

Problèmes de l'érosion du terrain par des ravins

Maria Rădoane

Il faut préciser tout d'abord que nous sommes intéressés par le problème des ravins depuis 15 ans, avec référence, en particulier, au Plateau de la Moldavie et l'aire des montagnes du flysch. Des résultats partiels ont été publiés dans plusieurs articles (Rădoane, 1988; Ichim et autres, 1990; Rădoane, Rădoane, 1992; Rădoane et autres, 1995, 1999) et une synthèse sur nos recherches. C'est pourquoi, dans cette étape, nous pouvons avancer quelques observations générales sur ce sujet.

Fig. 1. La carte de la Roumanie



L'érosion en ravins représente un des plus spectaculaires processus de dégradation des terrains. La présence et le développement des formations d'érosion en profondeur posent de graves problèmes à l'économie d'une région. Par leur grand taux d'expansion, les ravins affectent de grandes étendues de terrain agricole, mais ils fonctionnent aussi comme d'importants fournisseurs d'alluvions pour des rivières et des lacs d'accumulation. Le degré d'érosion en ravins dans un bassin hydrographique est souvent quantifié en pourcentage de la surface totale ou en densité sur km^2 .

Les processus de ravinement ont été étudiés de plusieurs points de vue (de la hydraulique, de l'ingénierie agricole et forestière, de l'hydrologie et de la géomorphologie) mais, malgré la quantité importante d'informations qu'on a accumulés, surtout les dernières 20-30 années, de nombreux problèmes géomorphologiques restent insuffisamment compris. Les tentatives de définir les ravins et leur typologie reflètent une grande diversité d'opinions.

Nous considérons que la géomorphologie doit explorer cette catégorie de micro-relief à l'aide des plus récentes méthodes et concepts. Ainsi, il est nécessaire la réalisation d'un ouvrage de type monographique sur un phénomène quasi-présent dans le milieu physico-géographique en poursuivant les objectifs suivants:

- la définition des ravins et les critères de classification en tant qu'instruments d'identification sur le terrain;
- le développement de la base conceptuelle et de la méthodologie d'investigation des ravins;
- l'analyse de certains facteurs régionaux dans la distribution des ravins;
- l'investigation, par des études de cas, de la géomorpho-métrie des ravins;
- les modèles de prognose de l'évolution des ravins;
- les étapes d'évolution des ravins.

La plupart des résultats présentés dans cet ouvrage s'appuient sur les recherches de terrains que nous avons faites pendant de longues campagnes d'inventaire des formations d'érosion en profondeur dans l'aire du Plateau de la Moldavie, des montagnes de flysch, de choix des zones-échantillons où nous avons réalisé des recherches détaillées (des levés topométriques à cause de l'absence des matériels cartographiques à échelle raisonnable pour l'étude des micro-formes de relief, des cartographies géomorphologiques, des piquetages de profils, des prélèvements d'échantillons de dépôts dans le périmètre du ravin, etc.); toutes ces actions se sont développées dans la période de temps 1986-2000.

Relieful Moldovei dintre Siret și Prut este afectat de o eroziune puternică și foarte puternică pe mai mult de 50% din suprafață (Bechet, Neagu, 1975) al cărei efect se resimte imediat în diminuarea suprafețelor agricole.

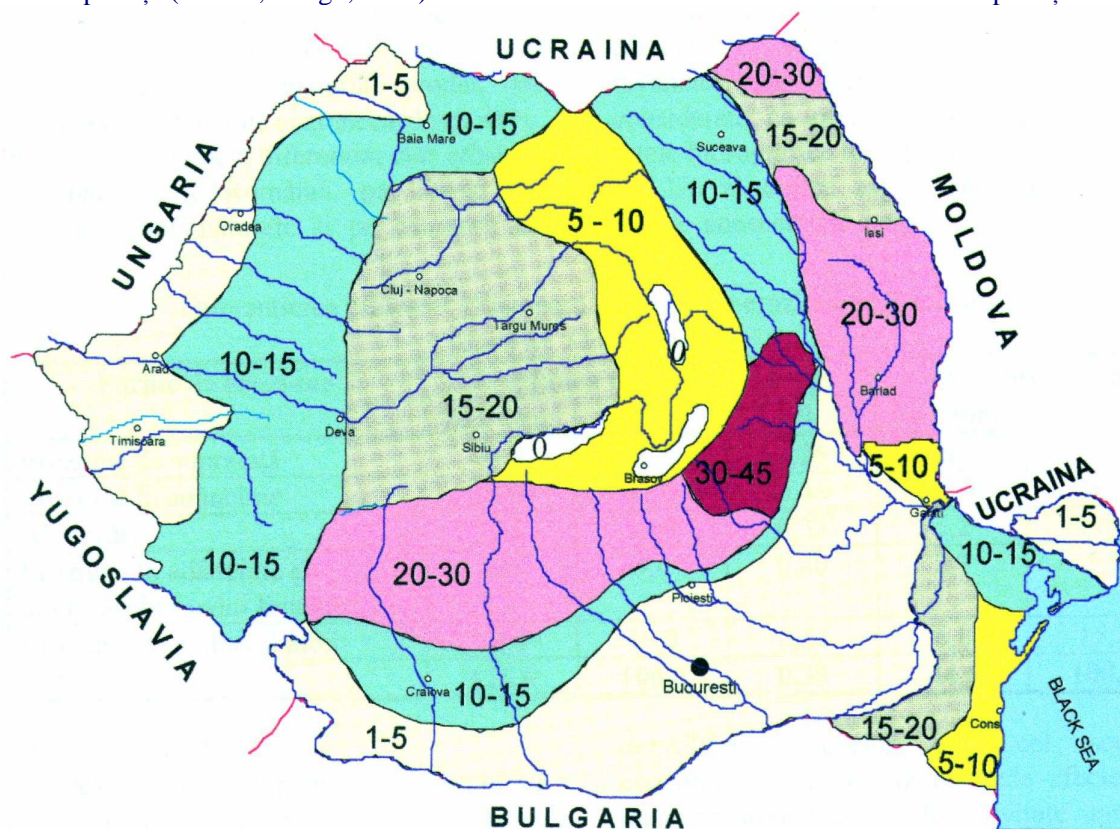


Fig. 2. Les zones de l'érosion totale sur le terrain agricole – t/ha/anne (Moțoc, 1983).

Evaluările globale realizate la nivelul teritoriului României de către Moțoc și colaboratorii săi (1983, 1984) s-au concretizat într-o hartă de zonare a eroziunii totale pe terenuri agricole, inclusiv diferențierea ei pe județe și contribuția folosințelor și formelor de eroziune la formarea eroziunii totale (fig. 2). *Eroziune totală* înseamnă suma volumului eroziunii în suprafață, a volumului eroziunii în adâncime și aportul de material provenit din alunecări de teren, iar *efluența aluvionară* este produsul dintre eroziunea totală și coeficientul de efluență. La nivelul teritoriului României, eroziunea în suprafață contribuie cu 54% la cantitatea totală de material erodat, iar eroziunea în adâncime și alunecările cu 46%. Din punct de vedere al eroziunii totale, aria Podișului Moldovei, mai precis teritoriul cuprins între râurile Siret și Prut, se încadrează la un nivel ridicat, de 20-30 t/ha/an (sau 2000-3000 t/ km²/an).

En ce qui concerne la **terminologie**, les ravins sont des formes d'érosion en profondeurs, sectionnées en roches friables, formés d'un canal aux berges hautes et seuils de thalweg, avec une section transversale qui dépasse 1000cm², avec un seuil d'origine, caractérisés par un écoulement liquide éphémère et qui ne sont pas écartés par des travaux agricoles habituels.

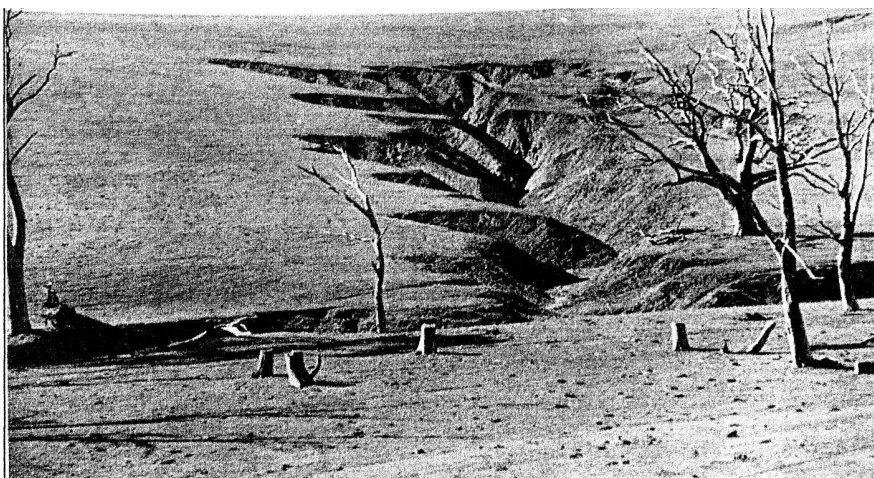


Foto 1. Le ravin formé dans les dépôts sableux et le terrains défrichés en Australie de sud (Twindale, 1996).

Le passage en revue des plus citées **classifications** nous a permis de mettre l'accent sur celles qui nous aident à comprendre l'extension, la diversité et la genèse du phénomène. De ce point de vue, la classification d'après la forme du profil longitudinal a acquis une large circulation dans la littérature de spécialité, car la distinction entre les ravins discontinus et continus confère un plus de poids à la terminologie: les deux termes englobent des significations d'ordre dimensionnel (d'habitude les ravins continus sont plus grands que les ravins discontinus) et même des significations génétiques, de localisation dans l'espace; mais le plus important aspect est, peut être, celui du stage d'évolution, les ravins discontinus étant plus anciens que ceux continus.

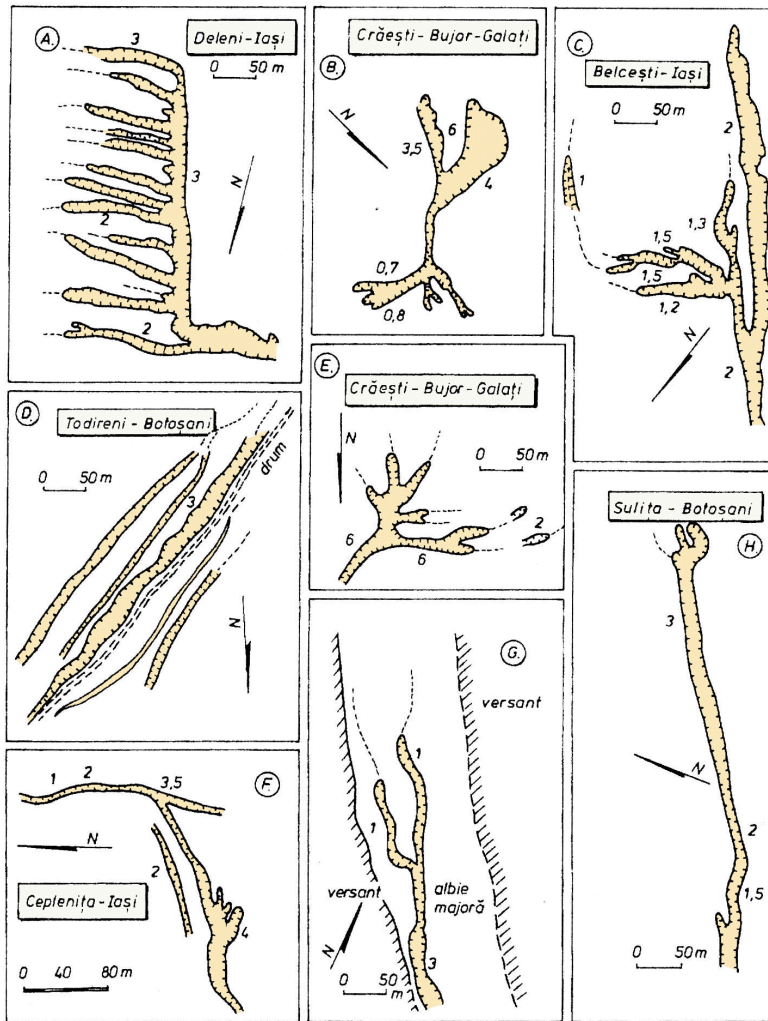


Fig. 2. Les configurations en plan aux quelques ravins de Plateau de la Moldavie.

Le **fondement théorique** pour l'analyse des processus physiques qui sont à l'origine des ravins et contribuent ensuite à leur développement (évolution) peut se retrouver dans quelques concepts que la géomorphologie utilise depuis longtemps, à savoir: le concept de seuil, le concept de croissance alométrique, la loi du développement exponentiel.

Afin d'ordonner les opinions et les connaissances accumulées sur la **causalité du phénomène des ravins**, on a fait appel à la possibilité offerte par Stocking (1981) et argumentée par Wordstrom (1988), de division des facteurs qui influencent l'érosion en ravins et à laquelle on se rallie, en la considérant la solution la plus appropriée pour aborder la causalité des ravins. Ainsi, ces facteurs ou

variables sont divisés en:

- variables intrinsèques, qui existent dans le système géomorphologique (par exemple: le climat, le relief, la roche, la végétation)
- variables extrinsèques (par exemple: le surpavage, le déboisement, les pratiques agricoles, les chemins en pente) qui sont étrangères au système géomorphologique, mais qui peuvent produire des changements dans l'action des variables du système géomorphologique.

Les relations entre l'érosion accélérée des ravins et la manière de combiner les variables intrinsèques/extrinsèques ne sont pas complètement comprises. Un modèle hypothétique, qui essaie de mettre ensemble et d'établir une relation entre les possibles facteurs d'érosion en ravins est présenté dans la figure 3. Le terme de susceptibilité de certains terrains à l'initiation d'une érosion en ravins nous aide à comprendre que l'initiation des ravins est un processus qui peut être elucidé, à condition qu'il soit fait pour chaque cas à part. La susceptibilité prend en considération la somme des facteurs situés aux niveaux supérieurs de la classification Nordstrom (1988) et, respectivement, les éléments qui caractérisent l'interface roche-écoulement de l'eau.

Les ravins sont des formes de relief qui apparaissent dans les plus variées conditions physico-géographiques de la Terre. Il y a cependant des zones climatiques où l'on peut observer que le ravinement est fréquent sur des pentes relativement réduites, dans des climats arides et sous-humides,

avec une végétation rare et impact anthropique accentué. La sensibilité des terrains au ravinement est maximum dans ces régions, bien que leur présence caractérise de nombreuses régions humides aussi.

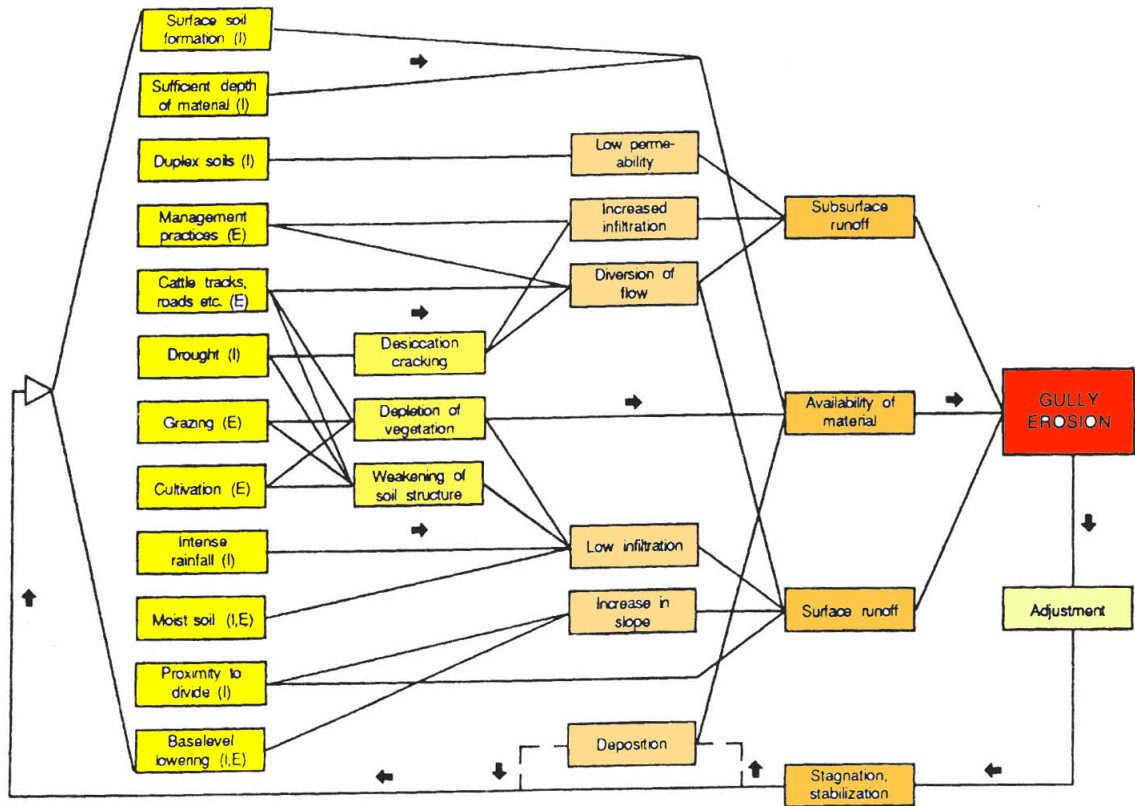


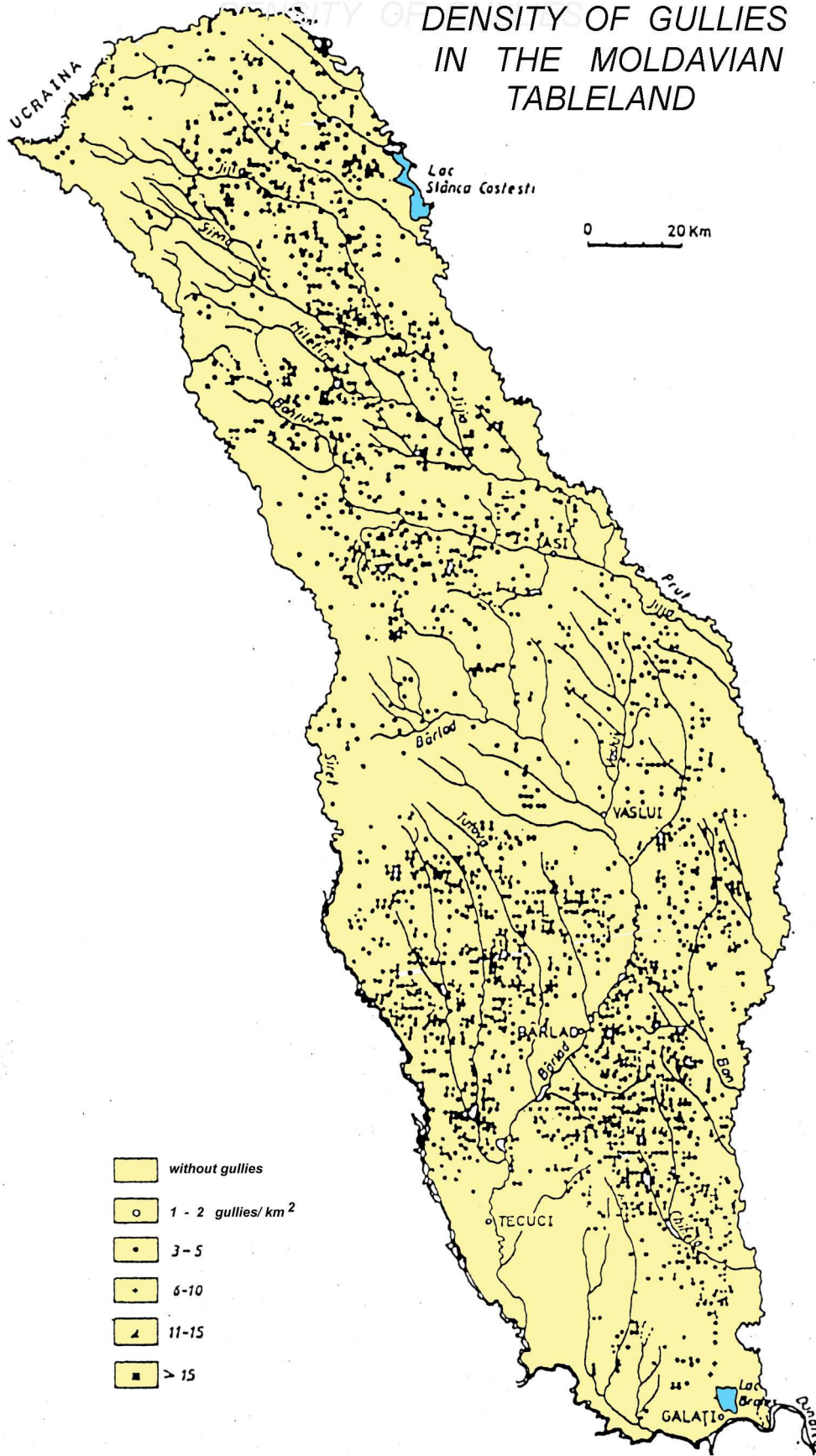
Fig. 3. L'esquisse du cycle de l'érosion par les ravins (Nordstrom, 1988).

Une étude géomorphologique spécifique a été appliquée aux ravins du Plateau de la Moldavie, à partir de la prémise que les paramètres morphométriques d'une forme de relief ont le pouvoir de diagnose. Les résultats de cette étude sont ordonnés dans les sections suivantes: I) sur le développement allométrique des ravins; ii) l'effet de la composition granulométrique des dépôts des ravins; iii) les processus géomorphologiques du système du ravin; iv) la forme du profil longitudinal; v) le problème des sommets de ravin.



Le ravin Gurguiata (la demie nordique de la Plateau Moldavie). Le ravin Bazanu (la demie sudique de la Plateau Moldavie).

DENSITY OF GULLIES IN THE MOLDAVIAN TABLELAND



Les principales conclusions obtenues sont les suivantes:

un ravin représente un système morphologique qui peut être décrit par un groupe de variables. Une partie importante de ces variables sont de nature morphométrique, fait qui nous a aidé à construire un modèle de "géométrie hydraulique" pour les ravins. La variable morphométrique à rôle indépendant dans le contrôle de la variation des autres dimensions du ravins a été considérée la distance du sommet à la bouche du ravin (DVF). Le choix a été motivé par le fait que la région d'origine des ravins se modifie très rapidement et détermine la modification de tous les paramètres de la géométrie d'en aval. La construction d'un modèle allométrique pour le développement des ravins se réalise pour la première fois dans notre littérature et il peut être très utile pour le choix des mesures les plus fiables de contrôle de la dégradation du terrain.

Un autre groupe important de variables qui contrôlent le développement des ravins est celui **des types de dépôts** dans lesquels les ravins se sont approfondis. Les ravins répondent différemment à l'action des agents modificateurs, en fonction de la composition granulométrique des dépôts dans lesquels ils se développent. Une première observation, démontrée à l'aide de la diagramme ternaire de la figure 5. est le rôle discriminatoire du type litologique dans la distinction des groupes de ravins-tests: 1. Argilo-siltique qui caractérise les ravins de la moitié nord du territoire investigué (Sulița, Gurguiata, Coada Gâștii) et qui se superpose aux ravins d'âge Sarmatien inférieur et moyen.

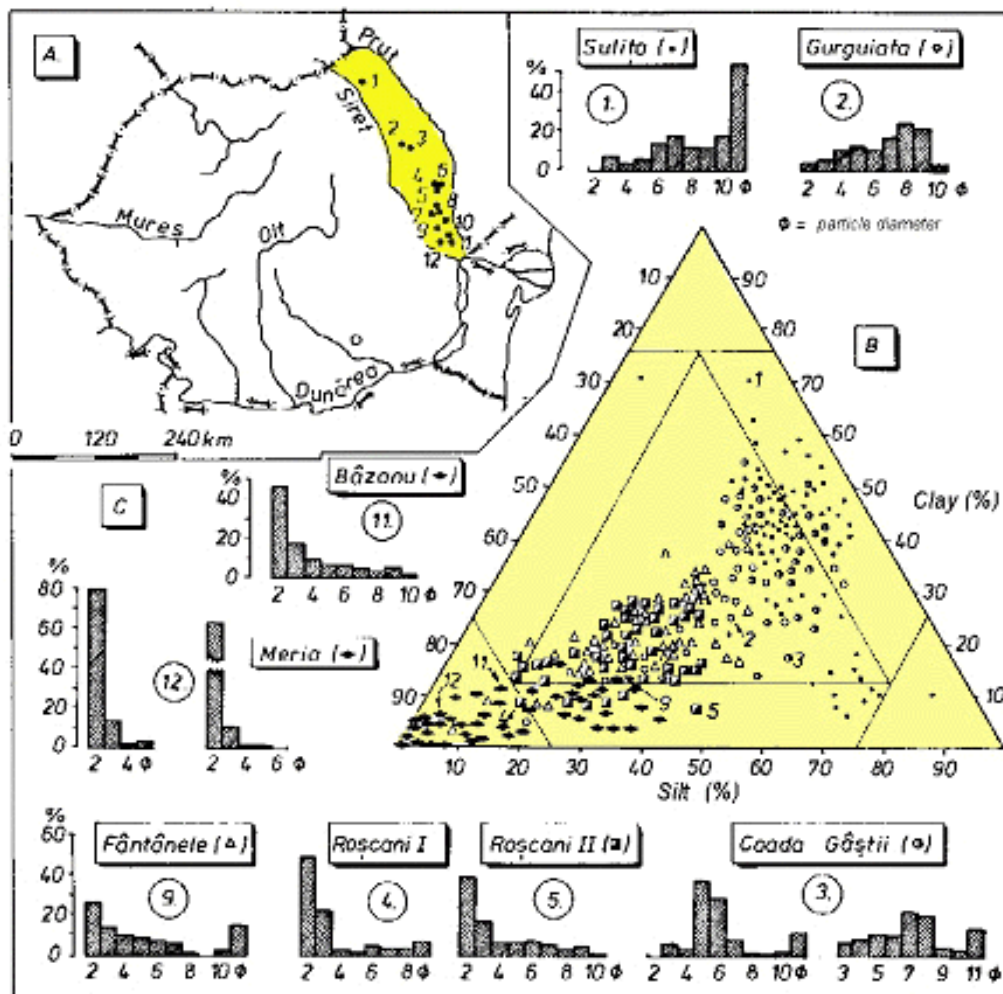


Fig. 5. La distribution granulométrique des dépôts des ravins.

L'analyse factorielle a relevé, de manière tout à fait spéciale, le rôle du paramètre M qui englobe les caractéristiques de la géométrie transversale du ravin et celles de la composition granulométrique. La variation du paramètre M dans le périmètre de la section transversale a montré que la moyenne pondérée du pourcentage de silt-argile du périmètre du ravin. La variation du paramètre M dans le périmètre de la section transversale a montré que la moyenne pondérée du pourcentage de silt-argile contrôle la forme de la section, mais en sens inverse au cas des lits de rivière. Une valeur réduite du paramètre M caractérise, d'habitude, des ravins profonds et étroits, aux murs verticaux. Lorsque le sous-strat est formé d'un pourcentage élevé de silt-argile, les ravins ont la tendance d'être larges et peu profonds. Par conséquent, le paramètre M a été choisi comme critère de classification des ravins, étant donné que sa formule comprend, simultanément, plusieurs variables indépendantes. C'est une de nos contributions originales dans la littérature de spécialité (fig. 6).

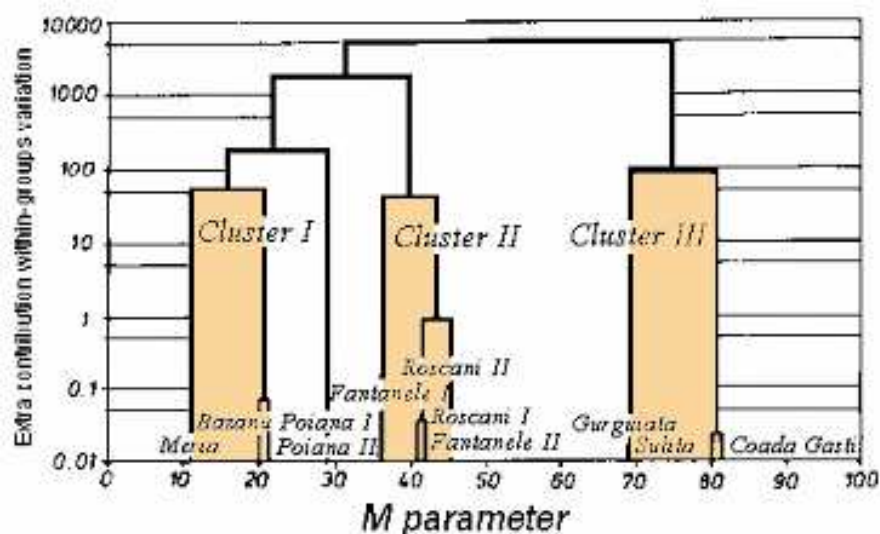
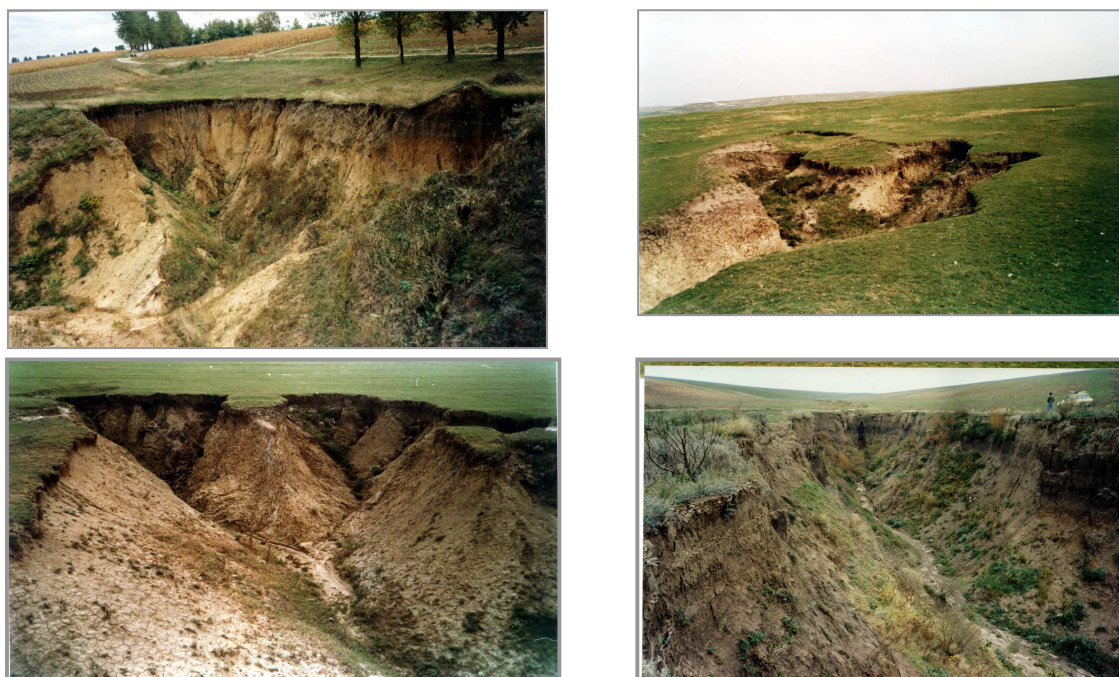


Fig. 6. Dendrogramme des groupes avec douze ravins, conforme aux paramètre M.



La partie la plus dynamique des ravins, le sommet, l'apex ou le "headcut".

Les **processus géomorphologiques dominants** au niveau d'un ravin sont de deux types: des processus de rivage (éboulements, glissements, écoulements, mais aussi des ruissellement en filets, des "bandlands"); des processus de transport longitudinal. La zone de sommet du ravin est la zone la plus dynamique dans l'aire d'un ravin. Les recherches expérimentales ont montré que cette instabilité est due à la concentration de l'eau vers le sommet du ravin, à l'infiltration et à la formation du seepage au contact entre deux entités structurales (le plus souvent, entre des horizons différents du sol). Le rivage cèdera dans la zone de formation du seepage. En ce qui concerne le transport longitudinal ou le "nettoyage" du ravin des matériels écroulés, il se produit sous l'action de la force tractive de l'écoulement dans les limites du canal.

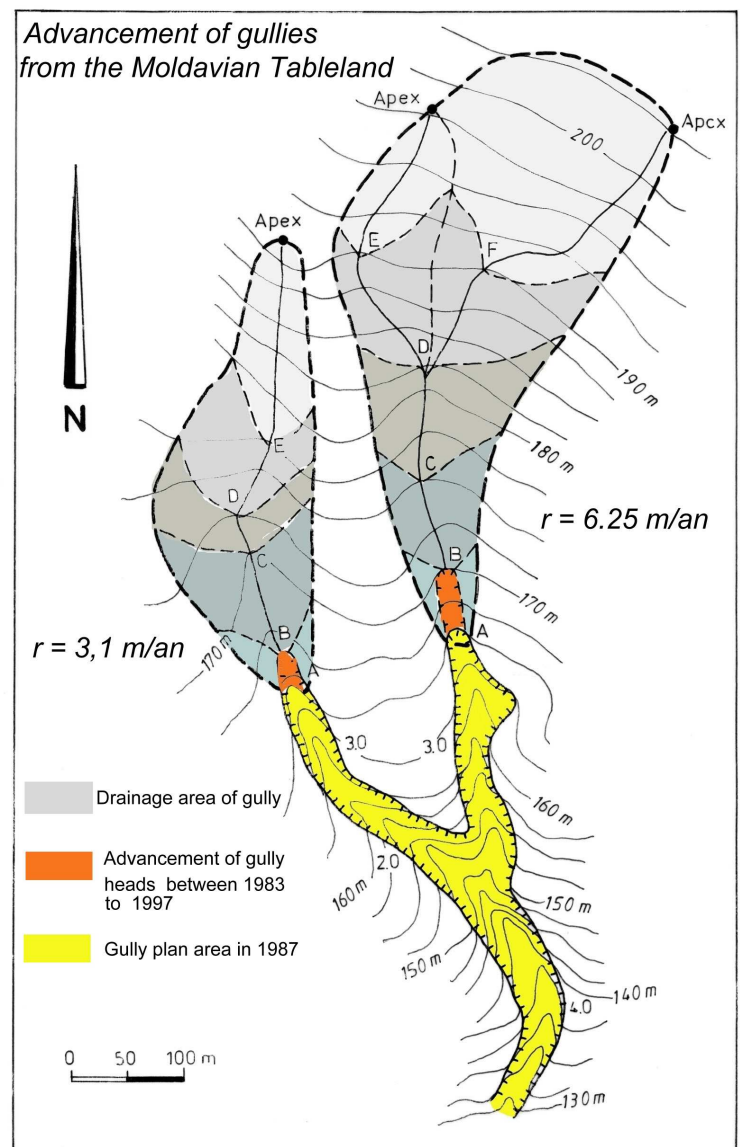


L'attention accordée à la partie la plus dynamique des ravins, le sommet, l'apex ou le "headcut" n'a pas réussi à élucider de manière précise la nature de l'extension et de la bifurcation des ravins. Les difficultés sont apparues au moment où l'on a essayé de simuler l'évolution des ravins à l'aide des modèles mathématiques. En ce qui nous concerne, nous avons essayé une systématisation des différents types de sommets de ravins, d'où l'on a pu déduire des informations sur le trajet d'avancement des ravins.

Fig. 7. L'évolution d'un ravin.

L'approche du problème des ravins a été faite, en principal, à partir du concept de modèle, le moyen le plus simple et le plus direct de compréhension des

Le rapport entre les processus de rivage et ceux de transport longitudinal varie entre 0,1 et 10, mais en proportion de plus de 50% entre 1 et 10. Sur l'ensemble, les processus de rivage contribuent à l'érosion en ravins en proportion de 1-5 fois par rapport aux processus de creusement.



complexes relations de nature non-linéaire des systèmes appartenant au monde réel. C'est pourquoi nous avons considéré que nous devons accorder une section importante du chapitre aux types de modèles d'évolution des ravins, sur lesquels nous avons réalisé une évaluation historique. Nous avons pris en compte aussi la complexité des types de modèles, à savoir les modèles conceptuels, qualitatifs et ceux mathématiques, quantitatifs; par conséquent, toutes les informations que nous avons recueillies dans la littérature de spécialité ont été organisées sur ce critère de classification des modèles.

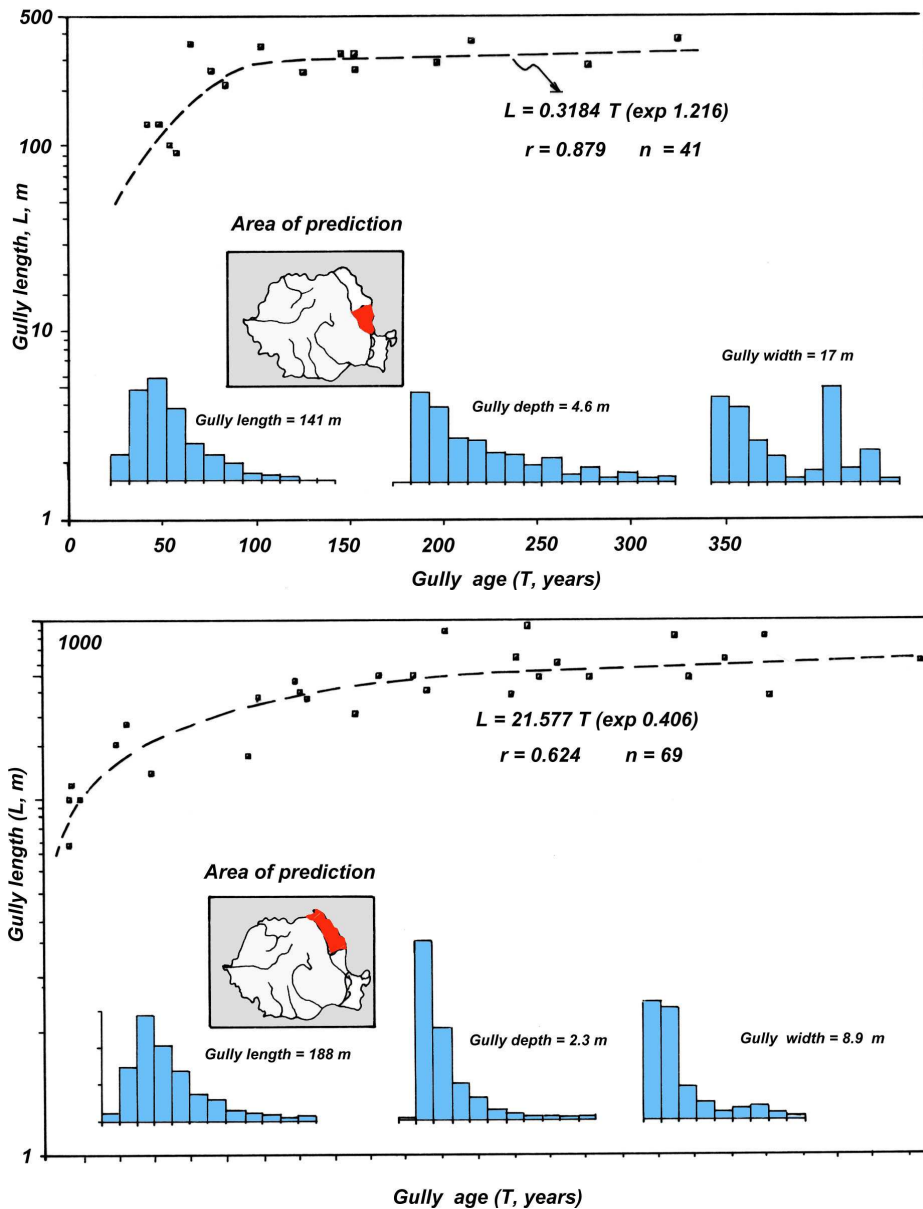


Fig. 8. le modèle pour l'avancement des ravins dans le Plateau de la Moldavie.

En ce qui concerne l'évolution des ravins dans le Plateau de la Moldavie, on a appliqué plusieurs types de modèles statistiques à savoir celui de la regression multiple pas à pas (Radoane et autres, 1997) ou des séries dynamiques (Ionita, 1998), fait qui nous a permis de comparer les résultats. Les données utilisés pour la construction du modèle proviennent de 38 ravins de la zone du Plateau de la Moldavie, monitorisés pendant 14 ans. Parmi ceux-ci, 22 se trouvent sur des roches majoritairement marneuses et

argileuses, et 16 sur des roches sableuses. Le taux d'avancement des sommets de ravin est fortement dépendant de la composition granulométrique des dépôts dans lesquels les ravins se sont creusés. Par exemple, pour des ravins de la même longueur ($L=50\text{m}$) et la même surface de drainage en amont du sommet ($A=1\text{ha}$), le taux d'avancement est, en moyenne, de plus de $1,5\text{m/an}$ pour les ravins approfondis/creusés dans des roches marno-argileuses. Ainsi, dans notre modèle empirique, le facteur de contrôle le plus important de l'avancement des ravins est la composition lithologique, suivi par la surface du bassin de drainage en amont du sommet du ravin (remplacant la dimension du débit en liquide).

Le modèle a été utilisé pour calculer le temps d'avancement des ravins dans le Plateau de la Moldavie. Les résultats montrent un taux accéléré de l'avancement des ravins dans les premiers 50-80 ans depuis l'initiation et une réduction, et même un arrêt de l'avancement après que la longueur d'équilibre est atteinte. La longueur d'équilibre varie entre 350-400m pour les ravins creusés dans des roches marno-argileuses et elle est atteinte dans 150 ans environ, et 200-250m dans le cas des roches sableuses, longueur qui peut se réaliser dans 80 ans.