

## STRUCTURE ET RELIEF DE LA SERRA DA ESTRELA

### *INTRODUCTION*

Massif montagneux culminant du Portugal, la Serra da Estrela a attiré très tôt l'attention et la curiosité des naturalistes. Dès 1881, une «expédition scientifique» y fut organisée par la Société de Géographie de Lisbonne. Elle groupait 36 spécialistes et un nombreux personnel auxiliaire dont une partie se consacra au levé topographique de la montagne. La carte au 1/100 000 en courbes équidistantes de 25 m, publiée en 1887 (feuille 11) et 1895 (feuille 14), présente malheureusement de graves défauts dans la partie la plus élevée du massif. Elle dut être corrigée tant bien que mal par ceux, géologues et géographes, qui, pendant de longues années, ne disposèrent pas d'autre représentation de la montagne qu'ils étudiaient.

Des géologues s'intéressèrent au massif, y reconnaissant des «traces d'action glaciaire» ou autres «formes de désagrégation et d'usure», ou procédant à des levés qui aboutirent à la publication de la Carte Géologique du Portugal au 1/500 000 (1899) où sont clairement délimitées les étendues de schiste et de granite. La première étude morphologique consacrée à la montagne est celle de H. LAUTENSACH, publiée en 1929. Bien qu'axée principalement sur le problème de la glaciation, c'est un ouvrage fondamental où sont déjà discutés certains aspects essentiels du relief d'ensemble du massif.

Mais il faut ensuite attendre les années de l'immédiat après-guerre pour voir sortir une série d'études abordant le problème général de la genèse et de l'évolution des formes. Un intense travail de terrain, complétant et corrigeant parfois une documentation cartographique encore très insuffisante

(elle n'avait pas progressé depuis le début du siècle), permit à P. BIROT et O. RIBEIRO de caractériser fermement les grands traits du relief de la montagne, d'en insérer l'évolution dans un schéma général valable pour tout l'Ouest de la péninsule ibérique et de poser clairement les problèmes tels qu'ils se présentent encore à nous: «Le relief du Haut Portugal résulte d'un duel original entre l'érosion et les dislocations tectoniques, celles-ci orientant et limitant souvent l'action de celle-là. Le relief actuel n'est pas une simple mosaïque de blocs; il n'est pas non plus un escalier de surfaces d'érosion emboîtées. C'est quelque chose d'intermédiaire.» (P. BIROT, 1946, p. 44.)

Depuis une vingtaine d'années, la documentation cartographique a beaucoup progressé. Des cartes topographiques au 1/25 000 avec courbes équidistantes de 10 m sont sorties successivement, les feuilles qui couvrent la montagne étant parues vers 1950. Elles représentent un énorme progrès par rapport à leurs devancières. Grâce à elles, on dispose pour tout le Portugal d'une image exacte et précise du relief. Leurs seuls défauts sont d'assez nombreuses erreurs dans la transcription des cotes, d'ailleurs abondantes, mais qu'il faut toujours vérifier en les confrontant aux isohypses voisines, et une tendance à amollir le dessin de celles-ci, peut-être pour les rendre plus lisibles, mais avec l'inconvénient grave que les formes de détail (ruptures de pente, cônes de déjection, ravins, escarpements...) apparaissent mal.

Heureusement, une couverture de photographies aériennes verticales à l'échelle approximative du 1/26 000 a été réalisée en 1958. Leur lecture attentive permet de rectifier et de préciser les formes que l'étude des cartes ne suggérait que de façon approchée.

Des cartes géologiques au 1/50 000 ont récemment été publiées: Santa Comba Dão en 1962, Gouveia en 1966. Les minutes manuscrites de celles qui ne sont pas encore parues peuvent être consultées à la Junta de Energia Nuclear. L'orientation des levés vers la recherche des roches susceptibles de contenir des minéraux radioactifs, implique évidemment une certaine inégalité dans la valeur des renseignements fournis: les types de roches cristallines sont distingués avec davantage de soin, bien que leur classification ne soit basée que sur leurs caractères macroscopiques. Seules certaines

coupures individualisent dans les schistes les auréoles de métamorphisme. Quant aux dépôts superficiels, ils sont indiqués par deux seuls signes: les alluvions actuelles et... les autres dépôts, catégorie qui recouvre en fait une grande variété de faciès, allant de cailloux de quartz filoniens épars jusqu'à des dépôts épais de types arkosiques ou conglomératiques variés. Ces levés sont traduits par de pures cartes d'affleurement, l'indication de failles y étant tout à fait exceptionnelle. Aucune interprétation tectonique de l'agencement des roches n'a été tentée. Enfin, en 1968, une carte de synthèse au 1/250 000 a été publiée par la Junta de Energia Nuclear, où un début d'interprétation tectonique des affleurements est au contraire suggéré (Carta Geotectónica, Região das Beiras, Portugal). On doit signaler en outre que l'étude minéralogique ou sédimentologique des roches et des dépôts superficiels progresse rapidement grâce aux efforts de toute une équipe de géologues dont les travaux commencent à être publiés et que des levés gravimétriques ont été effectués dans la région en 1949 par l'Instituto Geográfico e Cadastral.

Dès 1954, utilisant les cartes topographiques au 1/25 000, O. RIBEIRO publiait une étude sur la structure et le relief de la Serra da Estrela où, en se basant sur l'analyse topographique soigneuse des parties de la montagne où l'agencement des formes est le plus net, il montrait que le relief actuel du massif est très proche des formes tectoniques primitives dues à un jeu complexe de blocs. «La surrection s'est faite par un ensemble de blocs inégalement soulevés et non par l'élévation d'un compartiment unique... Des escarpements multiples sont disposés en escalier marginal ou en sillons tectoniques intérieurs; les déplacements au long de plans de fracture parallèles ou parfois disposés en coulisse, sont conditionnés par un fendillement ancien du socle affecté peut-être par plusieurs paroxysmes tectoniques, comme semble l'indiquer l'inégal état de conservation des divers escarpements.» (O. RIBEIRO, 1954, p. 565.)

Il semble aujourd'hui utile de reprendre l'étude morphologique d'ensemble de la Serra pour tenter de préciser grâce à la documentation récente, les traits d'une physionomie déjà largement ébauchée. Cette étude a été réalisée sur le terrain en étroite collaboration avec O. RIBEIRO qui m'a fait connaître

la montagne et ses problèmes. Les idées ici exposées lui doivent beaucoup et peuvent être considérées comme la continuation de ses travaux antérieurs.

On a cherché tout d'abord à tirer le meilleur parti possible de la documentation cartographique et photographique disponible. Pour cela, un certain nombre de cartes d'ensemble ont été établies, résumant et rassemblant à échelle moyenne la représentation morcelée offerte par les documents de base. Sur un fond topographique constitué par les courbes maîtresses à équidistance de 50 m extraites de la carte au 1/25 000, ont été reportés:

la zonation en altitude (fig. H. T. I),

les grands types de roches (fig. H. T. II),

le réseau des cassures, établi par étude détaillée des photographies aériennes (fig. H. T. III),

les principales lignes de partage des eaux, ainsi que leurs modifications probables par captures récentes ou imminentes (fig. H. T. IV).

Des séries de coupes à échelles variées ont alors été dessinées pour établir au long de certaines directions significatives, les rapports existant entre les formes et la structure. L'observation systématique sur le terrain de tous les secteurs de la montagne et de son piémont a en outre permis de préciser:

les variations locales de la nature des roches et de leur altération,

la diversité des types de dépôts superficiels cartographiés ou non sous un même signe sur les cartes géologiques disponibles,

l'agencement panoramique des formes, observées depuis les divers points de vue possibles.

L'étude de laboratoire des échantillons récoltés <sup>(1)</sup> a enfin permis d'établir certaines corrélations et de poser avec plus de précision les problèmes. Cependant, les dépôts corrélatifs étant rares et d'interprétation souvent délicate, l'essentiel de l'analyse a obligatoirement porté sur les formes, considérées dans leur agencement spacial et dans leurs rapports avec la

structure. Chacun des chapitres de cette étude apportera un faisceau de présomptions, l'ébauche incomplète d'un schéma d'évolution probable. La tentative de synthèse finale aura d'autant plus de poids qu'une convergence meilleure se réalisera entre des conclusions partielles obtenues indépendamment.

Toutefois, il est évident que l'étude d'une petite région isolée ne peut prétendre à reconstituer avec sécurité l'ensemble de l'évolution géomorphologique du vaste domaine où elle est située: la marge atlantique de la péninsule ibérique. Il faudrait au moins pour cela connaître avec précision celle des bassins versants où s'inscrit actuellement la montagne et de ceux dont elle a pu dépendre au cours de son évolution. Des études partielles en existent déjà, des synthèses préliminaires ont été proposées à l'échelle de l'ensemble du Portugal central ou de certaines de ses parties. Des études nouvelles, basées sur l'exploitation de la documentation récemment disponible, seront cependant indispensables pour confirmer de proche en proche le schéma d'évolution proposé ici.

#### CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE LA SERRA DA ESTRELA

*a) Position.* De Somosierra, au Nord de Madrid, jusqu'à la Serra da Lousã, au Sud de Coimbra, la péninsule ibérique est traversée d'Est en Ouest par un bourrelet de hautes terres qui forme en Espagne la limite entre les plateaux de Vieille et de Nouvelle Castille et qui jalonne approximativement la ligne de partage des eaux entre les bassins du Douro et du Tage. Cette Cordilheira Central, bien loin d'être continue, est formée par une série d'alignements montagneux obliques à la direction générale, séparés par de larges couloirs de hautes plaines. Plus on avance vers l'Ouest et plus les chaînes montagneuses, franchement orientées du Nord-Est au Sud-Ouest, s'individualisent. Le couloir suivi par l'Alagon, affluent du Tage, sépare déjà nettement la Sierra de Gata de la Sierra de Gredos. Un immense plateau, qui se rattache à celui de Vieille Castille, s'étale ensuite entre la Sierra de Gata et la Serra da Estrela (fig. 1). Cinquante à soixante kilomètres de formes atténuées ou même parfaitement planes, entaillées seulement par des vallées mûres ou par les gorges qui les relie à l'aval au Douro, et limitées au Sud par des abrupts

<sup>(1)</sup> Les analyses ont été réalisées par CELESTE DE OLIVEIRA ALVES sous la direction scientifique de A. GALOPIM DE CARVALHO.

vigoureux, séparent les deux massifs. La Serra da Estrela proprement dite constitue la partie orientale, la plus élevée, d'un alignement montagneux qui s'étend sur 115 km de la région de Guarda jusqu'à la retombée du massif de Lousã sur les dépressions en roches tendres et les collines calcaires de la bordure sédimentaire atlantique.

Un nouveau et large couloir de plaines et de bas plateaux, axe du bassin du Mondego qui s'intercale désormais entre ceux du Douro et du Tage, sépare la Serra da Estrela du petit massif du Caramulo qui pourrait être considéré comme le dernier élément, très isolé, du long alignement montagneux de la Cordilheira Central mais qui semble plutôt être le premier des hauts massifs sub-littoraux portugais se rattachant vers le Nord aux montagnes galiciennes.

L'alignement dont fait partie la Serra da Estrela constitue donc un massif remarquablement isolé et individualisé, dominant de tous côtés et parfois de façon brutale, les bas pays drainés par le Mondego et le Zêzere. Il se divise en deux grandes unités: au Sud-Ouest un monde de croupes schisteuses ramifiées, entaillées de larges et profondes vallées, dominées par quelques massifs élevés (S. Pedro de Açor 1340 m et Cebola 1418 m, Lousã 1202 m), aux formes généralement aigües, mais gardant cependant, surtout vers l'extrémité occidentale, quelques traces d'aplanissement sommital; au Nord-Est, la Serra da Estrela proprement dite.

b) *Physionomie d'ensemble.* La Serra da Estrela présente l'allure d'un haut plateau allongé, relevé en proue vers le Sud-Ouest où la coupole de Torre atteint 1991 m (fig. H. T. I). C'est un long rectangle incliné qui s'élève graduellement et presque régulièrement depuis le Nord-Est où il paraît soudé au haut plateau qui s'étend à l'Est de Guarda (fig. 2). Hors cet «isthme» étroit et fort complexe dans le détail, où passe l'actuelle ligne de partage des eaux entre Mondego, Zêzere et Douro, tous les autres rebords de la montagne sont abrupts et élevés. De brusques dénivellations de 500 à 1000 m sont la règle. Le versant le plus formidable est celui de l'Ouest et du Sud-Ouest, où les pentes conservent une valeur moyenne de 26 à 28° sur plus de 800 m de dénivellation (pl. I, A et B).

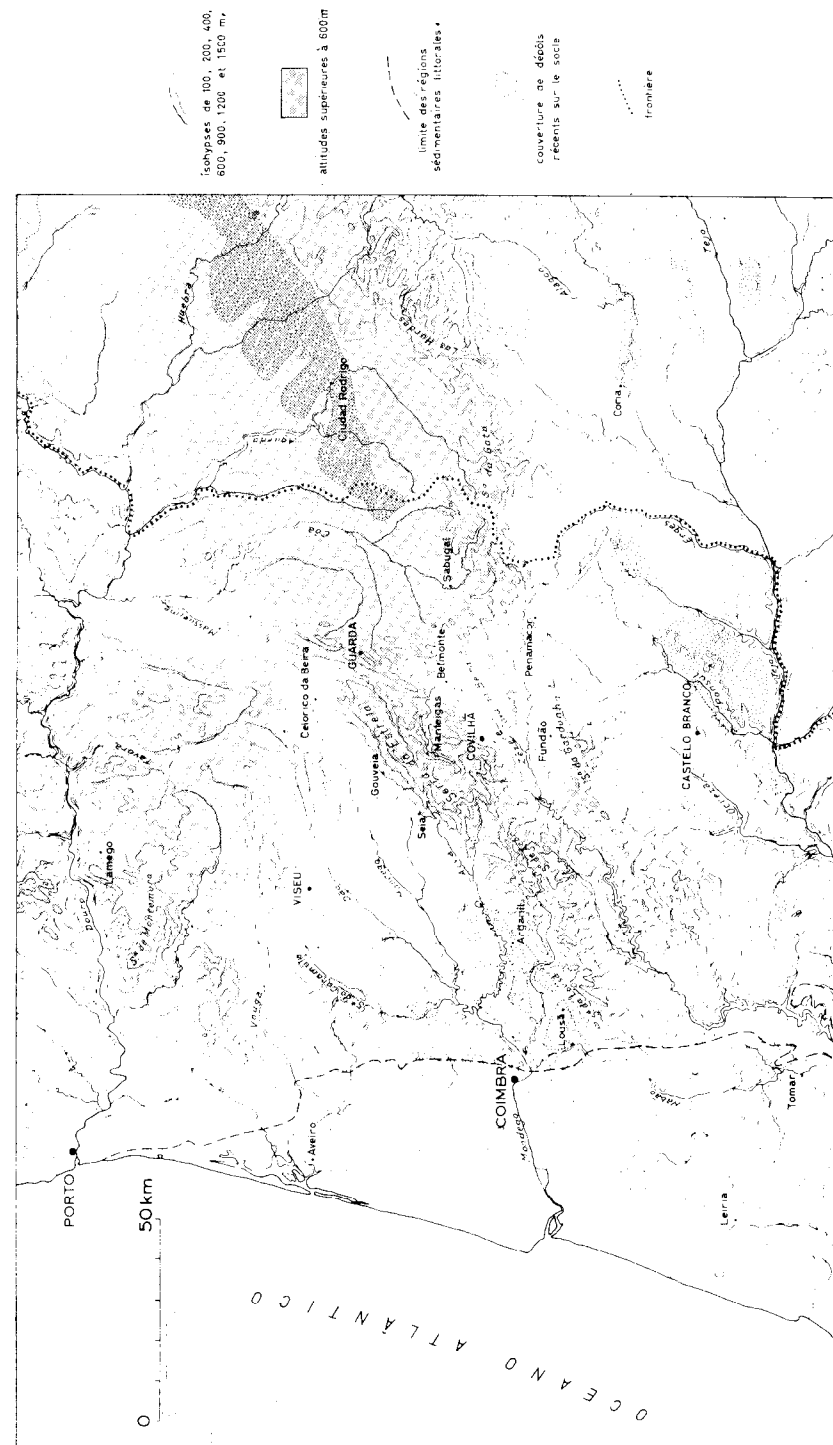


Fig. 1 — Extrémité occidentale de la Cordilheira Central ibérique.



Les deux longs côtés du rectangle montagneux sont fort dissemblables (fig. 3). Le versant faisant face au Nord-Ouest est remarquablement rectiligne et si sa hauteur de commandement croît peu à peu vers le Sud-Ouest, sa pente moyenne reste partout modérée (de l'ordre de 11 à 17°). Vers le Sud-Est, au contraire, le bloc montagneux est profondément éventré par le système de vallées qui constituent le bassin du haut Zêzere. Celui-ci sort cependant de la montagne par un défilé suffisamment étroit pour que l'impression de bordure continue se maintienne pour qui voit de loin la montagne.

Mais les profonds défoncements de l'amont du bassin suffisent à diviser nettement le plateau en trois parties :

au Sud-Est, le bloc élevé et compact de Penhas da Saúde qui culmine à 1759 m à Alto da Pedrice, est relativement peu étendu et presque isolé par la profonde entaille du haut Zêzere,

au Sud-Ouest, le haut plateau massif culminant à Torre (1991 m) est tout entier situé à plus de 1400 m. Il est drainé vers l'Ouest par le réseau de l'Alva, affluent du Mondego, et fortement marqué par les traces d'une glaciation récente,

enfin, au Nord, une longue et large bande de hautes terres, axée sur la vallée du Mondego supérieur, s'abaisse lentement vers le Nord-Est.

Le bloc soulevé de la Serra da Estrela présente donc une double dissymétrie : s'il s'élève lentement du Nord-Est au Sud-Ouest, il est d'autre part largement éventré vers l'Est par le réseau des branches amont du Zêzere débouchant dans la dépression de la Cova da Beira. Au contraire, son rebord nord-ouest dominant le large couloir de la Haute Beira se présente comme une muraille à peine égratignée par les multiples petits cours d'eau parallèles, affluents du Mondego, qui en dévalent. Le débouché du haut Mondego dans le bassin de Celorico se rapproche physionomiquement du versant sud-est de la montagne, alors que l'abrupte retombée occidentale, en dépit des entailles brutales du réseau de l'Alva qui viennent en mordre le pied, présente un front continu et peu entamé, proche parent du versant nord-ouest. La limite physionomique entre les deux types de rebords montagneux passe donc au Nord par la région de Celorico, au Sud par la haute échine de la Serra da Alvoaça.

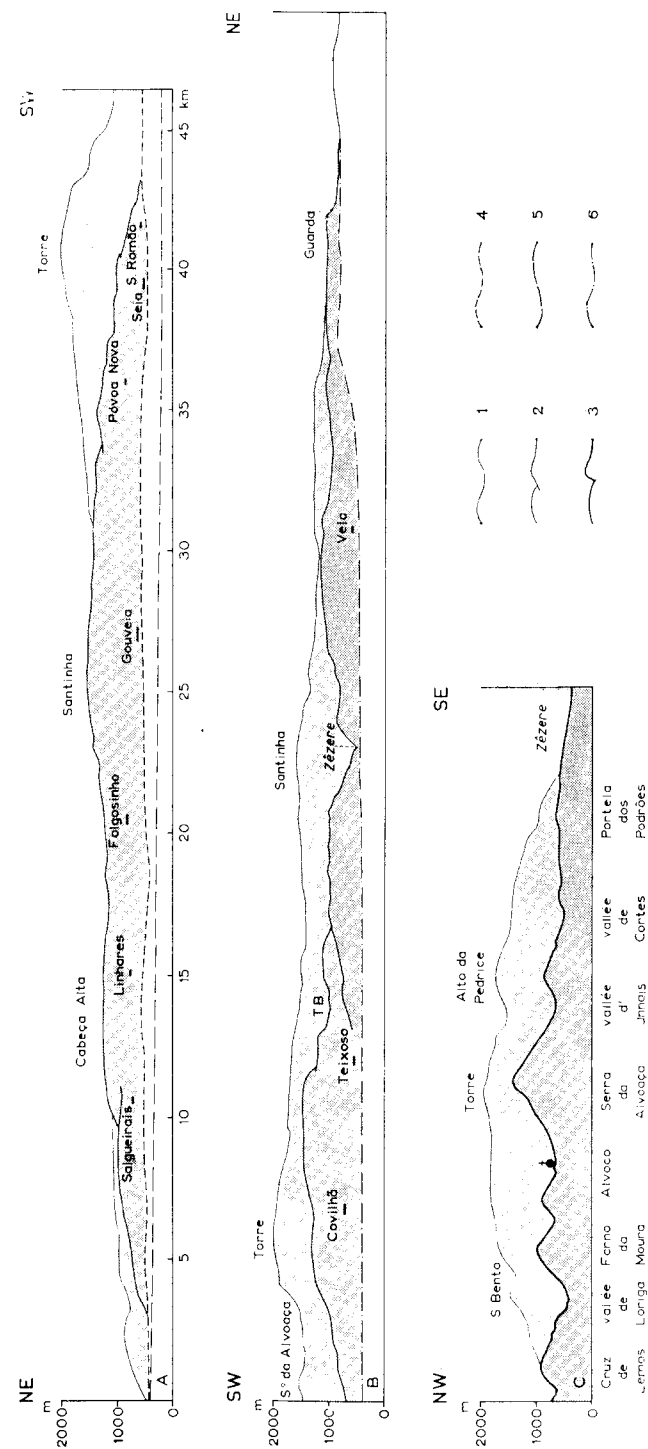


Fig. 3 — Profils projetés de la Serra da Estrela. A: versant nord-ouest, B: versant sud-est, C: versant sud-ouest de la montagne. 1 — Arrière-plan montagneux; 2 — sommet des versants nord-ouest et sud-est; 3 — coupe NW-SE passant par Forno da Moura et Partela dos Padroes; 4 — base du versant nord-ouest; 5 — profil longitudinal du Mondego; 6 — profil longitudinal du Zêzere, de la Ribeira do Vale de Amezen-dinha et profil projeté des points bas du plateau de la région de Guanda. TB: col de Tiro da Barra.

Cette dissymétrie entre l'Est et l'Ouest du bloc montagneux apparaît d'autant plus curieuse que le niveau de base régional représenté par le Mondego est sensiblement plus bas que celui du Zêzere. Et même si l'on fait abstraction de la gorge récente du Mondego pour considérer le niveau général des plateaux de piémont, la dissymétrie dans l'attaque érosive ne s'explique pas mieux car le fond des deux larges dépressions est situé sensiblement à la même altitude. On est donc conduit à penser qu'il peut s'agir là d'une opposition d'origine fort ancienne, antérieure aux mouvements tectoniques qui auraient donné au bloc montagneux son inclinaison SW-NE en soulevant au maximum l'actuelle région culminante. L'importance des évenements orientés vers l'Est ne s'expliquerait-elle pas par une ancienne inclinaison de l'ensemble montagneux dans cette direction ?

La Serra da Estrela est une montagne surtout granitique. Le brutal rebord ouest et sud-ouest du plateau oppose le front abrupt et continu des hautes pentes de granite au monde disséqué de croupes schisteuses beaucoup plus basses (pl. I, B). Mais il ne saurait être question d'expliquer la vigueur et la massivité du relief de la Serra proprement dite par une simple opposition lithologique, comme le suggérait en 1929 H. LAUTENSACH: d'une part, les deux larges et profonds bassins qui flanquent longitudinalement le plateau sont eux aussi modelés dans le granite; d'autre part, un vaste affleurement schisteux, allongé sur 22 km du Nord au Sud et large de 8 à 11 km, s'étend au centre même du massif. Sans doute est-il partiellement disséqué par les affluents du haut Zêzere, et une partie des bassins intramontagnards semble-t-elle se modeler assez étroitement sur l'affleurement de schiste, mais la correspondance est loin d'être parfaite: le bassin de Manteigas s'élargit dans le granite, alors qu'une grande partie des hauts plateaux où s'encaisse le cours du haut Mondego et qui dominant brutalement l'entaille du Zêzere, sont établis dans le schiste et en parfaite continuité avec certains aplatissements tranchant cornéenne et granite.

Il paraît évident que la Serra est fondamentalement un relief d'origine tectonique, une sorte de long horst basculé

et fracturé. Trois types d'indices, au simple examen de la carte topographique, militent en faveur de cette hypothèse:

la fréquence des tronçons de cours d'eau au tracé rectiligne et orienté suivant des directions préférentielles, établis dans des vallées profondes aux flancs raides (M. FEIO et R. SOEIRO DE BRITO, 1950),

l'étagement complexe sur les bords du massif de replats de toutes tailles, aux formes nettes mais aux dénivellations variables et aux positions capricieuses, ne pouvant s'expliquer par une succession cohérente de niveaux d'aplanissement (O. RIBEIRO, 1954),

le caractère continu et le tracé simple des longs escarpements bordiers.

Des arguments d'autre nature s'ajoutent:

l'existence de sources thermales localisées dans les grandes entailles rectilignes qui mordent la montagne à Unhais et Manteigas,

le réseau de filons de quartz et de roches basiques qui s'alignent selon certaines directions préférentielles (C. TEIXEIRA et C. TORRE DE ASSUNÇÃO, 1958).

Bien que les cartes géologiques récentes ne signalent pratiquement pas de failles, à l'exception de la carte de synthèse au 1/250 000 parue en 1968 qui en ébauche quelques-unes, l'existence d'un dense réseau de fractures ne fait aucun doute. Une étude attentive de leurs caractères paraît indispensable comme introduction à la compréhension des rapports entre la structure et le relief de la montagne.

#### *FRACTURES ET FAILLES*

a) *Cartographie.* C'est le tracé rigide et orienté du réseau hydrographique, symptôme le plus évident de l'existence d'un réseau de fractures, qui a servi de base à la première reconstitution réalisée par M. FEIO et R. SOEIRO DE BRITO (1950). Ce procédé permet de reconnaître parmi les fractures celles qui ont guidé le tracé des cours d'eau, c'est-à-dire:

celles qui sont assez importantes pour avoir broyé la roche sur une certaine largeur, réalisant ainsi, surtout dans le granite, un axe très sensible à l'érosion linéaire des cours d'eau,

celles dont la situation est telle par rapport au tracé primitif du réseau hydrographique, qu'elles aient pu être exploitées par lui. Cette recherche aboutit à la cartographie d'un réseau où l'écartement moyen des segments de fractures varie de quelques kilomètres à plusieurs dizaines de kilomètres.

La tentative actuelle (fig. H. T. III) est basée sur l'exploitation d'un autre document: les photographies aériennes à l'échelle approximative de 1/26 000. Leur étude permet de déceler un nombre beaucoup plus important de fractures qui se lisent aisément sur les photographies aériennes examinées stéréoscopiquement. Elles se marquent le plus souvent par de fines lignes au tracé rigide, de couleur un peu plus sombre que l'étendue environnante, car le sol plus profond développé sur les roches broyées assure une vigueur plus grande à la végétation. Souvent, cet indice essentiel est complété par d'autres qui le confirment, mais qui sont déjà d'une interprétation un peu moins rigoureuse. Ces légères lignes sombres passent par des points typiques du relief: cols faisant communiquer des vallées au tracé diamétralement opposé, limites amont de replats sur les pentes.

La procédure lente et fastidieuse de la cartographie progressive des faits observés sur les étroites bandes de photographies aériennes correspondant au champ d'un petit stéréoscope, est une garantie contre la tendance à la généralisation et à l'interpolation dont il est difficile de se garantir quand on travaille sur une grande étendue, comme celle qu'offre une coupure de carte par exemple. Quelle tentation de rejoindre deux petits segments bien lisibles qui semblent relever d'une même droite! Et si l'on résiste à cette tentation, on obtient un dessin qui n'est forcément qu'une image partielle de la réalité. Le caractère morcelé du travail sur photographie aérienne oblige à l'objectivité. C'est tout au plus une droite d'environ un kilomètre que l'on peut tracer d'un seul tenant et les raccords se font ensuite d'eux-mêmes, reconstituant souvent des alignements d'une longueur considérable sans qu'aucune interpolation ait été nécessaire. Le réseau de fractures que l'on arrive ainsi à dessiner est dense: une fracture tous les un ou deux kilomètres en moyenne, bien que dans certaines régions la densité puisse s'élever davantage, les fractures n'étant plus séparées en moyenne que par quelques

centaines de mètres, tandis qu'ailleurs leur nombre peut s'abaisser jusqu'à laisser des plages blanches de quatre à cinq kilomètres de côté.

Quelle est la valeur du réseau ainsi reconstitué? Il est certainement incomplet et, paradoxalement, ce sont quelques-unes des fractures les plus importantes qui échappent à l'observation: celles qui ont orienté des branches importantes du réseau hydrographique. Les grandes vallées ont en effet très souvent fait disparaître toute trace de la fracture qui a dû les orienter à l'origine, en la cachant sous leurs alluvions ou sous les dépôts qui tapissent leurs versants. Mais c'est un inconvénient relativement peu grave: on admettra sans grands risques d'erreur l'existence de fractures orientant des tronçons rigides du réseau hydrographique quand ceux-ci ont la même orientation que d'autres fractures nettement mises en évidence aux environs. Inversement, seules les fractures d'une certaine importance apparaissent à la lecture des photographies aériennes. Lorsque le sol est couvert de végétation, les simples diaclases sont invisibles. Si la roche est à nu, elles peuvent souvent se deviner, dessinant un fin treillis au dessin géométrique, mais elles se distinguent aisément des véritables fractures, plus continues, qui ont suffisamment broyé la roche pour affecter, si peu que ce soit, topographie et végétation.

Il semble donc qu'on puisse accorder une certaine homogénéité au réseau ainsi reconstitué. Si certains segments de fracture ont sans aucun doute échappé à l'observation, le tableau d'ensemble avec ses directions et ses densités régionales doit être valable et se prêter à l'analyse comparative.

La grande différence entre le réseau de fractures reconstitué par observation stéréoscopique des photographies aériennes, et celui que l'on obtient à partir des cartes topographiques détaillées, est que, dans le second cas, seules apparaissent les fractures mises en valeur par l'érosion (vallées de fracture, cols de flanc). Ce sont peut-être en général les plus importantes, mais ce sont surtout celles qui, «par hasard», ont été atteintes par une vigoureuse entaille d'érosion. Il suffit, pour s'en convaincre, de voir comment la plus occidentale des deux grandes vallées de fracture qui mordent le rebord du plateau de la Meseta au Nord de Belmonte, s'arrête pile à l'amont



avec la fin de la fracture qui l'a guidée, alors que la longue fracture, tout aussi importante sans doute, qui la prolonge au Nord après un léger décrochement, ne se marque pratiquement pas dans le relief. La reconstitution non interprétative, par photographies aériennes, permet donc une analyse plus poussée de l'entaille progressive par l'érosion du socle déformé. Etant donné un réseau de fractures ayant tels ou tels caractères, pourquoi certaines d'entre elles ont-elles servi d'axe au défoncement du relief, tandis que d'autres ne se traduisent modestement que par un fin sillon un peu plus humide, à peine discernable au sol, visible seulement sur photographie aérienne par sa continuité?

Une limitation plus grave de la valeur du réseau reconstitué est son absence de toute hiérarchie. Seules se marquent les fractures ayant provoqué un certain broyage des roches, c'est-à-dire celles séparant deux compartiments ayant subi un déplacement relatif. Mais l'ampleur du rejet est impossible à apprécier directement. Cette limitation est la rançon même du caractère objectif du tracé du réseau. Ce n'est que par un travail d'interprétation postérieur que l'on pourra tenter d'introduire une classification parmi les multiples fractures observées, en leur attribuant des rejets probables.

De même est-il difficile de préciser l'inclinaison des fractures. Ce qu'on en dessine est l'intersection avec un plan horizontal ou incliné. Le caractère en général très rectiligne des dessins obtenus fait penser que la majorité des surfaces de discontinuité doit avoir une inclinaison proche de la verticale. Seules, peut-être, certaines fractures secondaires, délimitant des replats au flanc des grands escarpements bordiers de la montagne, sont-elles un peu plus obliques. L'observation sur le terrain confirme d'ailleurs ce caractère. Chaque fois que le granite ou le schiste sont en contact direct avec les dépôts récents conservés au fond d'un graben, la surface de discontinuité est presque verticale, quoiqu'on observe souvent un léger chevauchement du horst sur le graben, par exemple dans la coupe située dans le versant qui domine Levegadas, à 3 km au Sud-Ouest de Lousã, ou dans de nombreuses coupes de la région de Sarzedas. La Cordilheira Central donne un peu l'impression d'avoir jailli comme un bouchon sous l'action d'un serrage latéral. Peut-être s'agit-il là seulement d'une tendance

qui se serait manifestée lors du dernier paroxysme tectonique, succédant à une tendance inverse à la distension lors de l'effondrement des petits graben de piémont<sup>(2)</sup>.

De toute façon, il ne paraît s'agir jamais que d'une faible inclinaison par rapport à la verticale. Au contraire, une partie des diaclases dessinent des plans de disjonction presque horizontaux ou faiblement inclinés qui jouent un rôle non négligeable dans le relief de détail et suggèrent parfois en plein granite des formes caractéristiques des structures monoclinales (pl. II, A).

*b) Rapports avec le relief.* Il faut donc se contenter, en première analyse, d'observer les rapports existant entre le relief et l'*orientation et la densité des fractures*. Cette confrontation est déjà riche d'enseignements.

Une direction prédominante se distingue aisément dans l'enchevêtrement du réseau des fractures. Des alignements NNE-SSW, continus ou en relais, traversent à intervalles à peu près réguliers toute l'étendue cartographiée. Remarquablement parallèles et presque équidistantes (intervalles de l'ordre de 3 km) de part et d'autre de la Serra, ces longues fractures voient leur tracé se tordre et se troubler un peu au passage de la montagne, adoptant alors sur une certaine distance l'orientation NE-SW du rebord montagneux sans que pour cela leur direction cesse d'être nettement prédominante. C'est le cas en particulier de la ligne de fracture au long de laquelle s'égrennent les petits graben du piémont nord-ouest (fig. H. T. II et pl. III, B).

Une direction subordonnée, presque perpendiculaire, apparaît parfois, celle de multiples fractures très courtes qui relient entre eux les longs alignements précédents. D'autres fractures importantes, parfois continues sur de longues distances, s'alignent selon des directions très variées bien qu'on

(2) Il faut toutefois noter que les géologues de la J. E. N. interprètent la dissymétrie de la Serra da Estrela par l'opposition entre les failles directes, observées à Urgeirica, Barros et Castelejo (Gouveia), qui seraient caractéristiques de son versant occidental et les failles inverses de son versant oriental, observées à Covilhã et Teixoso (J. E. N., 1968). Malheureusement cette intéressante notation n'est appuyée sur aucune référence précise de localisation et d'inclinaison.

puisse déceler parmi elles une majorité dont l'orientation oscille d'Est-Ouest à WSW-ENE.

Un fait, paradoxal à première vue, est l'absence de tout parallélisme entre les grands accidents topographiques et l'orientation dominante des fractures. Les rebords nord-ouest et sud-est du plateau, comme la plus grande partie du cours des rivières principales (Mondego, Zêzere, hautes branches de l'Alva), sont curieusement obliques aux grands alignements de fracture NNE-SSW. Seules, quelques fractures isolées sont plus ou moins parallèles aux grands accidents topographiques qui se contentent, le plus souvent, d'apporter sur leur passage un certain trouble au tracé des longues failles NNE-SSW, en même temps que se développent sur les grands versants tout un réseau local de fractures dessinant des angles de l'ordre de 45° avec les lignes de plus grande pente (pl. II, B).

A l'échelle du Portugal, la nouvelle édition (1968) de la carte géologique au 1/1 000 000 montre nettement la position particulière de la Serra da Estrela. Le bloc montagneux est situé sur une charnière entre le centre-sud du pays où dominant les longues failles de direction SW-NE et le Nord-Est haché d'un réseau d'orientation SSW-NNE. L'interférence de ces deux directions peut, à priori, résulter de la superposition de deux phases tectoniques successives ou correspondre à la mise en place d'un unique système de fractures dessinant là une sorte de virgation. Quoi qu'il en soit, le paroxysme tectonique récent est localisé sur ce changement de direction. Les grands traits de l'architecture actuelle du bloc montagneux sont commandés surtout par le rejeu des déformations d'orientation SW-NE qui paraît avoir bousculé le réseau de cassures SSW-NNE dont les cicatrices, parfois morcelées et déjetées au passage de la montagne, jouent toutefois un rôle fondamental dans l'organisation de détail de son relief structural.

On remarque aussi, surtout en ce qui concerne les rebords nord-ouest et sud-est de la montagne, que la densité des fractures est beaucoup plus grande sur les basses pentes, au relief morcelé en multiples replats, que dans la partie supérieure des versants qui s'enlève souvent d'un seul jet jusqu'aux hauts plateaux (pl. III, A). Dans l'ensemble, la correspondance des accidents de détail du modelé (replats, ruptures de pente, cols, inflexions brusques dans l'inclinaison des lignes de crête),

apparaît excellente avec le réseau des fractures, alors que les grands traits de l'organisation du relief semblent lui échapper. D'autre part, le tracé du réseau de fractures est beaucoup plus régulier dans les régions de topographie calme, plateaux ou fonds de bassins, que dans les régions de raccord topographique brutal.

Cette première confrontation laisse donc entrevoir que les rapports entre le réseau de fractures et l'agencement de la topographie sont loin d'être simples. Mais avant de pousser plus loin l'analyse, il convient de tenter de classer les *différents types de fractures*, en distinguant surtout celles qui présentent un rejet appréciable, vertical ou horizontal.

1) Un accident se distingue tout de suite des autres à l'examen des cartes: celui qui va de la région d'Unhais à celle de Manteigas au long des vallées de la Ribeira de Alforfa et du haut Zêzere. Cette entaille profonde, retouchée par la glaciation, qui fend littéralement en deux la montagne (pl. I, A et IV, A), est axée sur un décrochement de part et d'autre duquel les limites d'affleurement des différents types de granite sont décalés d'environ un kilomètre, le compartiment oriental étant relativement déplacé vers le Nord.

Au Nord du bassin de Manteigas, le même accident se continue en passant au pied de la longue croupe schisteuse de S. Lourenço-Corredor dos Moiros, puis il traverse obliquement la haute vallée du Mondego où il paraît se dédoubler en deux branches. La plus occidentale, qui passe par le col de Folgoso, est suivie par un remarquable alignement de tronçons de rivières, puis oriente un segment du Mondego au Nord de Jejua et se prolonge vers le Nord par la longue vallée de fracture suivie par la Ribeira da Quinta das Seixas. La plus orientale isole le replat où s'est perché le bourg médiéval de Linhares et, passant par Assanhas, va traverser le Mondego à l'aval immédiat de Celorico. Elle paraît au delà rejoindre le tracé de la fracture antérieure. Au long de ces deux fractures, la même tendance à un décrochement relatif vers le Nord des blocs orientaux se marque nettement tant dans la disposition des divers types de roches (fig. H. T. II) que dans le tracé même du rebord nord-ouest de la montagne. Il s'agit de l'homologue ou peut-être même du prolongement du grand décrochement de Trás-os-Montes oriental responsable

aussi de l'existence, au Sud du Douro, du fossé tectonique de la Longroiva.

Il est remarquable qu'à la traversée de la Serra da Estrela, le même accident ait été successivement exploité de façons si diverses par l'érosion: aux grands défoncements du Sud auxquels il sert d'axe, succède une totale indifférence du réseau hydrographique dans la région des plateaux schisteux du haut Mondego, puis à nouveau une adaptation partielle des cours d'eau sur le piémont nord granitique de la montagne. Ligne de faiblesse manifeste dans le granite, la grande cicatrice perd ce rôle dans les régions de schiste. Ce grand accident, jalonné par les sources thermales de Manteigas et d'Unhais, paraît être seul à présenter le caractère d'un décrochement, bien que, par sa direction, il entre dans la grande famille des fractures NNE-SSW.

2) Quant à la reconstitution des rejets verticaux des différentes fractures, elle ne peut se fonder, sauf dans le cas de la faille jalonnée de graben, que sur l'analyse topographique et implique nécessairement l'acceptation de deux postulats: celui qu'avant le jeu ou le rejeu des failles, la région était aplanie et celui que la plus grande partie des lambeaux d'aplanissement dénivellés ont été conservés ou du moins, qu'à peine retouchés par l'érosion, ils sont encore reconnaissables. Il y a évidemment là un double danger. S'il a existé postérieurement à la phase tectonique principale ou aux mouvements les plus récents, une période de stabilité assez prolongée pour permettre des aplanissements locaux, certains étagement de formes peuvent avoir une cause érosive et non tectonique, faussant ainsi le raisonnement.

Or il semble bien qu'il en soit ainsi, au moins dans les deux bassins de piémont de la Haute Beira et de la Cova da Beira. Une bonne partie des fractures y apparaissent nivelées, bien que la conservation du remplissage tendre de certains graben, tel celui de Seia, montre à l'évidence qu'il existe entre les blocs des dénivellations tectoniques non négligeables. Les aplanissements de piémont ont-ils à peu près complètement respecté le môle central soulevé ou bien celui-ci a-t-il rejoué tardivement alors que les régions alentour restaient plus stables? C'est par l'analyse globale de l'agencement régional des formes et des relations existant entre les différents replats

ou escarpements, les dépôts superficiels et le réseau des fractures, qu'on peut espérer lever cette équivoque. Cela implique une phase beaucoup plus avancée de l'analyse que celle à laquelle nous sommes parvenus. On peut cependant tenter dès maintenant une première esquisse des rapports existant entre replats ou aplanissements d'une part et lignes de fracture de l'autre.

*c) Rejets, aplanissements et grands versants bordiers.*  
C'est ce qu'avait tenté O. RIBEIRO en 1954. Il put ainsi démontrer, pour la partie sud de la montagne, qu'elle s'élève tectoniquement en marches d'escalier depuis le fond de la Cova da Beira jusqu'au plateau supérieur. Sur le flanc sud-est de la montagne, en effet, dans la région de Covilhã-Penhas da Saúde, le relief se décompose nettement en une série de blocs disposés en gradins irréguliers qui ne peuvent guère avoir une autre origine qu'un complexe «escalier de failles» ayant joué assez récemment pour être peu retouché par l'érosion. Il en est de même sur le flanc occidental de la montagne entre la vallée de Loriga et la région de Seia. L'Alva et ses affluents y dévalent, en les entaillant, des escarpements successifs qui séparent des blocs inégalement soulevés dont la mise en place est très certainement due à des failles récentes (fig. 12 et 16). Ailleurs, les formes sont moins simples et les grands versants bordiers de la montagne, que leur pente soit forte ou relativement atténuée, présentent un dessin à la fois plus complexe et moins clair qui a pu faire penser à une mise en place par flexure (P. BIROT, 1949) ou par multiples petites failles en tenant lieu.

La démonstration de l'origine à peu près purement tectonique du relief montagneux qui avait été faite par O. RIBEIRO au long de certaines coupes particulièrement expressives du point de vue topographique (fig. 5) peut être reprise de façon plus exhaustive grâce à une carte générale, sinon complète, des fractures affectant la région. Mais les choses se compliquent alors singulièrement à cause de l'enchevêtrement de segments de fractures que montre la carte au lieu des quelques fractures simples postulées antérieurement, à cause aussi des aspects contradictoires présentés par ceux des grands versants bordiers de la montagne qui ne se décomposent pas nettement

en marches d'escalier. Leur pente moyenne est rarement très forte, elle est, par exemple, sur le versant nord-ouest: de  $11^\circ$  sur 560 m de dénivellation à l'Est de Seia,  $13^\circ$  sur 790 m dans la région de Póvoa Nova,  $17^\circ$  sur 630 m entre Folgoso et Linhares; sur le versant sud-est: de  $17^\circ$  sur 700 m à Teixoso,  $15^\circ 30'$  sur 470 m à Orjais. Mais l'inclinaison des hauts versants est presque toujours sensiblement plus forte et plus régulière que celle des basses pentes (fig. 4 et pl. III, A), ce qui assure aux rebords montagneux une allure concave d'ensemble

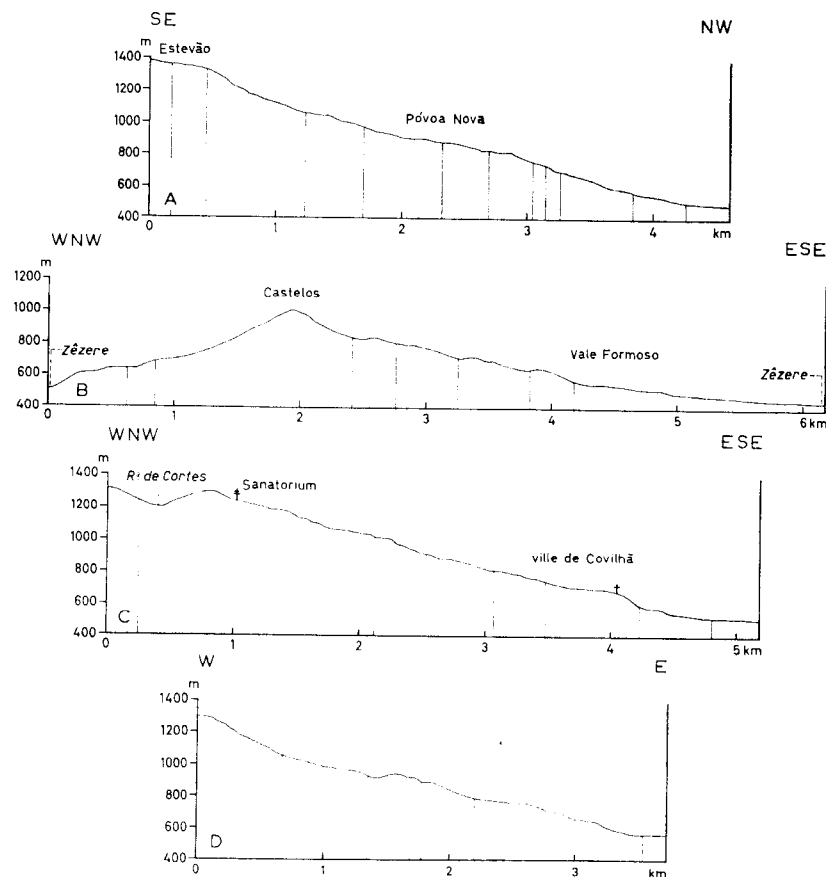


Fig. 4 — Coupe de quelques grands versants bordiers de la montagne. A: sur le versant nord-ouest, par Póvoa Nova; B, C et D: sur le versant sud-est par Castelos, la croupe de Covilhã et la croupe située au Sud de Covilhã. Les fractures déterminées sur photographies aériennes sont indiquées.

d'autant plus difficile à expliquer par le simple recul érosif d'un escarpement unique de flexure ou de faille que:

1) la pente de la partie inférieure des versants, bien que relativement atténuée, est cependant trop forte pour être interprétée comme un élément de pédiment,

2) les caractères du réseau hydrographique installé sur les rebords montagneux sont défavorables à l'idée d'un recul érosif important de ceux-ci, car il s'agit d'organismes élémentaires peu enfoncés (de 30 à 40 m en général), régulièrement espacés (1 à 2 km entre les troncs principaux), n'ayant nulle part fait reculer la ligne de partage des eaux par rapport au sommet du versant.

L'observation des photographies aériennes montre tout un réseau de fractures accidentant les grands versants bordiers du bloc montagneux selon deux directions principales: 1) des cassures perpendiculaires au versant qui ont généralement localisé les rivières principales conséquentes à sa pente et qui paraissent ne se prolonger que rarement sur les plateaux sommitaux, 2) des cassures parallèles ou parfois obliques au versant qui le découpent en une série de marches d'escalier. Leur espacement est irrégulier, généralement dense vers la base du versant (une cassure tous les 400 à 500 m mesurés

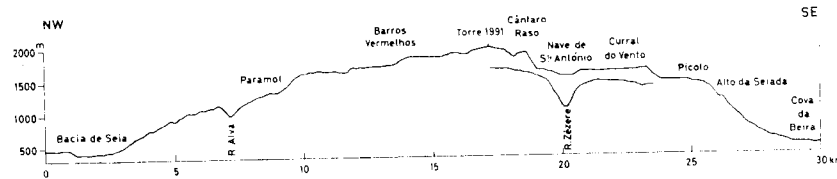


Fig. 5 — Profil transversal de la Serra da Estrela (d'après la fig. 1 de RIBEIRO, 1954).

à l'horizontale). Elles sont beaucoup plus rares vers le haut à la pente plus forte. La restitution des blocs que l'on peut tenter sur coupe (fig. 4) est assez décevante. Si quelques replats s'individualisent bien entre leur cassures, la plus grande partie du profil des versants paraît avoir déjà sensiblement évolué depuis la mise en place des multiples petits blocs qui les constituent. Le dessin des fractures rend par contre excellemment compte de la disposition alternée des croupes et des vallées du versant montagneux (orientation plus ou moins oblique par rapport au versant, largeur, raideur, imbrication...).



Alors que les branches issues du plateau sommital du Sud-Ouest présentent en général un tronçon amont en pente douce, avant les ruptures de pente accentuées qui les précipitent vers des paliers intermédiaires ou des entailles profondes (fig. 6 et pl. VI, A et B), la plupart des branches du réseau du Zêzere, comme les petits cours d'eau qui dévalent le versant nord-ouest de la montagne, ont dès leur source un profil tendu, rectiligne ou concave, mais sans ruptures de pente marquées. Des tronçons de cours d'eau perchés apparaissent ainsi à l'amont de l'Alva et de ses principaux affluents, et à l'amont du Mondego et de ses affluents, Ribeira de Prados, Ribeira do Quêssere, Ribeira do Caldeirão. Certains sont menacés directement de capture, la Ribeira de Prados l'est en deux endroits à l'amont de Sagueirais (pl. V, A), la Ribeira do Quêssere dans l'axe de Vale de Amoreira (pl. V, B). Tous sont rongés peu à peu par l'aval et tendent à s'encaisser, souvent moins vite toutefois que leurs affluents axés sur des fractures, le cas des trois branches de l'Alva à l'amont de Sabugueiro étant particulièrement démonstratif à cet égard (fig. 7 et pl. VI, A).

On peut donc distinguer trois types essentiels de vallées dans le massif de la Serra da Estrela :

les hautes vallées perchées, dont le tracé est indépendant de celui des fractures, vallées plus ou moins transformées, plus ou moins encaissées, toujours menacées, soit de capture latérale, soit de défoncement par l'aval,

les grandes vallées encaissées qui mordent profondément la montagne sur sa face escarpée: vallée d'Unhais, réseau du haut Zêzere (pl. IV, A), vallée du Mondego entre Trinta et le bassin de Celorico (pl. VI, B). Ces vallées sont normalement axées sur des fractures souvent difficiles à reconnaître, l'évolution liée à l'enfoncement des rivières ayant parfois oblitéré leur trace. Toutes ont la même allure d'ensemble: ampleur majestueuse des formes due à un encaissement de plusieurs centaines de mètres et aux grands versants plus ou moins raides qui s'ouvrent largement à partir du fond étroit où serpente une rivière active,

les multiples petites vallées à pente raide, le plus souvent axées sur des fractures, mais très peu encaissées (de quelque 10 à 30 m le plus souvent), qui caractérisent le rebord

nord-ouest de la montagne (pl. II, B) et, dans une certaine mesure, la façade occidentale drainée par le réseau de l'Alva, bien qu'ici l'imbrication des formes soit plus compliquée, moins typique.

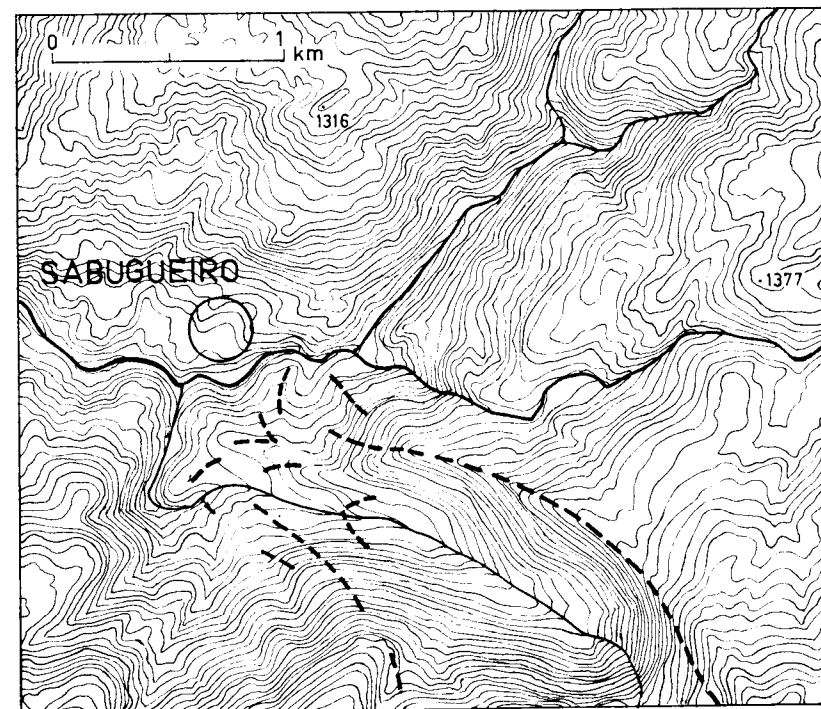


Fig. 7 — Vallée de l'Alva dans la région de Sabugueiro: la vallée médiane, non axée sur une fracture, est de plus en plus suspendue par rapport à ses deux affluents (voir profils longitudinaux sur la fig. 6). Equidistance des courbes: 10 m. En tireté, moraines de l'ancien glacier de Covão do Urso.

Cette variété de types n'apparaît pas liée à des différences d'ordre lithologique. Il faut chercher ailleurs la raison des oppositions principales qui dessinent le visage heurté de la montagne. Des générations de formes successives survivent et expliquent le contraste existant entre le plateau et les entailles périphériques; l'opposition entre le versant nord-ouest et le versant sud-est apparaît par contre d'interprétation plus difficile. Mais avant de tenter d'aborder l'explication du dessin actuel du réseau hydrographique en recherchant ses

tendances évolutives, il convient de faire plus ample connaissance avec les trois grands organismes qui se partagent le drainage de la montagne et où se combinent en proportion variée les types ci-dessus définis.

Le réseau du Mondego se divise en deux parties nettement distinctes. A l'amont du bassin de Celorico, un réseau perché se présente en paliers séparés par de brusques dénivellations (fig. 6). A trois kilomètres de sa source, le Mondego est marqué par une première rupture de pente brutale, de forme concave. Sa pente s'atténue ensuite et demeure régulière pendant une trentaine de kilomètres avant de dessiner une nouvelle et importante rupture de pente, cette fois régulièrement convexe, qui l'amène en une dizaine de kilomètres au fond du bassin de Celorico. La Ribeira do Quêssere, la Ribeira do Caldeirão et la Ribeira de Prados paraissent avoir évolué en fonction de ce cours perché. Au contraire, à l'aval de Celorico, les petites rivières qui dévalent du versant nord-ouest de la montagne ne présentent aucun bief perché dans leur cours supérieur. C'est dans leur partie aval que leur cours s'accidente et qu'elles s'encaissent souvent assez brusquement pour rejoindre la gorge du Mondego.

Le profil en long du Zêzere montagnard et de ses affluents apparaît dans l'ensemble plus simple. Seule la rivière principale, à l'amont de Manteigas, dessine une rupture de pente assez accentuée pour rappeler dans une certaine mesure celles qui affectent le Mondego et ses affluents de l'amont et pour individualiser un bief moyen, encaissé par rapport aux surfaces culminantes de la montagne, perché par rapport au profil développé en fonction du piémont. A cette exception près, les profils en long des différentes branches du réseau sont assez régulièrement concaves.

Le réseau de l'Alva, qui draine l'Ouest de la montagne, rappelle par certaines de ses branches les caractères du réseau du Zêzere. La Ribeira de Alvoco et celle de Loriga sont proches parentes de la Ribeira de Alforfa: au delà des irrégularités de détail, ces rivières ont des profils régulièrement concaves qui semblent témoigner d'une évolution harmonieuse. La branche maîtresse du réseau présente au contraire un profil particulièrement heurté. A deux ruptures de pente d'allure générale convexe et marquées par de nombreuses irrégularités

de détail (fig. 7 et pl. VI, A), succède brutalement un secteur en pente atténuée et régulière. C'est un profil d'allure incroyablement jeune, juxtaposant des éléments encore mal raccordés, un profil encore directement marqué par des déformations tectoniques récentes.

*b) Traces d'anciens réseaux et tendances évolutives.*

1) Captures récentes sur le piémont et sur les rebords du plateau.

L'étude de l'évolution des lignes de partage des eaux entre les grands organismes qui viennent d'être définis ou entre leurs principales branches est riche d'enseignements (fig. H. T. IV). Si certaines captures, nous l'avons vu, sont imminentes sur les rebords du plateau, d'autres ont été réalisées il y a plus ou moins longtemps dans le massif ou sur sa bordure. Le cas de la capture récente de Gouveia-Vinhó, où des restes d'alluvions permettent encore de reconstituer avec sécurité l'ancien tracé, est particulièrement intéressant. Un ancien cours est-ouest a été décapité par l'érosion régressive d'un ruisseau favorisé par son débouché rapide dans le graben d'Arcozelo empli de sédiments tendres facilement déblayés grâce à la proximité du Mondego. Cette capture semble le prototype de nombreux détournements du même genre réalisés sur le piémont de Haute Beira, en fonction de l'encaissement des affluents du Mondego établis au long de fractures ou dans des graben emplis de dépôts non consolidés. L'ancien réseau paraît avoir eu un tracé d'orientation Est-Ouest ou ESE-WNW, les branches aujourd'hui actives sont alignées au long de fractures SW-NE ou SSW-NNE, ce qui dessine un réseau quadrillé, anguleux, fait de l'association de tronçons actifs, encaissés, au dessin souvent rigide et de biefs aux amples vallées parfois décapitées.

Sur le rebord du plateau, une petite capture paraît très récente, au Sud de Linhares, et une autre se laisse discerner dans la haute vallée du Zêzere, à l'amont du cirque de Covões, celle-ci étant d'ailleurs nettement liée à la glaciation.

Un autre détournement relativement récent paraît être celui du haut Alva qui a dû s'écouler autrefois, au Sud de S. Romão, selon l'axe de la vallée du Rio Cobral, mince ruisseau serpentant aujourd'hui dans une vallée trop large menacée

à la fois par l'érosion remontant depuis le bassin de Seia et par l'entaille du Vale de Paus, actif petit affluent de l'Alva moyen établi sur une fracture. L'étude d'ensemble du réseau de l'Alva sort du cadre de la Serra da Estrela proprement dite. La compréhension de sa mise en place et de son évolution paradoxales est pourtant certainement une des clefs à l'aide desquelles pourra être définitivement expliquée la complexe morphogenèse régionale. Notons seulement ici que les Ribeiras de Alvoco et de Loriga semblent être des éléments relativement anciens et stables du drainage, tant à cause de la régularité de leur profil en long que des replats établis vers 600 à 700 m qui remontent la vallée d'Alvoco jusqu'à Vasco Esteves et qui semblent se raccorder aux aplanissements de piémont. La gorge NE-SW de l'Alva paraît être au contraire un élément de drainage très jeune, postérieur à ces aplanissements dont des éléments légèrement dénivelés se retrouvent sur ses deux rives. Vallée tectonique typique, établie au long d'un étroit graben, le rigide bief moyen de l'Alva aurait capturé à l'amont les éléments d'un ancien drainage d'orientation Est-Ouest, au moment où d'actifs mouvements du sol remodelaient cette partie de la montagne.

2) Traces d'anciennes directions de drainage aujourd'hui désorganisées.

D'autres traces d'ancien drainage sont plus hypothétiques et certainement beaucoup plus anciennes. Il s'agit de larges dépressions à allure de vallées, orientées d'Ouest en Est, aujourd'hui tronçonnées et suspendues, mais dont il paraît difficile de rapporter le modelé à une origine autre que fluviatile. La plus méridionale est celle de Penhas da Saúde, large conque ouverte vers le Sud-Ouest qui pouvait se raccorder à l'origine au plateau de Torre (fig. 8 et 17). Un peu plus au Nord, un alignement remarquable de dépressions est formé par la vallée de Candieira, le col de Lagoa Seca, la haute vallée de Beijames et le col de Tiro de Barra. L'axe de drainage qu'on peut reconstituer aurait un profil longitudinal très semblable au précédent. Il s'agirait dans un cas comme dans l'autre de directions d'écoulement antérieures aux défoncements du réseau du haut Zêzere et même probablement à l'affaissement ou à l'érosion de la Cova da Beira. Plus au Nord, une autre ancienne vallée d'apparence analogue se

trouve perchée à Vale de Estrela au dessus de la vallée du Caldeirão et débouche vers l'Est presque au niveau des hautes et larges vallées du réseau du Côa sur le plateau entre Guarda et Sabugal (P. BIROT, 1946). S'agirait-il d'un ancien cours du haut Mondego, s'infléchissant vers l'Est après le trajet SW-NE

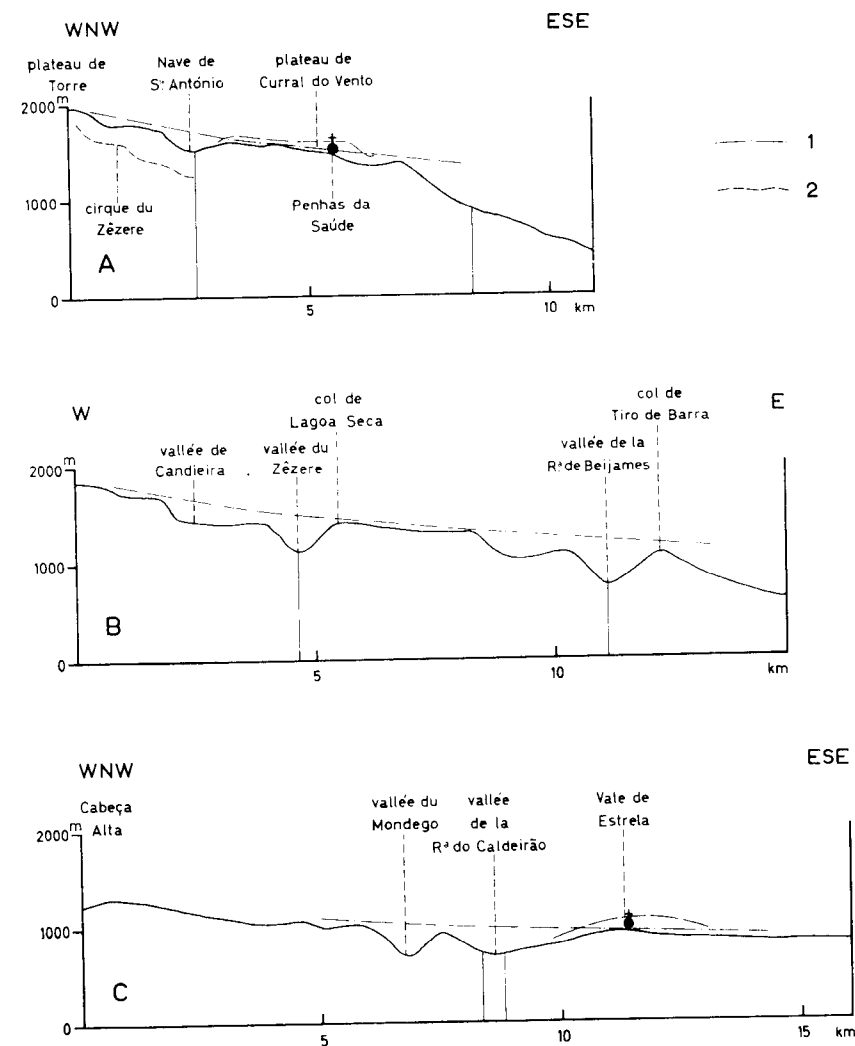


Fig. 8 — Anciennes directions de drainage aujourd'hui désorganisées. A: par Penhas da Saúde, B: par Lagoa Seca, C: par Vale de Estrela. 1 — Profil en long reconstitué; 2 — profils topographiques projetés. Les fractures principales sont indiquées.



de sa haute vallée ou de la trace d'un écoulement encore plus ancien, antérieur au basculement général du bloc montagneux vers le Nord-Est responsable de l'unité du haut Mondego?

On est tenté de considérer ces traces d'ancien drainage, obstinément orienté vers l'Est, comme les témoins d'un réseau s'écoulant vers le plateau de la Meseta, antérieur aux défoncements tant du bassin de Celorico que de la Cova da Beira et aux derniers basculements du bloc montagneux (\*). Si cela est exact, il est probable que les profils en long qu'on peut approximativement reconstruire ont été sensiblement déformés par des rejeux tectoniques, peut-être plus importants au Sud qu'au Nord, et ne doivent donc être considérés qu'avec prudence.

Il est frappant de constater que la plupart des directions anciennes de drainage que l'on parvient à reconstituer, quels que soient leur âge et leur localisation, sont d'orientation Est-Ouest ou Ouest-Est, directions aujourd'hui peu représentées tant dans le drainage que dans le relief de la montagne, mais dont on retrouve cependant des traces dans le réseau hydrographique de la région au sens large. C'est la direction du Ceira et de la Ribeira de Alvoco dans le massif schisteux au Sud-Ouest de la Serra da Estrela, la direction aussi de nombreux affluents du Côa à l'Est de la montagne. L'actuelle inclinaison SW-NE du bloc montagneux n'est-elle pas un fait relativement récent, ayant succédé à une situation où une ligne de partage des eaux d'orientation Nord-Sud ou NNE-SSW passait approximativement par son actuel point culminant, de sorte que la plus grande partie de ses eaux s'écoulait à l'Est vers les bassins fermés de la Meseta, tandis que sa partie occidentale était drainée vers l'Ouest, soit jusqu'à l'Océan, soit vers d'autres bassins fermés aujourd'hui disparus? La localisation et l'orientation de cette ancienne ligne de partage des eaux pourraient n'être que le témoignage de la lutte entre les drainages atlantique et intérieur: la côte océane est d'orientation générale Nord-Sud. Mais elle résulte plus probablement d'un premier soulèvement d'origine tectonique qui, on le verra plus loin, a non seulement fixé des

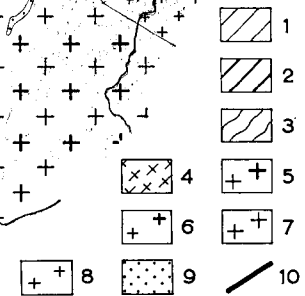
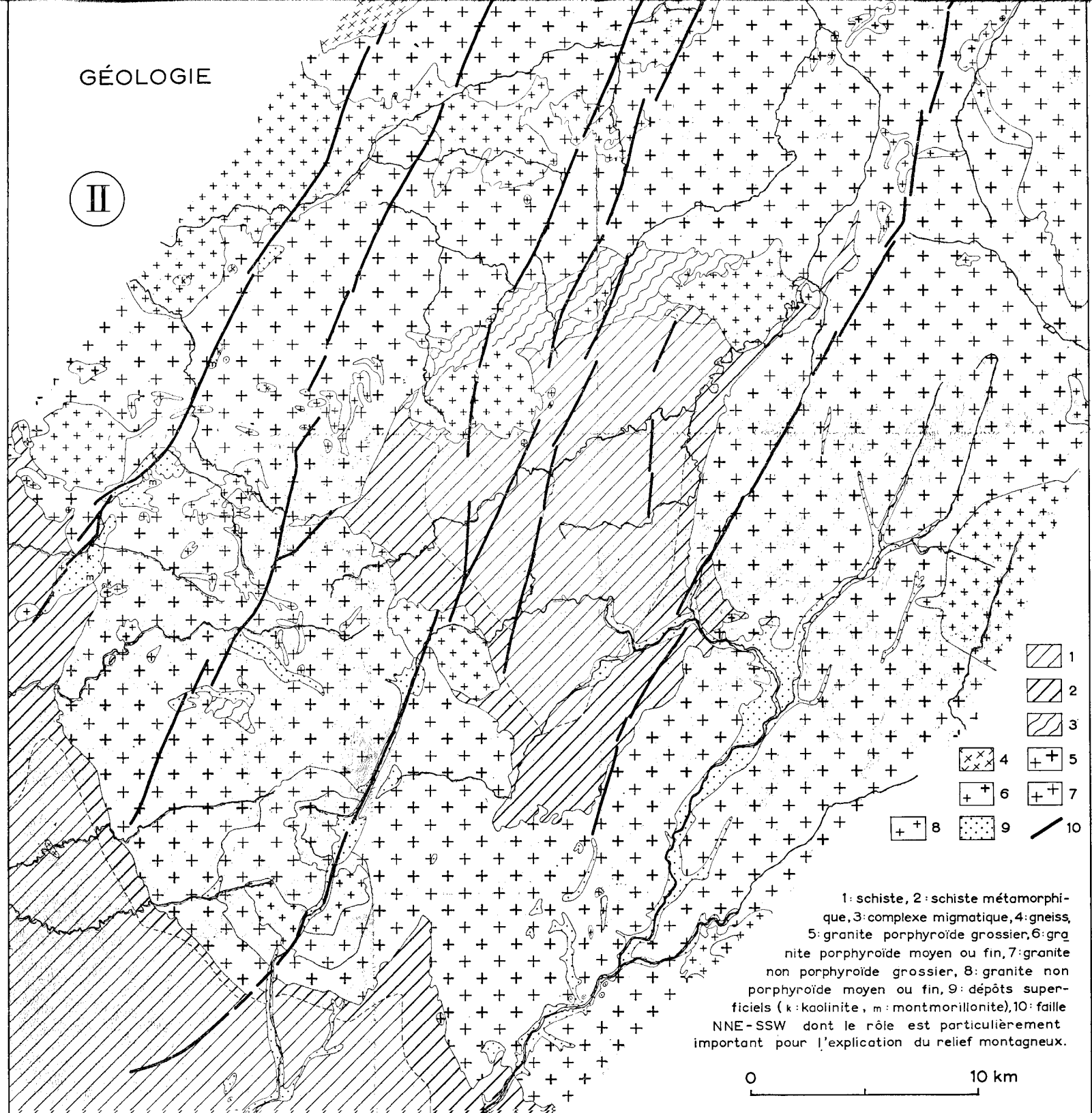
---

(\*) Hypothèse formulée par O. RIBEIRO dès 1940.



# GÉOLOGIE

II

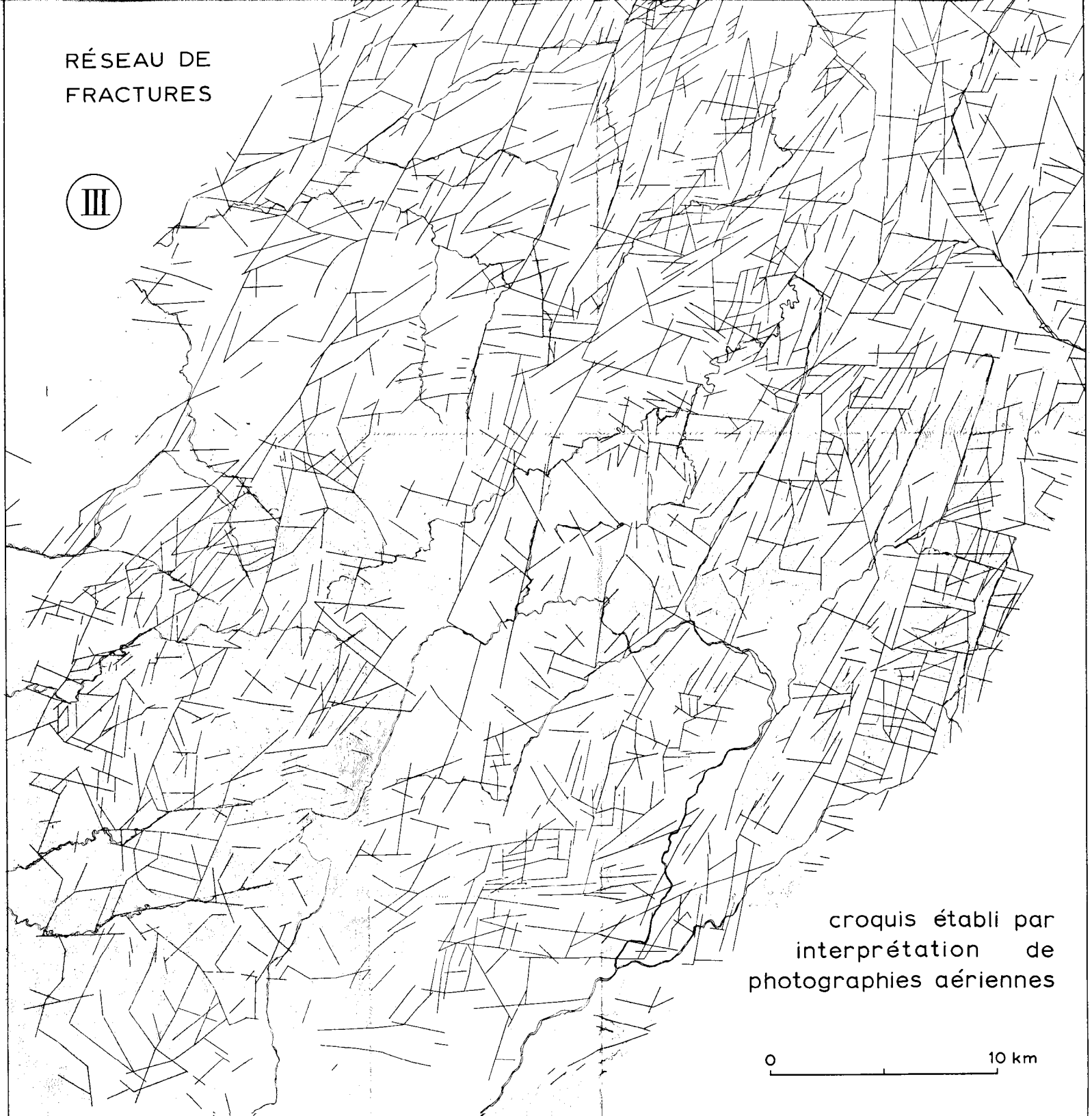


1: schiste, 2: schiste métamorphique, 3: complexe migmatique, 4: gneiss, 5: granite porphyroïde grossier, 6: granite porphyroïde moyen ou fin, 7: granite non porphyroïde grossier, 8: granite non porphyroïde moyen ou fin, 9: dépôts superficiels (k: kaolinite, m: montmorillonite), 10: faille NNE-SSW dont le rôle est particulièrement important pour l'explication du relief montagneux.

0 10 km

RÉSEAU DE  
FRACTURES

III

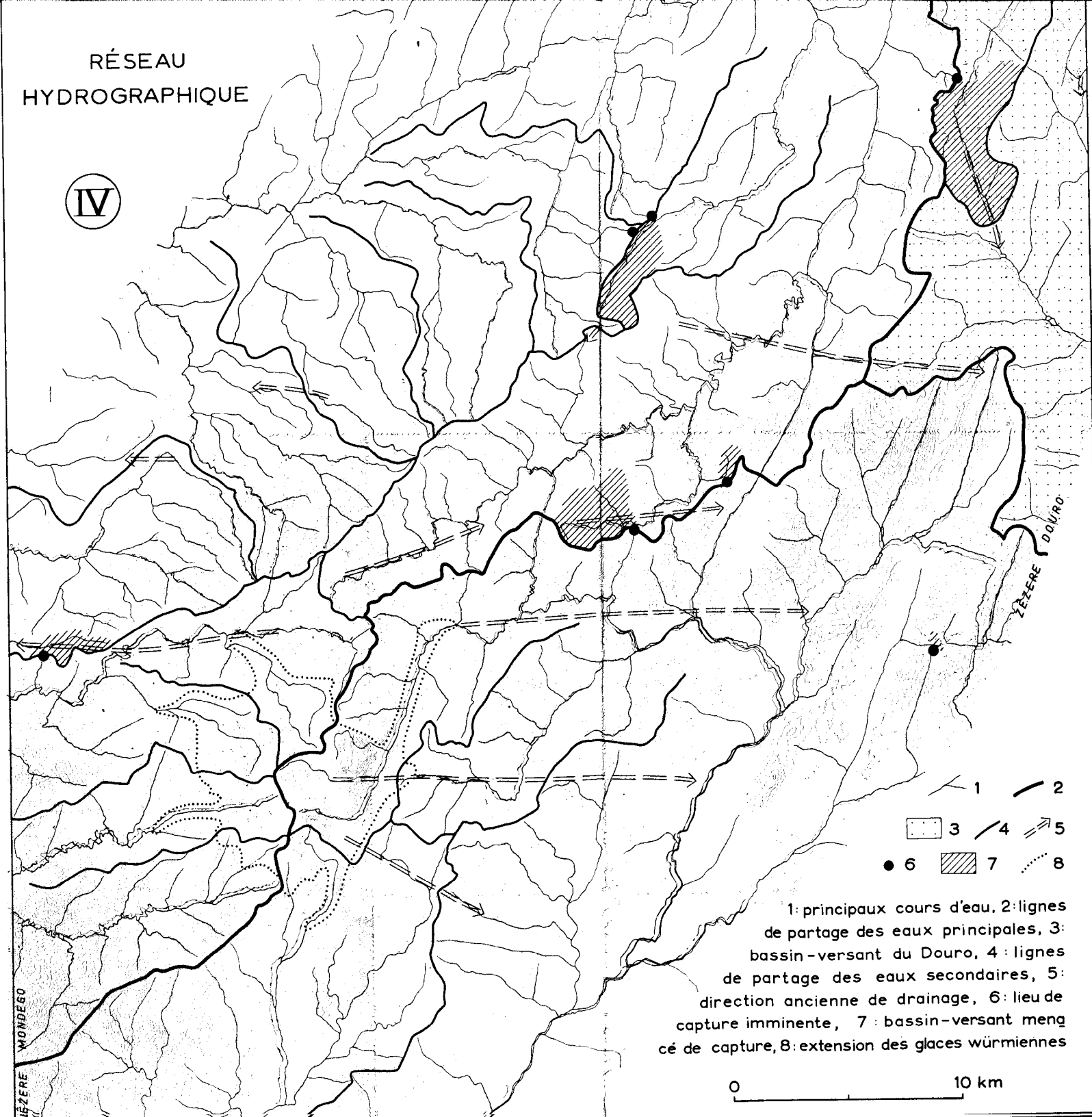


croquis établi par  
interprétation de  
photographies aériennes

0 10 km

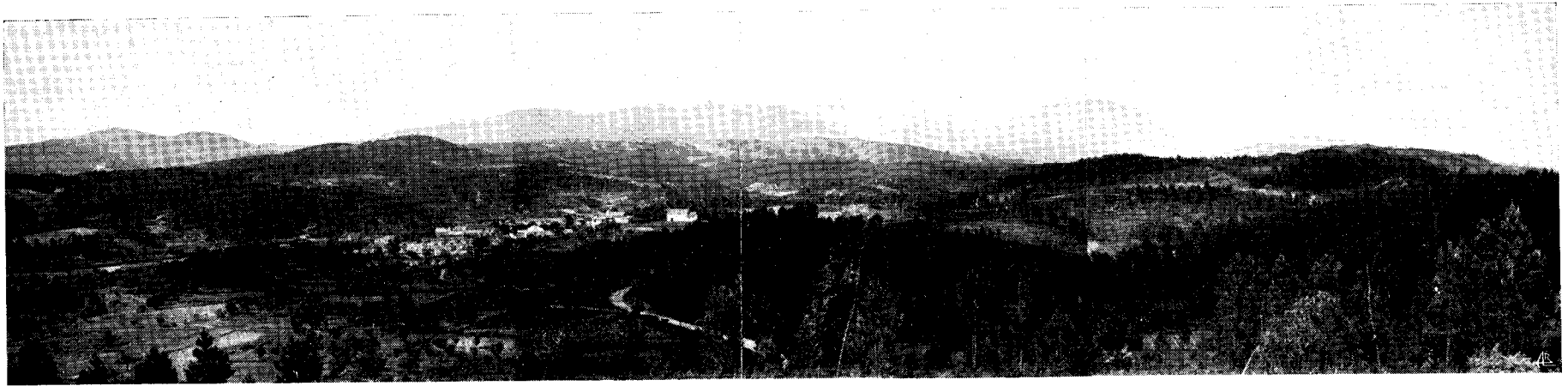
RÉSEAU  
HYDROGRAPHIQUE

IV

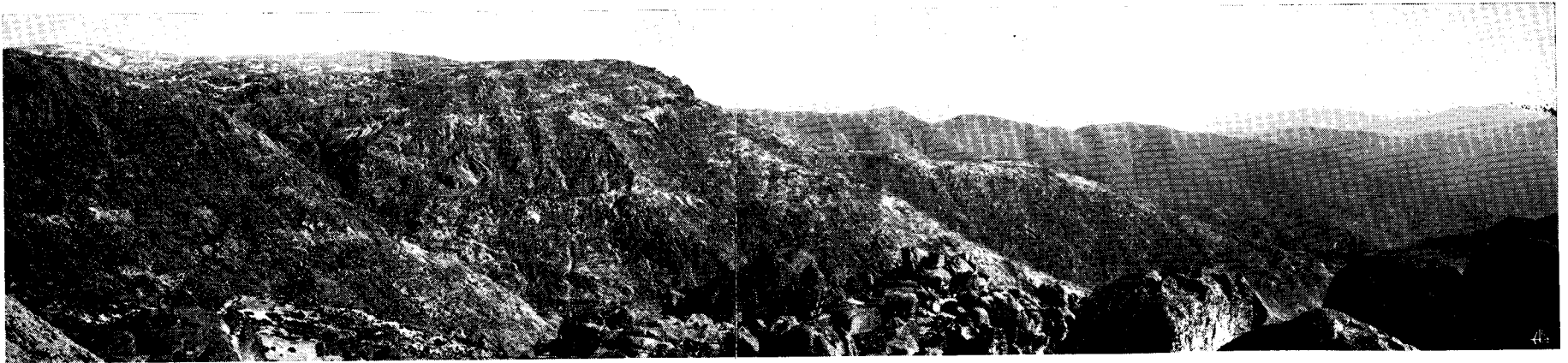


- 1: principaux cours d'eau, 2: lignes de partage des eaux principales, 3: bassin-versant du Douro, 4: lignes de partage des eaux secondaires, 5: direction ancienne de drainage, 6: lieu de capture imminente, 7: bassin-versant mélangé de capture, 8: extension des glaces würmiennes

0 10 km



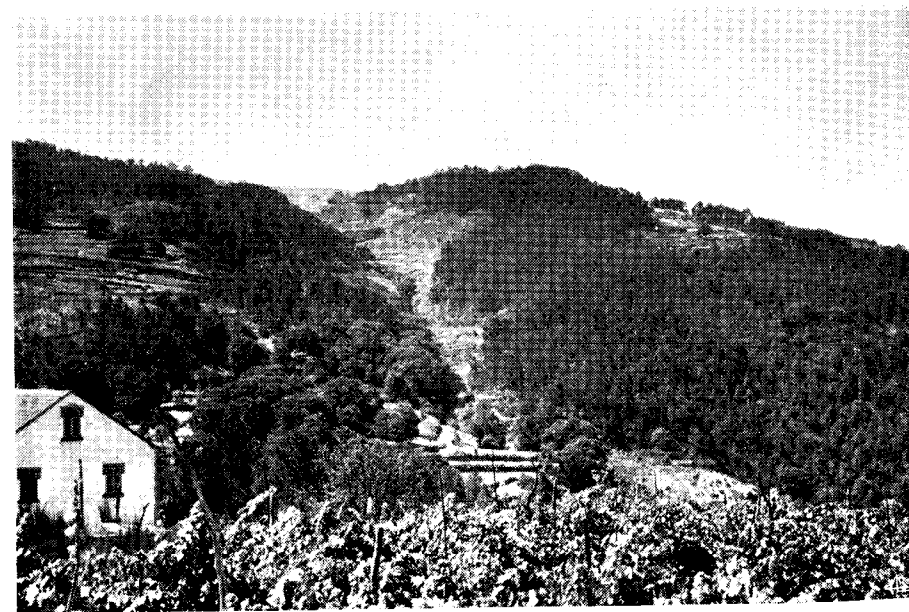
PL. I, A -- Rebord sud-ouest de la Serra da Estrela vu de la région de Paul. Au-delà d'une région de collines schisteuses drainées par la Ribeira de Unhais, le haut massif se dresse, entaillé profondément par la vallée d'Unhais qui sépare la coupole culminante de Torre du petit massif d'Alto da Pedrice.



PL. I, B -- Rebord sud-ouest de la Serra da Estrela vu de Penha do Gato. Au-delà de l'entaille profonde de la haute vallée de Loriga, on distingue, de gauche à droite, la coupole culminante de Torre (1991 m), l'escarpement de Penha dos Abutres (1819 m) et, derrière la vallée d'Alvoco, la crête dentelée de la Serra da Alvoaça. Hauts versants granitiques irréguliers contrastant avec les croupes de schiste visibles à droite.



PL. II, A — Structure «monoclinale» du granite diaclasé dans le cirque de Covões (haute vallée du Zêzere).



PL. II, B — Petite vallée de fracture de Senhora do Espinheiro, vue de la route de Póvoa Nova. D'orientation sensiblement Sud-Nord, elle forme un angle d'environ 45° avec la direction générale du versant nord-ouest de la montagne.



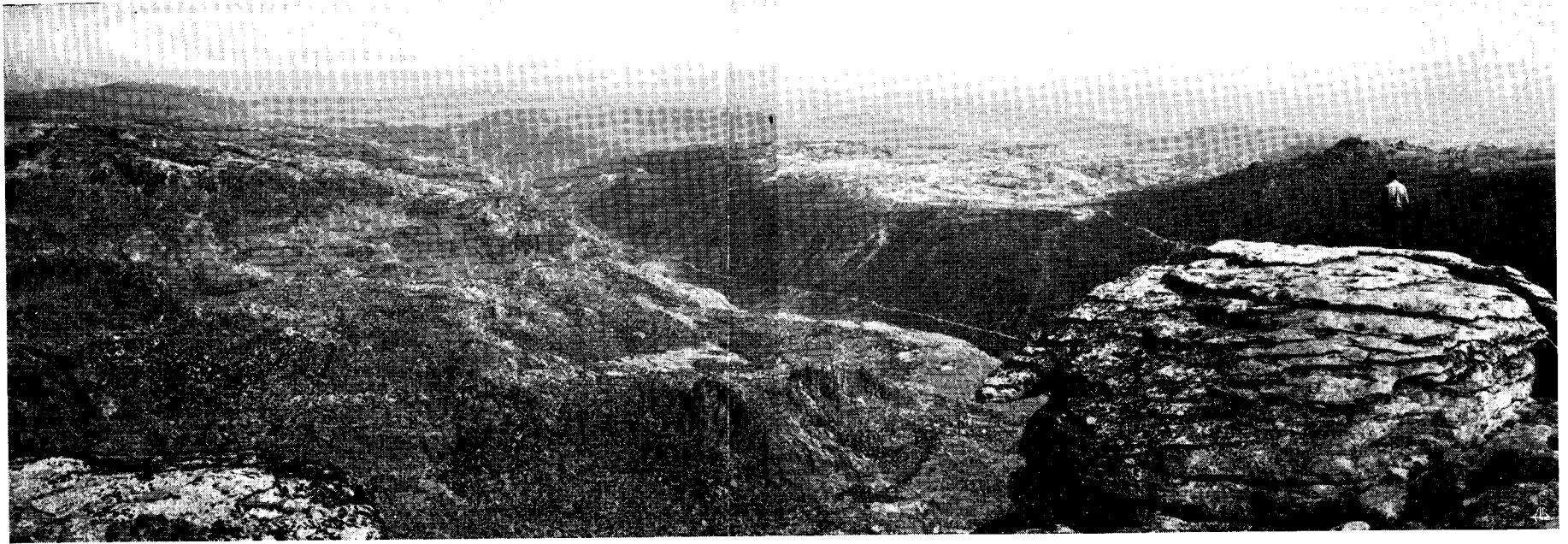


PL. III, A — Póvoa Nova. Contraste entre les replats entourant le village établi vers 850 m et la partie haute du versant qui s'élève d'un seul jet jusqu'à Santo Estêvão (1378 m).

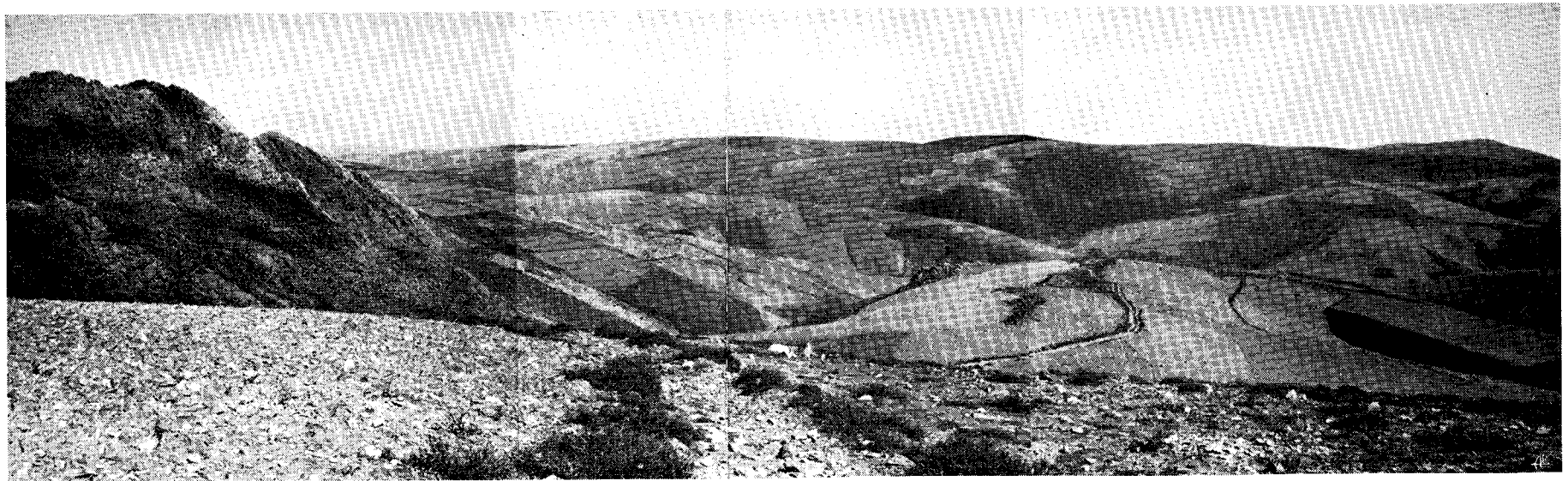


PL. III, B — Graben de piémont de Seia-Pinhanços vu de la route de Póvoa Nova.

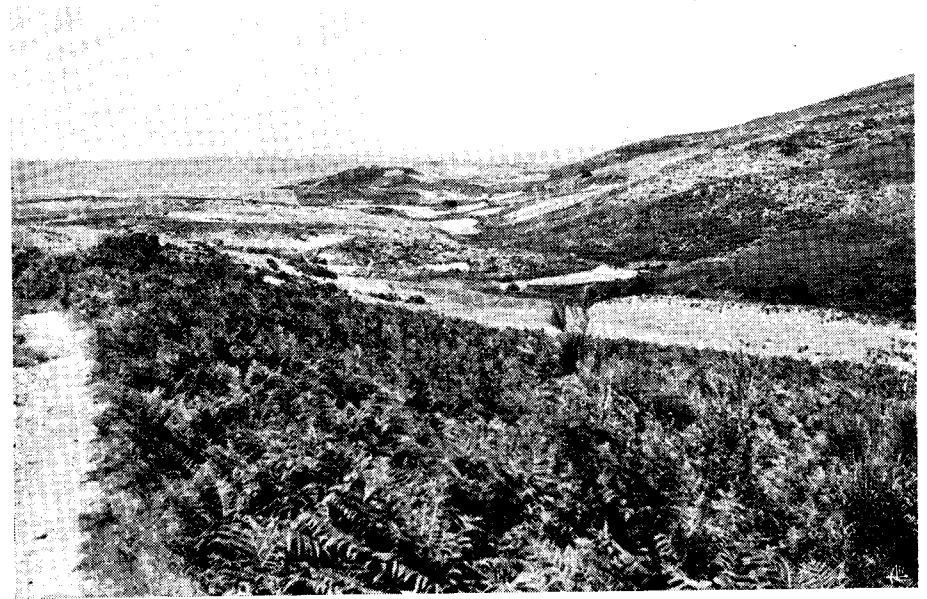




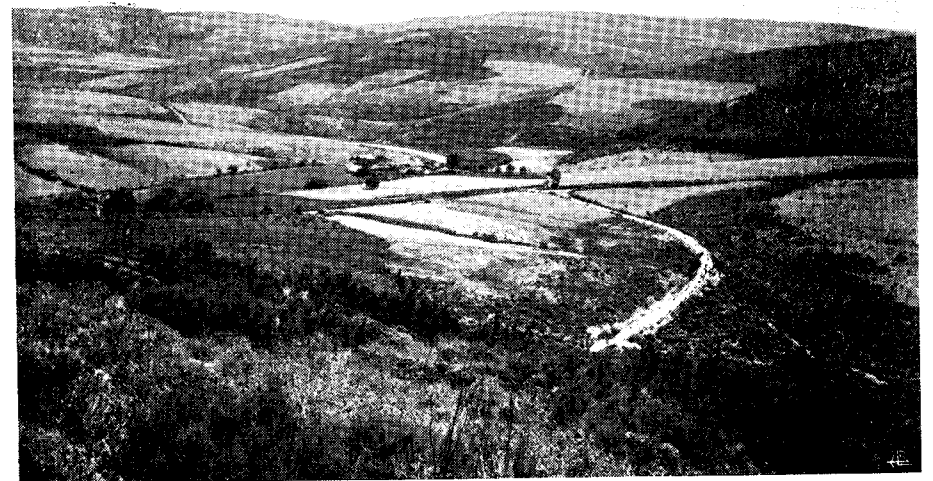
PL. IV, A — Haute vallée du Zézere vue du Cântaro Raso (1914 m). Rigide vallée de fracture retouchée par la glaciation et séparant, à gauche, les escarpements granitiques qui entourent le cirque du Zézere, à droite, le plateau de Poios Brancos (1704 m) dominant par un escarpement de faille, au-delà de l'ensellement de Lagoa Seca, le plateau de Curral da Nave (1490 m). Au fond, l'accident tectonique se prolonge à travers la partie schisteuse de la montagne dont les hauteurs aplanies de Corredor dos Moiros (1301 m) et de Azinha-Serra do Gato se distinguent par delà la branche ouest-est de la vallée du Zézere.



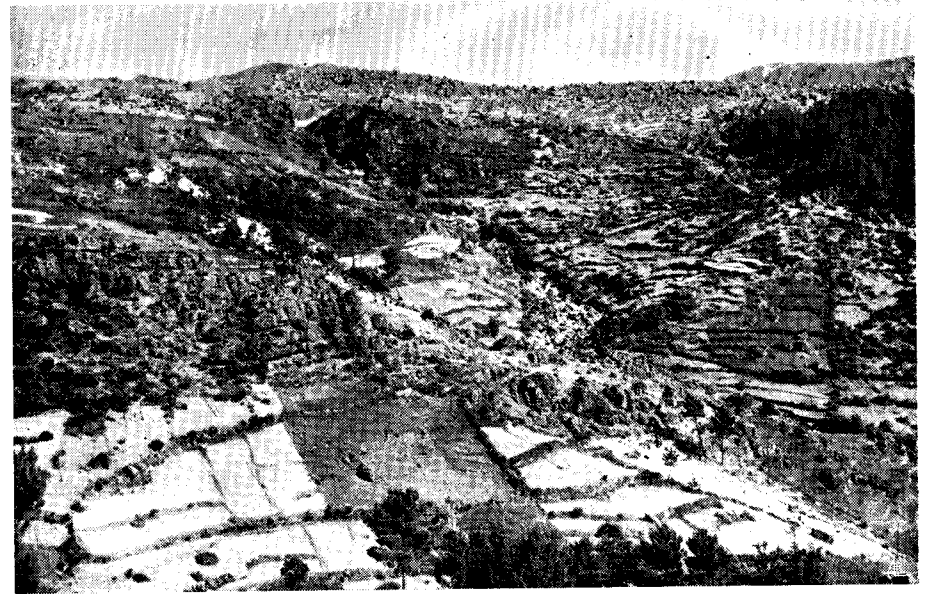
PL. IV, B — Haute vallée du Mondego vue d'un point situé à 1 km au Sud-Est du col de Folgosinho. A gauche, les hauteurs granitiques de Galhardos (1350 m), dominant les croupes schisteuses du bassin de Senhora de Assedasse (934 m). Au-delà de l'entaille du Mondego, on voit le horst schisteux aplani, constitué de gauche à droite par la Serra do Gato (1223 m), la Serra de Bois (1242 m) et le plateau dissymétrique de Azinha (1270 m) dominant l'entaille du Zézere.



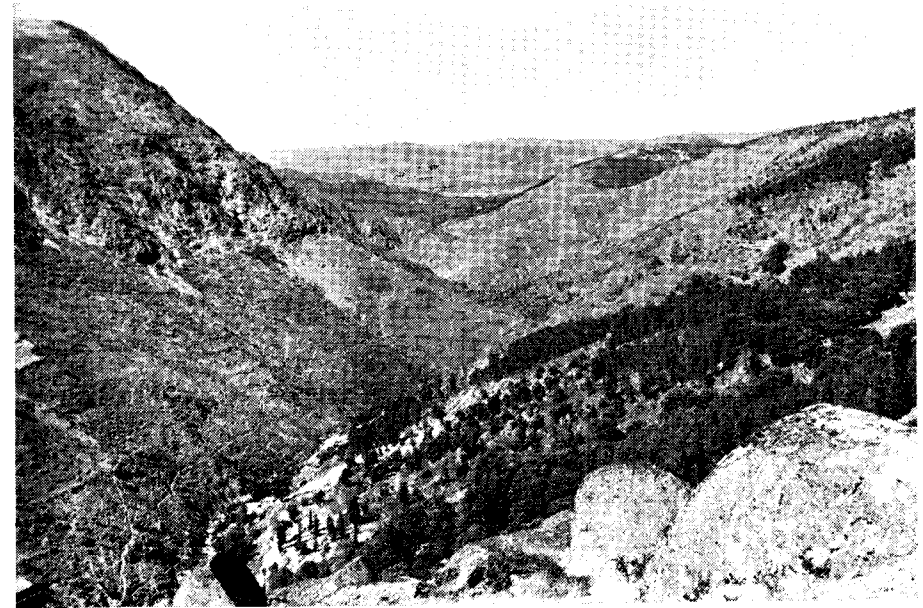
PL. V, A — Vallée dissymétrique de la Ribeira de Prados, dominant de plus de 500 m le bas pays du Mondego dont elle n'est séparée que par un interfluve réduit en plusieurs endroits à une dizaine de mètres de hauteur et une centaine de mètres de large.



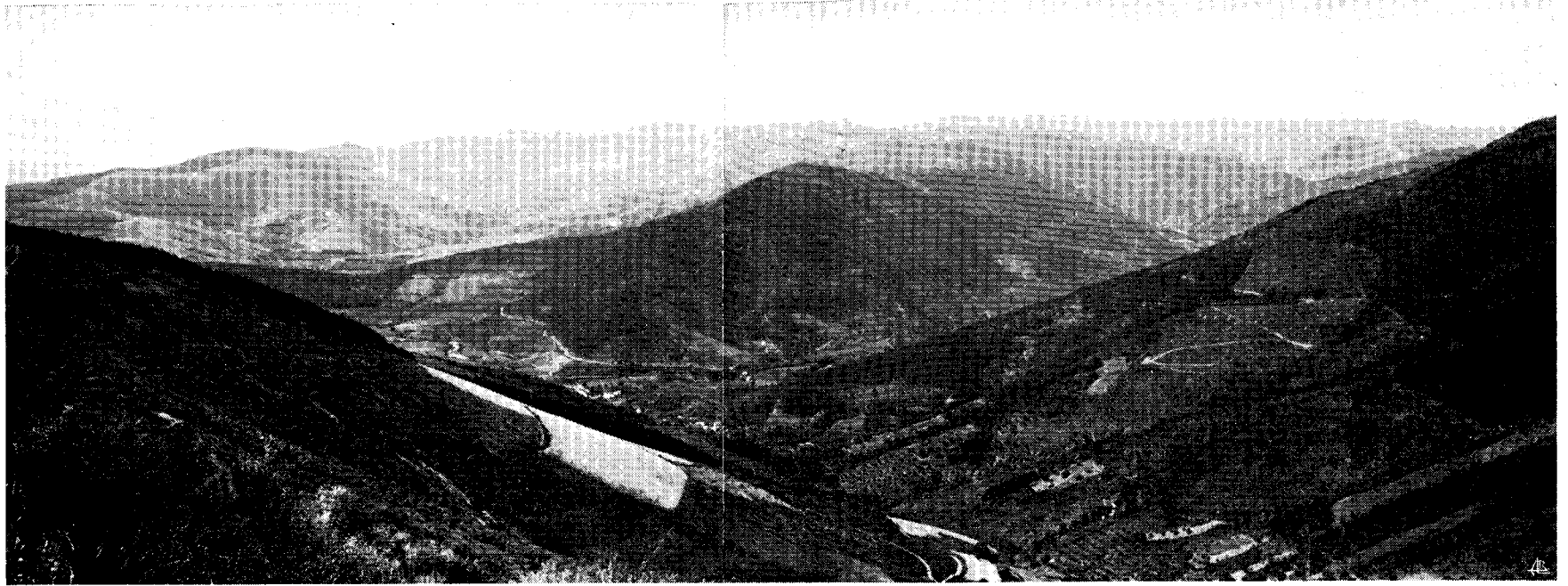
PL. V, B — Col de la Quinta du Fragusto (996 m), où l'entaille brutale du Vale de Amoreira (au premier plan à droite) menace de capture la vallée perchée de la Ribeira do Quêssere coulant de gauche à droite.



PL. VI, A — Haute vallée de l'Alva à l'amont de Sabugueiro (cf. fig. 7). La rivière commence à peine à entailler un escarpement tectonique où des chicots et des boules granitiques sont dégagés d'un manteau d'arène mis à profit par l'agriculture. Au fond, la moraine latérale droite du glacier de Covão do Urso.



PL. VI, B — Vallée du Mondego à l'aval de Trinta. Gorge de raccordement entaillée dans un étroit affleurement de schistes métamorphiques coincé entre deux massifs granitiques (la limite des deux roches est bien visible sur le versant gauche). On voit s'ouvrir au fond le bassin de Celorico.

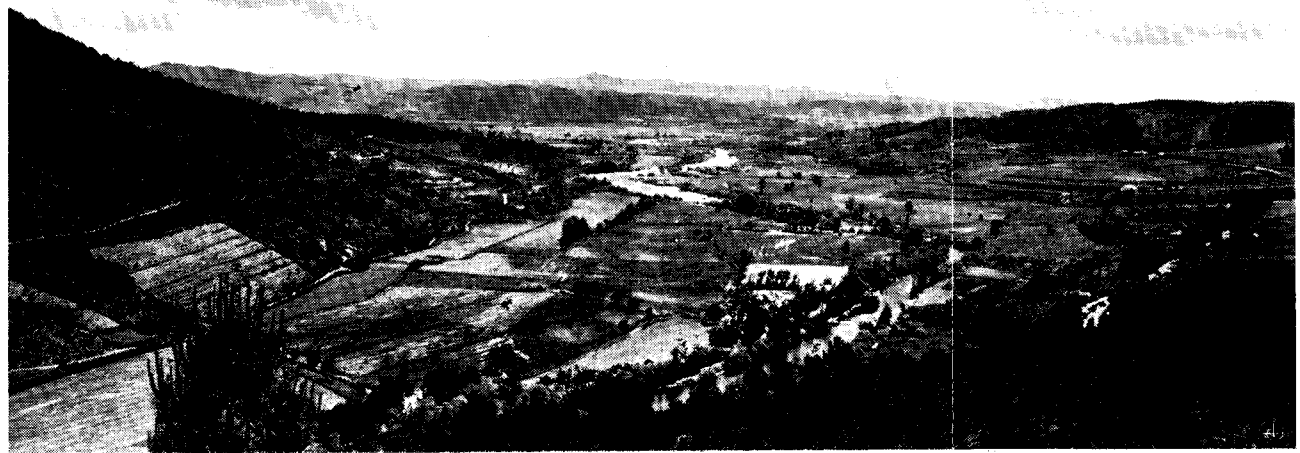


PL. VII, A — Bassin montagnard du Zêzere. Au premier plan la vallée de fracture de Vale de Amoreira, développée dans les schistes. Au second plan, la croupe sombre de Lomba das Cancelas (Azinheira, 1035 m) qui sépare à gauche l'ample bassin de Verdelhos fermé au fond par le plateau de Curral do Vento (1656 m), de la haute vallée du Zêzere dont on devine à l'extrême droite l'entaille rectiligne derrière le plateau de Curral da Nave (1480 m) et en avant du plateau de Torre (1991 m).

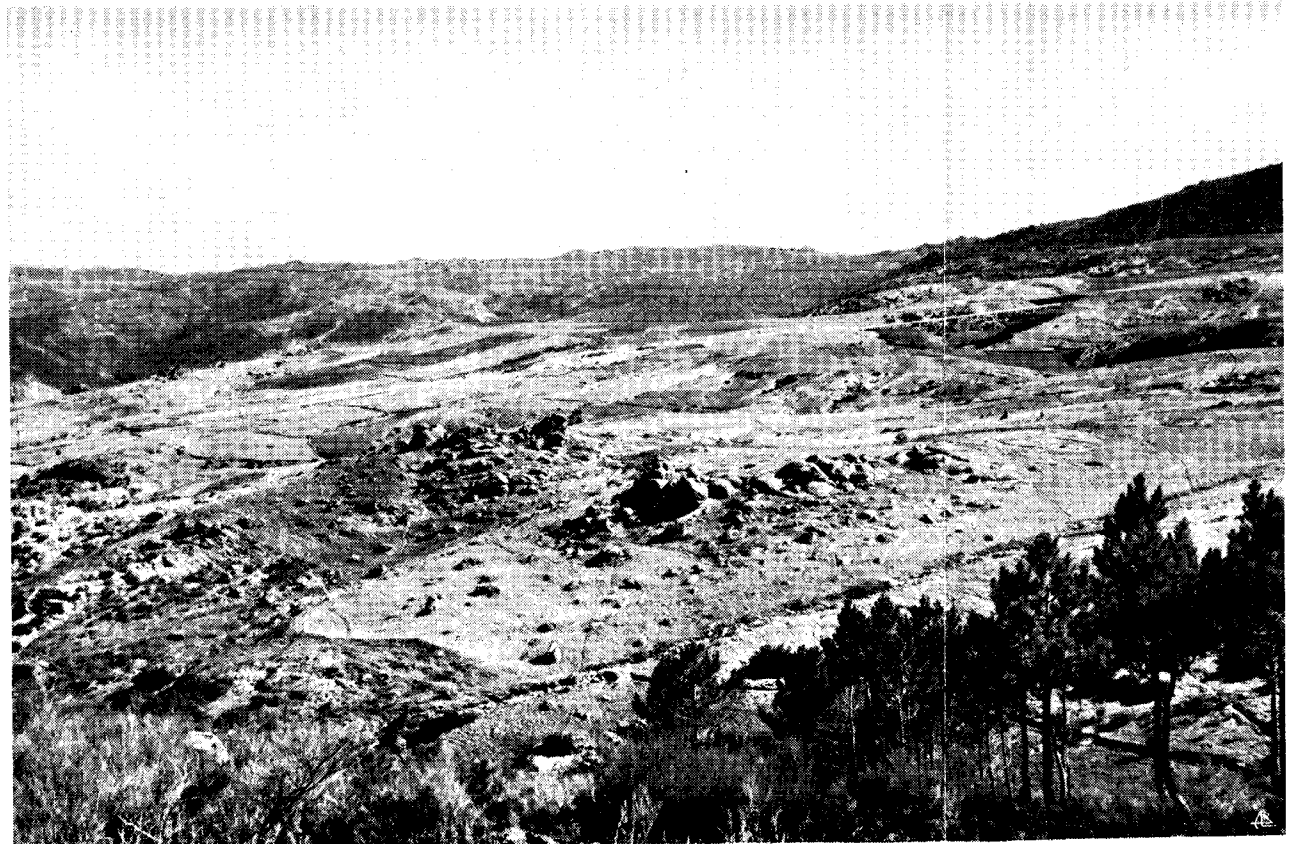


PL. VII, B — Vallée de Verdelhos (Ribeira de Beijames). Large fond aplani entre la croupe schisteuse de Curjeira (1134 m) à gauche et les hauteurs granitiques qui apparaissent au fond.

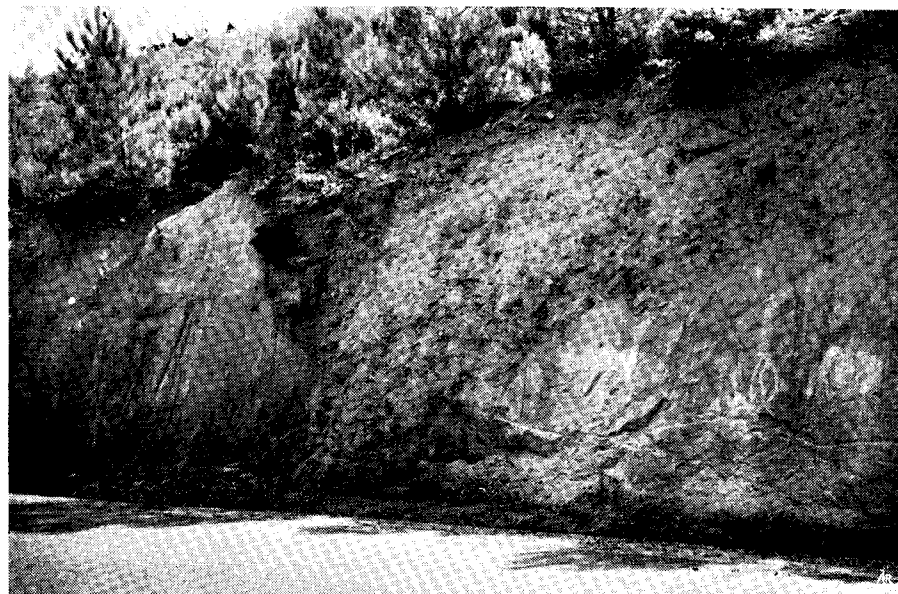




PL. VIII, A — Débouché de la vallée du Zêzere dans la Cova da Beira. Après le rétrécissement du premier plan dans les schistes métamorphiques, la vallée s'élargit dans les granites, puis tourne à angle droit dans la Cova encombrée d'«inselberg» d'orientation NNE-SSW. Large plaine alluviale inondable.



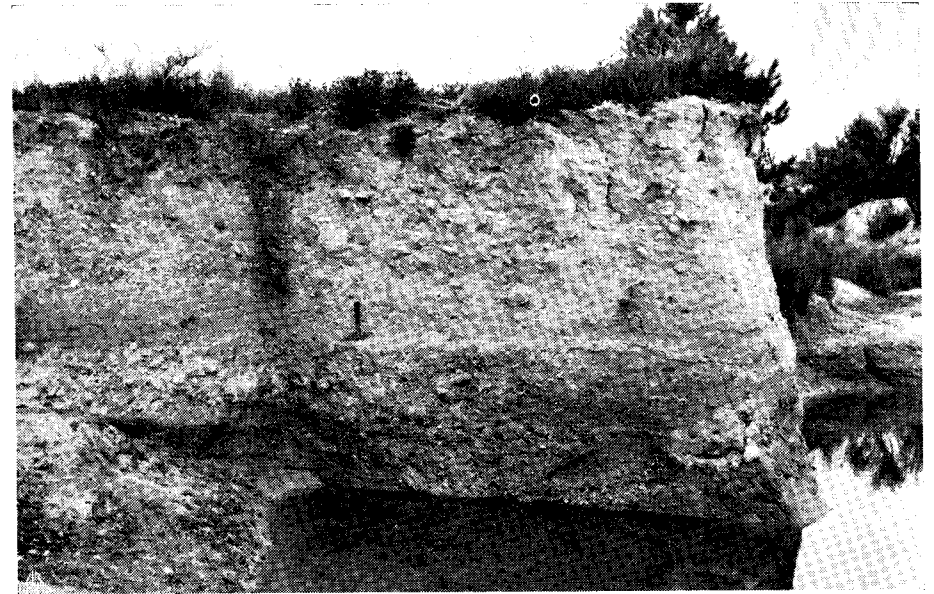
PL. VIII, B — Le plateau de Paramocl (1340 m), gradin tectonique dominant brutalement de trois côtés les entailles profondes de l'Alva et de ses affluents, et cependant encore pourvu d'un épais manteau d'arène de décomposition, à peine attaqué sur ses bords.



PL. IX, A — Coupe d'un ravin remblayé entaillé dans le schiste sur un versant de la Serra da Alvoaça (route d'Alvoco à Unhais).



PL. IX, B — Dépôt situé à la sortie sud-est de Rio Torto: lits sableux alternant avec des niveaux grossiers très hétérométriques à blocs de granite peu altérés.



PL. X, A — Dépôts couronnant le plateau d'Aljão (429 m): sédimentation en lits généralement réguliers avec, à la base, un cas de structure entrecroisée; lits alternativement fins et plus grossiers.



PL. X, B — Détail d'un lit grossier: mélange désordonné de blocs anguleux et émoussés, hétérométrie, nature pétrographique variée: quartz, granites fins, granites porphyroïdes grossiers.

orientations de drainage, mais entraîné aussi d'importantes entailles érosives et le développement d'aplanissements partiels.

Dans cette hypothèse, la montagne aurait vu se succéder trois types principaux de drainage, ayant chacun laissé des traces dans la topographie actuelle :

un drainage à direction prédominante Ouest-Est, établi à une époque où le bloc montagneux constituait un relief marginal de la Meseta,

le réseau du Mondego qui a probablement unifié des éléments de drainage plus anciens quand la montagne a pris l'essentiel de sa physionomie actuelle en s'inclinant du Sud-Ouest au Nord-Est. Nous verrons plus loin que des indices sérieux permettent de penser que le réseau du Zêzere était alors déjà esquissé et ceci sans doute dès l'époque précédente : on remarque en effet que sa direction générale, à l'aval de Manteigas, est la vieille direction Ouest-Est,

l'entaille du Zêzere et accessoirement de la Ribeira de Unhais, en fonction de l'enfoncement de la Cova da Beira, et celle du Mondego, en fonction du bassin de Celorico, qui ont profondément mordu dans la masse montagneuse. L'entaille des affluents de l'Alva restait cependant beaucoup plus discrète et tout un faisceau de causes concourent peut-être à l'expliquer : l'attaque était divisée au long de quatre branches et non concentrée en un tronc unique ; une tendance plus forte et plus prolongée au soulèvement a pu tenir en échec dans cette partie de la montagne le travail de creusement des rivières ; la disposition des différents types de roches du versant occidental est telle que le granite forme une haute barrière continue à l'amont d'un réseau hydrographique entaillé et ramifié dans les schistes de l'aval ; enfin joue peut-être la disposition très particulière en angles aigus des fractures affectant ce versant.

*(à suivre)*

SUZANNE DAVEAU