

**EXEMPLES DE DISCONTINUITÉS DANS LES PHÉNOMÈNES D'ÉCOULEMENT ET D'ÉROSION
EN ZONE DE SAVANE (BURKINA FASO)**

M. MIETTON
Université de Strasbourg. CERE

Les effets d'échelle dans les phénomènes d'écoulement et d'érosion sont discutés depuis de nombreuses années, en particulier par les géomorphologues (1). On se borne ici à extraire d'un travail plus général (2) et à souligner des enseignements de terrain ou des mesures relatives aux discontinuités des transferts dans l'espace et dans le temps en milieu de savanes. Toutes les appréciations quantifiées de ces phénomènes l'ont été grâce à un suivi de bassins-versants emboîtés.

1 - Exemples de discontinuités (et de continuités) des écoulements hydriques

Ceux-ci ont été mis en évidence à l'échelle de deux petits bassins-versants emboîtés, situés à Imiga, dans la région de Zorgo, dans le centre-est du plateau mossi (Burkina Faso). Les deux unités hydrologiques de 12 km² (BV1) et 5,3 km² (BV2) ont été suivies durant quatre années, de 1982 à 1985.

La diminution de l'efficacité relative du ruissellement d'amont en aval est mise en évidence à l'échelle des coefficients de ruissellement annuels moyens (KRAM) hormis en 1983 (Tableau 1). A l'échelle des pluies unitaires, il apparaît même fréquemment une diminution absolue des écoulements vers l'aval ; phénomène qui avait été déjà décrit dans le domaine sub-sahélien dès les années soixante (3).

Même s'il est vrai que la variabilité spatiale des précipitations est sensible à l'échelle kilométrique, elle ne représente cependant pas un facteur explicatif suffisant (Tableau 2 - Exemples du 10/07, du 13/08 et du 03/09/1985). Différentes explications sont avancées :

- l'existence d'un lit mineur discontinu, à fond sableux, fonctionnant par remplissage de mares et débordement, provoque de multiples pertes par infiltration dans le lit majeur, soutirage et évaporation entre les deux stations de jaugeages distantes de 2,2 km.*
- le bassin résiduaire (sous-bassin : BV1 - BV2) est caractérisé localement par des sols bruns, vertiques qui déterminent eux aussi, au moins en début de saison des pluies et plus durablement si les pluies sont espacées (1984), des déficits d'écoulement à l'exutoire principal.*

(1) TRICART J. (1962) : Les discontinuités dans les phénomènes d'érosion. AIHS. Colloque de Bari. Publ. 59, pp. 233-243.

(2) MIETTON M. (1989) : Dynamique de l'interface lithosphère-atmosphère au Burkina Faso. L'érosion en zone de savane. 2 vol. : 511 p. et 227 p. Editec, Caen.

(3) OBERLIN G. et al. (1966) : Etude hydrologique en Haute-Volta. Région de Tikaré. Campagne 1965 et conclusions générales, 82 p.

Plus original est le cas d'une continuité des écoulements sur les plaques de sols nus de bas de versants (11,5% de la superficie de BV2, 9,2% sur le bassin résiduaire). Ces unités à sols compacts, ne bénéficiant jamais d'un couvert protecteur quelle que soit la période de la saison pluvieuse, constituent comme des "trempins" pour un ruissellement en nappe exacerbé vers un écoulement linéaire, dont la concentration peut être brutalement renforcée. On notera que le coefficient d'écoulement maximum (KRMAX) enregistré à Imiga (58,2% sur BV2 en 1985 - Tableau 1) est peu inférieur aux valeurs les plus élevées enregistrées sur des parcelles de Wischmeier et tout à fait comparable à celles des parcelles cultivées (les champs ne représentant sur BV2 que 8,6% de la surface totale).

II - Exemples de discontinuités dans les phénomènes d'érosion

La comparaison des transports sur versant, à l'échelle de la parcelle (0,1 sous savane à 10 voire 50 tonnes/ha/an sur parcelle nue) et à l'exutoire des bassins-versants (0,1 à 2 tonnes/ha/an) traduit une distorsion entre les érosions à ces deux échelles, distorsion bien souvent soulignée, y compris au Burkina Faso.

Il est vrai que cette distorsion peut être liée à la méconnaissance des transports de fond dans les chenaux d'écoulement ; elle peut être même largement effacée si l'on n'oublie pas la diversité du bassin, la part prise par chaque unité paysagique (savane, champs, sols nus ...) et les taux d'érosion correspondants. L'érosion calculée de la sorte sur BV1 à Imiga est de l'ordre de 140 tonnes/km²/an et le rapport avec les transports mesurés en 1983 ou 1985 (Tableau 1) n'est plus que de 1 à 2. Mais, même dans ce cas, l'analogie éventuelle des valeurs peut être illusoire et ne signifie pas forcément qu'une charge solide dérive simplement de l'autre.

Malgré le caractère encore fragmentaire des mesures de transport ou d'ablation effectuées à Imiga, il nous a paru plus significatif de présenter des ordres de grandeur d'érosion évalués aux exutoires des deux bassins-versants emboîtés (tableau 3).

- 1) A l'échelle annuelle (29/03/82 au 29/07/83), le tonnage des matériaux enlevés par ravinement au débouché de BV2 (Fig. 1) est supérieur (950 tonnes) ou du moins du même ordre de grandeur que les tonnages en suspension estimés à l'aval (= 800 tonnes), à l'exutoire de BV1. Certes, ces deux grandeurs ne sont pas strictement comparables ; les pertes en terre dans les ravins sont en effet mobilisées en suspension mais aussi par charriage. Cependant, l'origine ponctuelle d'une fraction importante des matériaux ne semble pas contestable, d'autant que le bassin résiduaire fournit lui-même peu de charge (absence de dissection, large bas-fond où sont piégées les fines).
- 2) A l'échelle d'une même crue et pour des débits liquides comparables (2,72 m³/s en S1 ; 2,19 m³/s en S2), les débits solides instantanés passent de 3,58 kg/s en amont (S2) à 1,61 kg/s à l'aval (S1) le 15/09/83. Le 13/08/85, les concentrations moyennes varient entre 0,8 et 1,5 g/l à l'aval contre 1,5 g/l à l'amont. Les prélèvements faits en tête de ravine, au débouché du bas-fond, et représentatifs de l'érosion diffuse sur versant, montrent au moins en fin d'hivernage que la charge solide y est plus faible qu'en S2.



Passerelle S₁
2.2 km à l'aval

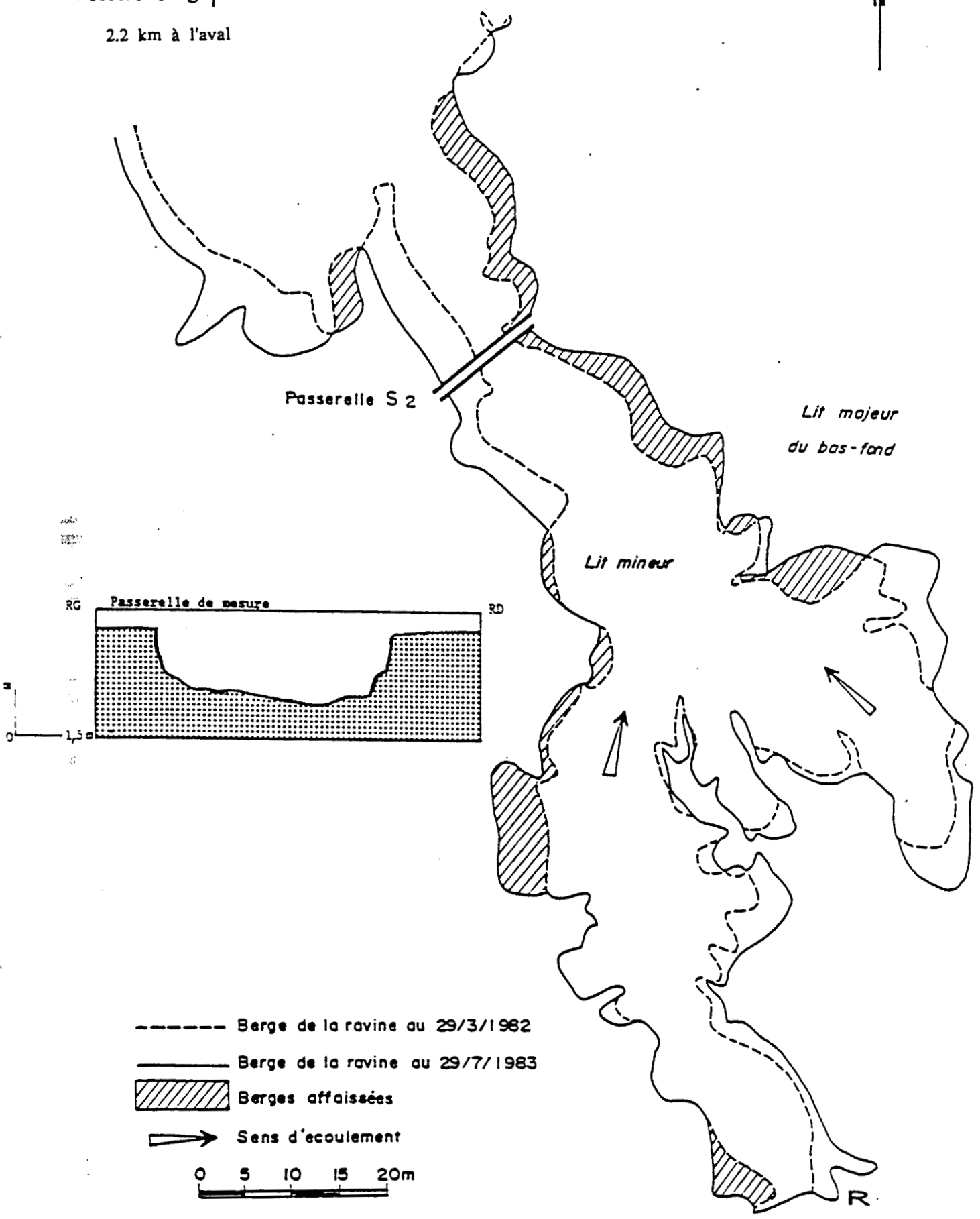


Fig. 1 : Dissection linéaire et recul de ravin : l'exemple du bas-fond d'Imiga à la hauteur de la station de jaugeages S₂

III - Les enseignements

Les mesures précédentes sont utiles dans une perspective appliquée.

1) Concernant les écoulements

- La diminution fréquente de l'hydraulicité d'amont vers l'aval signifie que l'implantation des petits barrages (qui servent davantage à l'alimentation en eau des hommes ou du bétail que des aménagements hydro-agricoles) doit se faire plutôt en tête de bassin-versant comme cela a déjà été proné par l'ORSTOM.
- Le dimensionnement des ces mêmes barrages doit être appréhendé, en tenant mieux compte que par le passé, du pourcentage des plaques de sols nus ainsi que de la fréquence des pluies maximales en début d'hivernage (avril, mai et juin) étudiées par ailleurs:

2) Concernant la sédimentation

- Les matériaux exportés hors du bassin peuvent constituer un danger de colmatage des retenues ou de péjoration agronomique éventuelle des bas-fonds. S'ils ont une provenance nettement délimitée, des travaux de correction de coût relativement modeste peuvent remédier à ce problème.
- Plus généralement, la discontinuité des transports suppose une accumulation locale, rarement décrite en pays de savane. Cette lacune peut être expliquée, nous semble-t-il, de différentes manières :
 - D'une part, il existe un "hiatus" (4) entre les nombreuses recherches sur parcelles, généralement petites et où l'on a pour seul objectif une mesure d'ablation et celles conduites par les hydrologues à l'aval de grands bassins-versants.
 - D'autre part, à l'inverse des incisions linéaires bien visibles ou d'une ablation aréolaire qui conduit bien souvent à la mise à jour d'un horizon repère, l'horizon induré, l'accumulation est difficilement perceptible. Pour notre part, nous l'avons observé en différents points du pays, sous différentes formes. Cette sédimentation est dans un cas mise en rapport avec une pluie de fréquence rare.

Quoi qu'il en soit de l'origine plus ou moins locale des matériaux exportés hors du bassin, il serait vain, dans le cadre d'une politique de conservations des sols, d'opposer aménagements de bas-fonds et de versants ou de privilégier les premiers. En effet, le développement des incisions dans les talwegs dépend toujours d'un cumul d'eau sur les versants (par exemple sur les plaques de sols nus) et d'autre part les interfluves demeurent en Afrique de l'ouest les terrains privilégiés du paysannat.

(4) Le mot est employé par M. PONTANIER (Bulletin n° 1 du Groupe transfert d'échelles et hétérogénéité. U.R.B. 12. ORSTOM Février 1986).

IMIGA				
- Coordonnées : 12°20'N - 00°41'W ; altitude : 290m				
- Dispositif : 2 stations de jaugeages S1 = exutoire de BV1 - S = 12km ² ; Kc = 1,4 ; lg = 3,5 m/km S2 = exutoire de BV2 - S = 5,3km ² ; Kc = 1,13 ; lg = 6,7 m/km emboîté dans BV1				
- Sols sur cuirasse ferrugineuse (cuirasse nue ou à dégradation de surface ou sols ferrugineux plus profonds) et sols sur cuirasse démantelée et matériaux d'altération (smectite).				
- Années (4) (Périodes d'observation)	1982 (1/7 au 30/9)	1983 (11/5 au 31/10)	1984 (8/5 au 31/10)	1985 (6/6 au 30/9)
Pluies. Hauteur (mm) à Imiga	300,4	668,6	472,1	559,2
à Zorgho (total annuel à 10 km)	636,3	672,1	559,1	516
RUSA index		283,1	176,5	*
Pluies (mm) de fréquence rare (f annuelle ou mensuelle en début d'hivernage)	-	76,5 (0,95 < f juin < 0,98)	-	43,2 (f = 0,7 en juin)
- Ecoulement				
KRAM %				
BV1	*	11,1	1,8	10,6
BV2	*	8,5	6,2	21,8
KRMAX %				
BV1	14,9	33,4	7,5	23,8
BV2	23,5	21,1	21,6	58,2
- Transports (t/km ²) en suspension				
BV1	*	85	7	72

* : Valeurs inconnues - : pas de pluie exceptionnelle.

Tableau 1 : Les deux bassins-versants d'Imiga (BV1 et BV2) et les caractéristiques d'écoulement entre 1982 et 1985.

BV2	Pluie moyenne-Thiessen (mm)	Volume écoulé (m ³)	Lame écoulée (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
17.06.85	28,9	?		
06.07.85	19,8	37 440	7,1	35,7
10.07.85	22,6	30 820	5,8	25,7
11.07.85	51,7	49 300*	9,3	18,0
20.07.85	29,5	30 930	5,8	19,8
26.07.85	14,5	10 350	2,0	13,5
29.07.85	41,7	48 530	9,2	22,0
02.08.85	53,5	86 400	16,3	30,5
04.08.85	44,3	107 460	20,3	45,8
13.08.85	48,5	149 580	28,2	58,2
17.08.85	18,0	50 830	9,6	53,3
22.08.85	14,5	12 770	2,4	16,6
26.08.85	29,4	?		
29.08.85	14,5	16 200	3,1	21,1
01.09.85	11,3	*		
03.09.85	15,7	33 480	6,3	40,1
12.09.85	26,4	?		
16.09.85	15,2	?		
Total : Pluies ruisselantes : 388,8mm Pluies du 1.6 au 30.9.85 : 576,5mm		664 090m ³	125,4mm	32,3% par rapport aux pluies ruisselantes 21,8% par rapport aux pluies totales
* Valeur incertaine ou inconnue (limnigramme peu lisible)				
? Pas de limnigramme.				

BV1	Pluie moyenne-Thiessen (mm)	Volume écoulé (m ³)	Lame écoulée (mm)	Coefficient d'écoulement (%)	Transport en suspension (kg)
06.06.85	9,4	N			
17.06.85	30,8	?			
10.07.85	23,9	14 540	1,2	5,0	12 100
11.07.85	49,1	123 120	10,2	20,8	165 450
20.07.85	32,5	56 450	4,7	14,4	77 250
27.07.85	17,7	30 530	2,5	14,3	29 850
29.07.85	33,3	62 460	5,2	15,6	78 000
02.08.85	57,2	144 000	11,9	20,9	200 300
04.08.85	30,9	88 560	7,4	23,8	110 200
13.08.85	49,2	136 440	11,3	23,0	187 900
17.08.85	16,3	15 600	1,3	7,9	6 000
26.08.85	26,8	9 360	0,8	2,9	N
29.08.85	10,6	N			
01.09.85	11,6	5 200	0,4	3,7	N
03.09.85	16,6	10 080	0,8	5,0	N
12.09.85	26,9	17 700	1,5	5,5	4 800
16.09.85	18,5	?			
Total : Pluies ruisselantes : 412,0mm Pluies du 1.6 au 30.9.85 : 559,2mm		714 040m ³	59,2mm	14,4% par rapport aux pluies ruisselantes 10,6% par rapport aux pluies totales	871 850 kg = 872 t.
N : écoulement ou transport négligeable					
? : pas de limnigramme					

Tableau 2 : Caractéristiques de l'écoulement aux exutoires (S1 et S2) des deux bassins-versants (BV1 et BV2) d'Imiga (Burkina Faso) en 1985.

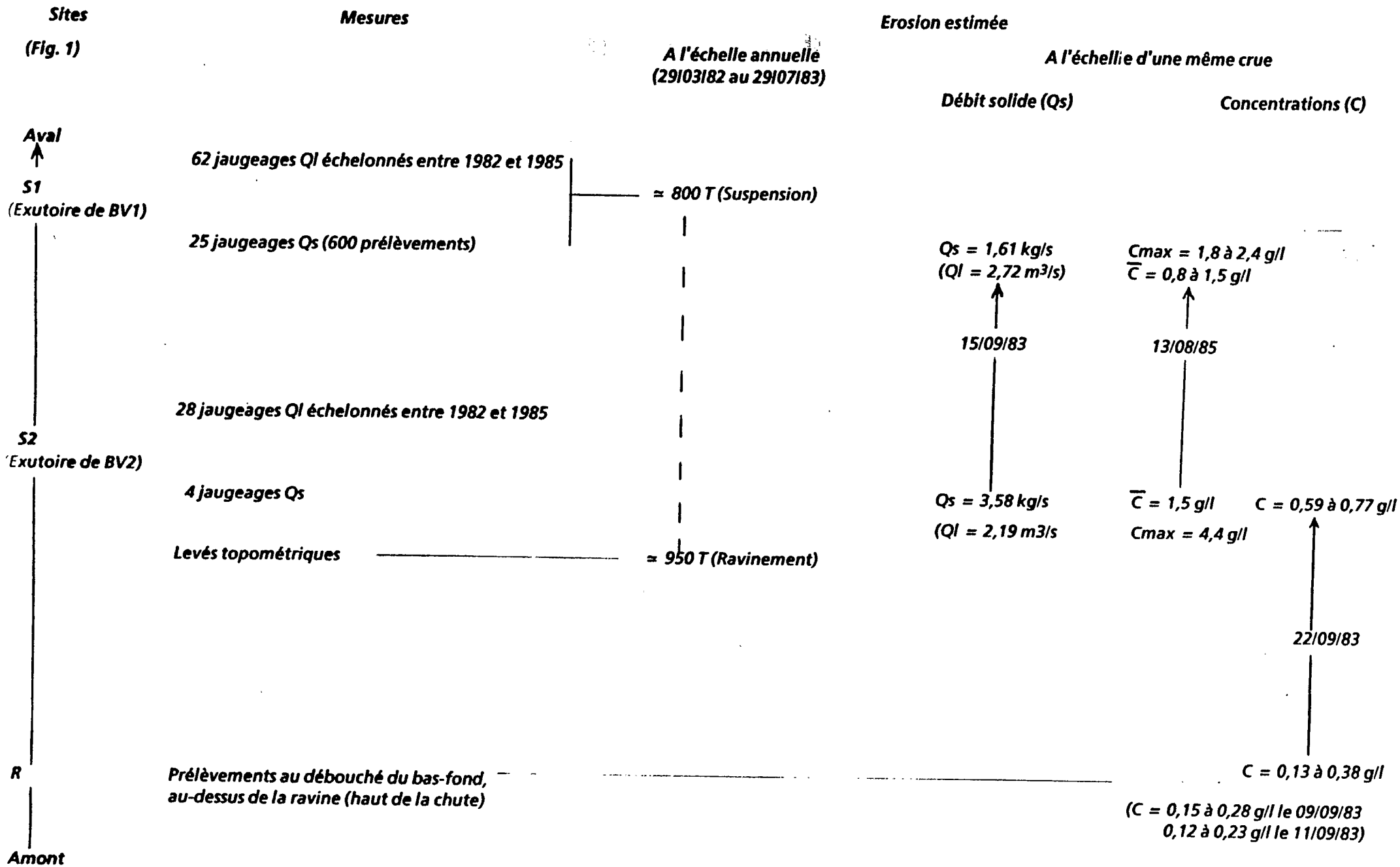


Tableau 3 : Les mesures de transport et d'ablation par ravinement en S1 et S2 (Imiqa).