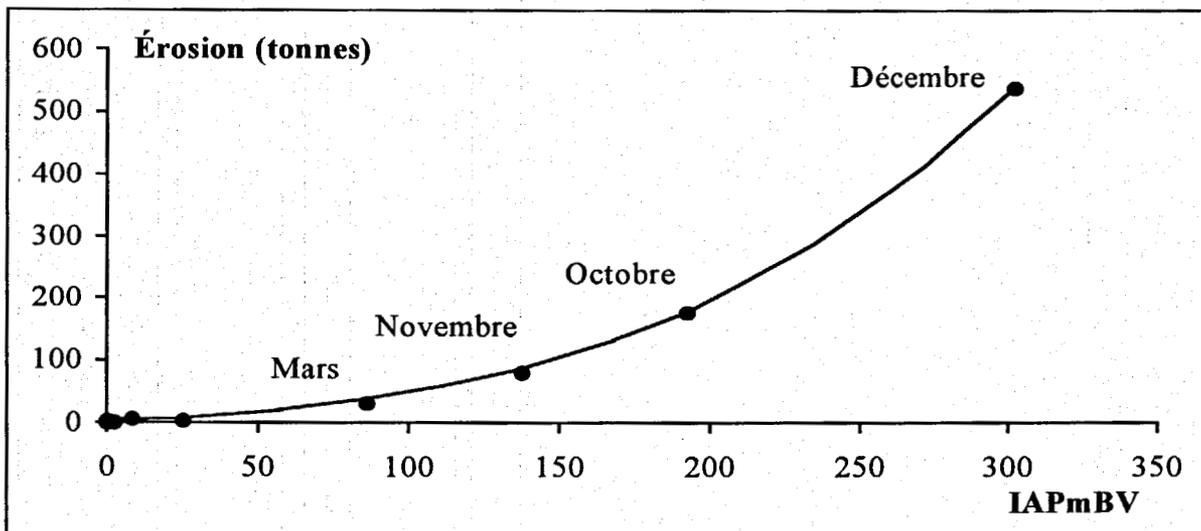


Figure 3 - Relation entre l'érosion mensuelle et l'indice IAPmBV dans le bassin versant du Rimbaud en 1990-91

V - CONCLUSION

L'incendie du bassin versant du Rimbaud a provoqué une accentuation considérable de l'érosion hydrique. Celle-ci a atteint, en 1990-91, 579 t/km² sur le bassin versant et 883 t/km² sur la parcelle expérimentale. En 1991-92, l'érosion du bassin versant (76 t/km²) a fortement diminué, en raison d'une relative sécheresse et de la reprise végétale. Sur la parcelle expérimentale, encore peu revégétalisée, les fortes intensités des pluies de septembre, octobre et juin ont permis des exportations annuelles de 1634 t/km². En

1992-93, la différence s'est maintenue entre la parcelle (835 t/km²) et le bassin versant (73 t/km²). Avec le développement d'un couvert végétal plus dense et la protection apportée par une amorce de pavage, les pertes solides de la parcelle sont tombées à 31 t/km² en 1993-94.

L'indice IAPm, qui s'applique aux faibles longueurs de drainage (parcelles, versants de ravines) sur sols à texture sableuse, facilite la comparaison de résultats et la mise en évidence de fonctionnements particuliers. Pour des bassins versants similaires à celui du Rimbaud, l'équation 4 (voir *supra*), modifiée afin que la courbe passe par l'origine, est susceptible de fournir un indice d'agressivité pluviométrique mensuel proportionnel aux pertes solides sur un terrain donné :

$$IPM = 0,0668 \text{ IAPmBV} + 0,002 \text{ IAPmBV}^2 + 1,201 \cdot 10^{-5} \text{ IAPmBV}^3.$$

Remerciements : Les recherches ont bénéficié du soutien scientifique et logistique du Groupement d'Aix-en-Provence du Cemagref, et de l'aide financière du MRE, de la Région PACA et de la Communauté Européenne (programme DM2E).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Béguin É., 1993 - *Érosion mécanique après l'incendie du massif des Maures. Le bassin versant du Rimbaud*. Mém. DEA, Univ. Aix-Marseille I, 40 p.
- De Bano L.F., Mann L.D. et Hamilton D.A., 1970 - Transmigration of hydrophobic substances into soil by burning organic litter. *Soil Sci. Hydrol. Bull.*, vol. 2, p. 14-19.
- Dumas J., 1965 - Relation entre l'érodibilité des sols et leurs caractéristiques analytiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. III, n° 4, p. 307-333.
- Giovannini G., Lucchesi S. et Giachetti M., 1988 - Effect of heating on some physical and chemical parameters related to soil aggregation and erodibility. *Soil Sci.*, n° 136, p. 255-262.
- Hénin S. et Monnier G., 1956 - Évaluation de la stabilité de la structure du sol. *VI^{ème} Congrès Ass. Sci. Sol*, Paris, vol. B, p. 49-52.
- Martin C., 1975 - L'érosion des sols sur roches métamorphiques en milieu méditerranéen provençal : les enseignements d'une station expérimentale. *Rev. Géomorph. dyn.*, t. XXIV, p. 49-63.
- Martin C., 1986 - *Contribution à l'étude de la dynamique des versants en roches métamorphiques ; l'exemple du massif des Maures*. Thèse Doct. État, Univ. Paris I, 935 p.
- Martin C., 1990 - Relations entre les pertes de terre mensuelles et les conditions climatiques sur une parcelle expérimentale défrichée du massif des Maures (Var, France). *IAHS Publ.*, n° 194, Actes de la conférence internationale sur les ressources en eau en régions montagneuses (Lausanne, 1990), p. 253-258.
- Martin C., Bernard-Allée Ph., Béguin É., Levant M. et Quillard J., 1993 - Conséquences de l'incendie de forêt de l'été 1990 sur l'érosion mécanique des sols dans le massif des Maures. *Bull. Assoc. Géogr. Franç.*, n° 5, p. 438-447.
- Puech C., Viné P. et Leibreich J., 1994 - Évolution comparée entre variations d'écoulement et couvert végétal suite à incendie. Réal Collobrier 1990-1993. *Actes du Workshop final du projet européen DM2E*, Barcelone (1994), Édit. Cemagref, Aix-en-Provence, 11 p.
- Soler M., Sala M. et Gallart F., 1994 - Post fire evolution of runoff and erosion during an eighteen mont period. In : *Soil erosion and degradation as a consequence of forest fires* (ESSC Conference, Barcelone-Valence, 1991), Geofoma Ediciones, p. 149-161.
- Wischmeier W.H., 1959 - A rainfall erosion index for an universal soil-loss equation. *Soil. Sci. Soc. America Journ.*, vol. 23, n° 8, p. 246-249.
- Wischmeier W.H. et Smith D.D., 1960 - An universal soil-loss estimating equation to guide conservation farm planing. *7th Intern. Congr. Soil Sci.*, vol. I, p. 418-425.

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Martin, M. - L'érosion hydrique après incendie de forêt dans le bassin versant du Rimbaud (Var, France) : relations avec l'agressivité des précipitations, pp. 83-92, Bulletin du RESEAU EROSION n° 17, 1997.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr