

# GÉOMORPHOLOGIE ET TOURISME

Actes de la Réunion annuelle  
de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm)  
Finhaut, 21-23 septembre 2001



Editeurs:  
Emmanuel REYNARD  
Carole HOLZMANN  
Dominique GUEX  
Nicolas SUMMERMATTER

Avec le soutien de :



Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften SANW  
Académie suisse des sciences naturelles ASSN  
Accademia svizzera di scienze naturali ASSN  
Academia svizra da ciencias naturais ASSN  
Swiss Academy of Sciences SAS



**Edition**

Institut de Géographie de l'Université de Lausanne (IGUL), janvier 2003

**Impression**

Easy Document, 1442 Montagny-près-Yverdon

**Mise en page et graphisme**

Gaston Clivaz, Nicolas Summermatter, Salissou Ibrahim

**Tirage**

700 exemplaires

**Photos de couverture**

Les sentiers de Finhaut (Valais) □ un concept de développement touristique durable axé sur les itinéraires didactiques

La région des Attelas, Verbier (Valais) □ un site touristique à la morphologie fortement modifiée par l'Homme

**La publication de cet ouvrage a bénéficié d'un soutien financier apprécié de la part de □**

- l'Espace Mont Blanc
- l'Académie suisse des sciences naturelles (ASSN)
- l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne (IGUL)

# Géologie, géomorphologie et tourisme urbain. Le cas de Lausanne

REYNARD Emmanuel, ROETHLISBERGER Valentine, HOLZMANN Carole

Institut de Géographie, Université de Lausanne, BFSH 2, CH – 1015 Lausanne

Emmanuel.Reynard@igul.unil.ch

## 1. Introduction

---

C'est pour étudier un cas de tourisme géo(morpho)logique urbain qu'une excursion a emmené les participants au colloque dans les rues de Lausanne le vendredi 21 septembre 2001. Cette ville à la topographie tourmentée, aux pentes parfois excessives, aux profondes vallées taillées dans la Molasse et pourvue d'un littoral lacustre offre en effet de multiples possibilités de valorisation géotouristique (Roethlisberger 1999).

Il peut paraître paradoxal de parler de tourisme géomorphologique urbain, les villes étant plutôt orientées vers des formes de tourisme basées sur les arts, les manifestations culturelles, ou encore l'histoire et l'architecture. De plus, les constructions et la progressive imperméabilisation des sols par la construction de voies de communication ont souvent caché les affleurements géologiques et masqué, modifié, voire détruit, la morphologie originelle. Et pourtant, comme le rappellent Larwood & Prosser (1996), il existe un lien très fort entre le développement culturel humain, dont la ville est l'une des formes les plus abouties, et l'usage des ressources géologiques. La géologie et la géomorphologie guident, et parfois empêchent, le développement urbain, le patrimoine bâti est souvent le reflet de la géologie locale et les villes offrent une occasion unique de faire découvrir à un large public les liens existant entre le développement humain et les sciences de la Terre (Larwood & Prosser 1996:19). De plus, les villes forment un bassin de population énorme et constituent donc une source de clientèle importante pour toute offre géotouristique (Bennett & Doyle 1995, Hose 1996).

Du point de vue méthodologique, la valorisation du patrimoine historique et architectural urbain tenant compte de la géologie et de la géomorphologie nécessite une approche multidisciplinaire intégrée (Panizza & Piacente 2000). Les affleurements étant souvent couverts, un suivi des chantiers et un monitoring des affleurements temporaires constituent souvent une source essentielle de données de base pour la valorisation (Reid 1994).

Ce sont ces différents enjeux qui ont été discutés durant l'excursion. Dans cet article, nous retraçons brièvement les principales caractéristiques géologiques et géomorphologiques de l'agglomération

lausannoise, puis nous présentons un projet de réalisation de sentiers didactiques valorisant la géologie et la géomorphologie de la région. Cette valorisation a été proposée dans le cadre d'un mémoire de licence réalisé à l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne (Roethlisberger 1999). Elle n'a pour l'instant pas débouché sur une réalisation concrète, mais pourrait par exemple faire l'objet d'une brochure à l'image de celle réalisée récemment pour la ville d'Ulm, en Allemagne (Geyer 2002). Une telle brochure complèterait agréablement la brochure didactique *Les dessous d'une ville : petite géologie lausannoise* éditée par le géologue Marc Weidmann (1987) et rééditée en 2001 dans le cadre du festival Sciences et Cité, dont l'objectif majeur était de créer des passerelles entre la science et la société en faisant mieux connaître les activités scientifiques au public.

## 2. La géologie

L'agglomération lausannoise appartient au bassin molassique. Du point de vue géologique, la région se divise en trois parties (Weidmann 1988:4) : la Molasse du Plateau au nord-ouest, la Molasse subalpine au sud-est et le lac Léman. La Molasse du Plateau s'est sédimentée entre l'Oligocène et le Miocène inférieur (Molasse d'eau douce inférieure et Molasse marine supérieure). La figure 1 (tirée de Weidmann 1987) résume les principales Molasses affleurant dans la région lausannoise, dont la plus connue et la plus épaisse est la Molasse grise de Lausanne, composée d'une succession de séquences chenalisées et discontinues de grès grossiers – grès fins – marnes silteuses – (rarement) argiles.

Millions d'années	Epoques	Etages	Molasses successives	Epais-	Affleurements région lausannoise
10	Miocène	Oéningien Tortonien	<b>Molasse d'eau douce supérieure</b> Graviers fluviatiles, marnes, calcaires lacustres	?	Déposé, puis érodé
		Burdigalien	<b>Molasse marine supérieure</b> Sables marins	300 - 400	Epalinges, Chalet à Gobet, Jorat
20	Oligocène	Aquitanien	<b>Molasse grise de Lausanne</b> Sables fluviatiles, marnes	800 - 1000	La Cité, La Borde, Blécherette, Flon, etc.
		Chattien	<b>Molasse à gypse, Molasse à charbon Poudingues du Pèlerin</b>	400	La Sorge, St-Sulpice, Belmont, Rochette
			<b>Molasse rouge</b> Marnes	500	Morges, Lutry, Paudèze
30	Eocène	Rupélien-Samoisien	<b>Molasse marine inférieure</b> Sables de plage au sommet Marnes et argiles à la base	0 - 20	N'affleure pas en région lausannoise  Se trouve en profondeur
		Priabonien	<b>Sidérolithique</b>		

Fig. 1 Tableau schématique des Molasses de la région lausannoise (source : Weidmann 1987, p. 4).

La Molasse grise de Lausanne a été passablement exploitée au XIXe siècle par de nombreuses petites carrières artisanales (Weidmann 1988). Les conditions de sédimentation de la Molasse, qui ont pu être reconstituées sur la base des nombreux fossiles récoltés lors de l'exploitation de ces carrières, sont décrites en détail par Weidmann (1987, 1988). A l'est d'une faille inverse suivie actuellement par le cours de la Paudèze, affleure la Molasse subalpine, formée d'une série d'écaillés orientées SW-NE résultant d'un charriage vers le nord-ouest sous la pression de la chaîne alpine en formation. Quant à la prolongation sous-lacustre des structures molassiques, elle est encore fort mal connue (Weidmann 1988).

### 3. La géomorphologie

---

La géomorphologie lausannoise dépend fortement de la présence répétée du glacier du Rhône dans la région (Gagnebin 1937). En effet, au cours des deux derniers millions d'années plusieurs dizaines de glaciations se sont succédées, séparées par des périodes interglaciaires. Schoeneich (2001) estime ainsi que durant le dernier million d'années, les périodes de climat polaire ont représenté plus de la moitié du temps total, alors que les climats tempérés, tels que l'actuel, ne représentent que 10 à 20 % du temps, le reste correspondant à des climats intermédiaires, de type nordique. Wildi et al. (1999) considèrent que le bassin lémanique s'est formé depuis environ 780'000 ans, évoluant d'une large cuvette de faible profondeur vers un bassin de plus en plus profond surcreusé par les avancées successives du glacier du Rhône. Le glacier a eu un double effet morphologique en abrasant le relief molassique préexistant et en déposant moraines et sédiments fluvio-glaciaires.

L'abrasion de la Molasse a eu pour effet la création d'un relief en marches d'escalier étagées en direction du lac (Choffat & Aubert 1983). Ces marches d'escalier forment le soubassement de toute la partie supérieure de la ville. Les affleurements rocheux sont peu visibles car presque toujours masqués par de la moraine ou des dépôts fluvio-glaciaires. Cet étagement a un impact majeur sur le développement de la ville en plusieurs niveaux orientés E-W (littoral, quartier de la gare, La Cité, La Sallaz, etc.).

Mais le glacier a également déposé de la moraine. Des phases de stationnement prolongé ont permis la création de longues crêtes morainiques, dont la plus importante est la moraine de Montbenon, qui sépare Lausanne en deux compartiments selon un axe E-W s'étirant entre St-François et Renens (fig. 2). Par endroits, cette crête présente des faciès de terrasse de kame (Schoeneich 2001). A l'ouest, la grande moraine d'Ecublens (fig. 2) marque une limite topographique importante entre l'agglomération lausannoise et son arrière-pays. Plus proche du lac, une série de crêtes et collines morainiques (moraine du Château Sec, colline de Montriond, moraine de Dorigny, contre laquelle vient s'adosser le site universitaire), marquent un nouveau stationnement du glacier en retrait (Schoeneich 2002).

Plus bas, le contact avec le lac se fait par une série de terrasses étagées, liées à la décroissance du glacier du Rhône et aux variations du niveau lacustre au cours du temps. La question de l'origine et de l'âge de ces terrasses a occupé les chercheurs depuis le milieu du XIXe siècle (Schoeneich 1999). Des terrasses glacio-lacustres et lacustres<sup>1</sup> s'étagent ainsi entre plus de 40 m et 3 m au-dessus du niveau actuel du lac. Cette dernière terrasse a été mise à profit comme site de transbordement dans la région de Vidy durant la période romaine (Racine 1996).

Les traces du passage du glacier du Rhône ont donc fortement modelé le relief lausannois lui donnant son aspect de ville de versant (Onde 1953). Mais plus encore que l'érosion et les délaissés glaciaires, c'est l'érosion fluviale qui donne à la morphologie lausannoise son aspect si particulier. L'incision du Flon et de la Louve (fig. 2) lui confère ainsi à la fois des caractéristiques de ville perchée (le quartier de la Cité) et de ville ravinée (Onde 1953, 1964). Une telle morphologie n'est pas allé sans poser des problèmes cruciaux d'aménagement et de développement urbain, que ce soit en matière d'approvisionnement et d'évacuation des eaux, de transports ferroviaire, routier et d'agglomération, ou encore d'architecture (Onde 1953, 1964, Nicolas 1982, Racine 1996).

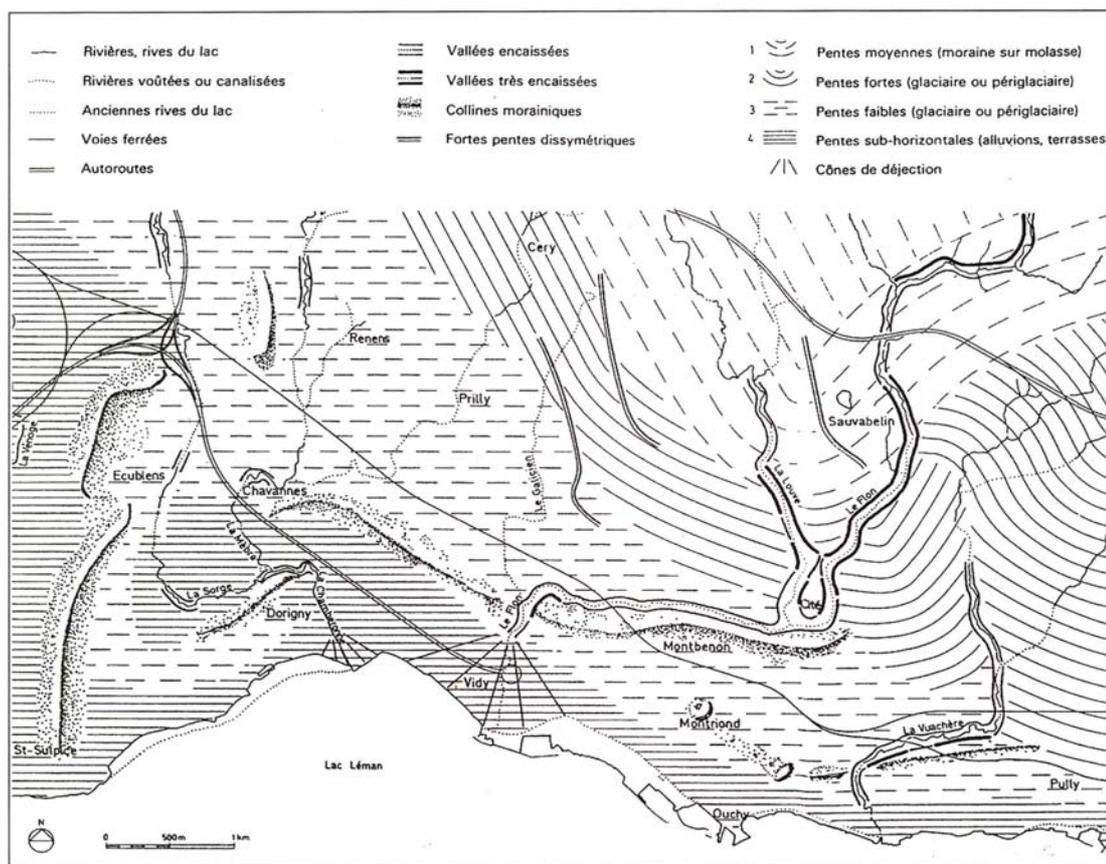


Fig. 2 Géomorphologie de Lausanne (source : Nicolas 1982).

<sup>1</sup> Pour une revue critique des études et des problèmes de datation et de stratigraphie, voir Schoeneich (1999).

#### 4. Des sentiers géologiques et géomorphologiques pour l'agglomération lausannoise

---

Afin de développer le géotourisme dans l'agglomération lausannoise et de mettre en valeur les richesses et les contraintes géologiques et géomorphologiques de la région, six itinéraires géotouristiques ont été proposés par Roethlisberger (1999). Chacun focalise sur une ou l'autre caractéristique géologique ou géomorphologique esquissée ci-dessus.

Le premier itinéraire, intitulé *Sur les traces des glaciers de passage dans l'ouest lausannois*, relie la gare de Renens, dans la banlieue ouvrière de l'ouest de l'agglomération, au site universitaire de Dorigny, en passant par Chavannes et Ecublens. L'itinéraire permet de découvrir en détail les différents niveaux de terrasses glacio-lacustres et lacustres, ainsi que les moraines de Dorigny et d'Ecublens. Il permet également d'observer la dynamique fluviale le long de deux cours d'eau : la Sorge et la Chamberonne.

Le second itinéraire amène le promeneur de Crissier à Cheseaux, le long d'un autre cours d'eau lausannois : la Mèbre. Intitulée *Le long des gorges de la Mèbre : la Molasse grise*, la promenade didactique s'intéresse tout particulièrement à la principale Molasse de la région. L'observation est facilitée par le creusement de la rivière.

C'est à nouveau de molasse qu'il s'agit dans le troisième itinéraire intitulé *Le long du Flon : à la découverte de deux types de molasses d'origine bien distincte*. La remontée du principal cours d'eau lausannois, du centre-ville vers Epalinges, permet d'observer successivement la Molasse grise de Lausanne, puis la Molasse marine supérieure (voir fig. 1).

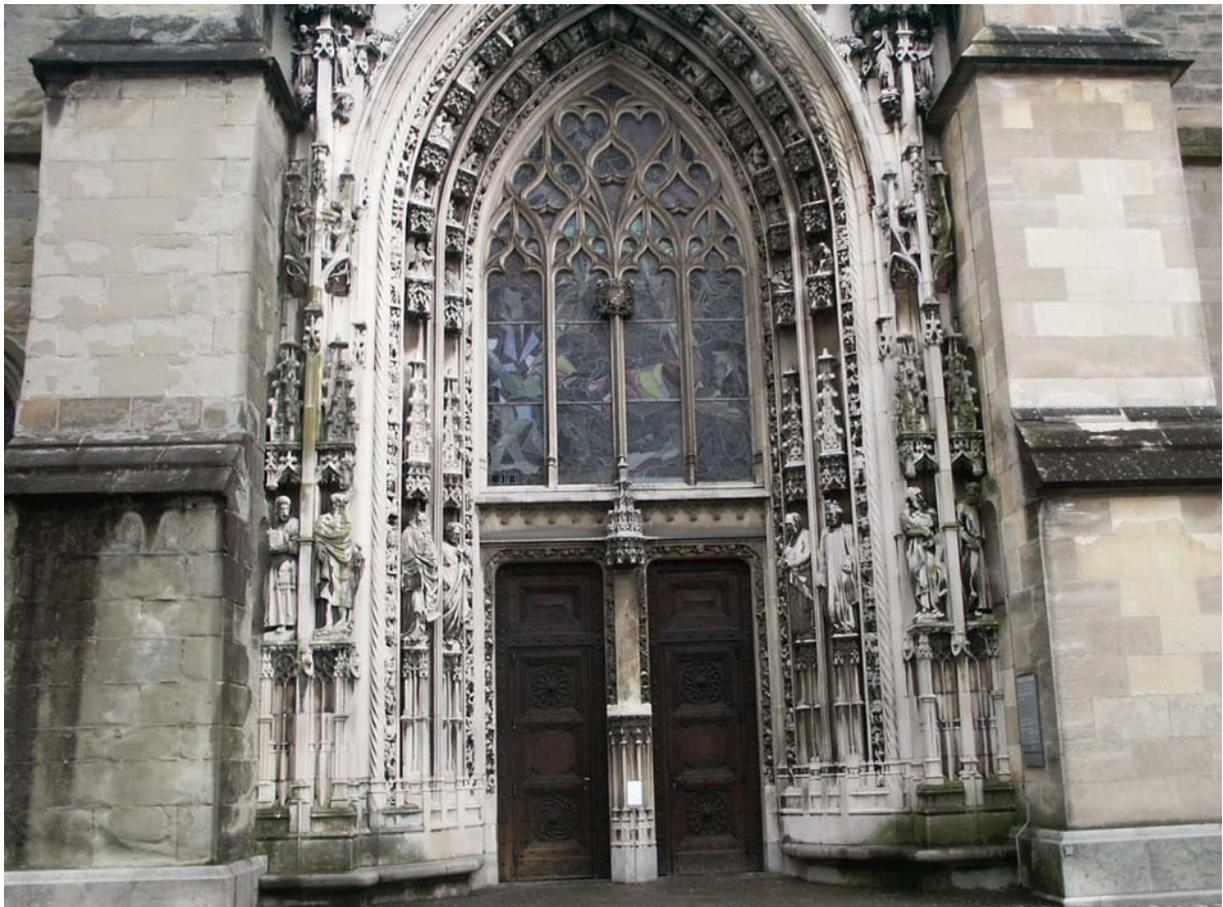
Le quatrième itinéraire, au nord-est de l'agglomération, permet d'observer les grands glissements qui affectent la molasse dans la région de Belmont-Paudex.

L'itinéraire n° 5, intitulé *Entre le Bois de Sauvabelin et le Parc de Valency : de l'histoire de la Molasse à celle des glaciers*, permet de découvrir plusieurs anciennes carrières d'exploitation de la Molasse grise de Lausanne, ainsi que l'une des multiples crêtes morainiques lausannoises sur laquelle a été aménagé l'un des parcs publics de la ville. Le long de cet itinéraire est particulièrement mise en évidence la question spatio-temporelle en sciences de la Terre (cf. Pralong, ce volume).

Le dernier itinéraire emmène le promeneur à la découverte de l'histoire des pierres utilisées pour la construction à Lausanne, le long d'un parcours sinueux dans le coeur historique de la ville, entre la Cathédrale et la place de la Riponne. C'est cet itinéraire qui a été parcouru partiellement par les participants à l'excursion.

## 5. A la découverte des pierres utilisées pour la construction à Lausanne

Après une visite du Musée historique de Lausanne, et notamment de sa maquette présentant la géomorphologie du site sur lequel s'est développée la ville, une attention toute particulière a été portée à la Cathédrale. Construite à partir du XII<sup>e</sup> siècle, la cathédrale de style gothique est bâtie principalement en blocs de Molasse grise de Lausanne, exploitée déjà au Moyen Age par de nombreuses carrières ouvertes un peu partout dans les environs du bourg lausannois.



*Fig. 3 Le portail principal de la cathédrale montrant sur le pilier gauche des grès altérés (photo : E. Reynard).*

La conservation d'une telle bâtisse pose de nombreux problèmes en raison de la faible résistance à l'altération de la Molasse grise de Lausanne. Le phénomène est par ailleurs accentué par la pollution urbaine. L'impact de l'altération est particulièrement visible de part et d'autre du portail principal (fig. 3) : le pilier gauche est fortement altéré, contrairement au pilier droit, récemment restauré. L'extrême sensibilité de la Molasse grise de Lausanne à l'altération est une des raisons qui expliquent que la cathédrale soit quasi continuellement en chantier (fig. 4). Pour les travaux de restauration, on tend à utiliser des grès moins

sensibles à l'altération, notamment pour le remplacement de zones particulièrement exposées aux agents atmosphériques. Un grès souvent utilisé est celui provenant de Schmerikon, près de Zürich, qui offre l'avantage d'avoir une texture et une couleur qui s'apparentent fortement à celles des grès de la Molasse grise de Lausanne (Roethlisberger 1999). Ce n'est de loin pas le cas de tous les grès utilisés, ce qui explique l'effet de mosaïque de couleurs de certains secteurs restaurés (Roethlisberger 1999).



Fig. 4 *La cathédrale de Lausanne en chantier de restauration (photo : E. Reynard).*

L'excursion s'est poursuivie sur la Place de la Riponne, en contrebas de l'ancien site universitaire (Palais de Rumine). Il s'agit d'une place créée entre 1812 et 1840 à la faveur du voûtage de la Louve et du comblement de son vallon. On a là un exemple du déterminisme géomorphologique sur l'urbanisme lausannois et des moyens engagés pour s'en défaire.

La visite s'est poursuivie à la Place de la Palud, dont la célèbre fontaine datant de 1726, est taillée dans des blocs de calcaire provenant de la colline de St-Triphon, dans le Chablais (Roethlisberger 1999).

Pour terminer, l'observation des murs du Gymnase de la Cité a permis de découvrir des empreintes de bivalves et une dent de requin, témoins

de la faune et des conditions climatiques qui régnaient à Lausanne au moment de la sédimentation de la Molasse grise.

## 6. Conclusion

---

Cette excursion a permis d'étudier un cas concret illustrant les relations intimes existant entre le contexte géologique et géomorphologique d'une part et le patrimoine historique et architectural d'autre part (Panizza & Piacente 2000). Les exemples présentés ont permis d'appréhender la double relations impact/risque liant les deux composantes, naturelle et culturelle, d'une ville. Ainsi, la cathédrale de Lausanne est-elle fortement vulnérable à l'altération, en raison de la qualité des grès utilisés. De même, le développement de la ville a-t-il été fortement entravé par la géomorphologie du site. Au contraire, l'exemple de la Riponne a pu démontrer comment l'Homme peut se dégager, par ses aménagements, des contraintes géologiques et géomorphologiques imposées par le site.

Les discussions entre organisateurs et participants à l'excursion ont également permis de mettre en évidence les difficultés liées au processus de restauration des monuments historiques. Ainsi, des questions ont-elles été posées quant à la légitimité d'utiliser des matériaux, certes moins sensibles à l'altération que la molasse lausannoise, mais non indigènes et parfois assez différents des matériaux originaux. Il s'agit là d'une problématique importante qui ne peut être résolue que par une approche interdisciplinaire faisant intervenir architectes, historiens et spécialistes des sciences de la Terre (Panizza & Piacente 2000).

L'excursion a finalement permis de mettre en évidence le potentiel géotouristique d'une ville comme Lausanne. La taille de l'agglomération et son bassin de population, l'attrait culturel exercé par la ville-siège du CIO, la présence d'itinéraires de promenade, la variété géomorphologique (géodiversité) du lieu, le riche patrimoine géohistorique et architectural, la présence de poches de nature – notamment les vallons –, à l'intérieur de l'agglomération et la présence d'institutions universitaires et muséologiques dans le domaine des sciences de la Terre sont autant d'atouts qui devraient inciter à une valorisation géotouristique du patrimoine lausannois. Une première réalisation concrète a vu le jour sous la forme d'un mémoire de licence (Roethlisberger 1999). Il ne manque qu'un pas pour aboutir à un ou plusieurs produits utilisables par le secteur touristique. Gageons que ce dernier sera réceptif à nos propositions.

## Bibliographie

---

- Bennet, M.R., Doyle P. (1996). The rationale for earth heritage conservation and the role of urban geology, in : Bennett M. et al. (Eds) : *Geology on your Doorstep. The role of urban geology in earth heritage conservation*, London, The Geological Society, 3-10.
- Choffat P., Aubert D. (1983). Erosion et morphologie glaciaires de la molasse, *Bull. Géologie Lausanne*, 272.
- Gagnebin E. (1937). Les invasions glaciaires dans le bassin du Léman, *Bull. Géologie Lausanne*, 58, 1-82.

- Geyer M. (2002). *Geologisch-naturkundliche Streifzüge im Raum Ulm*, Ulm, Bund und Naturkundliches Bildungszentrum.
- Hose T.A. (1996). Geotourism, or can tourists become casual rock hounds, in : Bennett M. et al. (Eds) : *Geology on your Doorstep. The role of urban geology in earth heritage conservation*, London, The Geological Society, 207-228.
- Larwood J.G., Prosser C.F. (1996). The nature of the urban geological resource : an overview, in : Bennett M. et al. (Eds) : *Geology on your Doorstep. The role of urban geology in earth heritage conservation*, London, The Geological Society, 18-30.
- Nicolas G. (1982). Les logiques spatiales lausannoises, in : Biaudet J.-Ch. (dir.) : *Histoire de Lausanne*, Toulouse, Privat et Lausanne, Payot, 11-18.
- Onde H. (1953). Lausanne, ville aux prises avec le relief, in : *Ouvrage du centenaire (1853-1953)*, Lausanne, Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne, 323-328.
- Onde H. (1964). La pression du relief sur l'urbanisme lausannois, *Le Globe*, 104, 59-82.
- Panizza M., Piacente S. (2000). Relazioni tra scienze della terra e patrimonio storico-archeologico, in : Lollino G. (Ed.) : *Atti del Convegno GeoBen 2000*, Torino, 7-9 giugno 2000, Torino, GNDCI Pubblicazione n. 2133, 723-730.
- Pralong J.-P. (ce volume). Valorisation et vulgarisation des sciences de la Terre : les concepts de temps et d'espace et leur application à la randonnée pédestre.
- Racine J.-B. (1996). *Lausanne entre flux et lieux*, Université de Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et recherches n° 12.
- Reid C. (1994). Conservation, communication and the GIS : an urban case study, in : O'Halloran D. et al. (Eds) : *Geological and Landscape Conservation*, London, The Geological Society, 365-369.
- Roethlisberger V. (1999). *La mémoire du sol de la molasse aux glaciers : six itinéraires géologiques dans la région de Lausanne*, Université de Lausanne, Institut de Géographie, (mémoire de licence non publié).
- Schoeneich P. (1999). Les terrasses quaternaires du Léman, in : Bertola C., Goumand C., Rubin J.-F. (Eds) : *Découvrir le Léman 100 ans après François-Alphonse Forel*, Actes du colloque pluridisciplinaire, Nyon, 16-18 septembre 1998, Genève, Slatkine et Nyon, Musée du Léman, 415-429.
- Schoeneich P. (2001). Au temps des glaciers, in : Pitteloud A., Duboux Ch. (dir.) : *Lausanne. Un lieu, un bourg, une ville*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 31-34.
- Schoeneich P. (2002). Géologie et géomorphologie, in : *Lausanne et le Léman*, Paris, Guides Gallimard, 16-17.
- Weidmann M. (1987). *Les dessous d'une ville : petite géologie lausannoise*, Lausanne, Service des forêts, domaines et vignobles, Les cahiers de la forêt lausannoise, n° 2.
- Weidmann M. (1988). *Atlas géologique de la Suisse, feuille 1243, Lausanne*, Notice explicative, Berne, Service hydrologique et géologique national.
- Wildi W., Moscariello A., Pugin A. (1999). Histoire glaciaire du Léman, in : Bertola C., Goumand C., Rubin J.-F. (Eds) : *Découvrir le Léman 100 ans après François-Alphonse Forel*, Actes du colloque pluridisciplinaire, Nyon, 16-18 septembre 1998, Genève, Slatkine et Nyon, Musée du Léman, 399-414.