

L'interprétation des données géomorphologiques et pédologiques

EN GÉOMORPHOLOGIE et en pédologie chaque type de dépôts sédimentaires ou de sols peut être associé à des conditions hydroclimatiques données et à un système d'érosion au sein duquel l'Homme a pu jouer un rôle plus ou moins important. C'est pourquoi géomorphologues et pédologues notent aussi, et cartographient lorsque c'est possible, les différents types d'interventions humaines.

La plupart des informations sont tirées de l'étude des coupes naturelles ou artificielles. Des analyses en laboratoire sont ensuite indispensables pour compléter le travail : minéralogie, pétrographie, micromorphologie, granulométrie, etc. La géomorphologie apporte des connaissances sur l'origine et l'évolution des formes de terrain – ou modelés –, des formations superficielles mais aussi des sols, dont l'étude relève cependant plus spécialement de la pédologie. Bien qu'une certaine prudence s'impose quant à la signification paléoenvironnementale des dépôts sédimentaires et de leur chronologie, la géomorphologie et la pédologie n'en apportent pas moins une somme considérable d'informations sur l'histoire des bioclimats, des systèmes d'érosion mais aussi, souvent indirectement, sur le développement des activités humaines. Quelques exemples vont ainsi nous permettre d'en donner une illustration.

L'apport de l'étude des modelés et des formations glaciaires et périglaciaires

Les régions glaciaires et périglaciaires sont celles où l'englacement est permanent pour les premières et où l'action du gel constitue le processus dominant pour les secondes. Ces deux domaines morphoclimatiques couvrent environ

28 % des terres émergées aux hautes latitudes. On les retrouve aussi dans la plupart des hautes montagnes du globe où ils occupent cependant de faibles superficies.

Mais, pendant les périodes froides du Quaternaire, ils se sont sensiblement étendus, gagnant les moyennes latitudes et les étages inférieurs des montagnes (figure 65). La preuve en a été apportée par la découverte de modelés et de formations superficielles héritées des dernières phases glaciaires dans des régions au climat actuel tempéré. L'étude de ces héritages géomorphologiques, couplée à celle des archives paléoécologiques, paléoclimatiques et archéologiques qu'ils renferment parfois, fournit un ensemble d'informations qui autorisent l'élaboration de scénarii paléoenvironnementaux et notamment paléoclimatiques.

Ainsi les paysages de montagnes d'Europe occidentale, y compris ceux de moyennes montagnes comme le Massif Central, les Vosges ou le Jura aujourd'hui totalement dépourvus de glaciers du fait de leur climat océa-



Figure 65 L'extension de l'inlandsis et des glaciers de montagnes en Europe Occidentale au Würm, il y a environ 25 000 ans

D'après P. Plumet [2004] et inspiré de Van Vliet-Lanoë [2005]

nique et de leurs altitudes très inférieures à la limite supérieure actuelle des neiges éternelles, portent les marques du passage de la glace et de l'action des processus glaciaires et périglaciaires. Les traces sont le plus souvent celles de la dernière glaciation, la glaciation würmienne, qui a duré de – 110 000 ans à – 15 000 ans environ, avec plusieurs pics de froid dont le dernier se place selon les régions entre – 30 000 ans et – 20 000 ans.

Ainsi dans les Monts du Forez, un massif granitique de l'est du Massif Central, les glaciers de vallées ont laissé leur empreinte dans la topographie : cirques glaciaires, vallées en auge, blocs erratiques et surtout dépôts morainiques bien visibles entre 1 400 m et 940 m d'altitude (figure 66). L'intérêt de ces derniers est renforcé par le fait qu'ils constituent parfois de véritables barrages à l'arrière desquels ont pu s'accumuler, une fois la déglaciation survenue, plusieurs mètres de sédiments, reflétant la succession des conditions hydrologiques, géomorphologiques et biogéographiques tardiglaciaire et postglaciaire.

L'exemple de la séquence du Gourde des Aillères est typique (figures 66 et 67).

- À la base, un remblaiement fluvio-glaciaire constitué de sables et de graviers mobilisés lors de la fonte de la glace à une époque où, du fait d'un climat encore froid et sec la végétation amorçait seulement sa reconquête des versants, laissant de vastes plages de terrains nus sensibles à l'érosion par les eaux de ruissellement.

- Les faciès suivants sont successivement une couche d'argile puis une couche de gyttja ; ces dépôts indiquent tout d'abord que les versants étaient à ce moment là stabilisés par la végétation et les sols ce qui implique des conditions climatiques moins froides et plus humides que précédemment ; la mobilisation de particules grossières a été rendue impossible par cette double protection et seules des particules fines, minérales ou organiques, ont été disponibles pour les agents de transport que sont les eaux et le vent. Par ailleurs ces faciès signalent l'existence d'une étendue d'eau peu profonde à l'arrière du bourrelet morainique. Le dépôt des argiles et des gyttje se fait en effet par décantation dans des eaux calmes.

- La dernière phase du remplissage est une couche de tourbe présentant plusieurs faciès ; elle marque la disparition progressive de l'étendue d'eau et sa transformation en une tourbière. Cela indique un contexte hydro-géomorphologique calme, un climat sans excès notables, et des versants bien protégés de l'érosion par la végétation et les sols.

En dehors des secteurs qui ont été englacés, on trouve également de nombreuses preuves géomorphologiques des climats froids du dernier glaciaire. Ce sont tous les modelés, formations superficielles et sols du domaine périglaciaire qui couvrent les versants et les fonds de vallées à la périphérie des zones jadis englacées. Ils sont la signature de paléoclimats offrant des conditions climatiques plus clémentes qui permettent la disparition saisonnière de la neige, de la glace, mais aussi le dégel de la

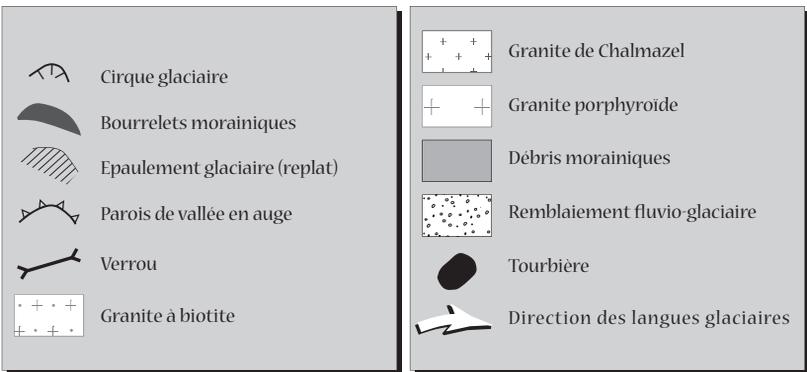
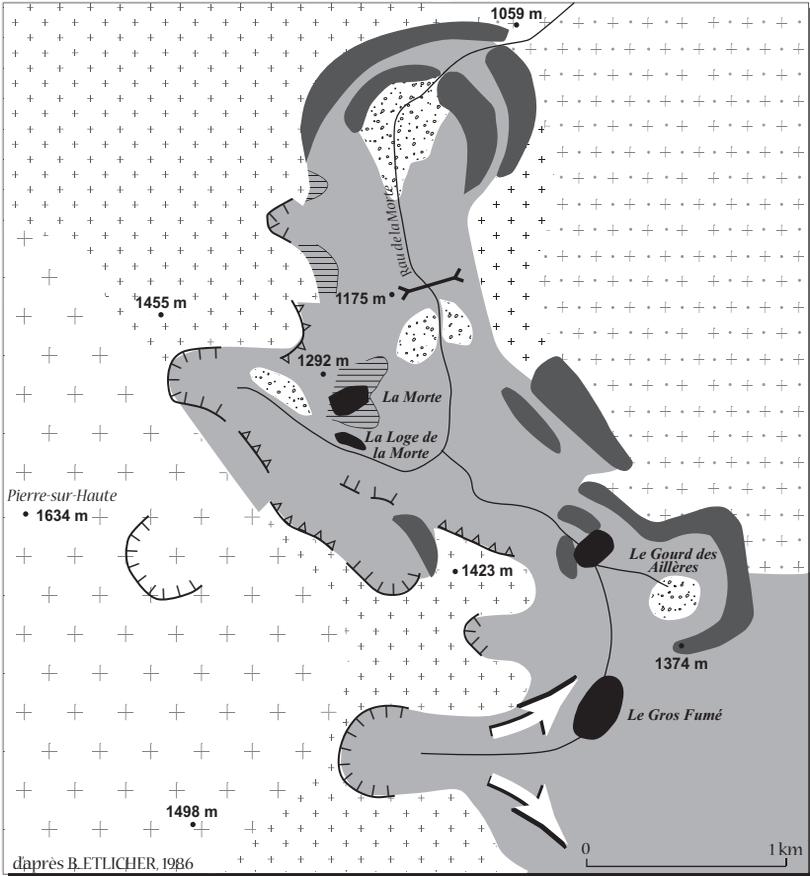


Figure 66 Le dispositif géomorphologique sur les hautes terres des Monts du Forez à l'est de Pierre-sur-Haute (Massif Central)

Adapté de B. Etlicher [1986]

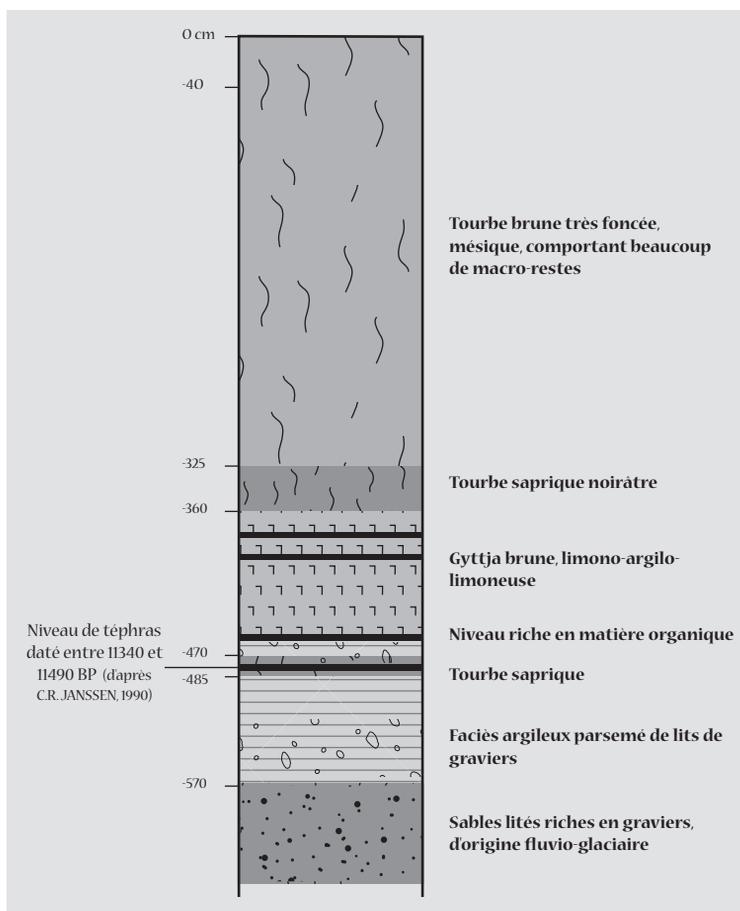


Figure 67 La stratigraphie de la dépression glaciaire du Gour des Aillères dans le massif de Pierre-sur-Haute (Monts du Forez, Massif Central) (d'après B. Etlicher, 1986)

partie supérieure du sol, et ainsi le ruissellement et la multiplication des alternances journalières gel/dégel. Les formations périglaciaires sont très diverses selon la nature de la roche, la topographie et le caractère plus ou moins humide du climat. Néanmoins la plupart des phénomènes observés sont liés à la formation de glace dans le sol. On parle à son endroit de glace de ségrégation. C'est un mécanisme très complexe ayant fait l'objet de nombreux travaux très spécialisés [VAN VLIET-LANOË, 2005]. On peut expliquer la glace de ségrégation de la façon suivante : quand le gel pénètre dans le sol les niveaux au sein desquels la température baisse le plus deviennent aussi ceux qui connaissent la plus forte dessiccation. Cela entraîne la migration de l'eau vers ces horizons. Avec l'abaissement des températures en dessous de zéro, de la glace se forme ce qui renforce l'appel d'eau. C'est le

processus de cryo-succion. Les cristaux de glace se rassemblent sous forme de lentilles et le sol se gonfle puisque le passage de l'eau liquide à l'eau solide entraîne une augmentation de volume de l'ordre de 11 %. On parle de gonflement cryogénique. En Europe tempérée le phénomène est bien connu dans les terrains limoneux qui voient se développer, spécialement par les nuits froides de fin d'automne ou de début de printemps, les *pipkrakes* que nous avons présentés dans le premier chapitre comme un des processus les plus efficaces de déplacement des particules sur les versants.

L'existence *a posteriori* de la glace de ségrégation est mise en évidence par l'étude des structures et surtout des microstructures des dépôts sédimentaires car la glace provoque le déplacement des particules au moment du gel mais aussi lors du dégel quand les lentilles de glace fondent et que les structures s'effondrent. Le sédiment va donc garder, dans l'agencement des particules, la mémoire du travail de la glace d'où l'intérêt paléoenvironnemental des formations périglaciaires. Toute une typologie des microstructures existe qui renvoie à des contextes climatiques plus ou moins froids. En milieu non carbonatés on peut donc distinguer, à l'instar de B. Valadas [1984] et de B. van Vliet Lanoë [2005] les catégories suivantes.

- Les structures lamellaires ou feuilletées qui caractérisent les sols marqués par un gel saisonnier (figure 68a) ou par un pergélisol peu profond (figure 68b).

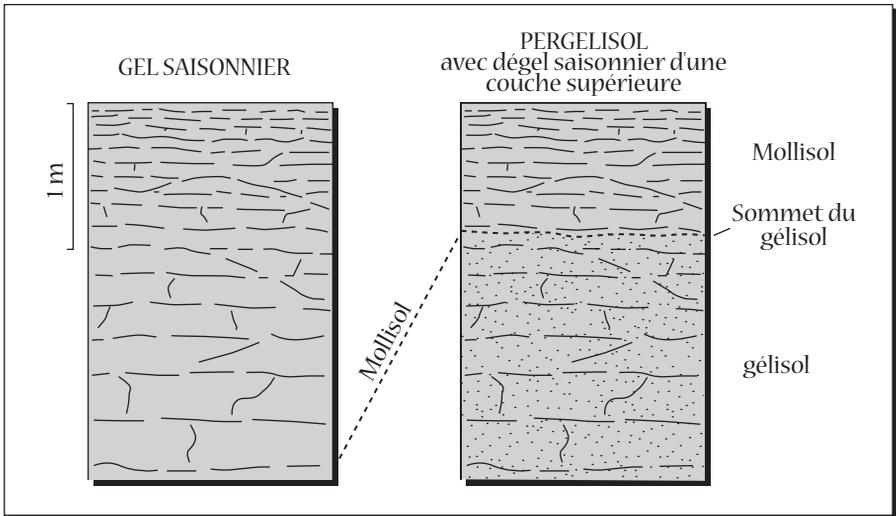


Figure 68 Les structures sédimentaires produites par la glace de ségrégation

A. Les structures lamellaires en roche limoneuse dans le cas d'un gel saisonnier. B. Les structures lamellaires dans la partie supérieure du pergélisol qui fond en été, le mollisol. D'après B. van Vliet Lanoë [1981] et B. Valadas [1984].

- Les structures à coiffe et squeletane qui indiquent un nombre de cycles gel/dégel plus important et un gel plus intense, pénétrant plus profondément dans les sols. En conséquence elles signalent des périodes plus froides et plus longues. On voit une coiffe de limons et d'argiles se former sur les agrégats de matériaux plus grossiers. Le squeletane correspond quant à lui au revêtement qui surmonte la coiffe et qui se présente comme une succession de particules bien lavées et classées par taille décroissante du bas vers le haut (figure 69a).
- Les structures à coiffe, squeletane et micro-décrochements latéraux prouvent quant à elles qu'il y a eu un déplacement lent par gravité du matériel vers l'aval à l'origine des micro-décrochements observés (figure 69b). L'ampleur de ce phénomène de cryo-reptation est proportionnelle au nombre de cycles gel/dégel, à la teneur en eau des formations et des sols et à la pente.
- Les structures en boulettes montrent des agrégats totalement enrobés de limons et d'argiles (figure 69c) attestant de la rotation de ces agrégats. On parle alors de géelifluxion. L'existence de ces structures implique un plus grand nombre de cycles gel/dégel et une plus grande intensité du froid.

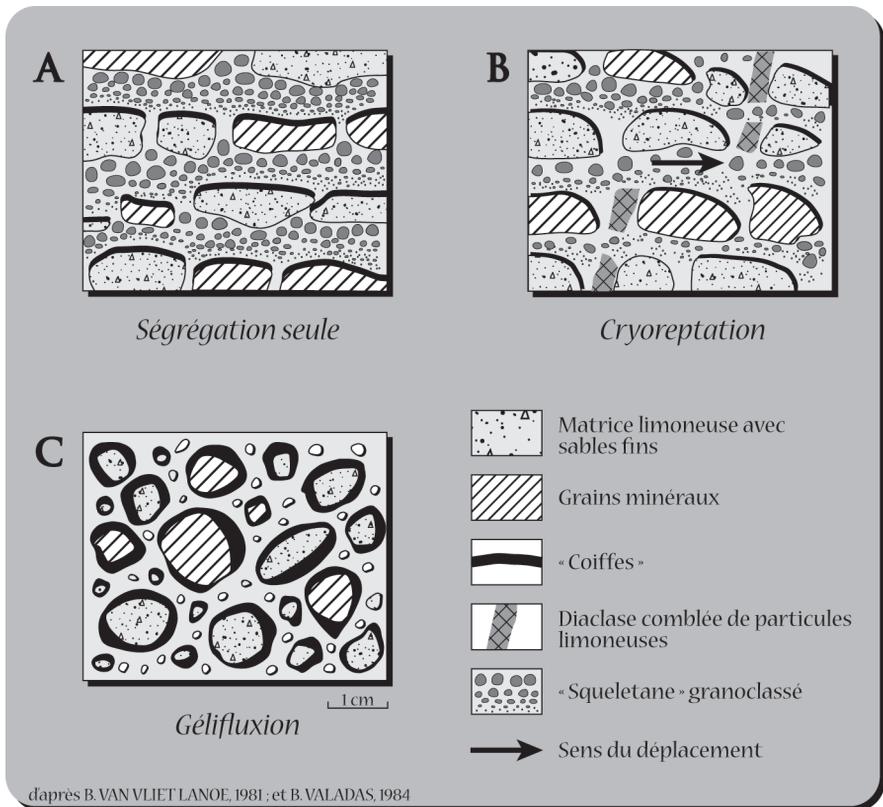


Figure 69 Les structures sédimentaires à coiffe et squeletane associées à la glace de ségrégation (d'après Van Vlet-Lanoë [1981] et B. Valadas [1984]).