

# L'ÉVALUATION DU RISQUE GÉOMORPHOLOGIQUE DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE SUHA MICĂ (DROIT AFFLUENT DE LA RIVIÈRE MOLDOVA)

Francisca Anca CHIRILOAEI, Nicolae RĂDOANE

**Mots-clés:** Suha Mică, risque géomorphologique, paramètres géographiques, processus actuels, clarières, glissements de terrain, érosion.

**Cuvinte cheie:** Suha Mică, risc geomorfologic, parametri geografici, procese actuale, defrișări, alunecări de teren, eroziune.

## RESUMÉ:

---

La cartographie des aires qui présentent un risque géomorphologique est devenue une nécessité sociale. Dans le domaine de la recherche des processus concernant le versant et le canal (le lit de la rivière) des éléments indicateurs ont été signalés, et qui peuvent conduire à faire l'inventaire des facteurs de risque locaux. Parmi les nombreuses possibilités de combinaison des facteurs géomorphologiques qui déterminent la susceptibilité au risque d'un territoire, on a considéré comme étant édifiants pour la zone d'étude les suivants : géologie, pente, l'exposition des versants, l'utilisation des terrains.

La carte à risque montre le niveau de l'exposition des certaines aires à un grand danger et implique une évaluation quantitative stricte. Un niveau élevé de prédisposition au risque d'un territoire s'identifie en plan physique par une susceptibilité accrue aux processus géomorphologiques actuels spécifiques.

Sur la base de plusieurs éléments cartographiques on a réalisé la carte de l'expansion des aires avec les processus géomorphologiques actuels dominants, et puis, sur la base des paramètres géographiques mentionnés antérieurement (ci-dessus), on a réalisé la carte du risque géomorphologique pour le bassin hydrographique Suha Mică.

Notre étude est originale parce que, par la cartographie géomorphologique détaillée qui a été réalisée avant la carte à risque, on a eu la possibilité de vérifier sur le terrain quel facteur est plus important pour l'exposition au risque des différentes unités des aires dans la zone étudiée. Par rapport aux autres réalisations de ce type, où la lithologie a un pourcentage maximum, dans notre cas, le facteur déterminant est la pente du versant. Ce fait a mené à une réalisation cartographique plus véridique, fait qu'on a pu voir lors de la vérification de la carte à risque géomorphologique, sur la base de la carte de l'extension des aires affectés par les processus géomorphologiques actuels dominants.

---

## 1. Introduction

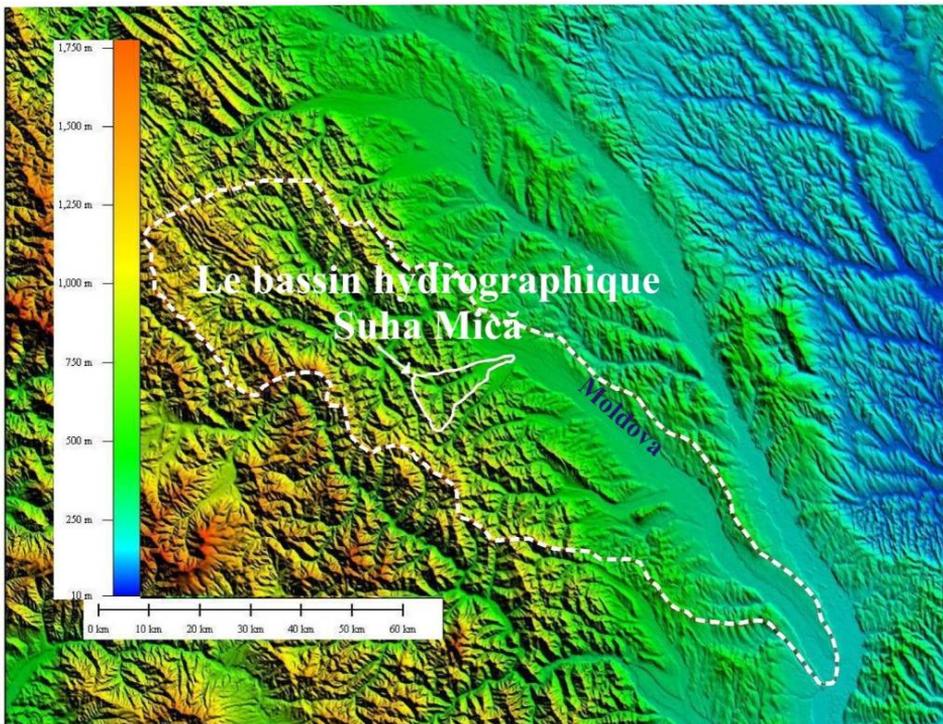
Le risque géomorphologique est une expression des processus gravitationnels actuels qui touchent tant les zones habitées que les éléments de l'environnement. Par rapport à la notion de risque naturel, celle de risque géomorphologique a une couverture plus restreinte, car elle montre exclusivement

ces phénomènes qui produisent des modifications du relief (Posea, Cioaca, 2003). Ces phénomènes sont provoqués par des facteurs géologiques, climatiques, hydrologiques, auxquels se rajoute dernièrement, et de plus en plus évident, les facteurs socio-économiques.

La cartographie des aires du risque géomorphologique est devenue une nécessité sociale. De cette cartographie s'occupent spécialement les géomorphologues qui évaluent les relations d'interdépendance entre différents facteurs de l'environnement qui participent au déclenchement des processus. De plus, ils maîtrisent des méthodes d'élaboration des matériaux cartographiques capables de dessiner d'une manière suggestive les aires possibles où elles peuvent se produire et, ainsi, être accessibles facilement aux non-spécialistes.

Les cartes à risque sont absolument nécessaires pour prévenir et réduire les désastres, mais aussi pour élaborer une stratégie d'un développement durable.

Le bassin de la rivière Suha Mica fait partie du système géographique fluvial Moldova (étant affluent de droite, fig.1.) et il a une superficie de 119,6 km<sup>2</sup>. Il prend ses sources dans les Montagnes Stânișoara. Dans le secteur supérieur, les pentes > 30° dominent, et puis dans la zone de confluence avec la rivière Moldova peut être, en générale, en dessous de 3°. L'altitude moyenne du relief est de 750 m. Les plus grandes valeurs de la densité de la fragmentation horizontale du relief dépassent 5km/km<sup>2</sup> à l'ouest du bassin, qui, géologiquement, se superpose sur la zone de flysch.



**Fig.1** Localisation du bassin hydrographique Suha Mică dans le cadre du bassin Moldova.

## 2. Les bases des données et les méthodes de travail.

Les méthodes de travail qu'on emploie pour élaborer cette étude représente une combinaison, qu'on espère réussie, entre les méthodes classiques et les méthodes modernes. Les recherches sur le terrain ont été les plus importantes, puis la cartographie géomorphologique, ainsi que l'étape dans le laboratoire où on travaillait et analysait les données, on réalisait les cartes thématiques (le carte géologique, la carte de l'exposition des versants, la carte des pentes, la carte de l'utilisation des terrains, la carte de la propagation des processus géomorphologiques dominants). Comme première démarche on a utilisé la réalisation d'un MNT avec l'aide des techniques GIS, en employant la plateforme Arc.GIS 9.2 d'où on a dérivé ultérieurement d'autres cartes d'une importance majeure pour réaliser la carte à risque géomorphologique.

Plusieurs chercheurs (Stevenson, 1977; Keinholtz, 1978; Schreiber, 1980; Calgani et al., 1982; Grecu, 2002; Bălteanu et al., 2008), ont appliqué la méthode de délimiter les aires selon des coefficients numériques des facteurs de risque. La méthode prévoit la caractérisation numérique de l'inventaire des facteurs de risque, appelés les coefficients d'instabilité. Dans leur opinion (dans leur vision), la valeur des coefficients donnée à la pente, à la lithologie, à la structure et à l'utilisation des terrains qui se trouvent sur la superficie des versants affectés par différents processus géomorphologiques, elle équivaut à l'évaluation des facteurs d'instabilité.

La réalisation de la carte à risque des processus géomorphologiques actuels pour le bassin hydrographique Suha Mică a eu comme démarche principale une méthode sommative. Ainsi, dans une première étape, les facteurs qui peuvent favoriser le déclenchement des phénomènes de risque ont été déterminés (la pente, la lithologie, l'exposition des versants, l'utilisation des terrains) et on a réalisé des cartes spécifiques pour chaque facteur pris en calcul. Dans la deuxième étape on a codé les informations obtenues antérieurement sur les cartes, c'est-à-dire que les données primaires (de base) ont été classifiées à nouveau dans des catégories spécifiques, auxquelles un score de susceptibilité au risque a été rajouté. Ensuite, les couches de l'information classifiée à nouveau ont été assemblées sur une carte de synthèse, selon les éléments pris en calcul\*<sup>1</sup>.

Le problème le plus difficile a été le choix d'une formule d'addition qui puisse surprendre, la plus proche de la réalité, la proportion de chaque facteur et son niveau de susceptibilité aux phénomènes de risque de la superficie du bassin hydrographique. Il était préférable d'accorder plus de pourcentages à la pente (60%, car on trouve qu'elle a le rôle principale pour contrôler les processus des versants) et moins de pourcentages pour les autres facteurs : la lithologie (20%), l'exposition des versants (15%), l'utilisation des terrains (15%).

---

<sup>1</sup> \* **Cristea I.** (2006), „*Harta fenomenelor geografice de risc si hazard de pe teritoriul comunei Hangu*”, judetul Neamt (manuscrit).

$$R = P * 0.6 + L * 0.2 + E * 0.15 + U * 0.15$$

R=risque P=pourcentage pentes, L=pourcentage lithologie, E=pourcentage exposition, U=pourcentage utilisation des terrains

### 3. Les paramètres géographiques utilisés pour obtenir les cartes à risque

Parmi les nombreuses possibilités de combinaison entre les facteurs géographiques qui déterminent la susceptibilité au risque d'un territoire, on a considéré les suivants étant édifians pour la zone d'étude:

**La pente du terrain** (fig.2a) représente l'élément géomorphologique extrêmement important dans le développement des processus géomorphologiques des versants qui ont des inclinaisons accentuées. Là, où la pente dépasse 20°, les versants sont érodés intensément pendant les pluies torrentielles, tandis que les versants où les pentes ont entre 6°-17° sont, en générale, affectés par les glissements des terrains (Ichim, 1979). Par conséquent, on a considéré que la pente représente un des paramètres qui doit être suivi de près lorsqu'il a une quantification du risque d'un territoire aux processus gravitationnels.

En analysant la carte des pentes (fig.2a), on observe que les plus grandes valeurs des pentes (>30°) sont spécifiques pour les versants du sud et de l'ouest et représentent 1,5% de l'aire étudiée. Les versants aux pentes situées entre 20°-30° ont un pourcentage de 18,5% et occupent la partie supérieure des versants. Les plus représentatifs et plus spacieux (49,1%) sont les ensembles des pentes avec les valeurs situées entre 10°-20°, qui occupent surtout la partie du milieu des versants. Les pentes situées entre 3°-10° sont spécifiques aux surfaces colluviaux et de glacis; elles détiennent un pourcentage de 19%. Les pentes les plus petites, <3°, sont spécifiques aux champs alluviales et à la partie terminale du bassin hydrographique, leur pourcentage étant de 11,9% du bassin hydrographique Suha Mică.

**La constitution lithologique** (fig.2b) est responsable du type et de la grosseur des dépôts d'altération, des caractéristiques physico-chimiques (squelettiques, granuleuses, argileuses, acides, basiques) qui, à leur tour, déterminent les types et les caractéristiques des sols. En même temps, la grosseur et les propriétés des dépôts altérés peuvent influencer le degré de percolation des eaux d'infiltration ou, selon le cas, à l'endroit où le contenu argileux est grand, ils périlclitent (ils déclinent) la stabilité des versants et produisent toute une série de processus géomorphologiques comme : des mouvements en masse (glissements et flux boueux, subsidences, des roulements, compactages, des érosions hydriques, à la surface et en profondeur, tout cela avec des conséquences négatives concernant la dégradation des écosystèmes forestiers et des pâturages.

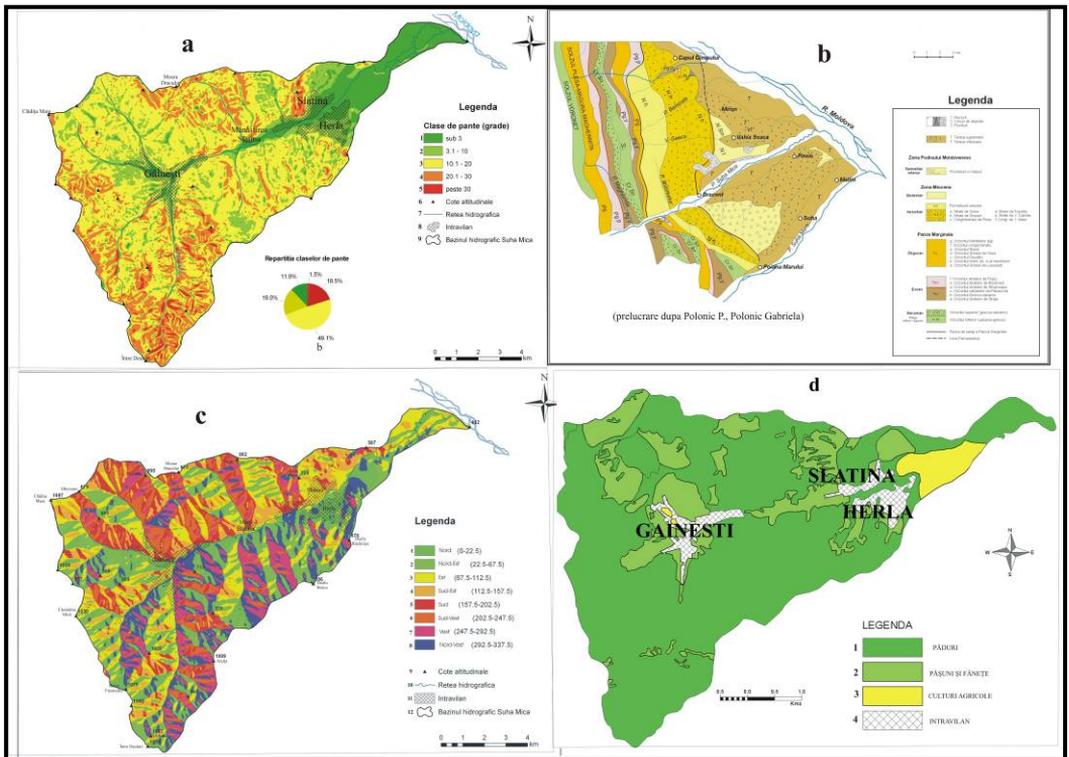
Géologiquement, le bassin Suha Mica s'étend sur la zone du flysch extérieur, à l'ouest, au-dessus de la zone molasse péri-Carpates, de la partie centrale et, très peu, à l'est sur la Plate-forme de la Moldavie (où Suha Mică se verse dans Moldova).

Le flysch extérieur est composé par des terrains crétacés, paléocènes et miocènes dont les plus développés sont les dépôts paléocènes. Théoriquement, on

a divisé en 3 unités à caractère de nappe de charriage chevauchées (enjambées) de l'ouest vers l'est : Toile Audia, Toile Tarcău, Toile Vrancea. Celles-ci occupent une grande partie du bassin Suha Mică, commençant par les sources jusqu'à l'est de la confluence du ruisseau Maghernița avec Suha Mică. (Polonic, Polonic, 1962, Aghiorghiesei et al, 1967).

**Tableau 1.** La répartition de différentes utilités des terrains dans le bassin hydrographique Suha Mica (*Les données proviennent de situation du Responsable du Land, 31 décembre 2005*)

Utilités des terrains	Surface (ha)	Surface (%)
Arable	995	8,3
Pâturages	1088	9,1
Prairies	1430	12
Vergers	5	0,05
Forêts	821	6,9
Autres terrains: terrains dégradés, zone habitée, etc.	7619	61,75
<b>TOTALE</b>	<b>11958</b>	<b>100</b>



**Fig.2.** Paramètres utilisés pour obtenir les cartes à risque: a) pentes, b) géologie, c) exposition des versants, d) utilisation des terrains).

**a) pente**

Classe de pentes (°)

1. < 3

2. 2. 3.1-10

3. 10.1-20
4. 20.1-30
5. >30
6. Altimétrie quotas
7. Réseau hydrographique
8. Zone habitée
9. le bassin hydrographique Suha Mică

**b) géologie**

1. Alluvions
2. Cônes de déjection
3. Glissements de terrain
- T Terrasse supérieure
- T<sub>1</sub> Terrasse inférieure

**Miocène Zone****Basse Sarmate****Badénien****Helvétique**

- a. Couches de Solca
- b. Couches de Drăceni
- c. Conglomérat de Plesu
- d. Couches de Topolita
- e. Couches de V. Catrinei
- f. Conglomérat de V. Mare

**Marginal Toile****Oligocène**

- g. Horizon du M. supérieure
- f. Horizon conglomératique
- e. Horizon de flysch
- d. Horizon de grès de Kliwa

- c. Horizon disodilique
- b. Horizon de marnes et M.
- a. Horizon de grès de Lucacesti

**Eocène**

- f. Couche de Plopu
- e. Couche de Bisericani
- d. Couche de Strujinoasa
- c. Couche de Pasieczna
- b. Couche grez-calcario
- a. Couche de Straja

**Sénonien**

Horizon supérieure

Horizon inférieure

**Toile de charriage du Nappe Marginal****Ligne péri-Carpatique****c) exposition de versants**

1. Nord
2. Nord-Est
3. Est
4. Sud-Est
5. Sud
6. Sud-Ouest
7. Ouest
8. Nord-Ouest
9. Altimétriques quotas
10. Réseau hydrographique
11. Zone habitée
12. Le bassin hydrographique Suha Mica

**d) utilisation des terrains**

1. Forêts
2. Pâturages et prairies
3. Cultures agricoles
4. Zone habitée

**L'exposition des versants** (fig.2c) peut offrir un indicateur concernant le risque géomorphologique. Il est connu le fait que les versants exposés vers le sud sont plus ensoleillés, ils reçoivent donc une quantité plus grande de radiation thermique que ceux qui sont exposés vers le nord. En même temps, pendant la saison froide, la neige peut fondre même dans les jours où la température moyenne diurne de l'air se maintient négative. De toute façon, on a constaté que dans le bassin hydrographique Suha Mică, la neige du versant exposé au nord-est se conserve jusqu'à deux semaines de plus que sur le versant exposé au sud-ouest, selon l'opinion de N. Rădoane (2002), pour le bassin hydrographique Oanțu. On peut aussi observer l'effet sous l'aspect géomorphologique, car les versants

exposés vers le sud sont plus affectés par l'érosion à la surface et même par des glissements des terrains. L'exposition des versants face à la circulation de l'air et face à la radiation solaire détermine tant les topo-climats que le développement de certaines zones d'intérêt agricole ou comme.

**Le type et la façon d'utiliser les terrains** (fig.2d) Dans la zone étudiée, la forêt aux 3 sous-étages : hêtre, mélange de hêtre et conifères et conifères, représentent le fond naturel basique (de base). Concernant l'étage forestier, celui-ci a été intensément perturbé par les activités anthropiques, faisant place dans la forêt aux pâturages secondaires et aux âtres des villages. Mais, c'est très connu que la végétation se comporte comme un bouclier contre l'érosion du sol, qu'elle réduit l'impact des gouttes de la pluie avec le sol et contribue au réglage des flux à la surface.

#### 4. La cartographie géomorphologique

On a concrétisé nos recherches dans le bassin Suha Mică dans une cartographie géomorphologique détaillée et avec l'aide de celle-ci on a réalisé la carte géomorphologique (fig.3) qui contient : les types des surfaces de base (niveaux d'érosion, terrasses, plaines inondable et versants); les types de déplacement des matériaux qui se trouvent sur les versants (subsides, écrasements, glissements, flux boueux, l'érosion à la surface, ravins, formes de détail (des cônes de déjection), des glaciés de déluvium, micro-dépressions) etc. Pour la réalisation de la carte, on a accentué les processus géomorphologiques actuels, parce qu'on connaissant leur façon d'extension représente le meilleur moyen pour vérifier les aires avec différents coefficients de risque.

Au point de vue géomorphologique, le territoire du bassin hydrographique Suha Mică se situe dans les unités des Montagnes Stânișoara, les Sous-Carpates Moldova et la Plate-forme de Moldavie. Ici on rencontre plusieurs types génétiques de relief : tectonique - structural, de dénudation, fluvial, périglaciaire, anthropique (fig.3).

**Le relief tectonique-structurel** est déterminé par la structure de nappes de charriage et des éléments de structure interne: plis, digitations, fenêtres et semi-fenêtres tectoniques etc. A ceux on ajouter la composition lithologique matérialisée dans les comportements différenciés vers l'action de modélisation des facteurs externes. Les plus représentatives formes de relief de ce type sont les fronts de nappes de charriage (*raides de nappe de charriage, raides de failles*) et les *hogbacks*.

**Le relief de dénudation** contient la plus grande variété des formes géomorphologiques spécifiques au bassin hydrographique étudié. Elles sont greffées sur la diversité lithologique et sur les valences de comportement face aux agents et aux facteurs modeleurs. Des alternances fréquentes des roches dures et roches molles ont contribué à modeler certains pics montagneux spécifiques où le modelage sélectif s'est imposé. A cause de cela, au long des pics il y a des secteurs qui ont l'aspect de témoins de l'érosion, moulés sur des roches dures et des secteurs chevauchés installés sur des roches moins résistantes. La présence des formes résiduelles est richement illustrée dans la toponymie locale: Bâtca lui Creangă, Bâtca lui Cardaș, Bâtca Bolohănoasă, Bâtca Goală, Bâtca Cucului,

Bâta Neagră etc. Le relief de modelage sélectif détient un rôle important sur le territoire de ce bassin, relief représenté par lesdites « bâta », phénomène surpris et bien expliqué par V. Surdeanu (1998). Ici, le meilleur exemple est Bâta Goală, une colline détachée d'un pic suite aux amples glissements des terrains.

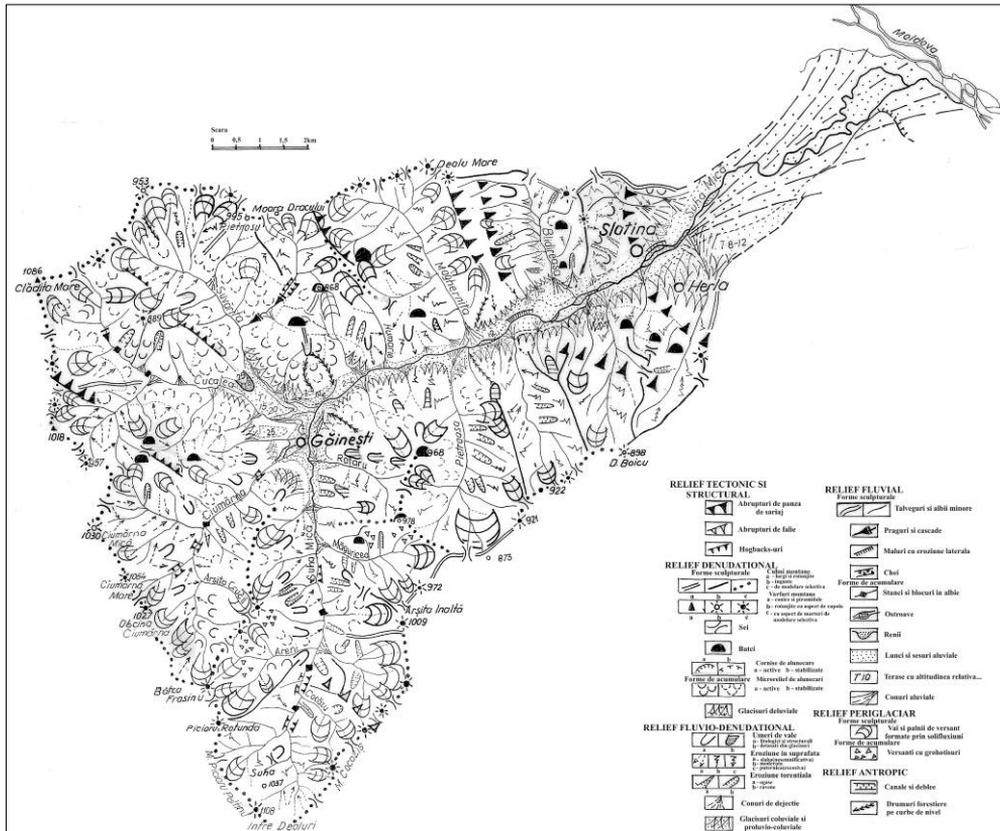


Fig. 3. La carte géomorphologique du bassin Suha Mică.

Parmi les formes de dénudation qu'on peut compter dans le domaine des versants on remarque les glissements de terrain qui sont d'une grande diversité du point de vue du microrelief: elles varient des glissements en sillons, en vagues, en monticules, en marches de glissement jusqu'aux vallées des glissements. Elles s'auto-stabilisent en grande partie mais leur réactivation se fait très rapidement à chaque apparition d'un facteur de déséquilibre. Les terrains dégradés par des glissements sont caractérisés par la présence d'un microrelief formé de: monticules, marches, vagues de glissement; souvent on peut retrouver des formes complexes qui englobent toutes les autres formes de microrelief.

Le relief fluvial de dénudation inclut des formes de relief comme *les épaules de vallée*, *les vallées élémentaires de versant*, *l'érosion de surface*, *l'érosion linéaire*.

Les formes d'accumulation représentatives sont les glacis et les cônes de déjection. C'est dans la Dépression Găinești qu'on trouve le plus de glacis au contact entre les terrasses et les versants ainsi que le long de la Vallée de Suha, en aval de la confluence avec le ruisseau Pietroasa.

Les formes du **relief fluvial** sont présentes le long du lit principal ainsi que le long des lits de certains affluents et incluent aussi bien les formes sculpturales que celles d'accumulation. Parmi les formes sculpturales on remarque les lits de rivières (Suha Mică et les affluents). A l'exception du lit mineur de la Suha qui a des largeurs de 5-6 m en amont de Găinești et de 7-8m en aval de Slatina, les autres lits sont plus réduits atteignant 2-4 m de large. En même temps, on remarque qu'en aval du Monastère Slatina, le lit de la rivière Suha est de type torsadé avec deux ou trois bras d'écoulement entre lesquels il y a des îles ayant 400-500 m de long et 250-300 m de large. Entre les méandres il y a des formations du type des croissants. Les deux formes sont constituées de champs de cailloux grossiers dont la présence prouve la grande puissance de transport de la rivière. Les lits des affluents ont des inclinaisons importantes ce qui augmente leur puissance de transport.

Parmi les formes d'accumulation on peut mentionner les îles fluviales et les croissants, les près inondables et les terrasses se trouvant le long de la vallée. Les terrasses les plus développées se trouvent dans la Dépression Găinești. Elles ont été cartographiées par I. Ichim (1979). On retrouve des terrasses de 1-2 m, 2-4 m (inclus dans le pré inondable), 5 m, 10 m, 15-20 m et 25 m. Dans la constitution de la terrasse de 15-20 m l'auteur susmentionné a signalé la présence de plusieurs structures soli fluides du Pléistocène que nous avons pu identifier également.

Les cônes alluvionnaires sont des formes caractéristiques de la rivière Suha Mică ainsi qu'à ses affluents. Cette dernière a développé un cône alluvionnaire étendu à la confluence avec la rivière Moldova et avec le ruisseau Valea Seacă.

Les formes de **relief périglaciaire** sont spécifiques aux versants et datent du Pléistocène. Les plus caractéristiques des ces formes sont les *vallées de versant* en forme d'entonnoir formé par l'accumulation alluvionnaire. La présence des dépôts soli fluides enterrés dans les terrasses sont la preuve des modifications subies par les versants au Pléistocène. Les formes périglaciaires qui apparaissent sur la carte géomorphologique - reprises des travaux de I. Ichim (1979) - sont héritées des périodes glaciaires. Au niveau de la partie supérieure des versants, en spécial dans les zones: Bâta Frasinului, Măguricea, Moara Dracului, il y a des gélifracsts du même types que les éboulis provenant de la même période du Pléistocène. Au temps du Pléistocène les Montagnes Stânișoara se trouvaient dans la zone du pergélisol de montagne. Les éboulis occupent ici des surfaces plus réduites et sont, en général stabilisés par la végétation. Dans certains cas, à la suite de l'altération, les gélifracsts sont de petites dimensions et sont englobés dans une matrice de sable et argile. Ainsi, dans ces zones toutes les conditions sont créées pour les glissements de terre.

Le **relief anthropique** est constitué de canaux, digues et le terrassement d'une ancienne voie ferrée à écartement réduit. Dans le domaine des versants on peut compter les routes forestières aménagées qui ont été érodées par les écoulements des eaux qui les ont transformés en formations torrentielles.

La réalisation de la carte géomorphologique générale a été à la base de la construction d'une **carte spéciale**, celle **de la situation des zones avec des processus géomorphologiques dominants actuels**. Cette carte a été faite en format digital, chaque type de processus géomorphologique dominant étant indiqué par une zone distincte. Pour la séparation des zones on a utilisé l'échelle des couleurs ainsi que les symboles conventionnels. En analysant la situation des processus géomorphologiques dominants actuels (fig.4), on peut observer que l'érosion hydrique aréolaire caractérise la totalité de la surface du bassin hydrographique; son intensité diffère en fonction des zones: érosion faible, modérée ou forte. L'érosion torrentielle occupe aussi une place importante; elle apparaît surtout au niveau des routes construites perpendiculairement aux courbes de niveau (contrairement aux recommandations des géologues), mais aussi comme une conséquence de la fonte des neiges et des pluies torrentielles (quand les écoulements des eaux atteignent leurs cotes maximales).

La délimitation des surfaces de terrain à l'intérieur desquelles un processus géomorphologique actuel est dominant a permis de quantifier leur importance dans notre zone d'étude. A peu près 350 ha de la surface du bassin hydrographique sont affectés par des processus géomorphologiques qui présentent un risque modéré (2,9%). La place la plus importante est détenue par les glissements de terrain stabilisés : 900 ha (7,5 % de la surface totale).

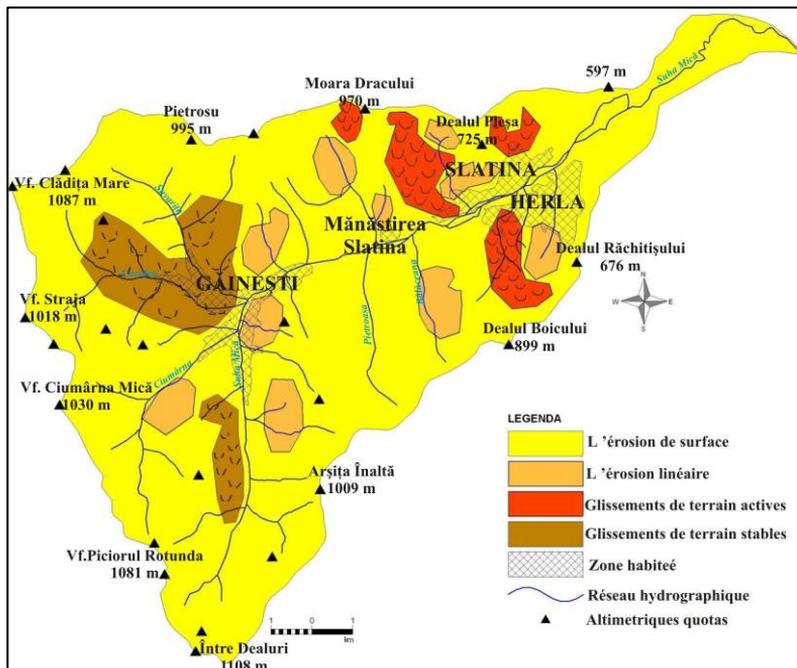


Fig. 4. La carte de la situation des processus géomorphologiques dominants actuels.

Comme il a été déjà mentionné, tout territoire sur lequel on retrouve des glissements de terrain stabilisés reste très vulnérable car les glissements peuvent

être réactivés par le moindre déséquilibre. Les glissements de terrain stabilisés sont caractéristiques aux vallées de Șuvarița, Cucalea, Ciumârna, au cours supérieur de la rivière Suha Mică et à la vallée de Blidireasa. En dehors du facteur lithologique, dans ces zones, l'inclinaison des pentes, les déforestations et le pâturage excessif ont une influence importante sur les processus géomorphologiques.

Les glissements de terrain actifs occupent des zones assez réduites (3,2% de la surface du bassin hydrographique) dans la Dépression Găinești, et au niveau de la vallée Cucalea, du cours supérieur de Ciumârna, de la Colline Pleșa, du Ruisseau de Drăgan, du Ruisseau Chiului etc. La situation la plus critique en ce qui concerne les glissements de terrain actifs est enregistrée dans la zone molasse péri-carpatique respectivement au niveau du ruisseau Blidireasa et du Ruisseau de Drăgan. Cette situation est due spécialement à la superposition d'une lithologie friable, de grandes pentes et de zones défrichées exposées à l'érosion et au pâturage excessif.

Le bassin hydrographique de la rivière Suha Mică est bien recouvert par les forêts mais au cours de derniers 20 ans on a pu observer une accélération inquiétante des déforestations. De plus en plus de zones restent exposées à l'agressivité pluviale, aux processus d'érosion et au pâturage excessif. La série d'images de différents endroits du bassin de la rivière Suha Mică est édifiante pour illustrer le type de fragmentation du relief et l'intervention humaine dans l'utilisation des terrains (Photos 1-6).

## 5. Résultats et discussions

Une application souvent utilisée des cartes géomorphologiques détaillées est l'obtention des cartes de risque géomorphologique décrivant les zones à risque d'événements naturels en liaison avec la vulnérabilité d'un certain élément (environnemental, social, économique ou autre). En présent il existe de nombreux travaux qui constituent des précieuses applications de ces cartes thématiques (Cioacă, 1996; Mihai, 2005).

En ce qui nous concerne, nous avons réalisé la carte du risque géomorphologique (fig.5) dans le bassin hydrographique Suha Mică en combinant les paramètres géographiques énoncés dans la première partie de l'étude. Les valeurs de risque géomorphologique obtenues suite à l'application de l'algèbre cartographique mentionnée ont été groupées en 3 classes de risque: risque nul (zones présentant une stabilité évidente et une certitude concernant le déclenchement d'une instabilité quelconque des terrains), risque modéré (glissement anciens, stabilisés mais ayant un potentiel d'instabilité, des zones comprenant des déplacements diffus, des glissements superficiels, des écoulements de boue, de l'érosion latérale limitée et des processus modérés de lit) et risque important (présence de versants avec des traces de déplacements actifs, des ruptures de pente, des glissements et écoulements de boue avec microrelief en phase de début, des lits de rivière avec bords actifs, des colmatages et de la formation des cônes de lit, etc.). Les zones affectées par l'érosion de surface et les glissements stabilisés font partie de la classe de risque modéré.



**Photo 1.** Micro-dépansions remplies d'eau, dans une zone de glissements, la Colline Pleșa



**Photo 2.** Glissement de terrain de type vague coulante sur le versant gauche du bassin.



**Photo 3.** Route forestière affectée par des glissements de terrain sur la vallée Cucalea.



**Photo 4.** Erosion torrentielle en cours glissements de terrain sur la vallée Cucalea



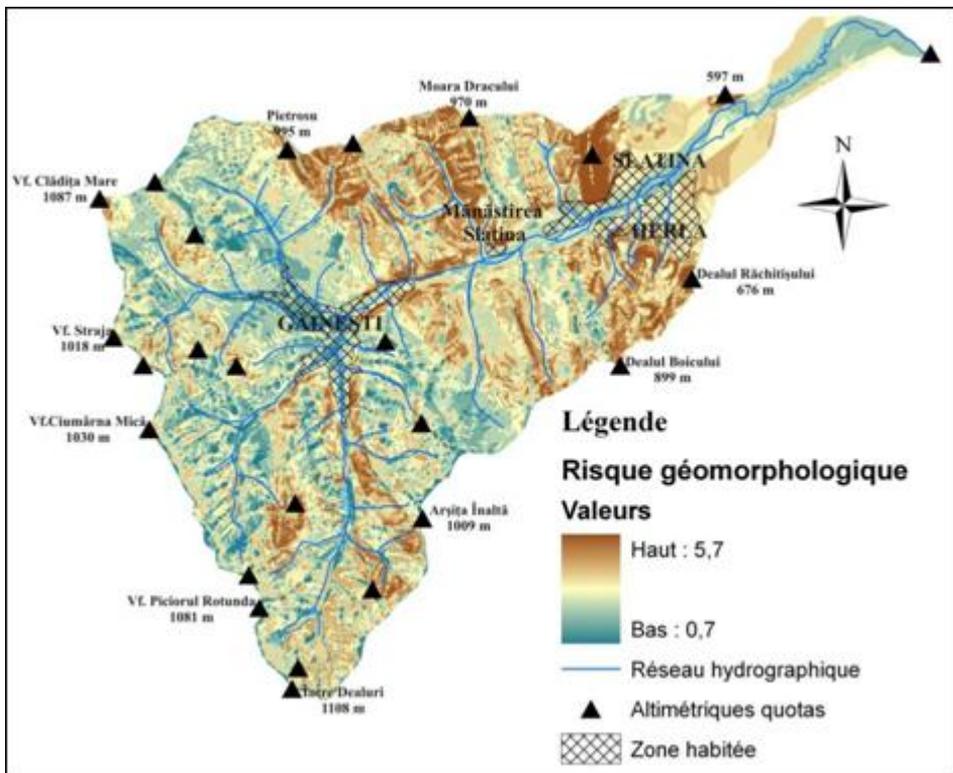
**Photo 5.** Erosion de surface combinée avec des glissements superficiels – la Colline Lupoia



**Photo 6.** Erosion torrentielle (sillon) - Bâtca Goală.

Les zones à risque modéré représentent approximativement 34% de la surface du bassin de la rivière Suha Mică. Les glissements stabilisés présentent un

équilibre fragile et par conséquent, un potentiel de dangerosité élevé, tant pour les zones habitées que pour l'environnement. Les glissements de terrain actifs et l'érosion torrentielle sont considérés comme des phénomènes géomorphologiques particulièrement dangereux pour l'environnement et les activités humaines. C'est pour cette raison qu'elles ont été classées comme présentant un risque important. Les zones de risque important représentent 25% de la surface du bassin hydrographique. Les zones à risque nul sont celles dont la surface est bien couvertes de forêts, ayant des faibles pentes et une lithologie moins susceptible de favoriser les processus géomorphologiques actuels. Elles représentent 41% de la surface du bassin hydrographique étant situées à l'Est de (zone de plateforme) et à l'Ouest (roches plus dures et résistantes à l'érosion et aux processus géomorphologiques actuels) de ce dernier. En général les interfluves et la ligne de partage (des eaux) du bassin hydrographique de la rivière Suha Mică, présentent un risque faible.



**Fig. 5** La carte du risque géomorphologique dans le bassin hydrographique de la rivière Suha Mică

Le cours supérieur des rivières Suha Mică, Ciomârna, Maghernița et du ruisseau Blidireasa sont considérées comme des zones à risque important car ces territoires sont affectés en grande partie par des glissements actifs et par l'érosion

torrentielle. L'interfleuve se trouvant entre les ruisseaux Cucalea et Șuvarița, le versant droit du ruisseau Pietroasa, les bassins hydrographiques des ruisseaux Bălăceana și Lupoia sont, elles aussi, considérées comme des zones à risque élevé. La zone de transition entre la Nappe Péri-Carpatique et la Plateforme Moldave sur laquelle se situe la colline Pleșa, présente le degré de risque le plus élevé. Dans cette zone il y a eu au printemps 2006 un glissement de terrain de type « écoulement » avec un corniche haute de 4-5m. Ce phénomène est dû à la grande inclinaison des pentes, à la lithologie ainsi qu'aux précipitations abondantes et à la fonte des neiges. Le glissement est toujours actif.

Les niveaux de risque moyen et faible concernent les terrains avec des pentes réduites comme la Dépression Găinești, mais aussi des zones assez vastes de la partie supérieure du bassin, où les surfaces boisées protègent les versants.

En conclusion, la réalisation méthodologique de cette étude a soulevé le problème du choix du poids des coefficients utilisés pour les calculs de risque géomorphologique dans le cadre de l'algèbre cartographique. L'originalité de notre abord du sujet est donnée par le fait que par la cartographie géomorphologique détaillée qui a précédé la réalisation de la carte de risque, nous avons eu la possibilité de vérifier sur le terrain quel facteur est plus important dans l'exposition au risque des différents objectifs de la zone d'étude. À la différence d'autres travaux de ce type (ex, Bălțeanu et al., 2008) qui donnent à la lithologie une place très importante, dans notre cas c'est l'inclinaison des versants qui s'est avéré le facteur déterminant. Cela nous a mené à réaliser une cartographie que nous considérons comme étant plus proche de la réalité; c'est un fait qui découle de la vérification de la carte de risque géomorphologique à partir de la carte de l'extension des zones affectées par des processus géomorphologiques actuels dominants.

Ce travail a été partiellement financé par FSE, avec la responsabilité de AMPOSDRU 2007-2013 [grant POSDRU/88/1.5/S/47646].

## BIBLIOGRAPHIE

- Armaș, Iuliana** (2006), *Risc și vulnerabilitate. Metode de evaluare aplicate în geomorfologie*, Edit. Universității din București.
- Bălțeanu D., Chendes V, Sima M, Enciu P.** (2008), *A country level spatial assessment of landslides in Romania*, IAG REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, Brașov.
- Băncilă I., Aghiorghiesei V.** (1964), *Observații asupra flișului dintre valea Suha Mare-valea Moldovei (reg. Suceava)*, An. Com. Geol., vol. XXXIII.
- Calgani, G., Palmentola, G., Penneta, L.** (1982), *Aspects morphodynamiques de Caraguso, Lucanie*, Rev. Geomorph. Dyn, 31, 3, p. 81-90, Paris.
- Cernea Gr.** (1958), *Zona internă a flișului între valea Moldovei și valea Bistriței*, An. Inst. Geol. Rom., XXIV- XXV.
- Cioacă A.** (1996), *Cartografierea riscului geomorfologic*, Analele Universității din Oradea, Geogr., VI, p. 25-31, abstr.
- Grasu C., Crina Miclăuș, Catana C., Boboș I.** (1999), *Molasa Carpaților Orientali*, Edit. Tehnică, București.

- Grecu Florina** (2002), *Risk – Prone Lands in Hilly Regions: Mapping Stages, Applied geomorphology: Theory and Practice*, Edited by R.J. Allison, J. Wiley & Sons, Ltd.
- Ichim I.** (1979), *Munții Stânișoarei*, Edit. Academiei Române, București.
- Keinholtz, H.** (1978), *Map of Geomorfologie and Hazards of Grindenwald*, Switzerland, Scale 1:10000, Arctic and Alpine Research, 10, 2, p. 169-184.
- Polonic P., Polonic Gabriela** (1962), *Cercetări geologice în regiunea Gura Humorului-Drăcești*, D. S. Com. Geol., vol. XLVII, (1959-1960).
- Posea Gr.** (1974), *Relieful României*, Edit. Științifică, București.
- Posea, Gr., Cioacă, A.** (2003), *Cartografierea Geomorfologică*, Editura Fundației România de Main, București.
- Rădoane N.** (2002), *Geomorfologia bazinelor hidrografice mici*, Editura Universității „Ștefan cel Mare”, Suceava.
- Rădoane Maria, Rădoane N.** (2007) *Geomorfologie aplicată*, Editura Universitatii „Ștefan cel Mare”, Suceava
- Stângă, I.C.** (2007), *Riscurile naturale. Noțiuni și concepte*, Edit. Univ. “Al. I. Cuza” Iași.
- Schreiber W.E.** (1980), *Harta riscului intervenției antropice în peisajul geografic al Munților Harghita*, Studii și Cercetări de Geografie, 27, 1.
- Surdeanu V.** (1998), *Geografia terenurilor degradate*, Edit. Presa Universitară Clujeană, Cluj.
- Ujvari I.** (1972), *Geografia apelor României*, Edit. Științifică, București.

Francisca Anca CHIRILOAEI  
Univ. „Al. I. Cuza”, Iași  
E-mail: francisca\_li@yahoo.com

Nicolae RĂDOANE  
Univ. „Ștefan cel Mare” Suceava  
Departamentul de Geografie  
E-mail: radoane@usv.ro