

## La délimitation des montagnes européennes

Martin F. Price<sup>1</sup>, Igor Lysenko<sup>2</sup>, Erik Gloersen<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centre for Mountain Studies, Perth College, UHI Millennium Institute, Perth PH1 2NX, UK - martin.price@perth.uhi.ac.uk

<sup>2</sup> UNEP - World Conservation Monitoring Centre, Cambridge CB3 0DL, UK - Igor.Lysenko@unep.wcmc.org

<sup>3</sup> Nordregio, Box 1658, 111 86 Stockholm, Sweden - erik.gloersen@nordregio.se

**Résumé** L'importance des espaces de montagnes étant de plus en plus largement reconnue, il apparaît nécessaire d'établir une définition cohérente de ces espaces. L'UNEP World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC) a proposé une première délimitation mondiale en 2000. Cependant, certains pays européens disposent de définitions nationales des espaces de montagne depuis les années 1950. Dans le cadre des politiques de cohésion sociale et économique

au sein de l'Union européenne, une délimitation commune des espaces de montagne européens a été établie, à partir de la définition proposée par l'UNEP-WCMC. Le processus d'adaptation de la définition mondiale au cadre européen est décrit, ainsi que les résultats pour 29 pays européens.

**Mots clés** : Montagnes, délimitation, définition, SIG, Europe

La bibliographie est présentée en page 85

### L'étendue des espaces de montagne dans le monde

Depuis plusieurs années maintenant, les espaces de montagne sont au premier rang des préoccupations environnementales et des débats sur le développement global, en particulier depuis que la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED) a inclus un chapitre traitant spécifiquement des montagnes dans le plan d'action *Agenda 21* (Chapitre 13 – Gestion des écosystèmes fragiles : mise en valeur durable des montagnes). Six ans plus tard, l'Assemblée Générale des Nations Unies a proclamé que 2002 serait l'Année Internationale de la Montagne (AIM). Cette attention renforcée aux questions de montagne s'est notamment traduite par une augmentation substantielle des crédits alloués à la recherche dans ce domaine, et par la multiplication des publications sur le sujet (Funnell et Price, 2003 ; Smethurst, 2000). Toutefois, jusqu'à la fin des années 1990, il n'y avait pas de consensus quant à la délimitation des montagnes (Ives et al., 1997 ; Debarbieux et Gillet, 2000). Ainsi qu'a pu le noter Gerrard (1990) « de nombreuses définitions de la montagne ont été proposées, mais celle-ci comprend des formes paysagères très diverses. En conséquence, il a été difficile de définir une approche descriptive et analytique cohérente. Plusieurs critères ont été utilisés, tels que l'élévation, le volume, le relief et la pente, ainsi que l'espacement et la continuité ». Se fondant sur des critères du même type, Fairbridge (1968) estimait à 36% la proportion de la surface terrestre couverte soit par des espaces de montagne, soit par des paysages vallonnés. Louis (1975), estimait cette proportion à 20%. En 1997, l'ouvrage *Mountains of the World: A global priority* (Messerli et Ives, 1997) comprenait une carte des montagnes et haut plateaux du monde « établie à partir des sources les plus récentes en matière de cartographie électronique. Parmi ces avancées

## LA DÉLIMITATION DES MONTAGNES EUROPÉENNES

récentes, il faut citer en particulier les modèles numériques de terrain global constitué par Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), qui montrait que 48% des terres émergées étaient à plus de 500 m d'altitude, et 27% au-delà de 1000 m.

En 1996, le bureau américain des recherches géologiques (US Geological Survey), a finalisé son Modèle Numérique de Terrain (MNT) global GTOPO30, avec une grille de 30 secondes d'arc (à peu près 1 km). Grâce à cette base de données fournissant l'altitude de chaque kilomètre carré de la surface terrestre, il est désormais possible de catégoriser les espaces de montagne non seulement en fonction de leur altitude, mais également en tenant compte des pentes, d'une part, et du caractère plus ou moins accidenté du paysage (en calculant les amplitudes locales d'altitude), d'autres part. Kapos et *al.* (2000) ont utilisé tous ces indicateurs dérivés du MNT GTOPO30 pour établir leur typologie. En se fondant sur un certain nombre de principes fondamentaux, l'équipe de recherche a progressivement affiné les paramètres de définition de la montagne en collaboration avec d'autres chercheurs, avec des politiques et avec des personnes issues des espaces de montagne. Il fut d'abord décidé que seraient montagneux tous les espaces situés au-delà de 2500 m, soit l'altitude à partir de laquelle l'homme se trouve physiologiquement affecté par la réduction du taux d'oxygène de l'air. Ensuite, aux altitudes moyennes, la pente fut prise en compte pour définir la montagne ; plus l'altitude était basse, plus ce critère de pente fut contraignant. Enfin, afin d'inclure les montagnes de basse altitude, on calcula l'amplitude locale d'altitude (ALA) dans un rayon de 7 km autour de chaque point de mesure. Si cette amplitude dépassait 300 m, l'espace était considéré comme montagneux. Selon ces critères, 35,8 millions de km<sup>2</sup>, soit 24% des terres émergées, sont considérés comme étant montagneux (Tableau 1)

Classe (altitude en m)	Critère additionnel	% des terres émergées
> 4500		1.2
3500-4499		1.8
2500-3499		4.7
1500-2499	pente > 2°	3.6
1000-1499	pente >5° ou ALA >300 m	4.2
300-999	ALA >300 m	8.8

**Tableau 1. Typologie globale des espaces de montagne (Kapos et *al.*, 2000)**

ALA : Amplitude Locale des Altitudes

Aussi bien les travaux de Kapos et *al.* (2000) que ceux ayant permis d'établir la carte publiée dans l'ouvrage de Messerli et Ives (1997) furent financés par la Direction Suisse du Développement et de la Coopération. Celle-ci était en outre un acteur de premier plan lors de l'élaboration du Chapitre 13 de l'Agenda 21 et des Déclarations rédigées de l'Année Internationale de la Montagne. Ainsi, la production de données statistiques montrant que la montagne couvre une proportion significative de la surface terrestre était clairement liée à des processus politiques. La proportion de la population mondiale

vivant en montagne est une autre donnée au moins aussi importante dans le cadre de ces débats. Longtemps estimée à 10% (voir par exemple Ives et Messerli, 1997), cette valeur fut réévaluée à 12%, soit 720 millions de personnes, par Huddleson et *al.* (2003) en s'appuyant sur la délimitation de Kapos et *al.* (2003). Ces travaux étaient eux aussi liés à un projet politique, ayant été entrepris à l'initiative de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), l'agence responsable de l'implémentation du Chapitre 13 et des conclusions de l'AIM. Il convient également de mentionner que Meybeck et *al.* (2002) ont estimé à 26% la proportion de la population mondiale vivant en montagne ou à proximité immédiate des montagnes en utilisant une version agrégée du MNT GTOPO30. Ayant ainsi établi qu'à peu près un quart des terres émergées sont couvertes par des espaces de montagne, et qu'à peu près un quart de la population mondiale habite soit en montagne, soit à proximité immédiate des montagnes, l'importance des questions liées à la montagne dans les débats sur l'environnement global et sur le développement planétaire ne peut plus être contestée.

### Définitions de la montagne européenne à la fin du XX<sup>e</sup> siècle

Outre les travaux mentionnés ci-dessus, fondés sur des critères quantitatifs « objectifs » tout en étant liés à des processus politiques globaux, plusieurs définitions des espaces de montagne furent établies en Europe durant la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle dans le cadre de l'implémentation de politiques de montagne nationales et européennes (Commission Européenne, 2004). Parmi les premières tentatives, nous pouvons citer les « zones de montagnes » délimitées par la loi de 1951 en Suisse, les « communes de montagne » définies par la loi italienne de 1952 ou encore le soutien renforcé aux fermes de montagne autorisé par la loi agricole de 1960 en Autriche. Enfin, en France, une loi délimitant les espaces de montagne fut adoptée en 1961.

La directive 75/268/EEC sur l'agriculture de montagne et de certaines zones défavorisées, publiée par la Commission économique européenne en 1975, fut la première approche supranationale des espaces de montagne. Elle fut ensuite remplacée successivement par les textes suivants :

- Règlement du Conseil (CE) N° 950/97 sur l'amélioration des structures agricoles ;
- Règlement du Conseil (CE) N° 1257/1999 sur le soutien au développement rural par le Fonds Européen d'Orientation et de Garantie Agricole (FEOGA).

L'article 18 de ce dernier texte comprend la définition suivante des espaces de montagne, qui est en substance similaire aux définitions employées par les instruments dont il gouverne l'application :

« 1. Les zones de montagne sont celles qui sont caractérisées par une limitation considérable des possibilités d'utilisation des terres et un accroissement sensible des coûts des travaux en raison de :

- soit l'existence de conditions climatiques très difficiles en raison de l'altitude, se traduisant par une période de végétation sensiblement raccourcie ;

**LA DÉLIMITATION DES MONTAGNES EUROPÉENNES**

- soit la présence, à une altitude moindre, de fortes pentes dans la majeure partie du territoire, telles que la mécanisation ne soit pas possible ou bien nécessite l'utilisation d'un matériel particulier très onéreux ;

- soit la combinaison de ces deux facteurs lorsque l'importance du handicap résultant de chacun d'eux pris séparément est moins accentuée, à condition que de cette combinaison résulte un handicap équivalent.

2. Les zones situées au nord du soixante-deuxième parallèle et certaines zones adjacentes sont assimilées aux zones de montagne ».

Conformément au principe de subsidiarité, les états membres de l'Union européenne (UE) ont défini les altitudes minimales et, dans certains cas, le degré de pente à partir desquels ces instruments politiques seraient appliqués. Ces critères sont détaillés dans le tableau 2. Il faut cependant préciser que la Commission de l'agriculture et du développement rural du Parlement européen a adopté une approche plus uniforme des régions de montagne de l'UE : il s'agit dans cette optique de « régions administrativement distinctes dont plus de 50% de l'espace agricole est situé au-delà de 600 mètres d'altitude (avec si nécessaire une limite supérieure jusqu'à 1000 mètres d'altitude, en fonction d'un nombre donné de jours sans gel) connaissant une période végétative écourtée, ainsi que les régions où la pente moyenne dépasse 20% » (Parlement européen, 2001).

Etat membre	Altitude minimale	Autres critères
Autriche	700 m	Espaces au-dessus de 500 m si pente >20%
Belgique	300 m	
France	700 m (en général) 600 m (Vosges) 800 m (Méditerranée)	pente >20% sur plus de 80% de l'espace concerné
Allemagne	700 m	Contraintes climatiques
Grèce	800 m	Espaces au dessus de 600 m si pente >10%, ainsi que tous les espaces avec pente >20%
Irlande	200 m	
Italie	600 m	Ecart altitudinal infra-communal > 600 m
Portugal	700 m (au nord du Tage) 800 m (au sud du Tage)	pente >25%
Espagne	1000 m	pente >20% différence d'altitude > 400 m
Royaume-Uni	240 m	

**Tableau 2. Critères de délimitation des espaces de montagne dans les Etats membres de l'UE**

Sources : commission européenne (2004)

Ainsi que le montrent les critères énumérés dans le tableau 2, l'altitude minimale requise décroît du sud au nord. Cela tient d'abord à l'objectif de ces délimitations, à savoir la désignation d'espaces devant recevoir des subsides en raison d'une moindre productivité agricole. La saison végétative plus courte sous les hautes latitudes se traduit donc par un seuil altitudinal moins élevé. Conformément à cette démarche, les espaces situés au nord

du 62e parallèle furent assimilés à des espaces de montagne suite à l'accession de la Suède et de la Finlande, en reconnaissance des similarités entre les climats sub-arctique et montagneux en ce qui concerne les contraintes agricoles. D'après ces définitions, « les chaînes et massifs montagneux représenteraient quelques 30% du territoire communautaire » (Commission européenne, 2000).

Dans d'autres pays européens, la montagne est souvent délimitée par rapport à l'ampleur des contraintes pour la production agricole (voir tableau 3). Les régions montagneuses du point de vue agricole couvrent 57% de l'espace en Bosnie-Herzégovine. Les espaces de montagne occupent également 66% du territoire national macédonien (Price, 2000). En outre, environs les deux tiers de la Suisse sont définis comme étant montagneux d'après la loi fédérale de 1974 sur l'aide aux investissements en régions de montagne.

Etat	Altitude minimale	Autres critères
Bulgarie	600 m	Egalement plus de 200 m de différence d'altitude ou pente >12°
Chypre	800 m	Espaces au-delà de 500 m compris si pente >15%
Republique Tchèque	700 m	
Hongrie	600 m	Espaces au-delà de 400 m compris si pente moyenne >10% Sans condition d'altitude si pente moyenne >20%
Pologne	350 m	Ou pente >12° pour au moins 50% des terres agricoles d'une commune
Roumanie	600 m	Sans condition d'altitude si pente moyenne >20°
Slovaquie	600 m	Espaces au-delà de 500 m compris si pente moyenne >7° Sans condition d'altitude si pente moyenne >12°
Slovénie	700 m	Espaces au-delà de 400 m compris si pente moyenne >10% Sans condition d'altitude si pente moyenne >20%
Albanie	650 m	
Croatie	650 m	
Norvège	600 m	
Yougoslavie	500 m	

**Tableau 3. Critères de délimitation des espaces de montagne dans les Etats membres de l'UE**

Sources : rapports nationaux pour la Commission européenne (2004) ; Price (2000) ; Observatoire Européen des Forêts de Montagne (2000)

Ainsi, une part conséquente de l'espace européen a été qualifié de montagneux dans le cadre de diverses initiatives politiques, et ce surtout dans une optique agricole. Cependant, les approches adoptées ne sont pas homogènes. Une autre délimitation d'espaces de montagne à des fins politiques mérite qu'on s'y arrête, à savoir la carte des Alpes annexée à la Convention pour la protection des Alpes (Convention alpine) signée

## LA DÉLIMITATION DES MONTAGNES EUROPÉENNES

en 1991. Cette délimitation inclut la principauté de Monaco, tout en excluant le corridor de transport bordant son flanc nord. Cette particularité reflète la difficulté des débats sur les corridors de transport dans les Alpes ; le protocole sur les transports fut en effet le dernier à être négocié dans le cadre de la Convention (Price, 1999).

### Besoin d'une délimitation cohérente des espaces de montagne européens

En 1988, le Comité Economique et Social des Communautés européennes affirme que : « une zone de montagne [est] une région du point de vue de la géographie physique, de l'environnement, des conditions socio-économique et des spécificités culturelles où les désavantages dus à l'altitude et d'autres facteurs naturels doivent être considérés en conjonction avec les contraintes socio-économiques, les déséquilibres spatiaux et la dégradation de l'environnement » (Economic and Social Committee, 1988). Selon l'estimation du Comité, les montagnes correspondraient à environ 28% du territoire de la Communauté, et comprendrait 8,5% de sa population. Bien qu'il n'ait pas proposé de carte de ces espaces de montagne, ce rapport est important en ce qu'il identifie des enjeux qui dépassent largement le domaine de la production agricole. Durant les années 1990, une succession de rapports proposent d'autres initiatives politiques visant les espaces de montagne européens (Backmeroff et *al.*, 1997 ; Comité pour le développement Agricole et Rural, 1998 ; FNSEA et SCH, 1996 ; Assemblée Parlementaire, 1995).

Depuis la fin des années 1990, la cohésion économique et sociale a été un objectif phare de la Commission européenne. A ce sujet, la Commission a reconnu trois types de régions dont les « handicaps physiques permanents » limitent les potentiels de développement d'une manière particulière : les espaces de montagne, les régions faiblement peuplées et les territoires insulaires. Il convient de noter que de nombreux espaces de montagne se situent sur des îles et/ou sont faiblement peuplés. Le Second Rapport sur la Cohésion Economique et Sociale (Commission Européenne, 2001) note que « les zones de montagne représentent des obstacles géographiques. Si certaines zones de montagne sont économiquement viables et intégrées dans le reste de l'économie de l'Union, la plupart font face à des problèmes comme l'atteste le fait que plus de 95% des zones de montagnes (en termes de superficie) sont éligibles aux objectifs 1 ou 2 des Fonds structurels ». La Commission précise que ces espaces représentent 38,8% de la superficie de l'Union européenne.

Les futures politiques de la montagne devront s'appuyer sur une connaissance approfondie des situations économiques, sociales et environnementales rencontrées, afin de contribuer à la promotion d'une cohésion accrue, notamment dans le cadre de l'expansion de l'Union européenne. Du fait de la complexité des situations rencontrées, une approche globale s'impose, tout comme la prise en compte des échecs et réussites des politiques précédentes dans les régions de montagne. Dans ce contexte, la collecte de données statistiques permettant des comparaisons aux échelles européenne et nationale est apparue comme une priorité à la Direction Générale pour la politique régionale (DG

Regio). Ces données permettront ensuite d'évaluer l'efficacité des politiques futures. En conséquence, la DG Regio a commandité une étude devant fournir une analyse en profondeur des espaces de montagne de l'UE et de dix pays en cours d'accession ou candidats. La Norvège et la Suisse ont ensuite été intégrées à l'étude aux frais des gouvernements de chacun de ces pays.

L'étude (Commission Européenne, 2004) avait trois objectifs complémentaires :

- 1 • Développer une délimitation cohérente des espaces de montagne dans les 29 pays de l'espace d'étude.
- 2 • Rassembler des données statistiques et géographiques nécessaires pour décrire et analyser la situation de ces espaces de montagne, et pour faire des comparaisons par rapport aux moyennes nationales et communautaires ; établir une typologie de ces espaces ; enfin, créer une base de données sur laquelle pourraient s'appuyer les futures politiques et analyses.
- 3 • Analyser les mesures et politiques implémentées par les gouvernements nationaux et par l'UE dans les espaces de montagne ; évaluer la cohérence et le contenu de ces mesures et politiques, et développer des propositions pour les rendre plus adaptées aux besoins, enjeux et potentialités des espaces de montagne.

Le reste de cet article décrit le processus ayant permis de réaliser le premier de ces objectifs.

## Une délimitation commune pour les espaces de montagne européens

Les travaux de Kapos et *al* (2000) constituent le point de départ pour l'étude. Ceux-ci estiment à 1,7 millions de km<sup>2</sup> la superficie des espaces de montagne en Europe, de l'Atlantique jusqu'aux Balkans et aux Carpates, à l'exclusion des montagnes de Turquie et du Caucase. Bien que cette délimitation globale soit fondée sur des critères d'altitude et de pente, et qu'elle ait été jugée satisfaisante par de nombreuses institutions européennes et par la communauté scientifique, elle exclut néanmoins les paysages accidentés situés à moins de 300 m d'altitude. Etant donné que la montagne s'étend jusqu'au niveau de la mer dans plusieurs parties de l'Europe, dont notamment la péninsule Ibérique, les îles britanniques, la Grèce, et la Fennoscandie, l'adaptation des critères retenus par Kapos et *al.* (2000) au contexte européen était nécessaire.

En outre, conformément aux demandes de la DG Regio, les zones sub-arctiques subissant une contrainte climatique équivalente à celle des espaces de montagne ont été incluses dans la délimitation. On ajouta ainsi aux critères topographiques un index fondé sur les minima et maxima thermiques mensuels moyens. Cet « index de contraste des températures », K, traduit aussi bien l'accumulation totale de chaleur au cours de la saison végétative que le contraste entre les températures hivernales et estivales. Il est défini par la fonction suivante :

$$K = \{\sum(T_{\max} > 0^\circ) - \sum(ABS[T_{\min} < 0^\circ])\} / \{\sum(T_{\max} > 0^\circ) + \sum(ABS[T_{\min} < 0^\circ])\}$$

#### LA DÉLIMITATION DES MONTAGNES EUROPÉENNES

où  $\sum(T_{\max} > 0^\circ)$  est la somme des maxima mensuels moyens  $>0^\circ\text{C}$ , et  $\sum(\text{ABS}[T_{\min} < 0^\circ])$  est la somme des valeurs absolues des minima mensuels moyens  $<0^\circ\text{C}$ . Cet index varie entre  $-1$  (quand l'ensemble des minima mensuels moyens est  $<0^\circ\text{C}$ ) et  $+1$  (quand l'ensemble des maxima mensuels moyens est  $>0^\circ\text{C}$ ). En Europe, cet index varie entre  $-0,36$  et  $+1,0$ .

Seize différentes combinaisons de critères, adoptant différents seuils quant à l'altitude, au climat et à la topographie, furent testées successivement. Leurs avantages et inconvénients respectifs furent discutés avec les représentants de la Commission européenne et avec les organisations européennes représentant les intérêts des espaces de montagne. Les experts nationaux faisant partie de l'équipe de recherche furent également invités à exprimer leur opinion quant à la validité des résultats. La délimitation finale comprend les catégories décrites par le tableau 4.

Altitude (en m)	Critère additionnel
> 2500	
1500-2499	Pente maximale entre points de mesure voisins $> 2^\circ$ ou ALA $>300$ m dans un rayon de 7 km ou écart type des altitudes entre points de mesure voisins $> 50$ m
1000-1499	Pente maximale entre points de mesure voisins $> 5^\circ$ ou ALA $>300$ m dans un rayon de 7 km ou écart type des altitudes entre points de mesure voisins $> 50$ m
300-999	ALA $>300$ m dans un rayon de 7 km ou écart type des altitudes entre points de mesure voisins $> 50$ m
0 - 299	Ecart type des altitudes entre points de mesure voisins $> 50$ m

**Tableau 4. Critères de délimitation de la montagne, en fonction de l'altitude (Commission européenne, 2004)**

ALA : Amplitude Locale des Altitudes

La classe la moins élevée constitue la principale avancée par rapport aux travaux de Kapos et *al.* (2000). Elle identifie des espaces où le relief est particulièrement accidenté, tels que les fjords norvégiens et écossais et les montagnes côtières méditerranéennes. La meilleure méthode pour inclure ces paysages passe par le calcul de l'écart type entre chaque point du MNT et des huit points qui l'entourent. Si cet écart type est supérieur à 50 mètres, le paysage est suffisamment accidenté pour être assimilé à de la montagne en dépit de l'altitude. Il fut procédé à trois ajustements supplémentaires. Premièrement, afin d'inclure la partie nord de la Fennoscandie connaissant un climat comparable à celui des espaces montagneux, un index de contraste thermique de 0,25 fut adopté en tant que valeur-seuil. Ainsi, seules les régions connaissant un contraste thermique similaire à celui des parties les plus exposées des Alpes ou plus contraignant encore, furent assimilées à des espaces de montagne. Deuxièmement, afin de renforcer la continuité des espaces envisagés, tout en considérant que l'effet de la contrainte topographique est lié à l'étendue des paysages accidentés, les espaces de montagne de moins de 5 km<sup>2</sup> furent exclus. Troisièmement, les enclaves non montagneuses au sein de massifs montagneux furent incluses.

Enfin, il fallut identifier les frontières municipales correspondant au mieux à cette délimitation des espaces de montagne, l'objectif étant de rassembler des données à l'échelle communale. A cette fin, on calcula la proportion d'espaces montagneux au sein de chaque municipalité. Celle-ci fut considérée comme montagneuse lorsque plus de 50% de son territoire était montagneux. La figure 1 (page 73) et le tableau 5 montrent les résultats de cette délimitation. La délimitation exclut l'Albanie, l'Islande, les anciens états yougoslaves exceptés la Slovénie, et un certain nombre de micro-états fortement montagneux (tels Andorre, le Liechtenstein et Saint-Marin), ceux-ci ne faisant pas partie de l'espace d'étude. Afin de vérifier la validité de cette approximation des limites de l'espace montagneux, la proportion d'espaces de montagne situés dans des communes considérées comme « non montagneuses », et celle d'espaces non-montagneux se retrouvant dans des communes « de montagne » furent calculées. Ceux-ci représentent respectivement 2,5 et 3,4% de l'ensemble de l'espace d'étude. Les plus grands écarts peuvent être identifiés en Grèce (4,8 et 12,0%, respectivement), en Bulgarie (6,0 et 6,5%), au Royaume-Uni (5,4 et 5,4%), en Italie (4,3 et 5,6%), en Espagne (4,3 et 5,5%) et en Slovénie (4,1 et 6,9%) et en Norvège (1,3 et 5,1%).

Pour l'UE à 15, 1,3 millions de km<sup>2</sup> (41% du territoire communautaire) est désigné comme « montagneux ». Les proportions les plus élevées se trouvent en Autriche (73%) et en Grèce (78%). Parmi les pays candidats ou en cours d'accession, la montagne représente plus de la moitié de la Bulgarie (53%), de la Slovaquie (62%) et de la Slovénie (78%). La montagne couvre plus de 90% de la Norvège et de la Suisse.

La proportion d'espaces couverts par la montagne est nettement plus élevée que celle de la population qui y vit ; en effet, même dans les pays largement montagneux, les principales concentrations démographiques se trouvent en plaine. Dans l'UE à 15, 75,9 millions de personnes (20,3% de la population), vit dans des communes de montagne. A l'exclusion du Danemark et des Pays-Bas, qui ne comprennent aucun espace de montagne, la proportion de population de montagne varie de 0,8% en Belgique à 49,8% en Autriche et 50,7% en Grèce. Les proportions d'espaces de montagne et de populations de montagne peuvent être comparables dans certains pays (par exemple en Allemagne, avec 14,7% d'espaces de montagne et 10% de population de montagne), alors qu'on observe des différences significatives dans d'autres pays. Par exemple, si un peu plus de la moitié des territoires finlandais et suédois sont considérés comme montagneux, principalement en raison des contraintes climatiques, seule une faible proportion des populations nationales vit dans ces espaces. On trouve également des écarts significatifs au Royaume-Uni, en Italie et en Grèce.

Dans les pays candidats et en cours d'accession, une proportion légèrement plus faible de la population (18,4%) vit en montagne. Les taux les plus forts se rencontrent en Slovénie (82,1%) et en Slovaquie (52,8%). Chypre mise à part (47,6% d'espaces montagneux, pour seulement 14,3% de la population), les proportions d'espaces montagneux et de population de montagne sont relativement équilibrées dans ces pays, ainsi qu'en Suisse. Par contre, en Norvège, 91,3% du territoire est considéré comme montagneux, alors que seule 63,8% de la population y vit.

## LA DÉLIMITATION DES MONTAGNES EUROPÉENNES

Pays	Superficie (1000 km <sup>2</sup> )	Superficie des communes de montagne (superficie de montagne) (1000 km <sup>2</sup> )	% d'espaces montagneux dans le territoire national	Population totale (1000 h.)	Population de montagne (1000 h.)	% de la population totale vivant dans des communes de montagne
Espace d'étude	4,671.42	1,893.71	40.5	491,450.278	104,714.693	21.31
UE15	3,234.10	1,319.43	40.8	374,315.818	75,878.157	20.27
Autriche	83.85	61.51	73.4	8,024.449	3,998.742	49.8
Belgique	30.62	1.29	4.2	10,263.414	83.256	0.8
Danemark	43.10	0.00	0.0	5,330.000	0.0	0.0
Finlande	326.76	166.08	50.8	5,194.902	624.184	12.0
France*	548.64	138.64	25.3	58,255.213	7,792.770	13.4
Allemagne	356.77	52.59	14.7	81,944.737	8,359.912	10.2
Grèce	132.22	102.98	77.9	10,817.789	5,484.384	50.7
Irlande	70.14	7.44	10.6	3,917.203	101.903	2.6
Italie	300.59	180.78	60.1	56,095.135	19,147.819	34.1
Luxembourg	2.59	0.11	4.4	439,539	6.787	1.5
Pays-Bas	41.20	0.00	0.0	15,987.076	0.0	0.0
Portugal	92.36	36.14	39.1	10,356.116	2,815.166	27.2
Espagne	505.21	281.61	55.7	40,738.016	15,862.048	38.9
Suède	450.00	227.70	50.6	8,901.038	615.343	6.9
UK	245.49	62.56	25.5	58,051.191	2,625.931	4.5
Pays candidats et en cours d'accession	1,076.68	240.96	22.4	105,343.879	19,428.212	18.44
Bulgarie	101.74	54.18	53.3	7,973.671	3,637.787	45.6
Chypre	9.23	4.40	47.6	690.253	98.995	14.3
Tchéquie	78.79	25.41	32.3	10,215.299	2,388.618	23.4
Estonie	45.23	0.00	0.0	1,439.200	0.0	0.0
Hongrie	92.48	4.37	4.7	10,246.939	709.239	6.9
Lituanie	65.30	0.00	0.0	3,698.500	0.0	0.0
Lettonie	64.59	0.00	0.0	2,424.200	0.0	0.0
Malte	0.22	0.00	0.0	393.095	0.0	0.0
Pologne	311.44	16.18	5.2	38,632.453	2,255.261	5.8
Roumanie	238.40	90.24	37.9	22,236.918	5,850.682	26.3
Slovénie	20.27	15.81	78.0	1,992.035	1,636.174	82.1
Slovaquie	48.99	30.37	62.0	5,401.316	2,851.456	52.8
Norvège	323.90	295.86	91.3	4,503.436	2,872.164	63.8
Suisse	41.30	37.46	90.7	7,287.145	6,536.160	89.7

Tableau 5. Espaces montagneux et population de montagne par pays (Commission européenne, 2004)

\* France hors départements d'outre-mer

L'examen de la distribution des espaces de montagne et de la population dans toutes les communes de montagne des pays envisagés par cette étude révèle des structures nettement différenciées. Les figures 2 (Commune de montagne et espaces montagneux) et 3 (Municipalités de montagne et population de montagne) p. 74 utilisent les catégorisations suivantes de communes de montagne :

- commune de montagne (100% de territoire montagneux)
- commune principalement montagneuse (>60% de territoire montagneux)
- commune partiellement montagneuse (40 à 60% de territoire montagneux)
- commune faiblement montagneuse (<40% de territoire montagneux)

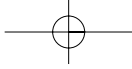
Cette catégorisation conduit aux conclusions suivantes. Les communes de montagne représentent 55% du territoire montagneux dans les pays considérés par l'étude (figure 2), et les communes principalement montagneuses 33%. Les communes restantes, partiellement et non-montagneuses, ne représentent que 12% de l'espace envisagé. Les communes les plus montagneuses sont concentrées en Autriche et en Suisse, ainsi que dans les pays nordiques (principalement en raison du critère climatique), là où les communes sont les plus étendues.

Alors que les communes de montagne représentent 55% de l'espace montagneux, seulement 22% de la population montagneuse dans l'ensemble des pays envisagés vivent dans ces communes (figure 3). 26% vivent des communes principalement montagneuses. En conséquence, plus de la moitié de la population de montagne vit dans les communes partiellement montagneuses (12%) et dans les communes faiblement montagneuses (40%), ainsi qu'elles ont été définies ci-dessus.

## Conclusion

Ces résultats représentent la première étape d'une étude approfondie des espaces de montagne de la plupart des pays européens (Commission Européenne, 2004). Les étapes suivantes comprennent la délimitation de massifs et chaînes de montagne, aux échelles régionale et européenne, suivie de la compilation et de l'analyse de données statistiques à l'échelle municipale. Ces informations ont été complétées par l'analyse d'informations sur l'environnement, l'occupation des sols et les infrastructures synthétisées à l'échelle des communes ou des massifs grâce à des Systèmes d'Information Géographique.

La méthodologie présentée ici propose un ensemble cohérent de critères permettant, à l'échelle européenne, de délimiter les espaces de montagne à des fins de collection de données et d'analyse. Cependant, cette délimitation ne peut servir de contexte territorial pour l'implémentation de politiques de montagne dans les différents pays envisagés, et ce pour au moins trois raisons principales. Premièrement, les critères peuvent ne pas refléter de manière adéquate les perceptions nationales de ce qu'est la « montagne ». Par exemple, la quasi-totalité de la Suisse est « montagneuse » d'après les critères de cette étude, y compris de nombreux centres urbains. Cet espace est nettement plus étendu que celui délimité par la loi fédérale suisse sur l'investissement dans les régions de montagne. Deuxièmement, l'étendue moyenne des communes varie considérablement de pays à pays. Tant du fait de l'héritage politique que des densités de population, elle tend par exemple à être réduite en France, au Portugal et en Espagne, alors qu'elle est élevée en Ecosse et en Suède. Ces contrastes ont des effets significatifs sur les proportions relatives d'espaces montagneux et de population de montagne de certains pays. Troisièmement, la distribution de la population au sein même des communes est rarement uniforme, et



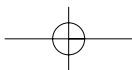
## LA DÉLIMITATION DES MONTAGNES EUROPÉENNES

ce particulièrement à proximité des montagnes. Ceci explique en grande partie la proportion élevée de population de montagne vivant dans des communes faiblement montagneuses. Pour cette raison, il peut s'avérer nécessaire d'adapter les seuils à partir desquels les municipalités doivent être considérées comme montagneuses aux contextes nationaux et régionaux.

Néanmoins, tant aux échelles nationales que continentales, cette étude est la première étape en vue d'une analyse approfondie, donnant une vision d'ensemble de la situation des espaces de montagne en Europe nettement plus détaillée qu'auparavant. Celle peut constituer le fondement pour la définition de politiques informées.

## Remerciements

Nous souhaitons remercier Michael Löchl et Jörg Grimm de l'Institut für Raumplanung, Universität Dortmund (IRPUD) et Carsten Schürmann du Büro für Raumforschung, Raumplanung und Geoinformation (BRRG) pour les travaux cartographiques, ainsi que les 18 instituts partenaires impliqués dans le processus itératif d'adoption d'une délimitation des espaces de montagne adaptée à tous les contextes nationaux. L'étude fut financée par la Direction générale pour la politique régionale de la Commission européenne, ainsi que par le Ministère norvégien des affaires régionales et Secrétariat d'Etat suisse à l'économie.



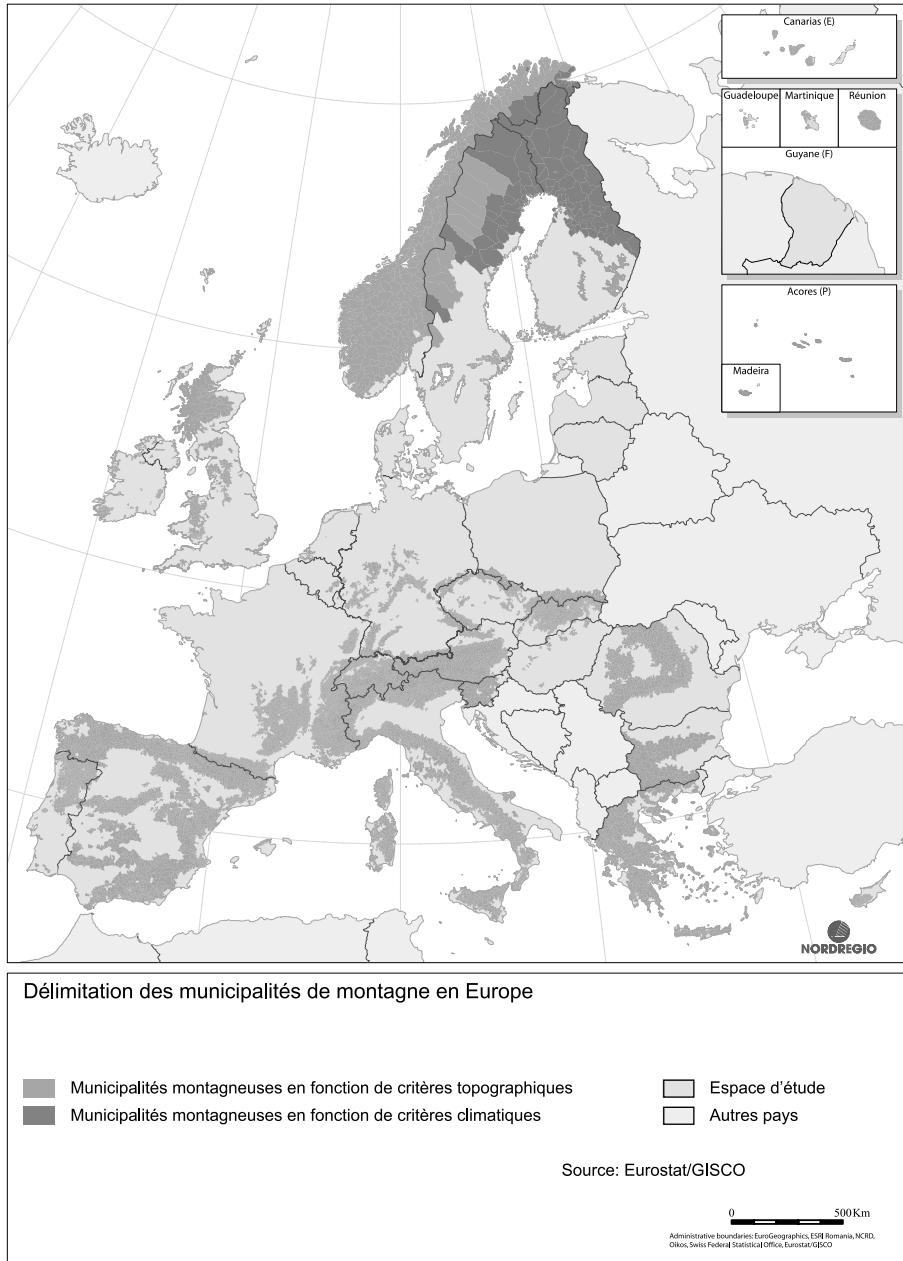


Figure 1

LA DÉLIMITATION DES MONTAGNES EUROPÉENNES

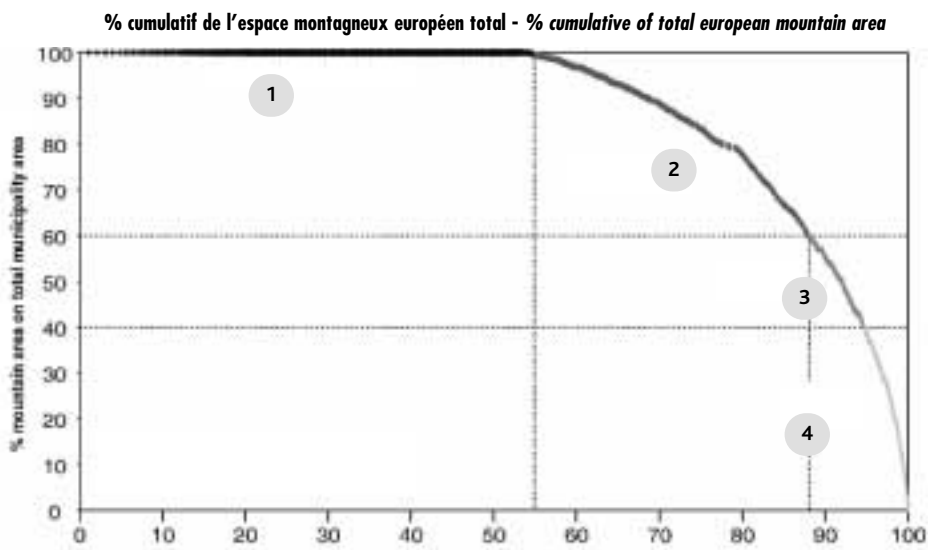


Figure 2. Communes de montagne et espace montagneux - Mountain municipalities and mountain area

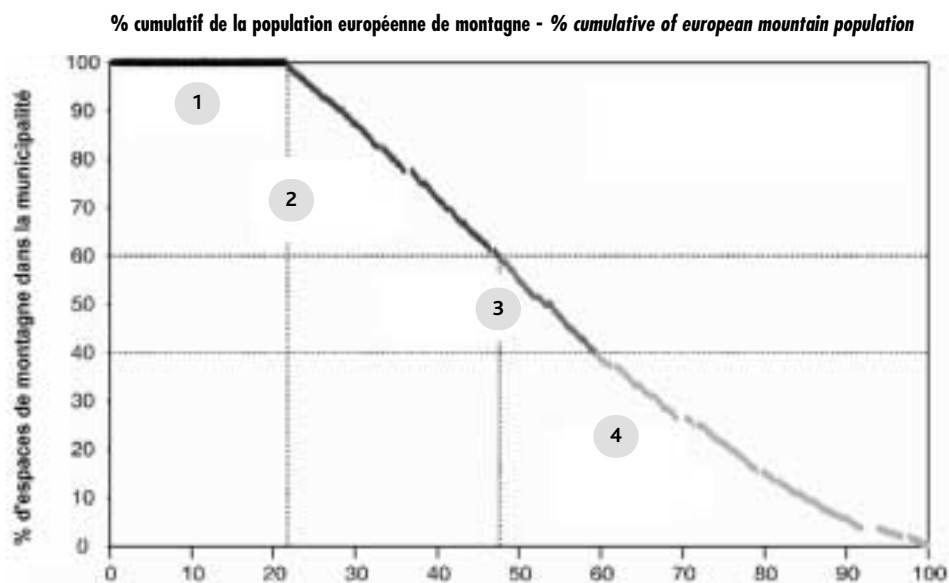


Figure 3. Municipalités de montagne et population de montagne - Mountain municipalities and mountain population

- ① Municipalités de montagne, Mountain municipalities
- ② Municipalités principalement montagneuses, Predominantly mountainous municipalities
- ③ Municipalités partiellement montagneuses, Partly mountainous municipalities
- ④ Municipalités faiblement montagneuses, Slightly mountainous municipalities

## Delimiting Europe's mountains

Martin F. Price<sup>1</sup>, Igor Lysenko<sup>2</sup> and Erik Gloersen<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centre for Mountain Studies, Perth College, UHI Millennium Institute, Perth PH1 2NX, UK - martin.price@perth.uhi.ac.uk

<sup>2</sup> UNEP - World Conservation Monitoring Centre, Cambridge CB3 0DL, UK - Igor.Lysenko@unep.wcmc.org

<sup>3</sup> Nordregio, Box 1658, 111 86 Stockholm, Sweden - erik.gloersen@nordregio.se

**Abstract** With increasing recognition of the importance of the world's mountains, needs for consistent definitions of 'mountains' have grown. A major advance at the global scale was made in 2000 by the UNEP World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC). However, certain European states had defined the 'mountain' area of their countries since the 1950s. In the

context of social and economic cohesion within the European Union, a common delineation of European mountains has been prepared, refining the UNEP-WCMC definition. This process is described, and the results presented for 29 European countries.

**Keywords** : mountains, delineation, definition, GIS, Europe

### Defining the importance of mountains

In recent years, mountains have risen to the forefront of global environment and development debates, particularly since the inclusion of Chapter 13 - 'Managing Fragile Ecosystems: Sustainable Mountain Development' - in 'Agenda 21', the plan for action issuing from United Nations Conference on Environment and Development in 1992. Six years later, the United Nations General Assembly proclaimed that 2002 would be the International Year of Mountains (IYM). This increasing attention to mountain issues has been reflected in a major increase in scholarship and writing on mountains (Funnell and Price, 2003; Smethurst, 2000). However, until almost the end of the 20<sup>th</sup> century, there was no general agreement on what 'mountains' were (Ives et al., 1997; Debarbieux and Gillet, 2000). As Gerrard (1990) noted, « Numerous definitions of what constitutes a mountain have been proposed, but mountains are extremely diverse landforms and it has proved difficult to achieve consistency in description and analysis. Several criteria have been used, such as elevation, volume, relief, and steepness, as well as spacing and continuity ». Using such criteria, Fairbridge (1968) estimated that 36% of the Earth's land area is composed of mountains, highlands, and hill country; Louis (1975) estimated that 20% of the Earth's land area was mountainous. *Mountains of the World: A global priority* (Messerli and Ives, 1997) included a map of the mountains and highlands of the world « based on the latest available electronic mapping capability »; specifically, global digital elevation data compiled by the United Nations Environment Programme (UNEP). This showed that 48% of the global land surface was over 500 m, and 27% over 1000 m.

In 1996, the US Geological Survey completed its GTOPO30 global digital elevation model (DEM). With a horizontal grid spacing of 30 arc seconds, the altitude of every square kilometre of the Earth's land surface was recorded in a database which could be used to derive a detailed typology of mountains based on not only altitude, but also slope and terrain roughness (local elevation range, LER). Kapos et al. (2000) iteratively combined parameters from GTOPO30 to develop such a typology, starting from first principles and in consultation with scientists, policy-makers, and mountaineers. First,

**DELINEATING EUROPE'S MOUNTAINS**

2500 m, the threshold above which human physiology is affected by oxygen depletion, was defined as a limit above which all environments would be considered 'mountain'. Second, they considered that at middle elevations, some slope was necessary for terrain to be defined as 'mountain', and that slopes should be steeper at lower elevations. Finally, to include low-elevation mountains, the LER was evaluated for a 7 km radius around each target cell: if the LER was at least 300 m, the cell was defined as 'mountain'. According to this typology, 35.8 million km<sup>2</sup> (24% of global land area) was classified as mountainous (Table 1).

Class (elevation in m)	Additional criteria	% of global land area
> 4500		1.2
3500-4499		1.8
2500-3499		4.7
1500-2499	> 2° slope	3.6
1000-1499	>5° slope or LER >300 m	4.2
300-999	LER >300 m	8.8

**Table 1. Global typology of mountain classes (Kapos et al., 2000)**

LER : local elevation range

Both the preparation of the map in Messerli and Ives (1997) and the work by Kapos et al. (2000) were funded by the Swiss Agency for Development and Cooperation, which was centrally involved in the processes leading to Chapter 13 and the declaration of the IYM. Thus, there was a clear link between the development of quantitative data showing that mountains covered a significant proportion of the Earth's land surface and international policy processes. A further statistic of at least equal relevance for such debates is the global population in mountain areas, long estimated at about 10% (e.g., Ives and Messerli, 1997). Using the mountain area defined by Kapos et al. (2000), Huddleston et al. (2003) estimated this as 720 million (12% of the global population). Again, this work was linked to international policy processes: it was undertaken by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), responsible for the implementation of Chapter 13 and the IYM. Meybeck et al. (2002), using an aggregated version of GTOPO30, have also estimated that 26% of the global population live within or very close to mountain areas. Thus, with about a quarter of the Earth's land surface covered by mountains, and about a quarter of the global population living in or near them, mountain issues clearly have an important place on the global development and environment stage.

## Late 20<sup>th</sup> century definitions of mountains in Europe

During the second half of the 20<sup>th</sup> century, various definitions of mountain areas were developed in Europe for the implementation of national and European policies (European Commission, 2004). Early examples include: the 1951 Swiss agriculture law

defining mountain zones; the 1952 Italian law defining 'mountain communes'; the 1960 Austrian Agriculture Act, providing a legal basis for higher support for 'mountain farms'; and the 1961 French decree delimiting the limits of mountain areas.

Directive 75/268/EEC on mountain and hill-farming in less-favoured areas, published by the European Economic Commission in 1975, was the first policy document to address mountains at a supra-national scale. This was successively replaced by:

- Council Regulation (EC) No 950/97 on improving the efficiency of agricultural structures ;
- Council Regulation (EC) No 1257/1999 on support for rural development from the European Agricultural Guidance and Guarantee Fund.

Article 18 of the latter includes the following definition of mountains, substantially similar to the definitions in the instruments it superseded:

- « 1. Mountain areas shall be those characterised by a considerable limitation of the possibilities for using the land and an appreciable increase in the cost of working it, due:
- to the existence, because of the altitude, of very difficult climatic conditions the effect of which is substantially to shorten the growing season,
  - at a lower altitude, to the presence over the greater part of the area in question of slopes too steep for the use of machinery or requiring the use of very expensive special equipment, or
  - to a combination of these two factors, where the handicap resulting from each taken separately is less acute but the combination of the two gives rise to an equivalent handicap.
2. Areas north of the 62<sup>nd</sup> Parallel and certain adjacent areas shall be treated in the same way as mountain areas ».

In line with the principles of subsidiarity, European Union (EU) Member States defined minimum altitudes and, in some cases, slopes to which these policy instruments applied (Table 2, p. 78). However, that the Committee on Agriculture of the European Parliament has taken a more general view of mountain regions within the EU: « administratively distinct regions with over 50% of the utilised agricultural area situated over 600 metres at least (if necessary with a higher limit up to 1000 metres above sea level, depending on a specific number of days without frost) and with a shortened growing season... and also regions where the average degree of slope is over 20% » (European Parliament, 2001).

The criteria in Table 2 show a decrease in the altitude threshold from south to north.

The primary reason is that such limits have largely been defined to identify areas to receive subsidies because of limits on agricultural productivity. Thus, this trend reflects the shorter growing season at higher latitudes. A comparable disadvantage is the reason for the inclusion of all land north of the 62<sup>nd</sup> parallel in the definition following the accession on Finland and Sweden to the EU, recognising similarities of mountain and sub-arctic climates with regard to constraints on agriculture. According to these definitions, « Some 30% of Community territory consists of mountain ranges or massifs » (European Commission, 2000).

**DELINEATING EUROPE'S MOUNTAINS**

Member State	Minimum elevation	Other criteria
Austria	700 m	also above 500 m if slope >20%
Belgium	300 m	
France	700 m (generally) 600 m (Vosges) 800 m (Mediterranean)	slope >20% over >80% of area
Germany	700 m	climatic difficulties
Greece	800 m	also 600 m if slope >16%, below 600 m if slope >20%
Ireland	200 m	
Italy	600 m	altitudinal difference > 600 m
Portugal	700 m (north of the Tejo river) 800 m (south of the Tejo river)	slope >25%
Spain	1000 m	slope >20% elevation gain 400 m
UK	240 m	

**Table 2. Criteria for definition of mountain area in EU Member States**

Source: national reports for European Commission (2004).

Within other European States, 'mountain' land has also been defined largely with respect to constraints for agricultural production (Table 3). In other countries, the agricultural mountain region covers 57% of Bosnia and Herzegovina; mountains occupy 66% of Macedonia (Price, 2000); and about two-thirds of Switzerland is defined as mountain regions according to the 1974 federal law on investment in mountain regions.

State	Minimum elevation	Other criteria
Albania	650 m	
Bulgaria	600 m or slope > 12°	also > 200 m altitudinal difference/km <sup>2</sup> ;
Croatia	650 m	
Cyprus	800 m	also above 500 m if average slope > 15%
Czech Republic	700 m	
Hungary or average slope > 20 %	600 m	also above 400 m if average slope > 10 %;
Norway	600 m	
Poland in a municipality	350 m	or > 12° for at least 50 % of agricultural land
Romania	600 m	also if slopes > 20°
Slovakia	600 m slope > 12°	also above 500 m if slopes >7°; or average
Slovenia	700 m	also above 400 m if more than half the farmland is on slopes of >10 %; or slope > 20 %
Yugoslavia	500 m	

**Table 3. Criteria for definition of mountain area in non-EU Member States**

Sources : european commission (2004) - Price (2000)

In summary, a considerable proportion of Europe has been designated as 'mountain' for various policies, largely in the context of agriculture. However, there is no consistency in the definitions. One other definition of mountain areas for policy purposes should be noted: the map of the Alps which is an annex to the 'Convention on the Protection of the Alps (Alpine Convention)' signed in 1991. According to the map, the Alps include Monaco, but not the transport corridor directly to its north – a reflection of the difficult debate over transport corridors in the Alps which meant that the transport protocol to the Convention was one of the last to be negotiated (Price, 1999).

### **Need for a consistent delineation of European mountain areas**

In 1988, the Economic and Social Committee of the European Communities stated that « an upland area [is] a physical, environmental, socio-economic and cultural region in which the disadvantages deriving from altitude and other natural factors must be considered in conjunction with socio-economic constraints, spatial imbalance and environmental decay » (Economic and Social Committee, 1988). The Committee estimated that upland areas covered around 28% of Community territory, inhabited by about 8.5% of the population. While this report did not provide a map of such 'upland areas', it is notable because the key issues which it identified went well beyond those related to agricultural production. During the 1990s, further reports proposed diverse policy actions for European mountain areas (Backmeroff *et al.*, 1997; Committee on Agriculture and Rural development, 1998; FNSEA and SCH, 1996; Parliamentary Assembly, 1995).

In the new century, a major emphasis of the work of the European Commission has been on social and economic cohesion. In this, the Commission has recognised three types of regions – often overlapping – whose 'permanent natural handicaps' limit their potential for development in specific ways: mountain areas, territories with a low population density, and island territories. The Second Report on Economic and Social Cohesion (European Commission, 2001) notes that « Mountainous areas represent geographical barriers... While some mountainous areas are economically viable and integrated into the rest of the EU economy, most have problems, as witnessed by the fact that more than 95% of them (in terms of land area) are eligible for assistance under Objectives 1 or 2 of the Structural Funds » and states that such areas account for 38.8 % of the area of the present EU.

In an expanding EU and in an increasingly complex continent, the drive towards social and economic cohesion means that future policies for mountain areas should be based on thorough understanding of the social, economic, and environmental situation and the degree of success of past and current policies which directly or indirectly affect these areas. In this context, the Directorate-General for Regional Policy of the European Commission (DG Regio) has recognised the need for statistical data to allow, first, comparisons of the situation in mountain areas with national and European references and, second, benchmarking for evaluation of the success of future policies. Consequently, DG Regio commissioned a study to provide an in-depth analysis of the mountain areas of the EU, the ten acceding countries, and the two accession countries. Norway and Switzerland joined the study at their own expense.

**DELINEATING EUROPE'S MOUNTAINS**

The study (European Commission, 2004) had three complementary sets of objectives:  
1 / to develop a common delineation of the mountain areas of the 29 countries of the study area;

2 / to compile statistical and geographical information necessary to describe and analyse the situation in these mountain areas (including in relation to national and EU references); to develop a typology of these areas; and to create a database on which future analyses and policies may be based;

3 / to analyse the measures and policies implemented by national governments and the EU with regard to mountain areas; to evaluate the content and coherence of these measures and policies; and to develop proposals for adjustments to make them better suited to the situation of mountain areas, their needs and opportunities.

The remainder of this paper describes the process involved in achieving the first of these objectives.

### A common delineation of European mountain areas

The point of departure for the study was the work by Kapos *et al.* (2000), which gave an area of nearly 1.7 million km<sup>2</sup> of mountains for the continent of Europe as far east and south as the Balkans and Carpathians, but not including the mountains of Turkey and Russia, or the Caucasus. While this global delineation is based on altitude and slope, and has proved broadly acceptable to many international organisations and the scientific community, it does not include areas with marked topography at altitudes below 300 m. As mountains extend down to sea level in several parts of Europe, including the Iberian Peninsula, the British Isles, Greece, and Fennoscandia, a European delineation required a revision of the criteria of Kapos *et al.* (2000). Various combinations of altitude and topography and different ways of calculating the topographic element were tested.

In addition, due to the requirements of DG Regio to include not only mountain areas identified by their topographic characteristics, but also sub-arctic areas that are climatically equivalent, an index based on average monthly minimum and maximum temperature data was used to identify mountain-like climates. This 'temperature contrast index', K, captures both the total accumulation of heat through the growing season and the contrast between summer and winter temperatures, and is defined as:

$$K = \{ \sum(T_{\max}^{\circ} > 0^{\circ}) - \sum(\text{ABS}[T_{\min}^{\circ} < 0^{\circ}]) \} / \{ \sum(T_{\max}^{\circ} > 0^{\circ}) + \sum(\text{ABS}[T_{\min}^{\circ} < 0^{\circ}]) \}$$

where  $\sum(T_{\max}^{\circ} > 0^{\circ})$  is the sum of average monthly maximum temperatures  $>0^{\circ}\text{C}$ , and  $\sum(\text{ABS}[T_{\min}^{\circ} < 0^{\circ}])$  is the sum of absolute values of average monthly minimum temperatures  $<0^{\circ}\text{C}$ . This index varies from  $-1$  (average minimum temperatures remain below  $0^{\circ}\text{C}$ ) to  $+1$  (average minimum temperature remain above  $0^{\circ}\text{C}$ ); in Europe it varies from  $-0.36$  to  $+1.0$ .

Sixteen combinations of criteria were produced, to test different thresholds for altitude, climate, and topography. Their advantages and disadvantages were discussed with representatives of the European Commission and European organisations concerned with mountain issues, as well as national experts in the study team. The classes used for the agreed delineation are shown in Table 4.

Class (elevation in m)	Additional criteria
> 2500	
1500-2499	> 2° slope within 3 km radius or LER > 300 m within 7 km radius or standard deviation > 50 m for cardinal points
1000-1499	> 5° slope within 3 km radius or LER > 300 m within 7 km radius or standard deviation > 50 m for cardinal points
300-999	LER > 300 m within 7 km radius or standard deviation > 50 m for cardinal points
0 - 299	standard deviation > 50 m for cardinal points

**Table 4. European typology of mountain classes (European Commission, 2004)**

LER: local elevation range

The lowest class is the principal advance on Kapos *et al.* (2000). It identifies areas with strong local contrasts in relief, such as the Scottish and Norwegian fjords and Mediterranean coastal mountain areas. The best approach to including such landscapes was to calculate the standard deviation of elevations between each point of the DEM and the eight cardinal points surrounding it. If this is greater than 50 m, the landscape is sufficiently rough to be considered as 'mountain' despite the low altitude. Three further adjustments were made. First, to include northerly areas in Fennoscandia with mountain-like climates, a temperature contrast index of 0.25 was chosen, so that only areas where the temperature contrast is similar or worse than in the highest parts of the Alps were included. Second, to create more continuous areas, and considering that topographic constraints play a greater role when they extend over a certain area, isolated mountainous areas of less than 5 km<sup>2</sup> were not considered. Third, non-mountainous areas within mountain massifs were included.

Finally, the mountain area was approximated to municipal boundaries, given the aim of the study to compile data at the level of municipalities. The proportion of each municipality falling into the agreed mountain delineation was assessed. To be considered as 'mountain', at least 50% of the area of a municipality had to be within the area delimited as 'mountain'. The results are shown in Figure 1 (page 73) and Table 5 (page 83). These and following tables and figures do not include statistics for Albania, Iceland, the states of former Yugoslavia (except Slovenia) or very small countries, some of which are highly mountainous (e.g., Andorra, Liechtenstein, San Marino), as these were not included in the study. Further analysis was made of the relative proportions of 'mountain' land within non-mountainous municipalities and 'non-mountain' land falling within the boundaries of mountainous municipalities. For the study area as a whole, the proportions were, respectively, 2.5 and 3.4%. The greatest differences were in Greece (4.8 and 12.0%, respectively), Bulgaria (6.0 and 6.5%), the UK (5.4 and 5.4%), Italy (4.3 and 5.6%), Spain (4.3 and 5.5%), Slovenia (4.1 and 6.9%), and Norway (1.3 and 5.1%).

For the EU 15, 1.3 million km<sup>2</sup> (41% of EU territory) are designated as 'mountain'. At least half of the area of six Member states is defined as 'mountain', with the greatest proportions in Austria (73%) and Greece (78%). Among the acceding and accession countries, more than half of Bulgaria (53%), Slovakia (62%) and Slovenia (78%) is 'mountain'. More than 90% of both Norway and Switzerland is covered by mountains.

**DELINEATING EUROPE'S MOUNTAINS**

The percentage of area covered by mountains is much higher than the percentage of the population living within them because, even where mountains cover a large proportion of national territory, most population centres are in lowland areas. Within the current EU, 75.9 million people (20.3% of the population) live in mountain municipalities. Excluding Denmark and The Netherlands, which have no mountains, the proportion of population in the mountain areas of Member states ranges from 0.8% for Belgium up to 49.8% for Austria and 50.7% for Greece. Comparing the shares of the area with those of the population yields rather balanced patterns for some countries (e.g., Germany: 14.7% mountain area vs. 10% population living there), while for others there are significant differences. For instance, just over half of the territory of Sweden and Finland is considered as 'mountain' – mainly due to the climatic criterion – whereas only small percentages of their populations live there. Significant differences can be found in the UK, Italy, and Greece.

In the acceding and accession countries, a slightly lower proportion (18.4%) lives in mountain municipalities. Slovenia (82.1%) and Slovakia (52.8%) have the highest share of their population in mountain areas. Apart from Cyprus (47.6% 'mountain', with only 14.3% of the population), the proportion of the area covered by mountains and the population living in mountainous areas is quite balanced for most of these countries. Similarly, in Norway, 91.3% of the territory is considered 'mountain', while only 63.8% of the population lives there. In contrast, the proportion is quite balanced in Switzerland.

An assessment of all mountain municipalities reveals a very distinct picture with regard to the distribution of mountain area and population across the countries considered in the study. Figures 2 (Mountain municipalities and mountain area) and 3 (Mountain municipalities and mountain population) p. 74 use the following categorisation of mountain municipalities:

- mountain municipalities (100% of their area covered by mountains);
- predominantly mountainous municipalities (> 60% of their area covered by mountains);
- partly mountainous municipalities (40 - 60% of their area covered by mountains);
- slightly mountainous municipalities (< 40% of their area covered by mountains).

Using this categorisation, the following conclusions can be drawn. Mountain municipalities account for 55% of the overall mountain area of the countries considered in the study (Figure 2). The predominantly mountainous municipalities account for a further 33% of the total mountain area. The remaining partly and non-mountainous municipalities only account for some 12% of this area. The most mountainous municipalities are concentrated in Austria and Switzerland, as well as the Nordic countries (mostly due to the climate criterion) where municipalities are comparatively large in extent.

While the mountain municipalities account for 55% of the overall mountain area, only 22% of the mountain population of these countries lives within these municipalities (Figure 3). A further 26% live in predominantly mountainous municipalities. This means that over half of the mountain population lives in partly mountainous municipalities (12%), and non-mountainous municipalities (40%) as defined above.

Country	Country area (1000 km <sup>2</sup> )	Area of mountain municipalities (mountain area ) (1000 km <sup>2</sup> )	Mountain area as % of total country area	Total population	Mountain area population  (1000 h.)	% of total population living in mountain municipalities  (1000 h.)
Study area	4,671.42	1,893.71	40.5	491,450.278	104,714.693	21.31
UE15	3,234.10	1,319.43	40.8	374,315.818	75,878.157	20.27
Austria	83.85	61.51	73.4	8,024.449	3,998.742	49.8
Belgium	30.62	1.29	4.2	10,263.414	83.256	0.8
Denmark	43.10	0.00	0.0	5,330.000	0.0	0.0
Finland	326.76	166.08	50.8	5,194.902	624.184	12.0
France*	548.64	138.64	25.3	58,255.213	7,792.770	13.4
Germany	356.77	52.59	14.7	81,944.737	8,359.912	10.2
Greece	132.22	102.98	77.9	10,817.789	5,484.384	50.7
Ireland	70.14	7.44	10.6	3,917.203	101.903	2.6
Italy	300.59	180.78	60.1	56,095.135	19,147.819	34.1
Luxembourg	2.59	0.11	4.4	439.539	6.787	1.5
Netherlands	41.20	0.00	0.0	15,987.076	0.0	0.0
Portugal	92.36	36.14	39.1	10,356.116	2,815.166	27.2
Spain	505.21	281.61	55.7	40,738.016	15,862.048	38.9
Sweden	450.00	227.70	50.6	8,901.038	615.343	6.9
UK	245.49	62.56	25.5	58,051.191	2,625.931	4.5
Acceding and accession countries	1,076.68	240.96	22.4	105,343.879	19,428.212	18.44
Bulgaria	101.74	54.18	53.3	7,973.671	3,637.787	45.6
Cyprus	9.23	4.40	47.6	690.253	98.995	14.3
Czech Republic	78.79	25.41	32.3	10,215.299	2,388.618	23.4
Estonia	45.23	0.00	0.0	1,439.200	0.0	0.0
Hungary	92.48	4.37	4.7	10,246.939	709.239	6.9
Lithuania	65.30	0.00	0.0	3,698.500	0.0	0.0
Latvia	64.59	0.00	0.0	2,424.200	0.0	0.0
Malta	0.22	0.00	0.0	393.095	0.0	0.0
Poland	311.44	16.18	5.2	38,632.453	2,255.261	5.8
Romania	238.40	90.24	37.9	22,236.918	5,850.682	26.3
Slovenia	20.27	15.81	78.0	1,992.035	1,636.174	82.1
Slovakia	48.99	30.37	62.0	5,401.316	2,851.456	52.8
Norway	323.90	295.86	91.3	4,503.436	2,872.164	63.8
Switzerland	41.30	37.46	90.7	7,287.145	6,536.160	89.7

**Table 5. National mountain area and population (European Commission, 2004)**

\* France: Excluding Overseas Territories

## Conclusions

These results represent the first stage of the first comprehensive study of the mountains of most of Europe (European Commission, 2004). Subsequent stages included the delineation of mountain massifs and ranges at both regional and continental scales, followed by the compilation and analysis of statistical data at the municipal level, complemented by the analysis of environmental, land cover and infrastructure data derived from geographic information systems.

The methodology presented here provides a consistent set of criteria, at the European scale, to delineate mountains for the purposes of data collection and analysis. However, for policy development in individual countries, it may not be appropriate to use exactly the same criteria for at least three reasons. First, the criteria may not adequately reflect national perceptions of what is 'mountain'. For instance, nearly all of Switzerland is delineated as 'mountain' according to the criteria in this study, including many major urban centres. This area is significantly larger than defined in the Swiss federal law on investment in mountain regions. Second, the areas of individual municipalities vary greatly from country to country. Reflecting both the density of population and historical and political trends, municipalities in France, Portugal, and Spain, for example, tend to be relatively small, while those in Sweden and Scotland are far larger. This contrast has a significant effect on differences in proportions of mountain areas and of mountain population between some countries. Third, populations are rarely distributed evenly across municipalities, and the distribution is particularly uneven in and around mountain areas. This is a major reason for the large proportion of the mountain population living in « slightly mountainous municipalities ». Therefore, thresholds at which municipalities are considered 'mountain' may have to be carefully adapted to national or regional contexts. Nevertheless, at both national and wider scales, this study is the starting point for a far more detailed comprehensive understanding of the situation in Europe's mountain areas than has been previously available, and the basis for more informed policy development than has hitherto been possible.

## Acknowledgements

We would like to thank Michael Löchl and Jörg Grimm at the Institut für Raumplanung, Universität Dortmund (IRPUD) and Carsten Schürmann at the Büro für Raumforschung, Raumplanung und Geoinformation (BRRG) for their cartographic work, as well as the 18 partner institutes which were involved in carrying out an iterative process of choosing a mountain delineation adapted to all national contexts. The study was funded by the Directorate-General for Regional Policy of the European Commission, the Norwegian Ministry of Regional Affairs and the Swiss State Secretariat for Economic Affairs.

## References

- BACKMEROFF C., CHEMINI C., LA SPADA P. (eds), 1997. – *European Intergovernmental Consultation on Sustainable Mountain Development*. Proceedings of the Final Trento Session, Trento, Provincia Autonoma di Trento.
- COMMITTEE ON AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT, 1998. – *Report on a new strategy for mountain regions*. European Parliament, Strasbourg.
- COMMITTEE ON AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT, 2001. – *Report on 25 years' application of Community legislation for hill and mountain farming A5 0277/2001*. Strasbourg, European Parliament.
- DEBARBIEUX B., GILLET F. (eds), 2000. – *Mountain regions: A research subject?* Brussels, European Commission.
- ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE, 1988. – *A Policy for Upland Areas*. Brussels, Press, Information and Publications Division, European Communities.
- EUROPEAN COMMISSION, 2000. – *Structural policies and European territory: The mountains*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.
- EUROPEAN COMMISSION, 2001. – *Unity, solidarity, diversity for Europe, its people and its territory*. Second Report on Economic and Social Cohesion. Brussels, European Commission.
- EUROPEAN COMMISSION, 2004. – *Mountain areas in Europe: Analysis of mountain areas in EU Member states, Acceding and other European countries*. Brussels, Directorate-General for Regional Policy, European Commission.
- EUROPEAN OBSERVATORY OF MOUNTAIN FORESTS, 2000. – *White Book 2000 on Mountain Forest in Europe*. Brussels, Agriculture Directorate General, European Commission.
- EUROPEAN PARLIAMENT, 1997. – Draft version of *Vers une politique européenne des montagnes : problèmes, impact des mesures et adaptations nécessaires*. Strasbourg, Committee on Agriculture and Rural Development, European Parliament.
- EUROPEAN PARLIAMENT, 2001. – Draft report on *25 years of application of Community legislation for hill and mountain farming (2000/2222(INI))*. Strasbourg, Committee on Agriculture and Rural Development, European Parliament.
- FAIRBRIDGE R.W., 1968. – « Mountain and hilly terrain, mountain systems: mountain types ». In Fairbridge, R.W. (ed.), *Encyclopedia of Geomorphology*, New York, Reinhold, p. 745-761.
- FNSEA, SCH CONSULTANTS, 1996. – *L'avenir de la politique de la montagne dans le cadre de l'Union européenne*. Paris, DATAR.
- FUNNELL D.C., PRICE M.F., 2003. – « Mountain geography: a review ».

**DELINEATING EUROPE'S MOUNTAINS**

*Geographical Journal* vol. 169, n° 3, p. 183-190.

GERRARD A.J., 1990. – *Mountain environments: An examination of the physical geography of mountains*. London, Belhaven.

HUDDLESTON B. ET AL., 2003. – *Towards a GIS-based analysis of mountain environments and populations*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

KAPOS V., RHIND J., EDWARDS M., PRICE M.F., RAVILIOUS C., 2000. – « Developing a map of the world's mountain forests » in Price, Butt eds, *Forests in sustainable mountain development: A report for 2000*. Wallingford, CAB International, p. 4-9.

LOUIS H., 1975. – *Neugefasstes Höhendiagramm der Erde*. Bayerischer Akademie der Wissenschaften (Mathematische-Naturwissenschaftliche Klasse), p. 305-326.

MESSERLI B., IVES J.D. (eds), 1997. – *Mountains of the World: A Global Priority*. New York/London, Parthenon.

MEYBECK M., GREEN P., VÖRÖSMARTY C.J., 2001. – « A new typology for mountains and other relief classes: an application to global continental water resources and population distribution ». *Mountain Research and Development*, vol. 21, p. 34-45.

PARLIAMENTARY ASSEMBLY, 1995. – *Report on the Draft European Charter of mountain regions*. Doc.7319-1403-6/6/95-3-E. Strasbourg, Council of Europe.

PRICE M.F., 1999. – *Cooperation in the European mountains 1: The Alps*. Cambridge and Gland, IUCN.

PRICE M.F. (ed.), 2000. – *Mountain regions east and south of the Adriatic Sea*. Brugg, SAB-Verlag.

SMETHURST D., 2000. – « Mountain geography ». *Geographical Review*, vol. 90, n° 1, p. 35-56.