

ÉROSION HYDRIQUE ET PERTES D'HUMUS ET D'ÉLÉMENTS BIOGÈNES DANS LES BASSINS VERSANT À DIFFÉRENTS ÉTATS DE LA COUVERTURE VÉGÉTALE

STANIMIR KOSTADINOV

Université de Belgrade, Faculté Forestière;
Kneza Višeslava 1; 11030 Belgrade, Yougoslavie

MILUN TOPALOVIC

Institut de la Foresterie et du Traitement du Bois
Kneza Višeslava 3; 11030 Belgrade, Yougoslavie

Résumé

L'érosion hydrique est un type d'érosion dominant dans la région montagnarde de la Serbie. Les conséquences de l'érosion hydrique sont la perte en sol, la perturbation du régime de ruissellement, l'apparition des inondations torrentielles, ainsi que le comblement des accumulations hydriques et des rivières d'alluvions fluviales, etc. Tous ces effets apparents sont dus à une action nuisible du processus de l'érosion hydrique.

Il existe aussi des effets nuisibles de l'érosion hydrique difficilement identifiables concernant, par exemple, les pertes en matières organiques (humus) et en éléments nutritifs (biogènes). Les éléments nutritifs et la matière organique entraînent des particules de sol des flancs en causant un double dégât: appauvrissement du sol, c'est-à-dire diminution de sa fertilité et aussi la contamination chimique des eaux dans les cours d'eau et les accumulations avec des éléments nuisibles.

L'intensité de l'érosion hydrique et de la perte en éléments biogènes dépend de nombreux facteurs. Cependant, la couverture végétale, c'est-à-dire la manière d'utilisation du sol dans le bassin versant joue un rôle très important.

Cet ouvrage présente des résultats obtenus pendant la période de dix ans des études de l'érosion, du débit solide et des pertes en éléments biogènes (humus, azote, phosphore, potassium, calcium et magnésium) dans trois petits bassins versant de la région montagnarde de la Serbie occidentale. Excepté leur différent degré de boisement, ces bassins versant réception ont mêmes ou de semblables caractéristiques naturelles. Dans le bassin versant Djurinovac potok la surface couverte de forêt de bonne densité est de 39,5%, dans celui de Dubošnički potok, de 48% et dans celui de Lonjinski potok le boisement est de 70% de la surface totale du bassin versant.

Mots clés: érosion hydrique, pertes en éléments biogènes, couverture végétale, débit solide.

1. INTRODUCTION

L'érosion hydrique est un processus très complexe d'entraînement de particules du sol des pentes ou du lit des cours d'eau, et de transport des matériaux entraînés du haut vers le bas du bassin versant. Ces particules entraînées des pentes et du lit de la rivière forment des matières solides. À côté des particules minérales, les matières organiques (humus) et les éléments biogènes se trouvant dans le sol sont lessivés des pentes du bassin versant et transportés plus loin par le réseau hydrographique. La perte de matières organiques et d'éléments biogènes des pentes entraîne la diminution de fertilité du sol, ce qui nécessite des investissements complémentaires pour son amélioration. Le comblement des cours d'eau de matériaux solides

menace, de sa côté, des accumulations et fait élever le fond du cours d'eau. Excepté des effets nuisibles dûs à la perte de sol et au comblement des cours d'eau de matériaux solides, on confronte aussi à la pollution des eaux des cours d'eau et des accumulations. Ces effets nuisibles résultent non seulement des pertes de matières naturelles du sol lessivées par l'érosion hydrique, mais aussi des engrais et des pesticides utilisés pour la production végétale.

D'après les données de l'Association américaine des aqueducs, le ruissellement de surfaces agricoles et l'apparition des matières nutritives dans les cours d'eau sont une des causes principales de la pollution des eaux par l'azote et les phosphates (Gudzon, 1974). On peut donc parler de grande importance de ce problème, si l'on sait que la perte annuelle d'azote, de phosphore et de potassium en Amérique est d'environ 50 millions de tonnes (Zaslavskij, 1987). Le même auteur présente les pertes d'éléments biogènes exprimées en kg par tonne de matières en suspension étant de 3 kg d'azote, 1,7 kg de phosphore et de plus de 20 kg de potassium.

On sait bien que le débit solide dépend de deux facteurs fondamentaux: production érosive des matières solides dans le bassin de réception (de l'intensité des processus érosifs) et de la capacité de transport des cours d'eau dépendant des conditions hydrologiques et hydrauliques qui règnent dans le lit. L'évolution des processus érosifs dans le bassin versant est conditionnée par un grand nombre de facteurs parmi lesquels la végétation forestière a la plus grande action sur la diminution des processus érosifs. C'est pourquoi cet article traite les résultats des recherches de l'érosion hydrique, du transport solide (dû à l'érosion) et des pertes de matières organiques et d'éléments biogènes dans trois petits bassins versant expérimentaux dans la Serbie occidentale.

Les bassins versant sont caractérisés par de semblables conditions naturelles, l'état de la couverture végétale étant une seule différence entre eux.

2. MÉTHODES DE TRAVAIL

Les éléments nutritifs étant lessivés des pentes du bassin versant ensemble avec de petites particules de sol qui forment des matières en suspension, les méthodes de travail utilisés pendant ces recherches ont compris:

- étude des caractéristiques naturelles des bassins versant et analyse des facteurs physico-géographiques de la genèse des matières solides,
- mesure du débit liquide,
- mesure du débit de matières en suspension, et du débit de charriage
- analyses chimiques des matières en suspension.

Les caractéristiques naturelles des bassins versant ont été étudiées sur la base des données de littérature (climat, géologie, sol) et de la reconnaissance directe du terrain (végétation et processus d'érosion).

L'analyse des facteurs physico-géographiques de la genèse des matières solides a été faite d'après Gavrilovich (1972). Les précipitations ont été mesurées par le pluviomètre. On a fait la mesure du débit liquide et du débit solide (matières en suspension et charriage) sur les profils hydrométriques bien équipés et aménagés en appliquant la méthode qui correspond aux cours d'eau torrentiels (Kostadinov, 1984). On a prélevé un échantillon de la quantité annuelle de matières solides pour pouvoir déterminer l'humus d'après Tjurin et l'azote total d'après la méthode macro Kjeldahl. Après la combustion, on a procédé à l'analyse de la solution dont le

calcium et la magnésium ont été déterminés par l'analyse complexométrique et le phosphore, par l'analyse colorimétrique et le potassium, par photométrie à flamme.

3. RÉSULTATS DES RECHERCHES

3.1. Caractéristiques physico-géographiques des bassins versant expérimentaux

Pour les bassins versant expérimentaux, on a choisi les cours d'eau torrentiels types dans les régions montagnardes de la Serbie: Dubošnički potok, Lonjinski potok et Djurinovac potok. Tous les trois bassins versant, très proches l'un de l'autre, sont les affluents droits de la rivière Drina (figure 1). Les paramètres fondamentaux de ces bassins de réception sont donnés dans le tableau 1.

Tableau 1. Périmètres des bassins versant

PARAMÈTRES	INDICE	DUBOŠNIČKI POTOK	LONJINSKI POTOK	DJURINOVAC POTOK
Superficie du bassin versant	F-km ²	1.2464	0.7656	0.5440
Périmètre du bassin versant	O-km	5.25	3.60	3.55
Longueur du bassin versant	L _{gl} -km	2.48	1.40	1.40
Densité du drainage	G-km km ²	3.26	2.38	4.04
Base locale d'érosion	B _e -m	490.50	295.20	246.80
Altitude moyenne du bassin versant	N _{sr} -m	487.90	363.90	299.70
Pente moyenne du bassin versant	J _{sr} %	47.24	38.87	43.59
Pente moyenne dultit	J _t %	18.37	18.94	12.63
Coefficient d'érosion (Gavrilovich)	Z	0.56	0.34	0.49

Tous les trois bassins versant sont caractérisés par le même fond géologique (schiste sableux) et par le même type de sol -sol brun acide sur le schiste.

La couverture végétale, c'est-à-dire la manière d'utilisation du sol dans les bassins versant sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2. Mode d'emploi du sol dans le bassin versant

CULTURE	DUBOŠNIČKI POTOK		LONJSKI POTOK		DJURINOVAC POTOK	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Pâturage	0.0224	1.80	0.0140	1.83	-	-
Prairie	0.1768	14.18	0.0700	9.14	0.0764	14.04
Terres labourables	0.0256	2.05	0.0300	3.92	0.0136	2.50
Fermes	0.0304	2.44	0.0120	1.57	0.0570	10.48
Vergers	0.0784	6.29	0.0230	3.00	0.0168	3.10
Maquis et farêts dégradées	0.2848	22.86	0.0780	10.19	0.1456	26.76
Farêts de bonne qualité	0.6048	48.52	0.5386	70.35	0.2149	39.50
Sol dénudé	0.0232	1.86	-	-	0.0197	3.62
Total	1.2464	100	0.7656	100	0.5440	100

Du pont de vue de la protection du sol contre l'érosion (contre le "bombardement" des gouttes de pluie), on entend par une bonne densité, celle qui est au-dessus de 0,7. Pour le bassin versant Lonjinski potok, la forêt de bonne densité couvre 70,35% , pour le bassin versant Dubošnički potok, 48,52% et pour celui de Djurinovac potok, 39,5%. Le haut degré de boisement de Lonjinski potok est la conséquence, d'un côté, de la végétation naturelle de cette région - forêts de chênes hongrois et de chênes cerris, forêts de chênes sessiliflores et de hêtres, et de l'autre côté, des forêts artificielles - cultures de robiniers, de pins noirs et d'épicéas. Toutes ces culutres assurent une bonne protection du sol contre l'érosion, en couvrant ainsi tous les terrains nus qu'il y en avait jusqu' à 1972 dans le bassin versant de ce ruisseau. Les processus érosifs de différente intensité sont directement liés au taux de boisement des bassins versant. La répartition et l'importance des processus érosifs (sur la base de la carte de l'érosion faite suivant la méthode de Gavrilovich , 1972) sont données dans le tableau 3.

Tableau 3. Distribution de processus d'érosion dans les bassins versant

CATÉGORIE	Z	DUBOSNICKI P.		LONJINSKI P.		DJURINOVAC P.	
		km ²	%	km ²	%	km ²	%
Érosion excessive	1.25	0.0862	6.92	0	0	0.0480	8.80
Érosion intense	0.85	0.2296	18.42	0.0428	5.60	0.0250	4.60
Érosion moyenne	0.55	0.5040	40.44	0.1922	25.10	0.2040	37.50
Érosion faible	0.30	0.3698	29.66	0.3202	41.82	0.2190	40.30
Érosion très faible	0.10	0.0568	4.56	0.2104	27.48	0.0480	8.80
Total		1.2464	100	0.7656	100	0.5440	100
Coefficient moyen de l'érosion		Z=0.56		Z=0.34		Z=0.49	

Les processus érosifs de plus grande importance apparaissent dans le bassin versant Dubošnički potok (coefficient de l'érosion Z=0,56), puis dans celui de Djurinovac potok (Z=0,49), et le processus érosif de plus petite importance apparaît dans le bassin versant Lonjinski potok (Z=0,34). Dans tous les bassins versant apparaît l'érosion hydrique comme une forme dominante de l'érosion.

3.2. Le débit liquide et le débit solide

Dans le tableau 4 sont données les valeurs annuelles des précipitations, du ruissellement spécifique et du débit solide spécifique entre 1980 et 1988.

Les symboles du tableau signifient:

- ♦ H - somme annuelle des précipitations en mm
- ♦ M_Q - ruissellement annuel spécifique en $Ls^{-1}km^{-2}$
- ♦ M_R - débit annuel spécifique des matières en suspension en m^3km^{-2}
- ♦ M_G - débit solide total annuel, spécifique (matières en suspension et charriées) en m^3km^{-2}
- ♦ n - nombre de jours d'une année du dessèchement du cours d'eau.

Les plus grandes précipitations moyennes annuelles et le plus grand ruissellement annuel spécifique ont été enregistrés dans le bassin versant Lonjinski potok, et ceux de plus faible intensité, dans la région de Dubošnički potok. Le bassin versant Lonjinski potok était toujours plein d'eau pendant les recherches (sauf cinq jours au mois de juillet 1983 et 1985), tandis que le bassin versant Dubošnički potok était sec pendant la période de haute température (en moyenne 111 jours), et celui de Djurinovac potok, en moyenne 196 jours par an, ce qui explique le mieux le régime de ruissellement de ces bassins de réception.

Tableau 4. Caractéristiques annuelles de précipitations, du débit liquide et du débit solide

BASSIN VERSANT	ANNÉE	H	M_Q	M_R	M_G	n
		mm	$L s^{-1} km^{-2}$	$m^3 km^{-2}$	$m^3 km^{-2}$	
DUBOŠNIČKI POTOK	1980	1020.30	13.74	57.91	283.01	24
	1981	984.50	10.45	81.55	112.46	98
	1982	794.80	5.90	76.46	111.32	7
	1983	687.30	1.75	28.26	42.95	137
	1984	705.50	12.80	254.22	306.67	49
	1985	509.50	4.14	44.33	300.98	104
	1986	722.60	4.47	32.67	66.43	191
	1987	873.00	4.99	316.01	780.56	205
	1988	602.10	2.15	3.31	3.31	185
Valeur moyenne		766.60	6.71	99.41	223.08	111.10
LONJINSKI POTOK	1980	1054.70	12.44	16.03	16.03	0
	1981	1011.20	10.16	38.01	38.01	0
	1982	779.60	7.78	48.16	48.16	0
	1983	768.00	5.64	40.26	40.26	5
	1984	906.10	14.58	64.31	64.31	0
	1985	591.30	8.63	13.46	13.46	5
	1986	612.20	3.76	3.01	3.01	0
	1987	995.50	11.73	119.84	119.84	0
	1988	737.10	8.26	90.98	90.98	0
Valeur moyenne		828.40	9.22	48.23	48.23	1.10
DJURINOVAC POTOK	1981	1011.20	12.19	44.27	155.25	91
	1982	779.60	9.14	101.47	178.29	185
	1983	734.10	5.84	10.78	10.78	232
	1984	906.10	10.42	24.64	43.47	206
	1985	591.30	4.51	11.87	34.18	197
	1986	703.00	5.03	30.85	94.38	228
	1987	674.60	4.83	129.44	392.70	220
	1988	889.10	14.82	152.38	447.84	208
Valeur moyenne		786.10	8.35	63.21	169.61	195.90

En partant de ces données, on peut conclure que les ruissellements dans les bassins versant Dubošnički potok et Djurinovac potok se sont manifestés en général sous forme de crues après les pluies, tandis que le ruissellement de Lonjinski potok avait plutôt un régime équilibré sans grandes pointes de crue.

Le plus grand débit de matières en suspension et débit solide total ont été enregistrés dans le bassin versant Dubošnički potok, et le plus petit débit de matières en suspension et le débit solide total, dans le bassin versant Lonjinski potok. Il faut dire qu'on n'a enregistré dans le bassin versant Lonjinski potok que le débit de matières en suspension. Le débit solide total annuel, moyen, spécifique du bassin versant Lonjinski potok est de 4,62 fois plus faible que celui du bassin versant Dubošnički potok et aussi de 3,52 fois plus faible que celui de Djurinovac potok.

Puisque les pertes de matières organiques et d'éléments biogènes dues à l'érosion hydrique dans le bassin versant résultent en général du transport des matières en suspension du bassin versant, le tableau 5 donne le débit annuel de matières en suspension dans tous les trois bassins versant entre 1984 et 1988, période pendant laquelle on a effectué les recherches de pertes de ces éléments.

Tableau 5. Débit de matériaux suspendus pendant la période de 1984 à 1988

ANNÉE	DUBOŠNICKI POTOK		LONJINSKI POTOK		DJURINOVAC POTOK	
	t·km ⁻²	Total t	t·km ⁻²	Total t	t·km ⁻²	Total t
1984	279.64	348.54	70.74	56.16	27.10	14.74
1985	48.76	60.77	14.81	11.34	13.06	7.10
1986	35.94	44.80	3.31	2.53	33.94	18.46
1987	347.61	433.26	131.82	100.92	142.38	74.45
1988	3.64	4.54	100.08	76.62	167.62	91.88
Valeur moyenne	143.12		64.15		76.82	

Le débit de matières en suspension dans ce tableau est exprimé en t km² (valeurs spécifiques par an et valeurs totales annuelles en t). On a enregistré le plus petit débit moyen annuel de matières en suspension pendant cette période dans le bassin versant Lonjinski potok, et le plus grand débit, dans celui de Dubošnički potok.

3.3 Pertes d'éléments nutritifs

Les pertes annuelles de matières organiques et d'éléments biogènes des bassins versant sont étroitement liées à l'intensité de l'érosion, c'est-à-dire à la production et au débit solide. L'importance de ces pertes d'un même bassin versant dépend des propriétés - d'une somme totale des précipitations et de la somme pendant la période du débit solide, puis de la répartition et de l'intensité des précipitations. Le plus grand débit solide, c'est-à-dire les plus grandes pertes d'humus et d'éléments biogènes ont été enregistrées dans les bassins versant Lonjinski potok et Dubošnički potok en 1987, an connu par une grande somme des précipitations. Pour le bassin versant Djurinovac potok, le plus grand débit solide et les pertes de matières nutritives, on les a enregistrés en 1988, puis en 1987. Pour le bassin versant Djurinovac potok (1984), il est nécessaire de souligner que le débit solide et de petites pertes d'humus et d'éléments biogènes sont disproportionnels à une grande somme totale des précipitations. Ce phénomène est la conséquence de la répartition et de la quantité de sédiments déposés au cours de l'année qui n'ont pas entraîné un débit plus important de matières en suspension (tableaux de 4 à 8).

En partant de différentes manières d'utilisation du sol, on a constaté de grandes différences entre les pertes d'humus et d'éléments biogènes entre les bassins versant analysés qui sont caractérisés par un taux différent de boisement et par une densité différente de végétation forestière.

Tableau 6. Pertes annuelles d'humus et d'éléments biogènes

Bassin versant	Année	Perte en kg					
		Humus	N	P	K	Ca	Mg
DUBOŠNIČKI POTOK	1986	1406.41	71.66	26.87	89.58	465.82	313.53
	1987	29418.35	2166.30	389.93	1213.13	9618.37	4852.51
	1988	949.31	50.85	10.44	14.07	46.31	44.49
LONJINSKI POTOK	1984	4000.42	254.55	32.50	211.22	422.45	211.22
	1985	1096.58	61.24	6.80	45.36	90.72	87.32
	1986	234.19	13.46	2.29	12.45	35.56	22.10
	1987	6125.54	343.11	60.55	363.29	605.49	514.66
	1988	3685.05	206.84	38.31	275.80	582.25	390.72
DJURINOVAC POTOK	1984	1057.58	78.18	8.85	67.85	126.85	119.48
	1985	856.97	3.76	-	-	-	-
	1986	1718.63	77.53	14.77	101.53	221.52	121.84
	1987	7288.99	333.08	54.22	472.51	1022.47	867.55
	1988	7790.67	367.49	-	-	-	-

Si l'on fait la comparaison entre le bassin versant Lonjinski potok et celui de Dubošnički potok, connus par leurs processus érosifs allant des plus faibles aux plus fortes, on peut constater qu'en 1987, année de plus grand débit de matières en suspension, les pertes annuelles de Dubošnički potok sont plus grandes pour: l'humus 3 fois, l'azote et le phosphore 4 fois, le potassium 23 fois, la calcium 10 fois et le magnésium 6 fois (tableau 7). Cela confirme le rôle protecteur de la végétation forestière dans des bassin versant et son action sur l'intensité de ces pertes.

Tableau 7. Valeurs spécifiques des pertes annuelles d'humus et d'éléments biogènes

Bassin versant	Année	Perte en kg·ha ⁻¹					
		Humus	N	P	K	Ca	Mg
DUBOŠNIČKI POTOK	1986	11.28	0.57	0.22	0.72	3.74	2.52
	1987	236.03	17.38	3.13	9.73	77.17	38.93
	1988	7.62	0.41	0.08	0.11	0.37	0.36
LONJINSKI POTOK	1984	52.25	3.32	0.42	2.76	5.52	2.76
	1985	14.32	0.80	0.09	0.59	1.18	1.14
	1986	3.06	0.18	0.03	0.16	0.46	0.29
	1987	80.01	4.48	0.79	4.74	7.91	6.72
	1988	48.13	2.70	0.50	3.60	7.60	5.10
DJURINOVAC POTOK	1984	19.44	1.44	1.63	1.25	2.33	2.20
	1985	15.75	0.07	-	-	-	-
	1986	31.59	1.42	0.27	1.87	4.07	2.24
	1987	133.99	6.12	1.00	8.68	18.80	15.95
	1988	143.21	6.75	-	-	-	-

Les données présentées dans les tableaux de 6 à 8 indiquent l'importance de ces pertes d'humus et d'éléments biogènes, surtout l'importance des pertes d'humus. Puisqu'il s'agit en général des bassins versant d'un taux élevé de boisement, les pertes d'humus (ayant un rôle particulier de protection contre le transport du sol) traduisent dans de nombreux cas le caractère des processus d'érosion. Les plus grandes pertes d'humus par tonne de matières en suspension dans tous les trois bassins versant ont été enregistrées pendant la période de plus petites sommes des précipitations (tableau 8).

Tableau 8. Pertes annuelles d'humus et d'éléments biogènes par tonne de matériaux suspendus

Bassin versant	Année	Perte en kg·t ⁻¹					
		Humus	N	P	K	Ca	Mg
DUBOŠNIČKI POTOK	1986	31.40	1.60	0.60	2.00	10.40	7.00
	1987	68.90	5.00	0.90	2.80	22.20	11.20
	1988	209.31	11.20	2.30	3.10	10.20	9.80
LONJINSKI POTOK	1984	73.86	4.69	0.59	3.90	7.80	3.90
	1985	96.69	5.40	0.61	3.98	7.97	7.70
	1986	92.45	5.44	0.91	4.83	13.90	8.76
	1987	60.70	3.40	0.60	3.60	6.00	5.10
	1988	48.10	2.70	0.50	3.60	7.60	5.10
DJURINOVAC POTOK	1984	71.73	5.31	6.01	4.61	8.60	8.12
	1985	120.60	0.54	-	-	-	-
	1986	93.08	4.18	0.80	5.51	11.99	6.60
	1987	94.11	4.30	0.70	6.10	13.20	11.20
	1988	84.79	4.00	-	-	-	-

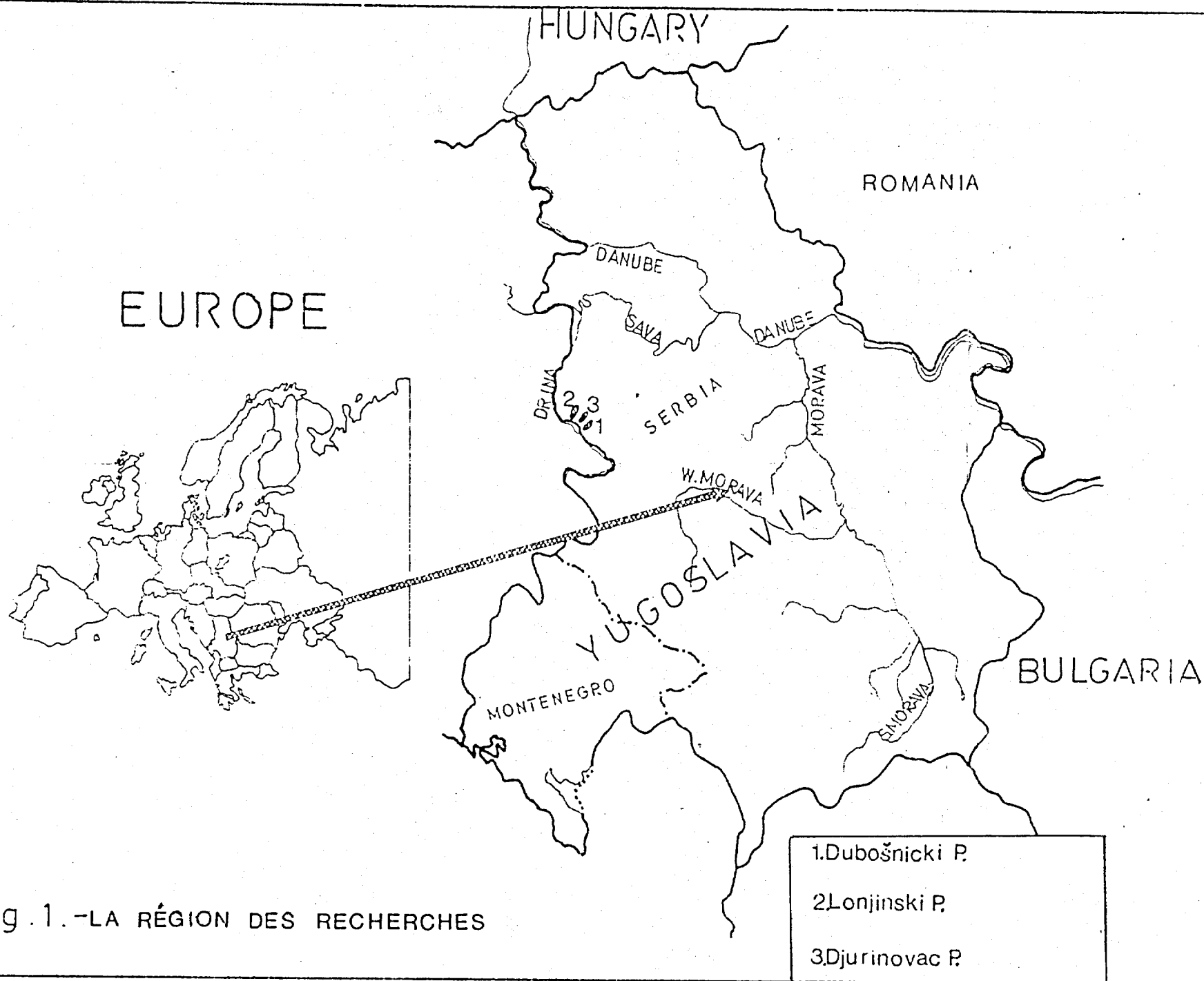
Dans ces cas, les matières solides se forment particulièrement d'une partie d'horizon d'humus du sol brun acide. Pendant les années de plus grande somme des précipitations il y a la diminution des pertes d'humus, ce qui montre que la structure des matières solides dépend non seulement de l'érosion en nappe, mais aussi du processus de l'érosion linéaire.

4. CONCLUSION

Les recherches effectuées dans trois petits bassins versant expérimentaux dans la Serbie occidentale ont montré qu'on devait attendre, de temps en autre, des pertes très élevées d'humus et d'éléments biogènes provoquées par l'érosion hydrique. On perd, de cette manière, 80 kg d'humus, 4,5 kg d'azote, 0,79 kg de phosphore, 4,74 kg de potassium, 7,91 kg de calcium et 6,72 kg de magnésium par hectare du bassin versant aux plus faibles processus d'érosion en année avec le plus grand débit de matières en suspension pendant la période des recherches. Les pertes sont beaucoup plus élevées dans le bassin versant aux processus érosifs les plus intensifs. En les évaluant par hectare, ces pertes sont de 236 kg d'humus, de 17,38 kg d'azote, de 3,13 kg de phosphore, de 9,73 kg de potassium, de 77,17 kg de calcium et de 38,93 kg de magnésium. Les recherches effectuées ont montré qu'une meilleure protection contre les pertes quantitatives et qualitatives de sol était assurée par la végétation forestière de densité correspondante, dont on doit tenir compte lors de l'aménagement du terrain dans des semblables conditions naturelles, pour éviter les dégâts matériels et écologiques qui pourraient être provoqués par ces pertes.

5. RÉFÉRENCES

1. Gavrilović, S., (1972): Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji. Specijalno izdanje časopisa "Izgradnja", Beograd
2. Gudzon, N., (1974): Ohrana počvi i borba s erozijem; "Kolos", Moskva
3. Kostadinov, S., (1984): Vodna erozija i mogućnost merenja pronosa nanosa u bujičnim tokovima, "Zemljište i biljka" Vol. 33, No 2, str. 129-137, Beograd
4. Kostadinov, S., (1985): Istraživanje pronosa nanosa u bujičnim tokovima zapadne i jugoistočne Srbije. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd
5. Kostadinov, S., Stanojević, G., Topalović, M., (1992): Gubici organske materije i hranljivih elemenata usled vodne erozije, Glasnik Šumarkog fakulteta br.74, str. 645-654, Beograd
6. Zaslavskij, M. N., (1987): Erozijskovedenie, osnovi protiverozionavo zemledelija. "Visšaja škola", Moskva



EUROPE

HUNGARY

ROMANIA

DANUBE

SAVA

DANUBE

DRINA

SERBIA

MORAVA

W. MORAVA

YUGOSLAVIA

MONTENEGRO

BULGARIA

S. MORAVA

1. Dubošnicki P.

2. Lonjinski P.

3. Djurinovac P.

Fig. 1. - LA RÉGION DES RECHERCHES