REFERENCES

BRUNSDEN, D. (2001), *A Critical Assessment of the Sensitivity Concept in Geomorphology*, Catena, 42.

BUTZER, K. W. (1973), *Pluralism in geomorphology*, Association of American Geographers, Proceedings, 5.

CASTIGLIONI, B. (1991), *Geomorfologia*, UTET, Torino.

CROZIER, M.Y. (1984), *Field Assessment of Slope Instability, in Brunsden, D. and Prior, D.B. (eds). Slope Instability*, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, UK.

DALRYMPLE, Y.B, BLONG, R.J., CONACHER, A.J. (1968), *An Hypothetical Nine Unit Land Surface Model*, Zeitschrieft fur geomorphologie, Supplimentband, 12.

LUPASCO, STEPHANÉ (1982), *Logica dinamică a contradictoriului*, Editura Politică, Bucureşti.

MAC, I. (1986), *Elemente de geomorfologie dinamică*, Editura Academiei, Bucureşti.

MAC, I. (1986), *Aplicarea principiului catenei în geografie*, Terra, 1-4, anul XXV (XLVIII), Bucureşti.

MAC, I. (1996), *Geomorfosfera şi geomorfosistemele*, Editura Presa Universitară Clujană, Cluj-Napoca.

MAC, I. (2000), *Geografie Generală*, Editura Europontic, Cluj-Napoca.

MAC, I. (2002), *Fractal geomorphology of the slope*, Analele Universităţii „Valahia", tom 2.

MAC, I. (2002), *Cultura spaţiului*, în *Geografie tehnică*, Editura Eurodidactic, Cluj-Napoca.

MANDELBROT, B. (1989), *Les objects fractals*, Flamarion, Paris.

PÂRVU, I. (1998), *Introducere în epistemologie*, Collegium, Polirom, Bucureşti.

PEET, R. (2001, *Modern Geographical Thought*, Blackwell Publishers Ltd., Oxford.

PIAGET, J. (1972), *Genetic Epistemology*, Columbia University Press, New York.

POPPOV, K. (1965), *The Logic of Scientific Discovery*, Harper, New York.

POSEA, GR., GRIGORE, M., IELENICZ, M. (1976), *Geomorfologia*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

ROŞU, AL. (1987), *Terra — Geosistemul vieţii*, Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti.

SCHEIDEGGER, A.E. (1970), *Theoretical Geomorphology*, Edit. Springer, Berlin.

SHELBY, M. Y. (1993), *Hill Slope Materials and Processes*, Oxford University Press.

STRAHLER, A.N. (1950), *Equilibrium Theory of Erosional Slopes Approached by Frequency Distribution Analysis*, American Journal of Science, 248.

YATSU, E. (2002), *Fantasia in Geomorphology*, Sozosha, Tokyo.

YOUNG, A. (1972), *Slope Profile Analysis*, Zeitschrieft fur geomorphologie, Supplimentband, 5.

Faculty of Geography, „Babeş-Bolyai" University, Cluj-Napoca

Consideraţii asupra rolului geomorfologiei aplicate în planificarea teritoriului

Maria RĂDOANE, Nicolae RĂDOANE

Cuvinte-cheie: geomorfologie aplicată, obiective, planificarea teritoriului, poliţia mediului

On the role of the applied geomorphology in the territorial planning. Applied geomorphology may be defined as the application of geomorphic understanding to the analysis and solution of problems concerning land occupancy, resources exploitation, environmental management and planing. Applications of geomorphology can be divided broadly into two classes: 1) Man as a geomorphic agent, in terms of his inadvertent and plannned effects on geomorphic processes and forms; 2) Geomorphology as an aid to resource evaluation, engineering construction and planning. Objectives of applied geomorphology are: the identification of landforms, the description, the explanation of their origin, the postdiction and prediction of change. For each objectif more examples are discussed.

„Cercetarea ta să aducă omenirii foloase economice, sociale şi culturale."
Mario Bunge, 1984

Ca şi în cazul altor ştiinţe, dezvoltarea şi progresele cunoaşterii în geomorfologie, precum şi unele necesităţi impuse de evoluţia civilizaţiei, au determinat o permanentă aprofundare, uneori pe domenii extrem de înguste, a abordării fenomenelor referitoare la relief. Aceasta a condus la individualizarea unor direcţii de ştiinţă, astfel încât, în momentul de faţă, fără nici o exagerare, putem spune că *geomorfologia* a devenit un sistem de ştiinţe, derivat dintr-o structurare firească a cunoaşterii reliefului. *Geomorfologia aplicată* reprezintă acel domeniu al geomorfologiei care, prin elaborarea unor predicţii cu privire la dinamica reliefului, prin prezentarea potenţialului geomorfologic al unui teritoriu dat — de la elementele de geometrie ale reliefului până la cele de stabilitate şi hazard în apariţia şi dezvoltarea unor procese — se implică în rezolvarea unor situaţii social-economice. Este o ramură consacrată de şcoala de la Strasbourg (creată de Jean Tricart). Realitatea este că în mai toate ţările lumii în care geomorfologia a cunoscut o emancipare după al II-lea război mondial, o asemenea ramură s-a impus prin natura lucrurilor.

Se cuvine însă o precizare ce trebuie bine subliniată, şi anume: nu puţini dintre cei care vin sub incidenţa necesităţii de a implica geomorfologia în soluţionarea problemelor menţionate în definiţia obiectului geomorfologiei aplicate reduc evaluarea factorului relief la descrierea geometriei lui. Or, aceasta este sarcina topografiei, de care geomorfologia se distinge ca ştiinţă aplicativă şi genetică a formelor de relief, în timp ce topografia se limitează la descrierea pur geometrică, respectiv, la relevanţa cu exactitate a fizionomiei terenului şi elementele sau obiectivele de pe el: păduri, râuri, drumuri, construcţii de altă natură ş.a. Fireşte, toată această bază topografică este foarte necesară, dar nu suplineşte partea explicativă şi genetică, partea de cunoaştere a dinamicii formelor de relief. Doar evenimentele deosebite, de multe ori denumite catastrofice, i-au pus pe practicienii la care ne-am referit în situaţia de a considera că relieful nu este numai topografie. În consecinţă, geomorfologia şi-a câştigat statutul de disciplină aplicativă, tocmai prin caracteristicile genetic şi istorist intrinsece în explicarea reliefului, deci prin posibilităţile

de postdicție și predicție, prin posibilitățile de a evalua relieful ca un factor dinamic și conjunctural din multe puncte de vedere.

Cercetările de geomorfologie aplicată se regăsesc în cadrul a două principale domenii de preocupare:

• Omul ca agent geomorfologic în termenii prezenței lui inerente în mediul înconjurător și al efectelor proiectate asupra formelor și proceselor geomorfologice prin acțiunea de integrare în mediul natural.

• Geomorfologia în sprijinul evaluării resurselor, al ingineriei amenajărilor și planificării.

(1) Efectele accidentale ale activității geomorfologice ale omului includ aspecte ca: modificarea terenurilor prin lucrări de inginerie, minerit, excavații și terasamente; subsidența datorită extragerii apei și petrolului; drenajul minelor; potențarea eroziunii terenurilor prin schimbarea covorului vegetal; deșertificare prin dezvoltarea agriculturii intensive; creșterea ratei meteorizației datorită intensificării poluării; accentuarea dinamicii proceselor de mișcare în masă prin dezvoltarea agriculturii intensive; accentuarea dinamicii proceselor de mișcare în masă datorită cedării versanților ca urmare a activității inginerești; efecte asupra geometriei hidraulice și debitului solid prin amenajări de baraje și alte lucrări hidrotehnice pe albie; eroziunea și depunerea litorală indusă de lucrările portuare și amenajare a țărmurilor; modificarea permafrostului datorită construcțiilor (drumuri, clădiri, platforme, conducte de transport etc.).

Efectele planificate, dirijate sau controlate rezultă din toate modalitățile de intervenție inginerească pentru protecția și controlul stabilității formelor de relief sau stabilității dinamice a unor procese, cum ar fi: protecția țărmurilor portuare; fixarea dunelor; folosirea vegetației pentru controlul eroziunii; controlul inundațiilor; atenuarea unor efecte ale catastrofelor naturale ca în cazul erupțiilor vulcanice, cutremure, tsunami și huricane; controlul proprietăților fizico - mecanice ale unor roci și materiale de la suprafața scoarței (de exemplu, rezistența la rupere și cedare, infiltrație, înghet); canalizarea și stabilizarea albiilor de râu, terasarea versanților și controlul drenajului etc.

(2) În ceea ce privește evaluarea resurselor și aspectele economice sau de proiectare, rolul geomorfologiei aplicate rezultă intrinsec din relațiile reliefului în raport de celelalte componente majore ale mediului. Acest rol este de mare importanță în inventarul resurselor de sol, hidrologice, controlul stabilității și eroziunii, clasificarea și tipizarea terenurilor în raport cu anumite folosințe civile sau militare, toate acestea prin folosirea hărților pentru regiuni mai puțin accesibile. De asemenea, prospecțiunile geologice pentru o regiune, cel puțin în faza primară, se sprijină pe cunoașterea raporturilor relief — structură, relief — litologie ș.a.

1. Afirmarea geomorfologiei aplicate ca știință

Potrivit specialiștilor în filozofia științelor, o știință începe din momentul când ea este percepută și acceptată ca atare public, evident, public în sensul de lumea oamenilor de știință. În acest sens, geomorfologia se poate considera că a fost identificată ca un domeniu distinct în 1891 la Congresul de Geologie din SUA. Firește, nu putem spune că geomorfologia aplicată este de dată mai veche, dar tot la fel, nu putem nega faptul că preocupări de a aprecia și, chiar, evalua rolul reliefului în contextul intereselor omului datează de foarte mult timp. Profesorul Tricart (1962) merge până acolo, încât spune că *„geomorfologia aplicată a apărut când omul și-a dat seama de faptul că relieful este un element esențial al mediului în care trăiește, dar că el nu este imuabil ci, dimpotrivă, supus unei lente evoluții, iar de la un timp la altul, unele paroxisme se exprimă prin manifestări catastrofice: inundații, erupții vulcanice, mari deplasări de teren ș.a.*". Din afirmațiile lui Tricart, putem reține interesul timpuriu pentru cunoașterea reliefului, tocmai datorită rolului ce revine acestuia în arhitectura și dinamica mediului; dar despre o geomorfologie aplicată ca știință în sensul propriu al definiției nu poate

fi vorba. Si apoi, pentru dinamica reliefului nu sunt importante doar fenomenele paroxistice cu efecte catastrofice, ci și procesele care se desfășoară lent, de a căror consecințe omul și-a dat seama mult mai târziu, ca de exemplu, creepul, eroziunea solului, care se anunță a fi una dintre cele mai dramatice crize ale omenirii (din estimările Institutului Worldwatch, se apreciază că în cca 150 ani se epuizează rezervele de sol fertil cu o rată anuală de epuizare de 23%). Desigur, nu putem ignora preocupările foarte timpurii ale omului de a folosi adecvat condițiile și fenomenele legate de relief, iar civilizațiile antice, egipteană, mesopotamiană, incașă care foloseau irigațiile, desecările, construcțiile de baraje, apeducte, construcțiile de drumuri ș.a. sunt o ilustrare clară. *„Egiptul este un dar al Nilului*", spunea Herodot, dar aceasta nu se leagă de inundațiile naturale, când din apele Nilului se depuneau nămoluri ce fertilizau solul câmpiei, ci de producerea revărsărilor de către om cu ajutorul unor canale secundare ș.a. Rezultă clar că anticii aveau cunoștințe despre relief, despre fenomenele de curgere ș.a., fără ca ele să iasă din câmpul empirismului. Dacă facem excepție de observațiile lui Leonardo da Vinci asupra râului și câmpiei Padului, observații despre care s-a aflat în secolul al XIX-lea, cea mai mare parte a specialiștilor sunt de acord că mijlocul secolului al XIX-lea este momentul când științele naturii au început să aplice codificările, clasificările și observațiile sistematice marchează semnele reale ale capacităților de aplicare a cunoștințelor despre relief. Atunci s-au remarcat preocupări de amploare pentru construcții ce necesitau cunoștințe despre relief (construcții de baraje, drumuri, porturi, orașe etc.). Există, de exemplu, lucrări care atestă că M. de Lamblurdie (1782), un inginer dintr-un port normand, a pus să verifice starea portului pentru a nu fi blocat de cordoanele de pietrișuri și a elaborat un studiu, *Memoire sur Haute Normandie*, în care a demonstrat efectul retragerii falezei din cauza acestor pietrișuri și rolul „derivei" în lungul țărmului datorită furtunilor. Este o lucrare din domeniul geomorfologiei aplicate. Secolul al XIX-lea, cu deosebire a doua parte a acestuia, este definitoriu în afirmarea preocupărilor de geomorfologie aplicată, dar cei care o fac, fără a o denumi, sunt inginerii de drumuri și poduri, silvicultorii, hidrotehnicienii, cu alte cuvinte, amenajiștii. De exemplu, cu lucrarea *Asupra torenților din Alpi* s-au introdus tipurile de amenajări care și astăzi se folosesc în controlul eroziunii și stabilității: gabioanele, fascinele, gardurile de grinzi subterane etc.

În același timp s-a afirmat ideea despre rolul protector al pădurii și rolului nefast al exploatării terenurilor prin amplificarea eroziunii acestora. Se poate spune că geomorfologia aplicată s-a făcut distinctă la sfârșitul secolului al XIX-lea, concomitent cu geomorfologia generală. Din păcate, ele au mers mult timp în paralel, ignorându-se. Abia după al doilea război mondial și, în mod deosebit, după afirmarea teoriei echilibrului dinamic în geomorfologie și a altor concepte, cum ar fi cel de prag, răspuns complex, mărime și frecvență etc. se poate spune că geomorfologia aplicată a devenit un domeniu deplin acceptat de către practicieni.

Astăzi, în toate țările civilizate proiectele de amenajare prevăd structuri speciale care revin în exclusivitate geomorfologiei aplicate. S-a produs o adevărată explozie de literatură de specialitate, ramuri științifice de profil, laboratoare. Nu întâmplător, pe plan mondial, astăzi se vorbește chiar de o disciplină inginerească nouă — „geomorfologia inginerească" — o știință cu caracter interdisciplinar, predată în învățământul politehnic (de exemplu, la universitățile politehnice din Marea Britanie și Japonia). Începând din anul 1956, pe lângă Uniunea Internațională de Geografie a luat ființă Comisia de geomorfologie aplicată; astăzi aceasta funcționează ca subcomisie a geografiei aplicate, care coordonează activitatea din acest domeniu pe plan mondial.

La noi în țară, preocupările au fost, de asemenea, timpurii, dacă avem în vedere unele amenajări ce presupun cunoștințe despre relief, ca: lucrările de ameliorații din Țara Bârsei făcute de teutoni în secolul al XIII-lea,

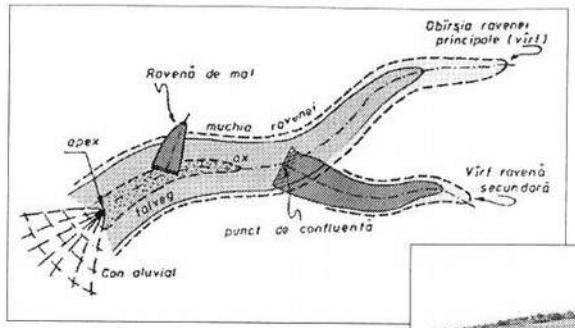
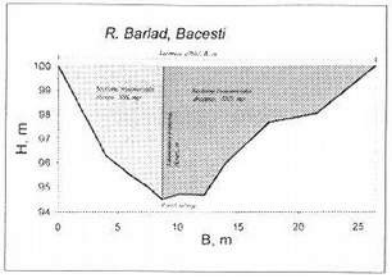


Fig. 1. Schiţă de definire a unei ravene (Rădoane et al., 2003).

amenajarea primelor iazuri din Moldova în secolul al XV-lea, lucrările de ameliorare din Câmpia Banatului începute între 1717 şi 1756, canalul lui Ipsilanti în 1780 pentru a feri capitala de inundaţii (prin abaterea apelor Dâmboviţei în Argeş şi Ciorogârla), regularizarea Someşului (1847), amenajarea canalului Sulina (1856) etc. Din secolul al XIX-lea apar şi lucrări despre eroziunea şi degradarea terenurilor şi aparţin agronomilor şi silvicultorilor (de exemplu, Ion Ionescu de la Brad). În ce priveşte literatura ştiinţifică de geomorfolgie aplicată se remarcă o preocupare foarte activă în domeniile contribuţiei geomorfologiei în sprijinul sistematizării urbane şi rurale din diverse regiuni ale României (Martiniuc, Băcăuanu, 1964; 1969); a ameliorării terenurilor degradate (Tufescu, Moţoc, 1969; Bălteanu, 1983; Surdeanu, 1998; Cioacă, Dinu, 1998; Rădoane et al., 1999; Ioniţă, 2000), importanţa hărţilor geomorfologice în amenajarea teritoriului (Coteţ, 1978; Schreiber, 1980; Mac, 1986; Bălteanu et al., 1989; Grecu, 2002; Cioacă, Dinu, 2001) ş.a.

Abordarea problematicii hazardelor geomorfologice s-a făcut prin implicarea geomorfologiei aplicate şi aici pot fi citate contribuţiile geomorfologilor români în cadrul unor conferinţe internaţionale, precum, Conferinţa Carpato-Balcanică, 1998 (volum editat de Bălteanu, Ielenicz, Popescu) sau Grupul româno-italian de Geomorfologie, 2003 (volumul *Geomorphological sensitivity and system response*, editat de Castaldini et al., Camerino, Italia) sau articole în volumele *Riscuri şi catastrofe, I, II* (editate de Sorocovshi, 2002, 2003) Astfel se arată că o contribuţie practică a geomorfologiei, atât pentru perioade scurte de timp, cât şi pentru perioade lungi este identificarea stabilităţii formelor de teren sau gradului lor de instabilitate si a situaţiilor care pot fi tratate ca hazarde geomorfologice.

1.2. Obiectivele geomorfologiei aplicate. Din cele prezentate rezultă că scopul geomorfologiei aplicate este vast; de aceea, este important să alegem noi limitele domeniului, ceea ce se face în funcţie de specificitatea şi dominanţa unor fenomene ale regiunilor care ne interesează. Un aspect comun însă permanent a fi luat în consideraţie rezultă din cea mai generală definiţie a geomorfologiei ca ştiinţă care *identifică şi descrie formele de relief, explică originea lor şi predictează comportarea sau desfăşurarea ulterioară*. Deci obiectivele geomorfologiei aplicate sunt: *identificare, descriere, explicare, predicţie* şi *postdicţie*.



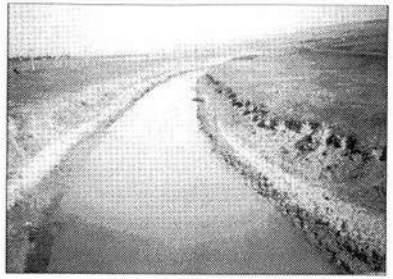


Fig. 2. Descrierea unei forme de relief cu ajutorul variabilelor morfometrice (Rădoane, Rădoane, 2003)

1.2.1. Identificarea. Reprezintă o simplă evaluare cantitativă şi calitativă care ne pune în cunoştinţă cu elementele generale ale locului geomorfologic. De exemplu, un bazin hidrografic este, de departe, una din porţiunile cele mai bine organizate ale suprafeţei uscatului. Limitele unui bazin hidrografic sunt clar definite de linia cumpenei de ape. Ravena este un exemplu de formă de relief care nu prezintă dificultate pentru identificare, aşa cum este ilustrat în Fig. şi Foto 1.

În schiţa de definire sunt specificate elementele componente ale unei ravene: *vârful* sau *obârşia ravenei* care, de cele mai multe ori se prezintă sub forma unui abrupt numit *râpă de obârşie* (*headcut*), cu adâncimi ce pot depăşi 20 m în terenuri de loess; *muchia ravenei* este linia care descrie conturul ravenei şi face contactul între suprafaţa terenului în care este adâncită ravena şi taluz (malul ravenei); *malul ravenei* reprezintă suprafaţa de teren cu pantă accentuată şi care face racordul între muchia ravenei şi talvegul sau fundul ravenei; *fundul* (*talvegul*) *ravenei* se prezintă ca o fâşie foarte îngustă care devine din ce în ce mai lată spre gura ravenei şi în funcţie de stadiul de dezvoltare a ravenei. Prin talvegul ravenei trece şi axul acesteia, respectiv, linia de cea mai mare energie; *conul aluvial* reprezintă o zonă de depuneri situată, de regulă, la ieşirea din ravenă; în majoritatea cazurilor, începutul acestei zone coincide cu gura ravenei şi cota terenului în acest punct.

Alte forme de relief sau complex de forme de relief pot fi, de asemenea, identificate la o multitudine de scări de mărime: un profil de versant sau o suprafaţă de versant, un sector de albie de râu sau valea râului în întregime, o alunecare de teren sau întreg profilul de versant, o cuestă sau un complex de interfluvii, un masiv montan sau o unitate complexă de relief montan ş.a. De regulă, cercetările de geomorfologie aplicată au în vedere categoriile de microrelief şi mezorelief, care fac obiectul interesului direct al unei anume intervenţii antropice şi pot fi abordate pe baze experimentale în teren, atât ca formă, dar mai ales ca dinamică.

1.2.2. Descrierea. Descrierea se face în termeni cantitativi, privind variabilele geomorfometrice sau ale parametrilor ce definesc un proces (de eroziune, transport de aluviuni, deplasări de teren, eroziuni de maluri etc). De exemplu, pentru unitatea geomorfologică fundamentală care este un bazin hidrografic, Chorley şi Kennedy (1971) au selectat 17 variabile geomorfometrice, iar Ichim *et al.* (1986) au identificat cel puţin 26 de variabile geomorfometrice pe baza unei inverstigaţii de peste 100 bazine din România.

Pentru descrierea morfologiei secţiunii transversale a albiei râului Bârlad (Rădoane, Rădoane, 2003) a fost nevoie de un fond de date privind 30 de secţiuni de albie din care s-au eşantionat depozitele şi s-au făcut măsurători morfometrice în lungul râului (Fig. 2, Foto. 1). Variabilele morfometrice care ne-au ajutat să descriem fenomenul geomorfologic cercetat sunt următoarele: distanţa de la obârşie în lungul râului Bârlad, L, km; suprafaţa bazinu-

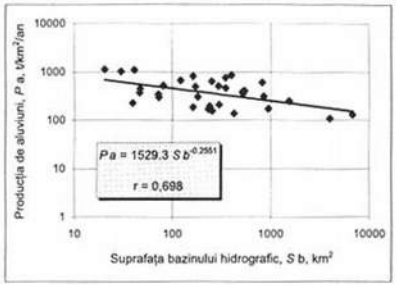


Fig. 3. Relația dintre producția de aluviuni, *Pa*, și suprafața bazinelor hidrografice, *Sb*, în condițiile râurilor și lacurilor din Podișul Moldovei și Câmpia Jijiei (Rădoane, Rădoane, 2002)

lui hidrografic amonte de secțiunea de măsurare, Sb, km²; lățimea albiei, B, m; adâncimea maximă, Hmax, m; adâncimea medie, Hmed, m; raza hidraulică, Rh, m; suprafața secțiunii transversale, SS, mp; panta albiei, I, m/km; suprafata secțiunii mal drept, AD, mp; suprafața secțiunii mal stâng, AS, mp. Din fiecare secțiune transversală s-au recoltat probe medii, distinct, din patul albiei, din malul drept și din malul stâng.

În laborator probele a fost supuse procedeelor standard de sfertuire, uscare, cântărire, sitare și obținere a curbelor granulometrice. În continuare au fost extrase diametrele caracteristice, d5, d10, d16, d25, d50,d60, d75, d84, d90, d95 pe baza cărora s-au calculat indicii statistici (Rădoane et al., 1995), diametrul mediu, *d*, asimetria (*Sk*) și kurtozisul (*k*) distribuțiilor granulometrice, procentul de nisip (*N*), praf (*P*), argilă (*A*) și parametrul *M*. Tot astfel pot fi descrise și alte morfologii, precum un profil de versant, o alunecare de teren etc., pe baza proprietăților identificate.

1.2.3. Explicarea. Cel de al treilea obiectiv al geomorfologiei este, în fapt, evaluarea raporturilor cauză – efect în apariția și dinamica formelor și a proceselor de relief. De exemplu, trebuie să explicăm de ce un râu, într-un anumit sector meandrează, iar în alt sector este împletit. De ce pe un versant se produce o alunecare de teren și pe altul nu? Sau de ce dintr-un bazin hidrografic se evacuează mai multe aluviuni decât din altul învecinat, situat aproximativ în aceleași condiții?

Răspunsul la aceste întrebări este dat pe baza analizei tuturor legăturilor cauzale între factorii de control, procesele geomorfologice și formele de relief rezultate. Instrumentele de analiză a acestor legături cauzale sunt oferite de științe mai mult sau mai puțin învecinate geomorfologiei, cum ar fi statistica matematică (Rădoane *et al.*, 1996).

Regresia liniară este instrumentul aflat cel mai la îndemână pentru a identifica gradul și intensitatea legăturilor dintre două variabile, din care una să fie cauză și alta efect. De exemplu, o relație mult utilizată în construirea bugetelor de aluviuni pentru bazine hidrografice este cea dintre producția de aluviuni *Pa* (t/km²/an) și suprafața bazinului de drenaj (*Sb*, km²); este o relație tipică de cauză (mărimea suprafeței de drenaj care este un înlocuitor pentru mărimea forței de eroziune în bazinul respectiv) și efect (producția de aluviuni, respectiv, totalitatea materialelor dislocate și puse în mișcare în bazinul respectiv). Exemplul din Fig. 3 este sugestiv, legătura dintre cele două variabile pentru aria Podișului Moldovei este una puternică, demonstrată și prin coeficientul de corelație. Pentru situația când numărul de variabile implicate în analiza unei forme de relief este mare se utilizează cu succes matricea de corelație, un mijloc rapid de a vizualiza cauzalitatea dintre variabile.

În Fig. 4 se exemplifică matricea de corelație pentru unele variabile ce descriu și controlează secțiunea transversală a râului Bârlad; tabloul rezultat este format dintr-o multitudine de coeficienți de corelație între o variabilă cu toate celelalte variabile incluse. Dacă numărul de observații este important (adică $n > 30$), coeficienții de corelație sunt semnificativi chiar și la valori mici, ca cei indicați în Fig. 4.

Variabila morfo-sedimentologic[a]	L(km)	Sb(kmp)	Ia (m/km)	B (m)	Hmax (m)	SS (mp)	Hmed (m)	Rh	AS	AD	M	A+Pp	A+Pm	D50p
L(km)	1													
Sb(kmp)	0.993	1												
Ia (m/km)	-0.612	-0.613	1											
B (m)	0.209	0.193	-0.466	1										
Hmax (m)	-0.510	-0.528	0.086	0.421	1									
SS (mp)	0.001	-0.019	-0.264	0.856	0.697	1								
Hmed (m)	-0.384	-0.416	0.282	0.136	0.799	0.474	1							
Rh	-0.312	-0.344	0.181	0.235	0.821	0.571	0.987	1						
AS	-0.146	-0.165	-0.161	0.734	0.664	0.861	0.387	0.459	1					
AD	0.056	0.039	-0.280	0.684	0.572	0.838	0.460	0.549	0.494	1				
M	-0.407	-0.416	0.169	-0.052	0.221	0.033	0.314	0.278	0.153	-0.038	1			
A+Pp	0.004	-0.045	0.180	-0.325	-0.059	-0.110	0.267	0.227	-0.120	-0.033	0.256	1		
A+Pm	-0.458	-0.457	0.065	0.022	0.279	0.055	0.250	0.230	0.157	0.015	0.896	0.016	1	
D50p	0.145	0.173	-0.213	0.510	0.083	0.273	-0.169	-0.111	0.222	0.206	-0.396	-0.755	-0.215	1

Fig. 4. Matricea de corelație a variabilelor morfometrice si sedimentologice a albiei râului Bârlad
Lista variabilelor: L, lungimea râului, km; Sb, suprafața bazinului hidrografic, km²; Ia, panta râului, m/km; B, lățimea albiei, m; Hmax, adâncimea maximă, m; SS, suprafața secțiunii transversale, m²; Hmed, adâncimea medie a albiei, m; Rh, raza hidraulică, m; AS, asimetria de stânga a secțiunii de albie, m²; AD, asimetria de dreapta a secțiunii de albie, m²; M, parametru morfosedimentologic; A, argilă,%, P, praf, %; D50, diametrul median, mm; p-patul albiei; m-malul albiei.

Zonele hașurate reprezintă corelații care pot fi analizate ca fiind o legătură între variabilele considerate. Desigur, în analiza acestor legături trebuie o mare atenție, experiența omului de știință fiind cea care decide ce corelație este validă din punct de vedere științific și nu calculul statistic.

1.2.4. Postdicția. Reprezintă evaluarea condițiilor dinamice sau caracteristicilor anterioare situației actuale, respectiv, istoria reliefului în ultima parte a timpului geologic (Holocenul), aspect care este în relație cu identificarea tendinței în timp lung a fenomenului geomorfologic studiat. Aparent, fără o importanță imediată, lipsa cunoașterii tendinței desfășurării unor procese geomorfologice nu de puține ori a generat chiar probleme de graniță (de exemplu, între statele Mississippi și Louisiana prin eroziunea laterală a fluviului Mississippi; între SUA și Mexic prin schimbările de albie datorate fluviului Rio Grande). În ce ne privește, exemplificăm o situație rezultată din analiza profilelor longitudinale actuale ale râurilor est-carpatice, care a condus la unele concluzii privind paleoevoluția rețelei hidrografice din această regiune (Rădoane et al., 2002).

O dată ce râul și-a atins forma sa de echilibru, în cazul de față, o anumită curbă mai mult sau mai puțin concavă, „luptă" să își păstreze această formă împotriva oricăror intervenții de natură tectonică sau climatică. Am putea spune că este o evidență clară a teoriei care a bulversat lumea geomorfologică în anii '60, teoria echilibrului dinamic, emisă de Hack. Aceasta spune că: o formă de relief pentru a exista nu trebuie să parcurgă neapărat cele trei stadii de evoluții – tinerețe, maturitate, bătrânețe; *o formă de relief își menține acele caracteristici care îi asigură o stare de echilibru în schimbul de masă și energie cu altă formă de relief.* Și astfel se explică de ce un profil longitudinal cu o mică concavitate poate fi mai vechi (de exemplu, Suceava, Moldova, Bistrița) decât un profil cu o concavitate mai mare (de exemplu, Siret) (Fig. 5).

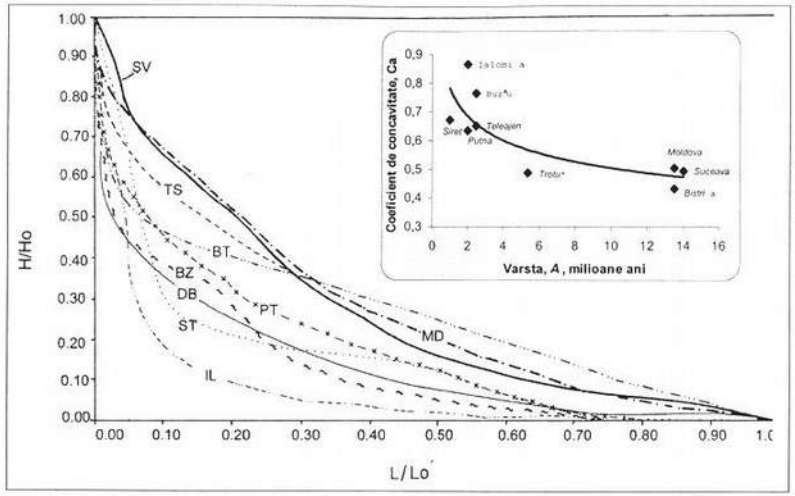


Fig. 5. Evidenţierea relaţiei între forma profilul de echilibru şi vârsta râului (Rădoane et al., 2002).
H/Ho — raportul de altitudine, unde *H* este altitudinea râului în punctul de măsurare, *Ho* este înălţimea râului de la gură la obârşie; *L/Lo* — raportul de distanţă, unde L este distanţa de la gura râului la punctul de măsurare, *Lo* este distanţa râului de la confluenţă la obârşie. SV — R. Suceava; MD — R. Moldova; BT — R. Bistriţa; TS — R. Trotuş; PT — R. Putna; BZ — R. Buzău; ST — R. Siret; DB — R. Dambovita; IL — R. Ialomiţa.

1.2.5. Predicţia. Predicţia este determinarea tendinţei de desfăşurare în timp şi în spaţiu a fenomenului geomorfologic, în general, şi se face pe baza unor şiruri de măsurători pe durate şi desfăşurări spaţiale reprezentative, pentru ca datele să se poată constitui în serii dinamice pertinente. Exemple numeroase de serii de timp din domeniul geoştiinţelor asupra cărora s-au aplicat unele metode de analiză a tendinţelor de evoluţie sunt date în Rădoane *et al* (1996).

Pentru exemplificare, am ales seria de timp reprezentată de înălţimea patului albiei râului Suceava la postul hidrometric Brodina în perioada 1963–2002. Metoda de lucru este prezentată în alte lucrări ale noastre şi nu trebuie să insistăm asupra acesteia. Important este de reţinut că prin observarea tendinţelor de desfăşurare a unui proces geomorfologic în timp, putem prognoza evoluţia lui în paşi de timp ulteriori. În cazul de faţă, evoluţia patului albiei râului Suceava în secţiunea Brodina (Fig. 6) este dată de o succesiune de agradări şi adâncciri bruşte; adâncirile corespund viiturilor mai puternice, precum cea din 1969–1970, când s-a depăşit 200 mc/s sau cea din 1982, când s-a atins 100 mc/s, în situaţia în care, în secţiunea Brodina, debitul mediu multianual este de 3,42 mc/s. Între aceste perioade se interpun faze mai lungi de agradare, de regenerare cu aluviuni a patului albiei. Desigur, comentariile sunt mult mai numeroase, dar nu fac obiectul lucrării noastre.

De reţinut, în concluzie, că obiectivele geomorfologiei aplicate derivă din obiectivele majore ale geomorfologiei generale, aşa cum rezultă ele din definiţia analitică a ştiinţei (Ichim et al., 2001).

1.3. Câmpul de implicare în context social-economic

Vom aduce în discuţie interacţiunea dintre geomorfologie şi supravegherea publică a mediului aşa cum a fost abordată în cadrul grupului de lucru al geomorfologilor britanici (Hooke, 1988). Supravegherea publică

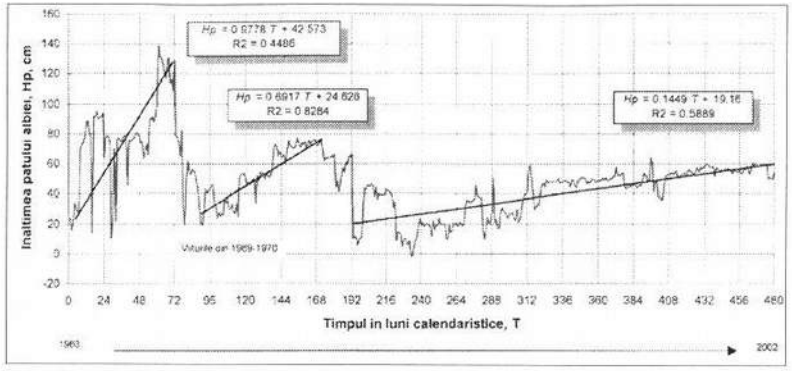


Fig. 6. Dinamica patului albiei râului Suceava în secţiunea Brodina

(poliţia mediului) este acreditată ca o serie de măsuri care variază de la legislaţie strictă şi reguli de conduită la măsuri economice coercitive. Această poliţie a mediului poate aplica măsurile de la nivel internaţional (vezi Comunitatea Europeană), la nivel regional, naţional şi local (autorităţile locale) sub directa coordonare a ministerelor sau autorităţilor locale. Pentru geomorfologi este de interes orice activitate care modifică forma terenurilor, induce deplasări de materiale (depozite de versant, aluviuni) sau alterează cantitatea sau calitatea apei, a drenajului. Multe activităţi antropice afectează indirect proprietăţile suprafeţei terenurilor şi prin interacţia cu vegetaţia. Coates (1984 cit. Hooke, 1988) luând în discuţie geomorfologia raportată la supravegherea publică spune:

„De când omul trăieşte, munceşte, construieşte şi îşi petrece timpul liber pe suprafaţa Pământului, el produce inevitabil schimbări ale ecosistemului uscat - apă, încât geomorfologul trebuie să ia în consideraţie acele activităţi societale cu efect în modificarea proceselor naturale. De aceea este necesar ca geomorfologii să se implice în actele de guvernare care autorizează decizii de natură a schimba caracteristicile topografiei, materialelor şi proceselor implicate în asemenea modificări.“

Este adevărat că schimbările induse de om au avut loc şi în trecut, dar acum au o rată în creştere, cu atât mai mult cu cât populaţia creşte, resursele diminuează, încât s-a ajuns ca rata modificării mediului să fie accelerată şi necontrolată.

Tipurile de schimbări care nu pot fi trecute cu vederea sunt: *mineritul* şi realizarea de *cariere* care dislocă şi transportă în scurt timp mari cantităţi de roci; *schimbarea tipului de agricultură*, în special, în terenurile joase (creşterea producţiei de cereale implică, evident, o agricultură intensivă, deci, dezechilibre); *consecinţele geomorfologice ale urbanismului* sunt aproape ignorate, deşi alterează foarte mult morfologia proceselor care o definesc, respectiv, realizarea de drumuri, dislocarea de materiale, construcţii, canale etc.); *râurile* şi *ţărmurile* sunt specifice geomorfologiei pun probleme speciale de eroziune laterală, abraziune, erodarea plajelor etc. De cele mai multe ori problemele specifice geomorfologiei sunt neglijate în schimbul celor de poluare ale apei în aceste zone; *parcurile naţionale* care, prin legislaţie, sunt supuse la o supraveghere specială din partea poliţiei mediului; *hazardele naturale* şi atitudinea poliţiei mediului faţă de acestea.

Din păcate, legislaţia privind locul geomorfologiei în securitatea mediului este foarte firavă. Există însă diferite căi de control între care se detaşează: a) persuasiunea morală; b) reglarea legislativă; c) coerciţia economică.

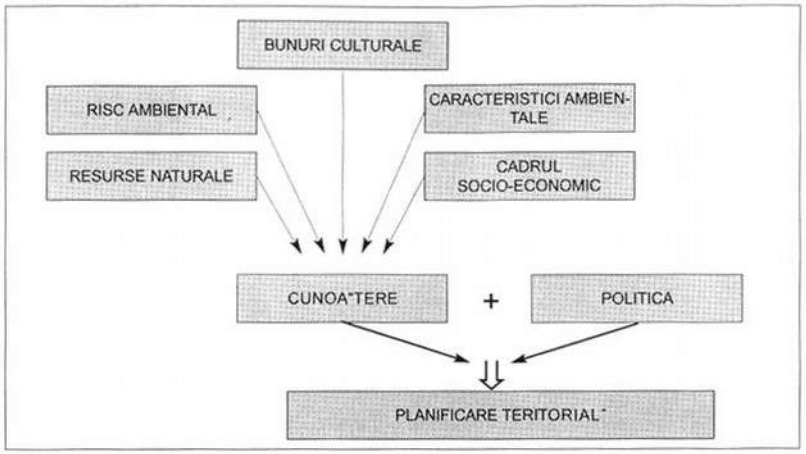


Fig. 7. Schemă decizională asupra planificării teritoriale (Panizza, 1991).

Toate acestea se realizează prin organizațiile și agențiile locale, federale, naționale și internaționale. Între acestea din urmă se includ și Națiunile Unite, Banca Mondială, iar, în interior, structurile guvernamentale, care au un rol major pe plan național, dar se apreciază o creștere a presiunii grupurilor private ce au influențat și influențează supravegherea mediului (de exemplu, Greenpeace). Ceea ce este mai grav și este valabil și pentru problemele de geomorfologie, poliția mediului nu există dacă nu s-au produs dezastre. Deci subliniem, legislația are în vedere cu predilecție aspectele catastrofice.

Geomorfologii trebuie să demonstreze necesitatea participării lor la poliția mediului și să sugereze acțiuni efective. *„Nu este suficient să scrii despre un fenomen într-o publicație în speranța că supraveghetorii de mediu vor citi și îți vor traduce în practică concluziile tale. Lipsa de comunicare între omul de știință și supraveghetorii de mediu poate duce la negarea investigației pertinente și obiective asupra fenomenului în cauză*", spune același Coates (1984). În această idee s-au conturat patru tipuri de activități care pot fi considerate la interfața geomorfologiei aplicate cu poliția (supravegherea) mediului, și anume: 1. Catalogarea și inventarierea fenomenului (de exemplu, inventarierea alunecărilor de teren dintr-o anumită zonă) sau a unei activități antropice; 2. Evaluarea efectelor fenomenului sau activității; 3. Predicția asupra efectelor activității propuse; 4. Indicarea alternativelor de supraveghere.

Rămânând în continuare la raportul geomorfologie–poliția mediului, trebuie să accentuăm un aspect definitoriu pentru staționarea acestuia, și anume, „ordonarea în spațiu și timp", deci strategia dezvoltării unui teritoriu, a unei regiuni date. Aceasta implică raportarea la un alt set de factori, de care depinde alegerea sau decizia asupra unei soluții. Panizza (1991) sugerează următoarea schemă decizională în legătură cu planificarea (bonitarea) teritorială. Astfel, alegerea depinde de: cunoașterea teritoriului și politica dezvoltării. Dacă cea de a doua ține de tipul de guvernare, de administrare, în general, prima trebuie raportată la următoarele cinci componente (Fig. 7): resurse naturale, riscul natural, peisajul cultural, caracteristicile ambientului, cadrul socio-economic.

Punctul de convergență al acestor componente în alegerea sau propunerea soluției îl asigură cunoașterea. Dintr-o astfel de perspectivă poate fi abordată, în opinia autorului, și structurarea geomorfologiei aplicate, iar

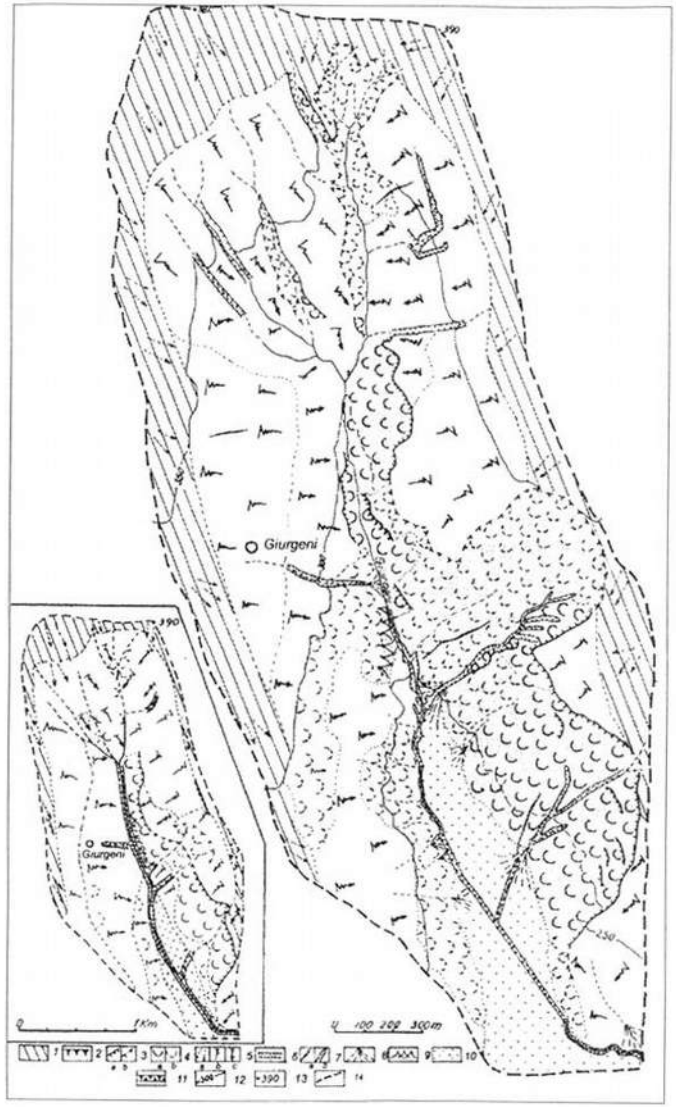


Fig. 8. Influența scării asupra distribuției areale a proceselor geomorfologice actuale. 1, platouri structurale-sculpturale, 2, abrupt litologic; 3, cornișă de desprindere: a, activă; b, stabilizată; 4, alunecări de teren: a, active; b, stabilizate; 5, eroziune în suprafață: a, slabă; b, moderată; c, puternică; 6, albie minoră adâncită; 7, ogașe și ravene: a, sub 2 m adâncime; b, peste 2 m adâncime; 8, con de dejecție; 9, glacis coluvio-deluviale; 10, albie majoră; 11, albie canalizată; 12, curbe de nivel; 13, cote; 14; limita bazinului.

elementul fundamental de exprimare îl reprezintă *harta geomorfologică* în variantele ei tematice. Nu putem vorbi de o supraveghere competentă și eficientă a condițiilor de relief și de evaluare reală a acestora fără să avem un asemenea instrument, respectiv, *harta*. În aceste cazuri se recomandă realizarea hărților la scară mare, sub 1/10 000. În Fig. 8 exemplificăm bazinul hidrografic Giurgeni, unde noi am realizat cercetări geomorfologice detaliate asupra distribuției și dinamicii proceselor geomorfologice actuale. Am urmărit în mod special dinamica ogașelor și ravenelor, dar și a alunecărilor de teren. Suprafața bazinului hidrografic fiind doar de 4,56 km², am reușit să acoperim în detaliu întreg teritoriul bazinului în ce privește observarea și cartografierea geomorfologică. Informația culeasă a fost apoi trecută pe hartă, baza fiind dată de hărțile topografice. Deși informația era aceeași, scara hărții a alterat serios calitatea observației geomorfologice, în special, în ce privește distribuția areală a proceselor investigate. De exemplu, dacă raportăm numai suprafața acoperită de alunecări de teren, pe harta geomorfologică în scara 1/5 000, suprafața afectată de aceste procese este de 1,22 km², pe când pe harta geomorfologică în scara 1/25 000, această suprafață este de 0,875 km². Pe această bază putem evalua o eroare de apreciere de 30% (reprezentând raportul între cele două mărimi), datorită utilizării pentru cartografiere geomorfologică a hărților neadecvate. Și formele torențiale (ogașe, ravene) sunt mult mai dense pe harta în scara 1/5 000, deoarece pe harta în scară 1/25 000 formațiunile cu adâncimi sub 1 m nu mai pot fi reprezentate. Comparând cele două hărți în privința fragmentării reliefului rezultă, de asemenea, valori diferențiate, respectiv de 3,12 km/km² în scara 1/5 000 și de 1,92 km/km² în scara 1/25 000. Eroarea calculată este în acest caz mai mare, de cca 40%.

Datele pe care trebuie să le reprezinte hărțile se referă la: geomorfometrie (altimetrie, energie de relief, pante, expoziție ș.a.), procesele actuale în raport cu stadiul lor de activitate, depozitele superficiale și alte date litologice, unele elemente de mediu care considerăm că pot explica situația geomorfologică ca, de exemplu, elemente de hidrologie (scurgere lichidă și solidă, viituri și inundații etc.), de climă (îngheț–dezgheț, precipitații), de pedogeneză, neotectonică ș.a.

Evident, toate acestea se vor obține potrivit cu specificul regiunii studiate. Dacă pentru organizarea în spațiu a supravegherii reliefului, hărțile constituie instrumentul indispensabil, pentru supravegherea în timp se impune rezolvarea problemelor de postdicție și predicție, deci, de cunoaștere a ratei proceselor, a tendinței lor de evoluție, a intervalului de recurență a unor procese ș.a.

BIBLIOGRAFIE

BĂLTEANU, D., DINU, Mihaela, CIOACĂ, A. (1989), *Hărțile de risc geomorfologic*, SS GGG, seria Geografie, t 36, 9-14.

BĂLTEANU, D. (1992), *Natural hazards in Romania*, RR GGG, s. Geographie, t 36, 47-55.

CHORLEY, R.J., SCHUMM, S.A., SUGDEN, D.E. (1985), *Geomorphology*, Methuen, London.

CIOACĂ, A. (2001), *Efectele activităților tehnologice asupra riscurilor geomorfologice în regiunile de extracție a resurselor naturale ale subsolului*, Revista Geografică, t 7, 132-137.

COTEȚ, P. (1978), *O nouă categorie de hărți – hărțile de risc – și importanța lor geografică*, Terra, X, 3.GRECU, F. (2002), *Risk-prone lands in hilly regions: mapping stages*, in Applied geomorphology, Wiley and Sons, Chichester, 49 – 64.HOOKE, J.M. (1988), *Geomorphology in Environmental Planning*, Wiley and Sons, Chichester, 274 p.

IANOȘ, I. (1994), *Riscul în sistemele geografice*, SC GGG, seria Geografie, XLI, 19-27.

ICHIM, I., RĂDOANE, Maria,. RĂDOANE, N., CATANĂ, C. (1994), *Sediment balance in the Argeș dranage basin (Vîdraru Dam - Oești Reservoir)*, RR GGG, serie de Geographie, 38, 105 – 110.

ICHIM, I., RĂDOANE, Maria, DUMITRIU, D. (2000), *Geomorfologie*, vol. I, Editura Universității Suceava, 187 p.

IONIȚĂ, I. (2000),*Geomorfologie aplicată*, Editura Universității „Al.I. Cuza" Iași, 230 p.

MAC, I. (1986), *Folosirea unităților micro-scalare în cartografierea geomorfologică specială*, Lucr. Simpoz. „Provenienta și efluența aluviunilor", 5 – 6 XI, 1986, Piatra Neamț.

MARTINIUC, C., BĂCĂUANU, V. (1964), *Problemes de geomorphologie appliquee dans la systematisation des villes en Moldavie*, RR GGG, serie de Geographie, 8.

PANIZZA, M. (1990), *Geomorfologia applicata*, NIS, Roma, 342 p.

POSEA, G., CIOACĂ, A. (2003), *Cartografierea geomorfologică*, Editura Universității „Spiru Haret", București.

RĂDOANE, Maria, ICHIM, I., RĂDOANE, N., DUMITRESCU, Gh., URSU, C. (1996), *Analiza cantitativă în geografia fizică*. Editura Universității „Al. I. Cuza" Iași, 350 p.

RĂDOANE, Maria, RĂDOANE, N., ICHIM, I., SURDEANU, V. (1999), *Ravenele. Forme, procese, evoluție*, Editura Presa Universitara, Cluj-Napoca, 268 p.

RĂDOANE, Maria, RĂDOANE, N. (2001), *Eroziunea terenurilor și transportul de aluviuni în sistemele hidrografice Jijia și Bârlad*, Revista de Geomorfologie, București , vol. 3, 73-86.

RĂDOANE, N., RĂDOANE, Maria, ICHIM, I., MICLĂUȘ, Crina (1995), *Influențele mineritului asupra tranzitului de aluviuni pe râul Jiu, amonte de Sadu*. St. cercet. geol., geof., geogr., s. Geografie.

RĂDOANE, Maria, RĂDOANE, N., DUMITRIU, D. (2003), *Geomorphological evolution of river longitudinal profiles*, Geomorphology, 50, Elsevier, Olanda, 293-306.

RĂDOANE, Maria, RĂDOANE, N. (2003), *Morfologia albiei râului Bârlad și variabilitatea depozitelor actuale,* Seminarul Geografic „Dimitrie Cantemir" , Universitatea „Al.I.Cuza" Iași (sub tipar).

RĂDOANE, N. (2002), *Geomorfologia bazinelor hidrografice mici*, Editura Universității Suceava, 255 p.

SCHREIBER, W.E. (1980), *Harta riscului intervenției antropice în peisajul geografic al Munților Harghita,* SC GGG, seria Geografie, t 27, 1.

SURDEANU, V. (1998), *Geografia terenurilor degradate*, Editura Presa Universitară clujeană, 274 p.

SURDEANU, V., RĂDOANE, Maria, RĂDOANE, N. (2003), *Erosion and gullying in Romania*, Extended abstracts, International Conference *Gully erosion in Mountain Areas: Processes, measurement, Modelling and Regionalizationa,* Digne-le-Bains, France, 150-154.

TRICART, J. (1962), *L'Epiderme de la Terre, esquisse d'une geomorphologie appliquee,* Masson et Cie, Paris, 167 p.TUFESCU, V., MOȚOC, M. (1969), *La geomorphologie au service de l'amelioration des terrains degrades en Roumanie*, Travaux du Symposium International de Geomorphologie Appliquee, Bucharest, 49 – 54.

TUFESCU, V. (1966), *Modelarea naturală a reliefului și eroziunea accelerată,* Editura Academiei, București.

*** (1985), *Cercetări geomorfologice pentru lucrări de îmbunătățiri funciare,* (editori D. Bălteanu, Ș. Dragomirescu, C. Muică), Universitatea București, Institutul de Geografie, 298 p.

Universitatea „Ștefan cel Mare", Suceava

Beach-dune systems of the North of France: a dynamic equilibrium?

Yvonne BATTIAN-QUENEY

Key words: aeolian dynamics, foredune, macrotidal sandy beaches, dynamic equilibrium, Côte d'Opale

Abstract: Beaches and foredunes belong to morphologic systems, which depend not only upon marine and aeolian dynamics, but also upon sediment supply. In the North of France, two sites have been studied during the last ten years: Merlimont and Bray-Dunes. Both are macrotidal sandy beaches with well developed foredunes and incipient dunes. The effect of storm events strongly depends upon the tidal environment. The immediate consequences of a storm can be spectacular, with sand cliff formation and several meters shoreline retreat. Nevertheless, on a longer time scale, German bunkers and aerial photographs prove a remarkable stability over the last 60 years. Thanks to an abundant nearshore sand supply, there is a rapid adjustment of the beach and foredune profile leading to a morphologic equilibrium of Merlimont and Bray-Dunes coastal systems. Equilibrium mechanisms work only if sediment exchanges and natural processes are not inhibited by human interventions.

Introduction

All over the world, beaches constitute an important regional tourism resource. So users and managers have to know if beaches and dunes, which border them, are threatened by coastal erosion. The degree of resilience of coastal systems (their ability to resist to disturbances) is a very important property to take into account for a sustainable development and management. To resolve this problem, the geomorphologists have a decisive role, because they can give sound information on the beach and dune dynamics and estimate the sediment budget. To give relevant data to the managers, they must consider the whole coastal system and not only the beach alone. The example of the northern French coast will serve to illustrate this way of thinking.

The 160 km long Côte d'Opale extends along the French coast of eastern English Channel and southern North Sea, from the Authy estuary to the Belgian border (Fig. 1). Beaches and dunes are present on two thirds of this coast (Battiau-Queney et al., 2001). Two sites are specially considered in this paper: 1°) Merlimont Beach, which represents the Picard type: dunes are organised in two distinct fields; the shoreline is approximately south-north (perpendicular to the prevailing winds); 2°) Bray-Dunes Beach, which typifies the Flemish coast. It is characterized by only one dune field. The coast is WSW-ESE, then nearly parallel to the western prevailing winds.

The beach-dune system

A beach-dune system is just a peculiar type of morphologic system (Fig. 2). It works thanks to a source of energy, which enters permanently into the system, but with large spatial and temporal variations. This energy keeps the marine and aeolian dynamics up. When working the system creates landforms within a spatial unit called the morphosedimentary cell. Along the Côte d'Opale, the morphosedimentary cell includes

- the foredune,
- the beach (strictly speaking), which is here the intertidal zone, limited inland by the swash upper limit and seaward by the lowest sea level;
- the nearshore (as opposed to the backshore including beach and dune) (*avant-plage* or *petits fonds* in French), which is the wave shoaling zone, where sediment is transported to the beach or exported seaward.