

La geomorfologia, tra protezione del paesaggio e gestione dei rischi naturali

di Emmanuel Reynard, *geografo*¹

L'Istituto di Geografia dell'Università di Losanna (IGUL) privilegia da tempo le ricerche riguardanti tanto la geografia umana (Da Cunha & Racine, 2003) quanto la geografia fisica (Winistörfer & Reynard, 2003). In questo secondo campo, gli studi si sono concentrati fino alla fine degli anni '80 soprattutto sulla ricostruzione della paleogeografia glaciale delle valli alpine. Da allora, sotto gli impulsi del prof. Jörg Winistörfer, i lavori si sono diversificati in due aree geografiche (Dambo & Reynard, 2005): il Sahel – e principalmente il Niger –, e le Alpi. In questa seconda regione, gli studi paleogeografici sono stati progressivamente sostituiti da lavori riguardanti l'ambiente periglaciale (Lambiel, 2006; www.unil.ch/igul), quali la modellizzazione della ripartizione del permafrost, lo studio del regime termico dei terreni caratterizzati dalla presenza di permafrost – in particolare le falde detritiche –, lo studio della dinamica di questi terreni e il monitoring del permafrost su scala svizzera (www.permos.ch), basato su una rete di perforazioni e di siti di studio di cui l'IGUL assicura parzialmente il seguito. Nel 2005, i ricercatori attivi nel campo della geografia fisica dell'Università di Losanna si sono organizzati in un "Gruppo di

ricerca in geografia alpina" e, nel 2006, le ricerche sono state riunite in due settori principali: la geomorfologia dinamica di montagna e gli studi sul paesaggio e la geoconservazione. In questo senso, il nostro gruppo di ricerca rimane attivo in entrambi gli approcci principali della geomorfologia: l'approccio legato alle forme (approccio paesaggistico) e lo studio e la quantificazione dei processi. Da un punto di vista metodologico, privilegiamo i lavori di terreno e i metodi che gli sono associati (cartografia, metodi geofisici, inventari). In questo articolo sono proposte alcune riflessioni ed alcuni esempi di ricerche riguardanti questi due approcci, orientati da un lato verso lo studio del rischio nelle regioni di montagna e, dall'altro, verso la protezione della natura e del paesaggio nella sua accezione più larga.

Un contributo allo studio del rischio alpino

Il rischio è una nozione abbastanza difficile da definire; ciononostante, tutte le definizioni proposte nella letteratura specializzata fanno riferimento a due elementi: un fenomeno – sociale o naturale – e la sua relazione con la società. Perché ci si trovi confrontati con una situazione di rischio

naturale è dunque necessario che un fenomeno naturale, che viene chiamato in questi casi alea, entri in contatto con delle infrastrutture o delle attività umane. Il rischio naturale è dunque semplicemente definito attraverso la relazione seguente: $RISCHIO = ALEA \times SOCIETA$. L'alea è generalmente definita da due parametri: la frequenza e l'intensità. In genere, un fenomeno che si produce frequentemente ha un'intensità debole, mentre un fenomeno di forte intensità ha una frequenza più bassa. È il caso in particolare di tutti i fenomeni climatici. Prendiamo l'esempio dei giorni di canicola: un giorno canicolare – caratterizzato da temperature superiori a 30°C durante il giorno e non inferiori a 20°C durante la notte – è un fenomeno frequente in Svizzera; in pianura, si produce generalmente ogni estate per qualche giorno. Un'ondata di calore della durata di quella dell'estate del 2003 ha invece un'intensità tale da renderla un fenomeno poco frequente. Questo esempio mostra come le nozioni di frequenza e di intensità possano evolvere nel corso del tempo. Nel nostro caso specifico, la frequenza delle ondate di calore – che caratterizzano le situazioni nelle quali si succedono almeno tre giorni di canicola – è notevolmente aumentata negli ultimi decenni, come pure la loro durata (www.meteosuisse.admin.ch). Tanto la frequenza quanto l'intensità del fenomeno stanno quindi aumentando in relazione ai cambiamenti climatici in corso.

Perché si possa parlare di rischio, è necessario che il fenomeno naturale entri in contatto con la società. Si ha dunque tendenza a quantificare il rischio in funzione dei costi economici (o dei costi potenziali) generati dall'alea, e certi lavori arrivano

persino ad attribuire un valore economico alla vita umana, ciò che permette di quantificare il rischio associato alle perdite umane relative ad un fenomeno.

Le ricerche condotte attualmente all'IGUL nel campo dei rischi naturali si concentrano prevalentemente sullo studio dell'alea geomorfologica, ma alcuni lavori, situati all'interfaccia delle scienze umane e sociali, concernono pure lo studio del rischio. Nelle linee che seguono sono presentate due ricerche attualmente in corso: la prima concerne la prospezione del permafrost di montagna, mentre la seconda tratta della valutazione degli stock sedimentari mobilizzabili dai flussi detritici.

Il permafrost di montagna

Permafrost è un termine che qualifica qualsiasi terreno la cui temperatura si situa costantemente al di sotto di 0°C; si tratta dunque di una condizione termica della litosfera, che concerne tanto le pareti rocciose quanto i sedimenti sciolti di ogni genere (falde detritiche, morene, rock glaciers). Secondo questa definizione, la presenza del permafrost dipende soprattutto dalle condizioni climatiche (temperatura dell'aria, irradiazione solare, presenza o meno di un manto nevoso, etc.). Siccome questi parametri agiscono a diverse scale – da quella regionale a quella della singola forma geomorfologica – e siccome gli scambi termici nel sottosuolo dipendono sia da processi di tipo conduttivo (scambi termici “verticali” tra l'atmosfera, la superficie del suolo e il terreno stesso) che da processi di tipo avvertivo (scambi termici “orizzontali” attraverso gli interstizi del terreno quali i pori e le fessure), la valutazione della ripartizione spaziale del permafrost in un versante o in una valle è molto complessa

(Lambiel, 2006). Infatti, non si tratta soltanto di descrivere i limiti dei terreni caratterizzati dalla presenza di permafrost, ma anche di valutarne il contenuto in ghiaccio, parametro importante nella possibile destabilizzazione dei versanti (caduta di pietre, frane e partenza di flussi detritici).

Siccome il permafrost non è generalmente visibile ad occhio nudo, questo lavoro di prospezione necessita l'utilizzo di metodi detti indiretti. Le ricerche attualmente in corso combinano generalmente quattro gruppi di metodi (Lambiel, 2006):

l'osservazione e la cartografia geomorfologica; si tratta di un metodo essenziale, che permette spesso di poter interpretare correttamente i risultati ottenuti grazie ad altri metodi più quantitativi. È per questo motivo che l'IGUL ha sviluppato la sua legenda per la cartografia geomorfologica (Schoeneich, 1993), una legenda che si sta cercando di rendere più performante allo scopo di rendere possibile una sua applicazione alla cartografia dei pericoli d'origine geomorfologica (Theler, in corso);

– le misure termiche; sono realizzate sia alla superficie del terreno (attraverso campagne di misure sotto il manto nevoso - che gioca il ruolo di isolante e che permette dunque di misurare la temperatura del suolo senza l'effetto delle temperature atmosferiche -, come pure di misure continue effettuate grazie all'uso di mini sensori posti alla superficie del suolo), che nelle perforazioni. Attualmente, l'IGUL gestisce quattro perforazioni a diverse altitudini (Combe de Dreveneuse, Chablais vallesano, 1600 m ; Eboulis des Lapires, vallon de Nendaz, 2500 m ; Moraine du col des Gentianes, vallon de Nendaz, 2900 m ; Pointe du Tsaté, val d'Hérens, 3100 m).

Le misure ottenute a diverse profondità (fino a 20 m) permettono di osservare, da un lato, la trasmissione del calore all'interno del sottosuolo e, dall'altro, l'evoluzione a lungo termine delle temperature. Queste misure sono parzialmente integrate nella rete di osservazione del permafrost in Svizzera (www.permos.ch). Diverse nuove perforazioni saranno realizzate nel corso del 2008;

- la prospezione geofisica; i metodi geofisici, e i metodi elettrici in particolare, permettono di evidenziare la struttura del sottosuolo. Combinati con altri metodi, quali quelli termici, essi permettono di ottenere una buona approssimazione della presenza di permafrost nel sottosuolo, come pure del suo tenore in ghiaccio (Lambiel, 2006 ; Scapozza, 2008);
- infine, le misure dei movimenti di terreno possono contribuire alla valutazione dell'alea legata alla presenza di permafrost. Queste misure sono realizzate sia direttamente sul terreno, grazie ad un GPS differenziale ad alta definizione che permette di evidenziare degli spostamenti dell'ordine del centimetro al mese, sia attraverso immagini radar prese dai satelliti, che bisogna in seguito confrontare con la realtà geomorfologica.

L'utilizzo combinato di questi diversi approcci permette di ottenere delle carte dettagliate della ripartizione del permafrost, delle sue caratteristiche termiche e del suo tenore in ghiaccio (fig. 1); queste carte costituiscono un valido strumento per la messa in evidenza dei rischi associati alla presenza di permafrost, come è stato fatto recentemente per il Canton Vaud (Lambiel et al., 2008).

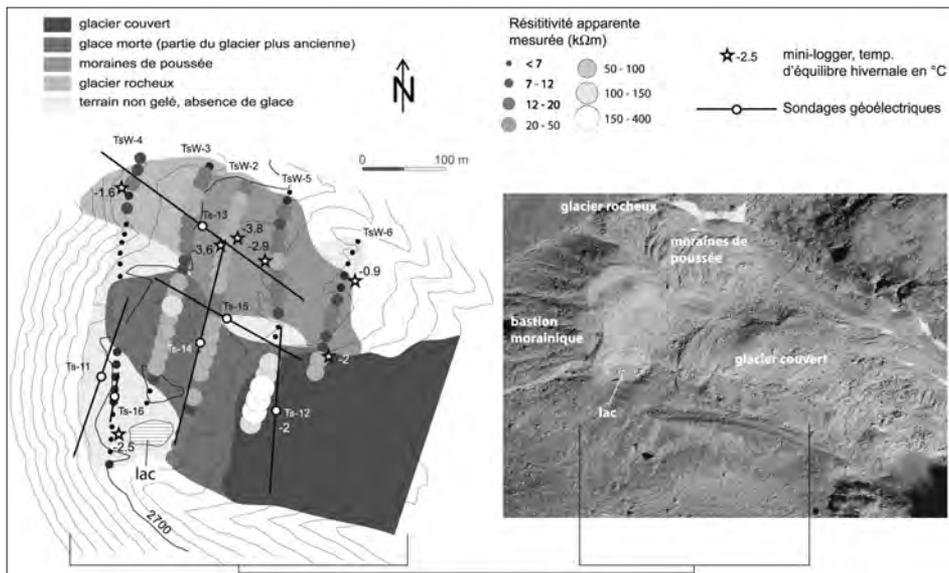


Fig. 1 Carta della ripartizione del permafrost e interpretazione geomorfologica nel circo di Tarmine, val d'Arolla (Vallese)(Lambiel et al., 2004).

Tradizionalmente, i nostri lavori hanno toccato soprattutto le Alpi vallesane – principalmente le regioni di Nendaz/Verbier e della val d'Arolla – e le Hautes Alpes Calcaires (Pieracci et al., 2008). Più recentemente, ci siamo pure interessati alle Alpi ticinesi (Scapozza, 2008 ; Scapozza & Reynard, 2008) grazie agli impulsi di studenti ticinesi.

I flussi detritici

Un flusso detritico è un flusso, spesso molto rapido, composto da una miscela d'acqua e di materiali sciolti, costituito da blocchi di taglia diversa e da una matrice più fine. Questi fenomeni si producono a volte sempre negli stessi luoghi, ciò che a lungo termine può dare origine ad un tor-

rente, caratterizzato da un settore a monte dominato dall'erosione – il bacino di ricezione -, e da una zona di deposito situata a valle: il cono di deiezione. Tra questi due settori, il deflusso è spesso canalizzato all'interno di un vallone chiamato canale di deflusso. La partenza di un flusso detritico è un fenomeno complesso che necessita alcune condizioni di base e un fattore scatenante. Per ciò che concerne le condizioni di base, si possono citare la presenza di grandi quantità di materiali sciolti (falde detritiche, rock glaciers, bastioni morenici), la presenza di strati impermeabili in profondità che impediscono l'infiltrazione dell'acqua (strati di argilla, permafrost), o ancora l'assenza di una copertura vegetale che permetta di stabilizzare il terreno. Il principale fattore scatenante è invece co-



Fig. 2: Il versante di Tsarmine, sulla sponda destra della Borgne d'Arolla (Alpi vallesane). Questo versante presenta numerose zone favorevoli alla partenza di flussi detritici di volume importante. 1=ghiacciaio coperto; 2=bastione morenico; 3=rock glacier a spostamento rapido; 4 = falda detritica; 5=principali corridoi di flussi detritici.

stituito dalle precipitazioni, siano esse di forte intensità (precipitazioni estreme) o di intensità più debole ma di lunga durata. Siccome questi due tipi di precipitazioni sono attualmente in aumento, bisognerà attendersi in futuro anche ad un aumento dei flussi detritici. Si tratta di un rischio importante per numerose valli alpine, anche perché i coni di deiezione sono stati fortemente colonizzati da infrastrutture di ogni tipo.

Lo studio dei volumi di sedimenti mobilizzabili da un evento torrentizio costituisce una tappa essenziale nella valutazione del rischio associato ai flussi detritici. La

cartografia geomorfologica può contribuire in maniera importante a questa valutazione, ciò che è attualmente oggetto di una tesi di dottorato all'Istituto di Geografia (Theler, in corso). Alla fine degli anni '80, l'IGUL ha sviluppato la sua legenda per la cartografia geomorfologica (Schoeneich, 1993). Questa legenda è soprattutto morfogenetica, nel senso che i diversi tipi di forme sono classificati secondo i processi che sono alla base del loro sviluppo. Ad ogni gruppo di processi (glaciali, carsici, fluviali, periglaciali, etc.) è associato un colore. Tali processi sono pure classificati in zone d'erosione – dove la forma è disegnata su

sfondo bianco – e in zone d’accumulazione – dove la forma è disegnata su sfondo colorato. Una carta realizzata sulla base di questa legenda può certo contribuire a fornire delle informazioni generali sui flussi detritici, ma non permette di precisarne i volumi mobilizzabili.

L’elaborazione di una nuova legenda, capace di combinare la legenda morfogenetica dell’IGUL con una matrice d’alea basata sulle nozioni di intensità e di frequenza è attualmente in studio (Theler & Reynard, 2008). L’informazione cartografica è in seguito trattata grazie ad un sistema d’informazione geografico (ArcGIS): alcuni strumenti di analisi spaziale di questo programma permettono di stabilire i legami spaziali tra i depositi sedimentari e i canali del torrente. A termine, questa legenda dovrebbe permettere di distinguere le principali zone di partenza dei flussi detritici e dei volumi che gli sono associati. Attualmente, questa legenda è testata in tre torrenti vallesani: il Bruchi e il Bortür, nell’Alto Vallese, e il torrente di Tsarmine, nella val d’Arolla (fig. 2), dove abbiamo pure eseguito diverse prospezioni per quanto riguarda la ripartizione del permafrost (Lambiel et al., 2004).

Un contributo alla gestione dei paesaggi alpini

La nozione di paesaggio

Il secondo gruppo di ricerche condotte attualmente dall’IGUL nel campo della geografia fisica concerne lo studio dei paesaggi alpini. La nozione di paesaggio, come quella di rischio, è abbastanza ambigua e polisemica (Droz & Miéville-Ott, 2005).

Per quanto ci riguarda, consideriamo che la nozione di paesaggio racchiuda una componente oggettiva – secondo questo punto di vista, il paesaggio si compone di un insieme di elementi abiotici, biotici e antropici –, e di una componente soggettiva, legata alla percezione collettiva ed individuale del paesaggio oggettivo. La componente soggettiva è essenziale per la comprensione della differenza tra uno spazio e un paesaggio e, nell’ambito naturale, tra la natura e il paesaggio. Questa componente è pure particolarmente importante per capire il modo in cui una società gestisce i suoi paesaggi, ai quali attribuisce un certo valore che può anche evolvere nel corso del tempo.

Prendiamo come esempio il caso dei paesaggi palustri. Per secoli, le torbiere e le zone palustri sono state considerate in un’accezione negativa, come degli spazi non coltivabili e insalubri. Non soltanto questi spazi erano sfavorevoli all’agricoltura, ma erano pure all’origine di malattie quali la malaria. La “politica” di gestione di queste zone palustri, per secoli, si è ridotta a dei drenaggi e a delle bonifiche. Alla fine degli anni ’80, e in particolare grazie all’iniziativa popolare detta di Rothenthurm (accettata dal popolo svizzero nel 1987), si è cominciato ad associare a questi spazi delle virtù paesaggistiche, biologiche e di sicurezza. Da allora, le zone palustri sono protette e, lungo i corsi d’acqua, la politica federale ha come obiettivo la restituzione ai fiumi di alcune delle loro qualità naturali, in particolare grazie alla preservazione e alla ricostituzione delle foreste golenali. Si assiste dunque ad un cambiamento del valore negativo attribui-

to in passato a questi spazi, e dunque ad una nuova politica di gestione.

Che ne è della geomorfologia ? Essa è da sempre una scienza del paesaggio, in quanto le forme del rilievo ne costituiscono spesso l'armatura. Malgrado ciò, il declino dei grandi studi regionali dell'École française di geografia a partire dagli anni '60 e l'importanza crescente della nuova geografia quantitativa nel corso degli anni '70 e '80 hanno provocato un certo abbandono dell'approccio paesaggistico in geografia. I geografi si sono concentrati sulla descrizione e sulla quantificazione delle reti, degli spazi e dei territori, e il paesaggio, che fino ad allora era stato uno degli oggetti di studio più importanti della geografia, è stato lasciato da parte poiché il suo studio era considerato come troppo descrittivo. È solo nel corso dell'ultimo decennio che lo studio del paesaggio ha fatto il suo ritorno in geomorfologia, grazie allo sviluppo della geoconservazione e del geoturismo (vedi Reynard & Pralong, 2004).

La geoconservazione raggruppa l'insieme delle pratiche che hanno per obiettivo la salvaguardia del patrimonio geologico. Essa è basata principalmente sulla realizzazione di inventari di oggetti di valore che necessitano di essere protetti, i geotopi. Le regioni particolarmente ricche di geotopi sono state oggetto della creazione di parchi naturali, nei quali gli oggetti che presentano un valore patrimoniale sono protetti e valorizzati. Questi parchi naturali particolari sono chiamati geoparchi e sono promossi dall'UNESCO. Il geoturismo è una forma di ecoturismo che si è sviluppata nelle regioni il cui patrimonio geologico è particolarmente ricco. Più specificamente, si tratta di un insieme di beni e di servizi

messi a disposizione del visitatore, come ad esempio gli strumenti didattici che permettono di meglio capire la storia della Terra quali i pannelli e i sentieri geologici. Recentemente, i geoparchi hanno giocato un ruolo catalizzatore nello sviluppo del geoturismo.

L'IGUL gioca un ruolo chiave nelle ricerche legate alla geoconservazione e al geoturismo, perché assicura sia la presidenza del Gruppo di lavoro per i geotopi in Svizzera (affiliato all'Accademia svizzera di scienze naturali) che quella del Gruppo di lavoro sui geomorfositi dell'Associazione internazionale dei geomorfologi (IAG). Nella parte che segue, sarà presentato un metodo di valutazione dei geotopi geomorfologici (o geomorfositi) che è stato sviluppato all'IGUL.

I geomorfositi

Abbiamo chiarito recentemente (Reynard, 2004 ; Reynard, 2005a,b) quali sono le relazioni tra forme e geomorfositi e tra rilievo e paesaggio. Il rilievo è costituito da un insieme di forme, scolpite a loro volta da diversi tipi di processi. Consideriamo che il rilievo diventa "paesaggio geomorfologico" a partire dal momento in cui un Uomo gli attribuisce un certo numero di valori. Un paesaggio geomorfologico è a sua volta costituito da un insieme di forme del rilievo che, se presentano un certo valore, sono chiamate "geomorfositi". Questa attribuzione di valore costituisce un processo di patrimonializzazione; la forma del rilievo o il rilievo stesso diventano allora degli oggetti di patrimonio, allo stesso titolo dei monumenti storici, dei siti archeologici o ancora delle tradizioni folcloristiche. In tal senso,



Fig. 3 La Greina. Questo luogo simbolo della protezione della natura in Svizzera è stato oggetto di uno studio geomorfologico dettagliato (Fontana, 2008), che ha permesso di mettere in evidenza l'importanza delle forme geomorfologiche nel grande valore naturale e patrimoniale di questo paesaggio.

gli oggetti geomorfologici meritano di essere protetti, ma anche valorizzati, ciò che è appunto lo scopo, rispettivamente, della geoconservazione e del geoturismo.

La problematica del valore dei geotopi e dei paesaggi è stata oggetto di numerose discussioni. Due grandi tendenze si sono spesso trovate in opposizione. Secondo alcuni ricercatori (in particolare Grandgirard, 1999), un geotopo è un oggetto geologico che presenta un certo valore per la ricostituzione della storia della Terra, della Vita e del clima. Sono dunque considerati come geotopi solo i siti interessanti dal

punto di vista delle scienze della Terra; si tratta di una definizione che si potrebbe qualificare come restrittiva. Secondo altri, in particolare i ricercatori italiani Panizza e Piacente (2003), il valore di un sito geologico non si limita al suo contributo al dibattito scientifico, ma concerne pure altri settori quali l'ecologia o la cultura. Il valore di un oggetto geologico può quindi derivare dalla sua importanza nella creazione e nel mantenimento di certi ecosistemi particolari (ad esempio delle paludi sviluppatesi a causa della presenza di una morena), della sua relazione con degli oggetti cultu-

rali (ad esempio un castello situato su di un verrou glaciale) o ancora della sua bellezza. Allo scopo di conciliare questi due approcci nella valutazione di un geotopo, abbiamo proposto di fare una distinzione tra il suo valore centrale (scientifico) e i suoi valori addizionali (ecologico, culturale, estetico ed economico)(Reynard, 2005b). In seguito, abbiamo sviluppato un metodo di valutazione semi-quantitativo di questi due livelli di valori che possono essere associati ai geomorfositi. Questo metodo è stato utilizzato, tra l'altro, per valutare il patrimonio geomorfologico della Valle di Blenio (Fontana & Scapozza, questo volume) e nella regione della Greina (Fontana, 2008). Esso è pure stato utilizzato nell'ambito della realizzazione di diversi inventari a scala svizzera (revisione dell'inventario dei geotopi d'importanza nazionale, in corso), cantonale (elaborazione di una lista di geotopi del Canton Vaud, in corso) e regionale (inventari regionali di geomorfositi, realizzati nel quadro di diversi lavori di diploma, nei cantoni di Vaud, del Vallese e del Ticino).

Tutti questi inventari sono raggruppati in una banca dati gestita grazie ai programmi ArcGIS e Access. A medio termine, saranno realizzati anche degli strumenti di geovisualizzazione su internet. Questi lavori costituiscono la base per la creazione di prodotti geoturistici, come è attualmente il caso sul sito di Tsanfleuron (Vallese). L'IGUL ha infatti ricevuto un mandato dalle autorità locali e dalle imprese che gestiscono gli impianti di risalita della zona sciistica Glacier 3000 per la realizzazione di un insieme di prodotti geoturistici (pannelli didattici, carte geoturistiche) allo sco-

po di promuovere la geologia, la glaciologia e la geomorfologia presso i turisti che visitano il sito, tanto d'inverno quanto d'estate (vedi Reynard, 2006).

Conclusione

Questo breve contributo aveva come scopo di mostrare gli sviluppi attuali della ricerca in geomorfologia condotta dall'Istituto di Geografia dell'Università di Losanna. Attualmente, due settori principali interessano i ricercatori associati all'IGUL: la geomorfologia dinamica di montagna e il paesaggio e la geoconservazione. Nel primo settore, l'accento è stato posto, da un lato, sullo studio degli ambienti di alta montagna (zone a permafrost, zone di partenza di flussi detritici) e, dall'altro, sullo studio di terreno, specialmente grazie allo sviluppo di strumenti di cartografia geomorfologica. Nel secondo settore, l'IGUL gioca un ruolo leader nello sviluppo di strumenti metodologici utili all'inventario del patrimonio geomorfologico, che possono in seguito essere messi al servizio del geoturismo e dei geoparchi.

Ringraziamenti

Vorrei ringraziare gli studenti dell'IGUL, che mediante i loro lavori di diploma contribuiscono allo sviluppo delle nostre ricerche. Il loro contributo è essenziale, specialmente per testare sul terreno i concetti teorici e i metodi che elaboriamo. Ringrazio anche Georgia Fontana, assistente-studente all'IGUL, per aver tradotto questo articolo.

Bibliografia

- DA CUNHA A., RACINE J.-B. (2003). Teaching and research in urban geography at the University of Lausanne. A model at the beginning of a new cen-

- tury, *Geogr. Helvetica*, Special issue "Geography in Switzerland", 58/3, 214-220.
- DAMBO L., REYNARD E. (2005) (eds.). *Vivre dans les milieux fragiles: Alpes et Sahel*, Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et Recherches, n° 31, 348 p.
 - DROZ Y., MIÉVILLE-OTT V. (2005) (eds.). *La polyphonie du paysage*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes.
 - FONTANA G. (2008). *Analyse et propositions de valorisation d'un paysage géomorphologique. Le cas de la Greina*, Lausanne, Institut de Géographie (lavoro di diploma pubblicato su <http://doc.rero.ch/>).
 - FONTANA G., SCAPOZZA C. (2008). Il patrimonio geomorfologico tra ricerca scientifica, protezione e valorizzazione. Esempi dalla Valle di Blenio, *GEA. Paesaggi, Territori, Geografie*, questo numero.
 - GRANDGIRARD V. (1999). L'évaluation des géotopes, *Geol. Insubrica*, 4, 59-66.
 - LAMBIEL C. (2006). *Le pergélisol dans les terrains sédimentaires à forte déclivité : distribution, régime thermique et instabilités*, Lausanne, Institut de Géographie, tesi di dottorato, Travaux et Recherches, n° 33, 260 p.
 - LAMBIEL C., REYNARD E., CHESEAUX G., LUGON R. (2004). Distribution du pergélisol dans un versant instable, le cas de Tsarmine (Arolla, Evolène, VS), *Bull. Murithienne*, 122, 89-102.
 - LAMBIEL C., BARDOU E., DELALOYE R., SCHOE-NEICH P., SCHÜTZ P. (2008). *Permafrost-Vaud. Etat des lieux de la distribution du pergélisol et du risque périglaciaire dans le canton de Vaud*, Lausanne, Faculté des géosciences et de l'environnement, rapporto di studio, 27 p.
 - PANIZZA M., PIACENTE S. (2003). *Geomorfologia culturale*, Bologna, Pitagora Ed.
 - PIERACCI K., LAMBIEL C., REYNARD E. (2008). Distribution et caractéristiques du pergélisol dans les éboulis calcaires de haute altitude (Hautes Alpes Calcaires, VS, Suisse), *Géomorphologie. Relief, processus, environnement*, sottomesso.
 - REYNARD E. (2004). La géomorphologie et la création des paysages, in: Reynard E., Pralong J.P. (eds.). *Paysages géomorphologiques*, Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et Recherches, n° 27, 9-20.
 - REYNARD E. (2005a). Paysage et géomorphologie: quelques réflexions sur leurs relations réciproques, in: Droz Y., Miéville-Ott V. (eds.). *La polyphonie du paysage*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 101-124.
 - REYNARD E. (2005b). Géomorphosites et paysage, *Géomorphologie. Relief, processus, environnement*, 3/2005, 181-188.
 - REYNARD E. (2006). Valorisation géotouristique du karst de Tsanfleuron, in: Lugon R. (ed.). *Gestion durable de l'environnement karstique, Actes de la Réunion annuelle de la Société suisse de Géomorphologie, La Chaux-de-Fond, 3-4 septembre 2004*, Sion, Institut Universitaire Kurt Bösch, 69-79.
 - REYNARD E., PRALONG J.P. (2004) (eds.). *Paysages géomorphologiques*, Compte-rendu du séminaire de 3ème cycle CUSO 2003, Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et Recherches, n° 27, 258 p.
 - REYNARD E., FONTANA G., KOZLIK L., SCAPOZZA C. (2007). A method for assessing the scientific and additional values of geomorphosites, *Geogr. Helvetica*, 62/3, 148-158.
 - Scapozza C. (2008). *Contribution à l'étude géomorphologique et géophysique des environnements périglaciaires des Alpes Tessinoises orientales*, Lausanne, Institut de Géographie (lavoro di diploma pubblicato su <http://doc.rero.ch/>).
 - SCAPOZZA C., REYNARD E. (2008). Rock glaciers e limite inferiore del permafrost discontinuo tra la Cima di Gana Bianca e la Cima di Piancabella (Val Blenio, TI), *Geol. Insubrica*, in stampa.
 - SCHOENEICH P. (1993). Comparaison des systèmes de légendes français, allemand et suisse – principes de la légende IGUL, in : Schoeneich P. et Reynard E. (eds.). *Cartographie géomorphologique, cartographie des risques*, Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et Recherches, n° 9, 15-24.

- THELER D. (in corso). *Cartographie géomorphologique de la dynamique sédimentaire des bassins versants de montagne*, Lausanne, Institut de Géographie, tesi di dottorato in corso.
- THELER D., REYNARD E. (2008). Mapping sediment transfer processes using GIS applications, *Proceedings of the 6th Mountain Cartography Conference, La Lenk*, in stampa.
- WINISTÖRFER J., REYNARD E. (2003). Transformations of fragile environments in the Alps and in the Sahel, *Geogr. Helvetica*, Special issue "Geography in Switzerland", 58/3, 267-273.
- www.unil.ch/igul/: Institut de Géographie de l'Université de Lausanne; consultare in particolare la sezione « Recherche ».
- www.permos.ch : Réseau Permafrost Monitoring in Switzerland.
- www.meteosuisse.admin.ch : Ufficio federale di meteorologia e di climatologia.

Note

- 1 Institut de géographie, Université de Lausanne, emmanuel.reynard@unil.ch.