Qu'est-ce qu'une montagne ?

[Version antépénultième ; version finale illustrée parue dans *Aristote chez les Helvètes*, éd. A. Meylan & O. Massin, Paris, Ithaque, pp. 17-26]

Le problème. Si le sommet d'une montagne paraît clairement défini, il est plus difficile de tracer précisément sa limite inférieure. Selon certains philosophes et topographes, la limite inférieure des montagnes est arbitraire. Intuitivement pourtant, la limite inférieure du Cervin ne semble pas aussi arbitraire que la frontière sud de l'Egypte.
Solution proposée. Je soutiens, suivant J. C. Maxwell, que la limite inférieure d'une montagne est naturelle et non pas conventionnelle : elle consiste dans le fond des vallées qui la borde et qui se rejoignent à certains cols.

Le Cervin est-il réel ? Si l'on entend par « réel » *ce qui existe indépendamment de nos représentations*, il l'est sans aucun doute : le Cervin ne nous a pas attendu pour exister et ne cesse pas de le faire sitôt que nos yeux s'en détournent. De même, si l'on entend par « réel » *ce qui possède certains pouvoirs causaux*, c'est-à-dire, ce qui est en mesure d'exercer une influence sur d'autres choses alentour (un skieur peut causer une avalanche, contrairement à un nombre), alors le Cervin est tout aussi réel. Il retient les nuages, détermine la façon dont s'écoule les eaux sur ses flancs, fatigue les alpinistes, fait l'admiration des touristes, projette son ombre sur les reliefs avoisinants, contraint le vol des gypaètes, etc.

Nombre de philosophes, géographes, et topographes en sont pourtant venus à penser que les montagnes n'étaient pas réelles au même titre que le sont les pierres ou les chamois. Non par amour des vertiges idéalistes mais en raison des difficultés que pose la définition des *frontières* d'une montagne. Contrairement à celles des pierres ou des chats, les frontières des montagnes semblent indéterminées. Si le sommet d'une montagne peut être clairement défini (§1), sa limite inférieure paraît très subjective. Je soutiens au contraire que cette frontière inférieure peut être définie de manière stricte (§2), à condition que nous fixions, arbitrairement, une certaine échelle (§3). Je soutiens enfin qu'il existe également une mesure stricte de la hauteur des montagnes, qui rend compte de nos principales intuitions à ce sujet (§4).

1 Le sommet

Commençons par l'élément apparemment le moins problématique dans la délimitation d'une montagne : son sommet. En première approximation, on peut caractériser un sommet comme un point de la surface de la Terre tel qu'on ne peut le quitter sans descendre. Un sommet, en d'autres termes, est un *point de la surface de la Terre qui a une altitude plus élevée que toutes les régions adjacentes*. Cependant les sommets ne sont pas toujours des points. Il y a également des arêtes horizontales ou des plateaux qui sont tels qu'on ne peut les quitter sans descendre. Pour en tenir compte, notre définition initiale peut être modifiée ainsi : *un sommet est n'importe quel point ou partie horizontale de la surface de la Terre plus élevé que toutes les régions adjacentes*. Cette définition conduit à inclure parmi les sommets la circonférence du cratère de certains volcans ou les hauts plateaux : admettons que ceux-ci constituent des sommets, dans un sens large du terme.

Les sommets, ainsi définis, existent dans la nature indépendamment de nous : qu'une partie de la surface de la Terre soit plus élevée que les régions adjacentes ne dépend pas du fait que nous y pensions ou non. On pourrait toutefois faire deux objections à cela. Selon la première, ce qui appartient ou non à la surface de la Terre est indéterminé. D'aucuns y incluent les neiges éternelles et seront conduits à ne pas soustraire l'épaisseur de neige qui recouvre la Jungfrau de son altitude. D'autres font le choix inverse. Admettons néanmoins qu'il y ait une réponse géologique à la question de savoir ce qui appartient ou non à la surface de la Terre.

On pourrait encore penser qu'un sommet demeure arbitraire pour la raison pour cette seconde raison. L'altitude est parfois définie comme une élévation verticale au dessus du niveau de la mer, parfois comme la distance par rapport au centre de la terre. Si les sommets se définissent par l'altitude, et que celle-ci dépend du choix d'un référentiel arbitraire (le niveau de la mer, le centre de la Terre, mais aussi, pourquoi pas, le niveau du manteau terrestre ou la limite supérieure de l'atmosphère), les sommets ne sont-ils pas, eux aussi, arbitraires ? Il n'en est rien : même s'il était vrai que l'altitude *absolue* était affaire de convention, il resterait que l'altitude relative, la seule à laquelle nous devons faire appel pour définir un sommet, serait indépendante de nos conventions. Selon Julie, l'altitude d'un point est sa distance relativement au *centre* *de la Terre* ; selon Cornelia, elle consiste au contraire dans sa distance relativement *au niveau de la mer*. Julie et Cornelia ne seront pas d'accord sur l'altitude absolue du Cervin. Mais elles s'accorderont néanmoins sur le fait que le sommet du Cervin est plus élevé que celui du Chasseral.

Etre ou non un sommet n'est donc pas affaire de convention. Comme nous allons le voir maintenant, c'est lorsque nous cherchons à compléter notre délimitation d'une montagne que la nécessité de faire appel à des frontières arbitraires peut se faire sentir.

2 *La limite inférieure*

Lorsque Erhard redescend le Cervin, quand parvient-t-il en bas ? Selon certains philosophes et géographes [Varzi, 2001 ; Smith, 2001 ; Smith & Mark, 2003], alors que la limite supérieure d'une montagne est bien réelle, sa limite inférieure est arbitraire :

> « Les montagnes n'ont de frontières claires qu'avec l'atmosphère située au-dessus d'elles. Lorsqu'elles rejoignent la terre par leur bas, elles n'ont pas de frontières, dans le sens de frontières qui les délimiteraient nettement de leur entourage. » [Mark & Smith, 2001]

Selon eux, la topographie scientifique ne fait pas fondamentalement appel à des objets mais à des *champs d'élévation* – des variations continues d'altitude de la surface de la Terre – sans tracer de frontières nettes entre ces champs. A l'inverse, notre topographie naïve y découpe des objets : des montagnes, des vallées, des plaines, etc. Si la topographie scientifique est prise aux sérieux, font valoir Mark et Smith, de tels objets ordinaires doivent être considérés comme des découpages arbitraires effectués au sein d'un champ d'élévation continu. En particulier, si la frontière supérieure d'une montagne est une frontière *bona fide* ou réelle, sa frontière inférieure serait *fiat*, ou arbitraire.

La différence entre frontières *bona fide* et frontières *fiat* peut être illustrée en comparant le travail du boucher à celui du pâtissier. Le boucher étend la carcasse devant lui et s'efforce de la couper aux articulations. Sa découpe est guidée par la structure du squelette. Le pâtissier étend la pâte devant lui, mais la découpe ensuite à sa guise. Les emporte-pièces qu'il choisit ne sont pas déterminés par la structure de la pâte. Les frontières qui se trouvent dans la nature, au même titre que les articulations que découpe le boucher, sont des frontières *bona* *fide*. Celles qui ne s'y trouvent pas initialement mais que nous imposons à la nature, à l'aide de nos propres catégories ou emporte-pièces conceptuels, sont des frontières *fiat*.

Selon Mark et Smith, il revient donc au pâtissier de tracer la limite inférieure des montagnes. On peut avancer au moins deux arguments en faveur de cette thèse. Premièrement, alors que la frontière supérieure d'une montagne, entre la Terre et le ciel, marque une discontinuité matérielle nette (entre l'air et la terre) sa frontière inférieure ne constitue clairement pas une telle discontinuité matérielle (ce qui est localisé de part et d'autre de cette frontière est en général fait de la même matière). Deuxièmement, on peut faire valoir que si tel très petit morceau de la surface de la Terre fait partie du Cervin, alors tel autre très petit morceau qui lui est contigu, appartiendra également au Cervin. Il en ira de même pour tout autre petit morceau immédiatement contigu à ce dernier... De proche en proche, la Terre entière fera partie du Cervin (ce type d'argument est appelé « sorite »). Si nous voulons éviter une telle conséquence, il nous faut imposer une limite inférieure *fiat* au Cervin.

Je pense à l'inverse que lorsqu'il s'agit de découper le bas d'une montagne, le boucher ne doit pas rendre les armes trop vite. Commençons par un cas simplifié : la coupe verticale d'une montagne en deux dimensions (figure 1). Intuitivement cette montagne en coupe est délimitée, en haut, par son sommet *S*, et à sa base, par les deux point *A* et *B*, qui correspondent au fond de deux vallées (voir plus bas cependant). Le fait important est que *A* et *B* sont des points aussi remarquables que le sommet : ils sont tels qu'on ne peut les quitter sans monter. S'ils ne constituent certes pas des discontinuités matérielles, ils constituent néanmoins des discontinuités topologiques *bona fide* : ce sont des points spéciaux, indépendamment des représentations que nous nous en faisons. Voici alors une première esquisse de réponse à la question de savoir quand Erhard termine sa descente : *à la première vallée qu'il atteint*.

Fig. 1: Limites inférieures en coupe verticale

Comment cependant appliquer une telle solution en trois dimensions ? Une possibilité serait de rassembler toutes les coupes verticales passant par le sommet de la montagne, et de tracer la ligne joignant les points les plus bas de chaque coupe. Le problème est que les points les plus bas de telles coupes ne sont souvent pas situés sur ce que les géographes appellent le « thalweg », qui est la ligne qui correspond au fond d'une vallée. Si l'on coupe une vallée pentue par un plan vertical, le point le plus bas de cette coupe ne sera pas, en général, situé sur le lit du cours d'eau situé au fond de cette vallée (sur ce point, voir les pages consacrées aux courbes topographiques, sur l'excellent site consacré aux formes mathématiques de Robert Férréol). Si nous voulons maintenir l'intuition qu'une montagne est bordée par le *fond* d'une vallée, nous devons recourir à une autre méthode.

La bonne façon de procéder consiste à délimiter le contour inférieur d'une montagne non plus en joignant les points les plus bas de l'ensemble des coupes verticales passant par son sommet, mais traçons la limite de toutes *les lignes de plus grande pente passant par son sommet*. Les lignes de plus grande pente sont définies à partir des courbes de niveau. Une courbe de niveau, en topographie, est une ligne fermée qui joint tous les points situés à la même altitude. Chaque point d'une courbe de niveau a une tangente horizontale. La perpendiculaire à cette tangente donne la direction que prend la ligne de plus grande pente en ce point. Une ligne de plus forte pente est donc une ligne qui, suivant Cayley [1859], « coupe les courbes de niveau à angle droit ». Par conséquent, la ligne de plus grande pente, à partir d'un point sur une courbe de niveau, représente la distance la plus courte à la courbe de niveau inférieur. Quelle forme prend une ligne de plus grande pente partant d'un sommet lorsqu'elle arrive au fond de la vallée qui borde la montagne ? Elle s'infléchie pour se rapprocher, de façon asymptotique du lit de la rivière (les courbes de niveau étant, au fond des vallées, perpendiculaires au lit de la rivière).

A chaque point de la surface de la terre passe une ligne de plus grande pente : si on la remonte, on rejoint dans la plupart des cas un sommet ; dans certains cas plus rares – et remarquables –, on atteint seulement un col. Le physicien J. C. Maxwell [1870] propose alors de définir une montagne *(hill)* comme *la surface définie par l'ensemble des lignes de plus grande pente qui rejoignent un même sommet*. La surface d'une montagne est obtenue en traçant l'ensemble (infini) des lignes de plus grande pente partant d'un sommet, dans toutes les directions possibles.

Cette définition d'une montagne à l'aide des lignes de plus grandes pente partant de son sommet est équivalente, selon Maxwell, à une seconde définition de la limite inférieure d'une montagne. Il définit une *ligne de cours d'eau (watercourse)* comme une ligne de plus grande pente qui, *partant d'un col*, arrive au fond d'un creux. Les lignes de cours d'eau sont les *seules* lignes de plus grande pente qui ne rejoignent pas un sommet. De même, les *lignes de partage des eaux (watershed)* sont les seules lignes de plus grande pente qui ne rejoignent pas le fond d'un creux ; elles correspondent aux crêtes des montagnes (des définitions identiques des *lignes de thalweg* et des *lignes de faîte* sont données par Jordan [1872]). La thèse de Maxwell – selon laquelle une montagne est définie par l'ensemble des lignes de plus grande pente partant d'un sommet – implique que les montagnes sont séparées les unes des autres, à leur base, par des lignes de cours d'eau ou thalwegs. Une montagne est, en somme, circonscrite par le fond des vallées qui l'entourent et qui se rejoignent à certains cols.

Une question en suspend, est de savoir si les limites inférieures d'une montagne, les lignes de cours d'eau, appartiennent aux montagnes : les montagnes contiennent-elles leurs frontières ? Si oui, les montagnes adjacentes partagent une partie de leur frontière. A l'inverse, si nous retenons la première définition de Maxwell en identifiant la surface d'une montagne à l'ensemble des lignes de plus grande pente joignant son sommet, alors la montagne ne contient pas sa frontière, elle est un objet ouvert. En effet, les lignes de plus grande pente partant des sommets, si elles se rapprochent de plus en plus, en descendant, des lignes de plus grande partant des cols (les lignes de cours d'eaux), ne les rejoignent cependant jamais exactement.

Ces idées initiales de Cayley et Maxwell, redécouvertes par Warntz [1966] et Pfaltz [1976], ont constitué le point de départ de la théorie des réseaux de surface *(surface networks)* qui permet de délimiter, sur une surface en relief, les lignes de plus grande pente remarquables, celles qui relient les cols : les lignes de cours d'eau et de partage des eaux, dans la terminologie de Maxwell. Ce qui nous importe ici est que cette approche permet de délimiter, sur une surface bi-dimensionnelle continue, des frontières topographiquement *bona fide*. Les lignes de plus grande pente et les lignes de cours d'eau sont *bona fide*. La limite inférieure d'une montagne qu'elles permettent de définir l'est également : nous ne sommes pas soumis à l'arbitraire pâtissier lorsque nous découpons une montagne par le bas.

Mark et Smith semblent reconnaître que les montagnes, selon la définition de Maxwell, constituent des objets (et non des champs) qui appartiennent à la topographie scientifique, ce qui tempère leur thèse selon laquelle la topographie scientifique ne reconnaît fondamentalement que des champs. Mais ils soulignent que les montagnes, telles qu'elles sont définies par Maxwell, ne correspondent pas à la façon dont *nous* les délimitons intuitivement. Ils n'en disent pas davantage mais on peut penser qu'une raison de cette divergence est la suivante. A quoi ressemble en général, vue du ciel, la limite inférieure d'une montagne, selon la solution de Maxwell ? Partant du sommet, nous descendons de la montagne par toutes les lignes de plus forte pente possibles. Dans une majorité des cas, la quasi-totalité des vallées n'étant pas planes, nous descendrons ainsi jusqu'à rejoindre la mer. En effet, les lignes de plus forte pente qui rejoignent un sommet finissent par rejoindre, de manière asymptotique, une ligne de plus forte pente qui passe par un col (c'est-à-dire une ligne de cours d'eau) : elles poursuivent alors ensemble leur chemin jusqu'à la mer. Cela implique qu'Erhard, selon la voie qu'il emprunte pour descendre, n'aura pas atteint le bas du Cervin avant de parvenir à l'embouchure du Rhône ou du Pô (plus loin encore s'il enfile sa combinaison de plongée). La définition de Maxwell implique donc que la ligne qui délimite le bas d'une montagne passe souvent par un point très éloigné du sommet de la montagne elle-même : l'embouchure d'un grand fleuve, le fond de quelque dépression sous-marine. Elle implique dès lors, peut-on faire valoir, une révision de la façon dont nous pensons à la limite inférieure des montagnes : alors que nous l'imaginons volontiers, vue du ciel, comme une ligne *grosso modo* circulaire autour du sommet, celle-ci a bien souvent en réalité d'avantage la forme d'un spermatozoïde à la queue très allongée – voir à plusieurs queues lorsque, par exemple, le sommet est à cheval sur deux bassins versants, comme c'est le cas du Cervin. Les montagnes de Maxwell seraient ainsi bien différentes de nos montagnes ordinaires.

Un tel diagnostic me paraît erroné. Notre topographie naïve n'a pas l'assurance et la détermination qu'on lui prête parfois. Nos intuitions préthéoriques au sujet des montagnes ne leur assignent avec certitude aucune frontière déterminée. Notre situation préthéorique est plutôt la suivante : nous pensons que les montagnes ont une frontière déterminée, mais nous ne savons pas *laquelle*. Bien que nous pensions que le Cervin ait une frontière *bona fide*, nous sommes de fait bien en peine de la tracer sur une carte. L'indétermination est épistémique. Il n'y a pas ici de conflit entre science et sens commun, au contraire : Maxwell ne vient pas infirmer nos intuitions, mais répondre à nos doutes.

Il demeure cependant un point sur lequel la définition de Maxwell risque de conduire à une réelle révision de nos croyances ordinaires ; une révision trop radicale, qui plus est, pour pouvoir être acceptée. Il y a en effet de fortes chances qu'Erhard parviennent à une vallée bien avant d'en avoir terminé avec sa descente du Cervin. Très vraisemblablement, quelque part juste en dessous du sommet, se trouve une petite dépression, un petit creux, rempli de neige peut-être, qu'Erhard ne pourra quitter sans remonter. Il se trouvera là à l'extrémité d'une ligne de plus grande pente. Selon la définition de Maxwell, le Cervin devrait s'arrêter là, ainsi que l'expédition d'Erhard. Une telle définition ne rendrait compte, finalement, que de l'existence de montagnes minuscules. Peut-on éviter une telle conséquence ?

3 L'échelle

Il suit de notre définition d'un *sommet* que n'importe quelle élévation de la surface de la Terre a un sommet. Il suit de notre définition du *bas de la montagne* que la première dépression rencontrée en descendant depuis le sommet en marque la limite inférieure. S'ensuit une conséquence absurde : le Cervin, tel que nous le concevons ordinairement (non sans hésitations), n'est pas une montagne, tandis que les plus petits des monticules en sont.

Une réponse à cette difficulté, qu'on admettra ici, consiste à fixer *arbitrairement* une certaine échelle, un certain *niveau de granularité*. Si celui-ci est suffisamment grand, nous sommes en mesure de négliger certains reliefs trop petits ou trop grands. Aussi le premier creux que rencontre Erhard lorsqu'il descend ne marque-t-il pas la fin du Cervin, car ce creux est trop petit pour être pris en compte à ce niveau de granularité.

Cette réponse revient à faire une concession importante à ceux pour qui la limite des montagnes est *fiat* plutôt que *bona fide*. Une montagne n'est une montagne que relativement à une certaine échelle, qui est arbitraire du point de vue de ce qui se trouve dans la nature. Mais tout n'est pas concédé : si le choix d'un niveau de granularité est arbitraire, le fait qu'il y ait, *à un niveau de granularité donné*, tels sommets et telles vallées ne l'est pas. En d'autres termes, la longueur de notre focale est *fiat*, mais une fois celle-ci fixée, les frontières qui y apparaissent sont réelles, *bona fide*.

On peut penser aux niveaux de granularité comme à des boules plus ou moins grandes que l'on poserait au sommet d'une montagnes pour les laisser dévaler : alors que les petites boules s'arrêteront aux premiers petits enfoncements, les boules plus grandes descendront plus bas. La taille de chacune des boules est totalement *fiat*. Mais le fait, étant donnée la taille qu'elle a, qu'une boule s'arrête dans le creux où elle s'arrête, est parfaitement *bona fide*. Selon cette proposition, les limites inférieures d'une montagne sont, à un certain niveau de granularité, parfaitement indépendantes de la façon dont nous nous les représentons.

Lorsque nous distinguons les montagnes les unes des autres, nous découpons la nature à la manière du boucher, en suivant ses frontières *bona fide* (les thalwegs) ; mais lorsque nous distinguons la catégorie des montagnes de celles des collines ou des monticules, nous la découpons à la manière du pâtissier : nous y importons des seuils de taille qu'elle ne contient pas, des frontières *fiat*.

4 La hauteur

A une échelle arbitrairement fixée, le sommet comme la limite inférieure d'une montagne en sont donc des frontières *bona fide*. Qu'en est-il pour finir de la *hauteur* d'une montagne ? La hauteur d'une montagne n'est pas son altitude, pas plus qu'elle n'est fonction de son altitude. Il y a des montagnes très hautes dont le sommet est peu élevé, et des montagnes très basses dont les sommets sont élevés. Certains monts sous-marins, par exemple, sont plus hauts que le Mont Tendre. La hauteur, contrairement à l'altitude, correspond, en première approximation, à la distance verticale entre le haut et le bas de la montagne. Mais *quel* bas ? On l'a vu, en effet, les limites inférieures d'une montagne ne sont pas – en général – horizontales : le contour inférieur d'une montagne ne correspond presque jamais à une courbe de niveau. La hauteur d'une montagne est-elle alors :

> 1. La différence d'altitude entre le sommet de la montagne et le point *le plus bas* des lignes de cours d'eau qui la bornent ?

ou plutôt :

> 2. La différence d'altitude entre le sommet de la montagne et le point *le plus haut* des lignes de cours d'eau qui la bornent ?

Si nous retenons la première proposition, la hauteur de la grande majorité des montagnes, qui sont bordées de vallées qui rejoignent la mer, sera identique à l'altitude de leur sommet relativement au niveau de la mer. Si nous voulons distinguer la hauteur de l'altitude, la seconde proposition semble donc préférable. Ainsi, la distance verticale entre le sommet d'un mont sous-marin et l'ensellement le plus élevé qui le borde peut être plus grande que cette même distance pour le Mont Tendre. Dans la figure 2, la montagne dont le sommet est le point *S1* est moins haute, bien que son sommet soit plus élevé, que la montagne dont le sommet est le point *S2* ($h1<h2$).

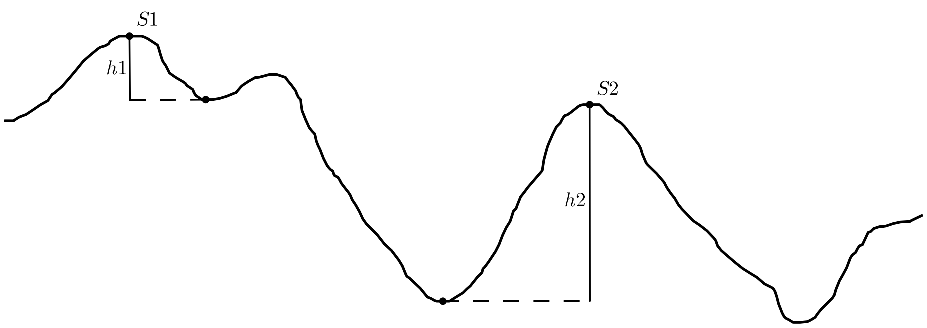

Fig. 2 : Hauteur *vs*. élévation

Mais cette seconde mesure de la hauteur ne rend pas justice à toutes nos intuitions au sujet de la hauteur des montagnes. Considérons la figure 3 : bien que la montagne dont le sommet est *S2* soit intuitivement plus haute (et pas seulement plus élevée) que la montagne dont le sommet est *S1* , la différence d'altitude entre S2 et la vallée la plus élevée qui le borde ($h2$) est inférieure à cette même différence pour la montagne dont le sommet est *S1* (à savoir, $h1$).

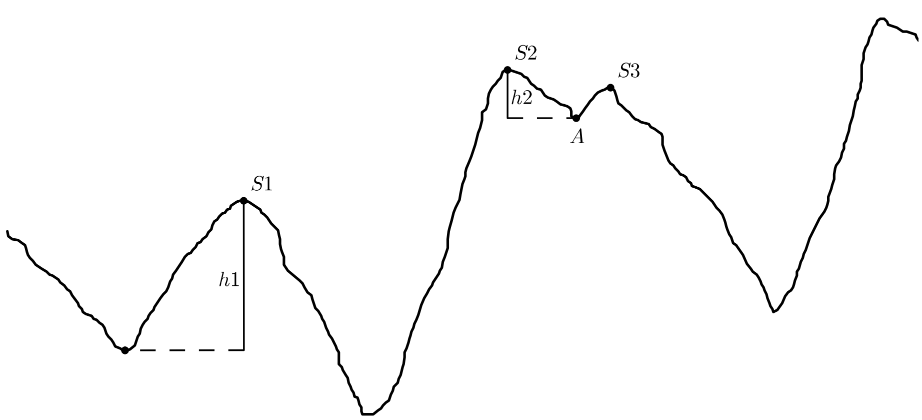

Fig. 3 : Cime et antécime

Le problème vient du fait que la montagne dont le sommet est *S2* a une *antécime* dont le sommet est *S3* (l'antécime est le sommet secondaire que l'on atteint avant d'atteindre le sommet principal). Or, selon la seconde mesure de la hauteur envisagée ici, la limite inférieure de cette antécime, le col le plus élevé qui la borde (*A*), est également la limite inférieure de la montagne de sommet *S2* à partir duquel nous devrions calculer sa hauteur. L'antécime « réduit » ainsi la hauteur de la montagne *S2*, qui est intuitivement bien supérieure à *h*2. Nous voudrions pouvoir négliger l'antécime pour obtenir la vraie hauteur de montagne de sommet *S2*, mais à ce niveau de granularité, rien n'autorise à le faire.

Une troisième mesure de la hauteur des montagnes, récemment proposée – initialement par des alpinistes – permet d'arriver à nos fins. Le concept de *hauteur de culminance* (également appelé *proéminence topographique*) a ainsi été introduit afin de différencier les vrais sommets des sommets secondaires (voir, en particulier, Thöni [2003] ; Maizlish [2003] ; Helman [2005]). La hauteur de culminance d'un sommet est la différence d'altitude entre le sommet de la montagne en question et *le col le plus élevé par lequel on doit redescendre afin d'atteindre un sommet encore plus élevé*. Autrement dit, la hauteur de culminance est le dénivelé minimum qu'il faut descendre avant d'entamer l'ascension d'un sommet *encore plus élevé*. On appelle ce col le plus élevé par lequel on doit passer avant d'entamer l'ascension d'un sommet supérieur le « col-clé » *(key saddle)*. On obtient ainsi une troisième mesure de la hauteur d'une montagne :

> 3. La différence d'altitude entre le sommet d'une montagne et son *col-clé*.

On peut encore penser cette hauteur de culminance d'un sommet comme à son altitude relativement au niveau de montée des eaux à partir duquel il deviendrait le point culminant d'une île (juste en deçà, ce sommet serait seulement le point culminant d'une presqu'île).

Un tel concept permet de résoudre notre problème. La figure 4 indique les hauteurs de culminance nos montagnes précédentes : on voit que la hauteur de culminance *h*2 de la montagne de sommet *S2* – dont le col-clé est *C* – est plus grande que la hauteur de culminance *h*1 de la montagne de sommet *S1*– dont le col-clé est *B*), en dépit du fait que *S2* ait une antécime, *S3*. En outre, on voit que la hauteur de culminance *h*3 de cette antécime est très faible, ce qui sied aux alpinistes collectionneurs de sommets, qui n'ont guère envie de devoir inclure les antécimes à leur collection. De fait, le concept de hauteur de culminance génère une liste des montagnes les plus hautes qui recoupe largement nos intuitions au sujet de ce que sont les vrais sommets, par opposition aux sommets secondaires.

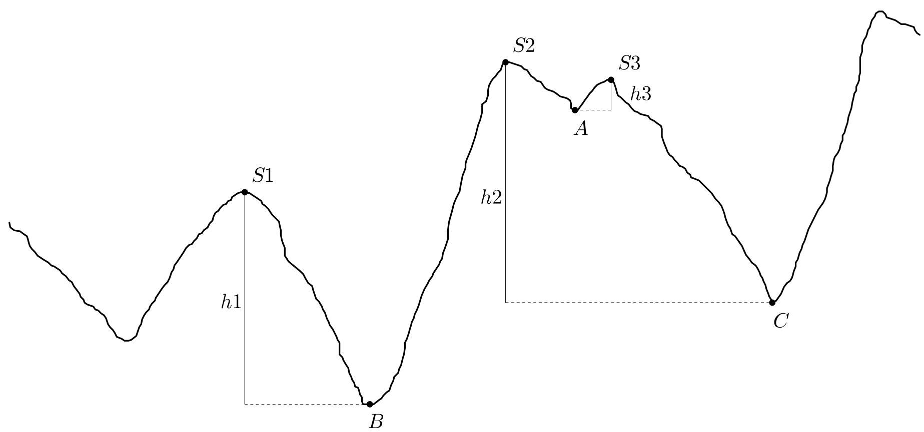

Fig. 4 : Hauteurs de culminance

Il soulève cependant à son tour certaines difficultés. Premièrement, la hauteur d'une montagne n'est plus nécessairement définie en termes de différence d'altitude entre son sommet et un point de sa limite inférieure, ce qu'on peut trouver initialement surprenant. Deuxièmement, la hauteur de culminance de l'Everest n'est pas définie : l'Everest étant le sommet le plus élevé, aucun col ne permet de gravir, depuis son sommet, un sommet encore plus élevé. Troisièmement, si deux montagnes jumelles juxtaposées sont telles que l'une est à peine plus grande que l'autre, alors la plus grande tire la couverture à elle : elle hérite d'une hauteur de culminance importante alors que celle qui est à peine plus petite se voit attribuée une hauteur de culminance nettement inférieure. De telles difficultés ne doivent cependant pas nous conduire à baisser les bras : il n'est pas impossible *a priori* de raffiner le concept de hauteur de culminance afin d'y faire face (voir, en particulier, Helman [2005] pour des suggestions de ce type).

J'ai donc soutenu qu'à une certaine échelle, qui relève d'un choix arbitraire, le sommet, les limites inférieures et la hauteur des montagnes ne sont pas *fiat*, mais *bona fide*. Tout n'est pas résolu, loin de là. Quelle est, par exemple, la frontière souterraine d'une montagne, si elle en a une ? Pourrait-on modifier la définition de Maxwell ou de la hauteur de culminance afin de faire en sorte que le col-clé d'une montagne appartienne à sa limite inférieure ? Si l'agenda reste chargé, le projet de définir toutes les frontières d'une montagne ne semble nullement voué à l'échec. Pour découper une montagne, il ne faut pas troquer trop vite son couteau désosseur contre un emporte-pièce. S'il incombe au pâtissier de choisir la finesse de la coupe, le boucher reste souvent le mieux armé pour l'exécuter.

Références

Cayley, A. 1859. « On contour and slope lines », *The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 18, p. 264–268.

Robert Férréol, <http ://www.mathcurve.com/courbes3d/topographic/faite.shtml>

Helman, A. 2005. *The Finest Peaks-Prominence and Other Mountain Measures*. Ville ??, Trafford Publishing.

Jordan, C. 1872. « Sur les lignes de faîte et de Thalweg », *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 74, Paris, p. 1457–1459.

Maizlish, A. 2003. « Prominence and Orometrics », <http ://www.peaklist.org/theory/theory.html>

Mark, D. M. & Smith B. 2001. « A science of topography : bridging the qualitative-quantitative divide », *in* M. Bishop et J. Shroder(dir.), *Geographic Information Science and Mountain Geomorphology*, Chichester, U.K., Springer-Praxis, p. 75–100.

Maxwell, J. C. 1870. « On hills and dales », *Philosophical Magazine* 40, p. 421–427.

Pfaltz, J. L. 1976. « Surface networks », *Geographical Analysis* 8, p. 77–93.

Smith, B. 2001. « Fiat objects », *Topoi* 20, p. 131-148.

Smith, B. & Mark, D. M., 2003. « Do mountains exist? Towards an ontology of landforms », *Environment and Planning B : Planning and Design* 30, p. 411-427.

Thöni, C. 2003. « Critères de définition des sommets dans les Alpes suisses. Proéminence et hauteur de culminance », *Les Alpes* 1, p. 26-28.

Varzi, A. 2001. « Vagueness in geography », *Philosophy & Geography* 4, p. 49-65.

Warntz, W. 1966. « The topology of a socio-economic terrain and spatial flows », *Papers of the Regional Science Association* 17, p. 47-61.