

CIÈNCIA

ANY IV REVISTA CATALANA G E N E R
NÚM. 27 DE DE 1929
CIÈNCIA I TECNOLOGIA

LA TECTONICA DE CATALUNYA

II

EN un article precedent ¹ exposàrem la manera general com interpretem el conjunt de la tectònica de Catalunya i hi esbossàrem somerament les manifestacions dels diversos moviments orogènics que han determinat l'estructura natural actual dels països catalans.

En aquest segon article ens proposem de completar aquestes dades generals i d'insistir, especialment, sobre la situació i caràcter dels plegaments més antics corresponents al sistema hercinià, que apareixen particularment bé en les valls del Segre i del Valira.

* * *

En el centre d'Andorra, i també en les regions centrals dels Pireneus catalans, l'orientació general de les crestes muntanyoses afecta una direcció aproximada OE., que coincideix, sovint, amb una sèrie de grans ondulacions d'edat anteluteciana (Pirenenc) que s'estenen en plecs imbricats rebutjats vers el sud. Hom pot seguir molt bé, per exemple, una faixa d'esquistos carburats negres del Gothlandià que entra a Andorra pel coll i per la vall del riu Montaner, continua després a través de la massa del Paderne i es remunta fins més amunt d'Escamp pel rieral del Cortals fins assolir els encontorns del coll d'Embalira.

(1) Vegi's CIENCIA «La Tectònica de Catalunya», vol. III, núm. 24, pàg. 229.

Aquestes ondulacions tombades vers el sud són la continuació de l'eix central de la serralada, el qual, en aquest indret sembla desdoblant i és marcat per masses de granit interposades al mig d'ones sedimentàries paleozoiques. Aquests massissos cristallins han actuat, naturalment, per metamor-

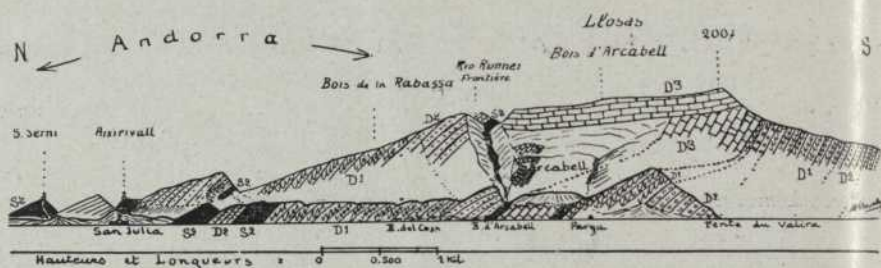


Fig. 1 - Secció del paleozoic entre St. Julià i La Farga de Moles

fisme sobre les roques sedimentàries, de la mateixa manera que aquestes darreres han reaccionat, a llur torn, sobre la roca cristallina; però l'orientació general OE. dels plects ha estat poc modificada per la interposició d'aquestes grans masses resistents. El granit sembla haver penetrat perforant les capes sedimentàries, de les quals, en molts casos, es troben fragments

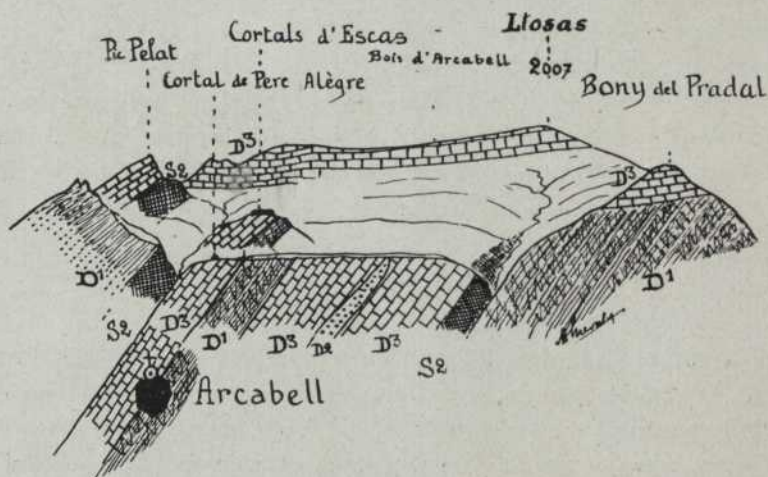


Fig. 2 - Secció del paleozoic a Arcabell

encaixats en el mateix granit. Aquests fragments han conservat llur orientació original del plegament OE.

L'orientació del tot diferent que prenen determinades capes paleozoiques pirenenques, que afecten una direcció general NO. SE.—orientació que hom retroba tant a l'E. com a l'O. dels Pireneus catalans—representa

la direcció dels plegaments hercinians en llur aspecte armoricà, dels quals hem exposat ja el sistema.

Aquesta nova orientació dels sediments paleozoics s'observa molt bé entre la Farga de Moles (frontera d'Andorra) i la Seu d'Urgell, al llarg del curs del Valira, i, també, entre la Seu d'Urgell i la Cerdanya, seguint el Segre. Els tall i mapes adjunts demostraran, millor que tota descripció, la situació i direcció d'aquells sediments. Hom hi pot constatar una successió regular de plecs imbricats i orientats NO. SE., en els quals apareixen falles que estableixen contactes anormals entre determinats estrats. Aquestes restes de plegaments hercinians sembla com si haguessin resorgit de l'interior a la superfície, sota l'empenta de nous moviments orogènics, que serien, justament, els moviments d'edat pirenenca.

El conjunt dels sediments paleozoics és representat pel Silúric i pel Devònic, l'edat dels quals ja havia estat reconeguda per LEYMERIE, encara que,

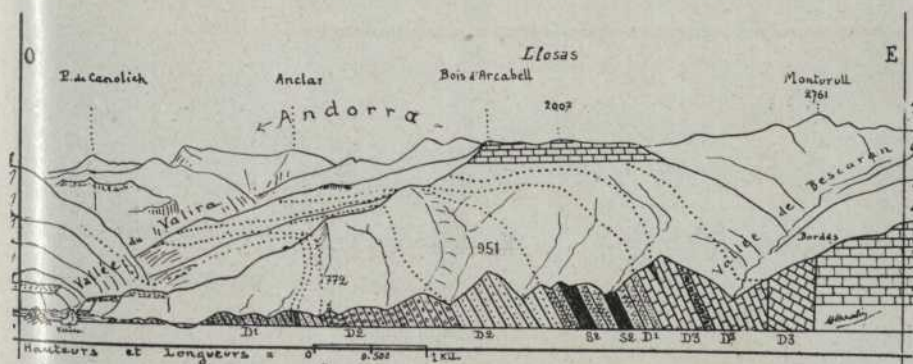


Fig. 3 — Secció de la riba dreta del Segre, entre Torres i la Torre Solsona (Seu d'Urgell)

després, alguns geòlegs hagin cregut, massa lleugerament, que podien modificar aquestes primeres determinacions. Per la nostra part, creiem que l'edat dels terrenys sotmesos als moviments orogènics intensos del plegament hercinià en les baixes valls del Valira i les més altes valls del Segre, pot ésser fixada com segueix:

A la base, pissarres dures i de color fosc amb *Orthys Actoniae* i graptolites diprionidians, representen l'Ordovicià, visible no lluny de Sant Julià de Lòria (Andorra). En determinats indrets hom reconeix grauwackes del Caradoc. Aquest Ordovicià és assenyalat S1 sobre el nostre mapa i els tall.

Sobre d'ell, en concordança, hom observa els esquistos carburats negres amb graptolites monoprionidians ben coneguts en tots els Pireneus, on formen un nivell constant i fàcil de reconèixer. Aquests esquistos, que conte-

nen boles de pirita de ferro sovint fossilíferes, són clapejats en llur part superior per calisses negres ampelitoses amb *Cardiola interrupta*, *Orthoceras Bohemicum*, *Monograptus Priodon*, etc. El conjunt constitueix el Gothlandià indicat per la lletra S2. El Devònic és representat en la seva part inferior per vetes d'esquistos pissarrosos, sovint molt tendres, que devenen terrosos. Aquests esquistos contenen, encara, graptolites monopronidianes i, també, *Tentaculites irregularis*, *Spirifer pellicoi*, *Leptema Murchisoni* i *Atrypa reticularis*. Representen el Gediníà (D1) i a llur cim es transformen en formacions gresoses, fines d'antuvi, grolleres després. Aquests esquistos i gresos devenen rosats en desagregar-se. A llur part superior, els gresos passen a un dipòsit de pudingues virolades verdes i morades i d'un roig de vi, amb intercalacions d'esquistos i de *Lumachelles* del mateix color, que poden ésser assimilats a la grauwacke amb espirífer de Coblenz (Coblenzià D2). Aquestes pudingues formen els pics de sobre Calvinya, sota el Pla

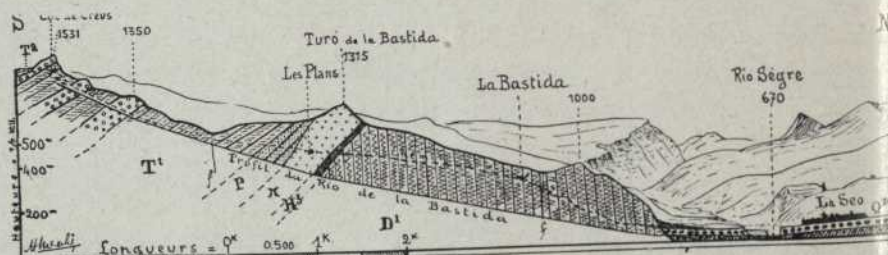


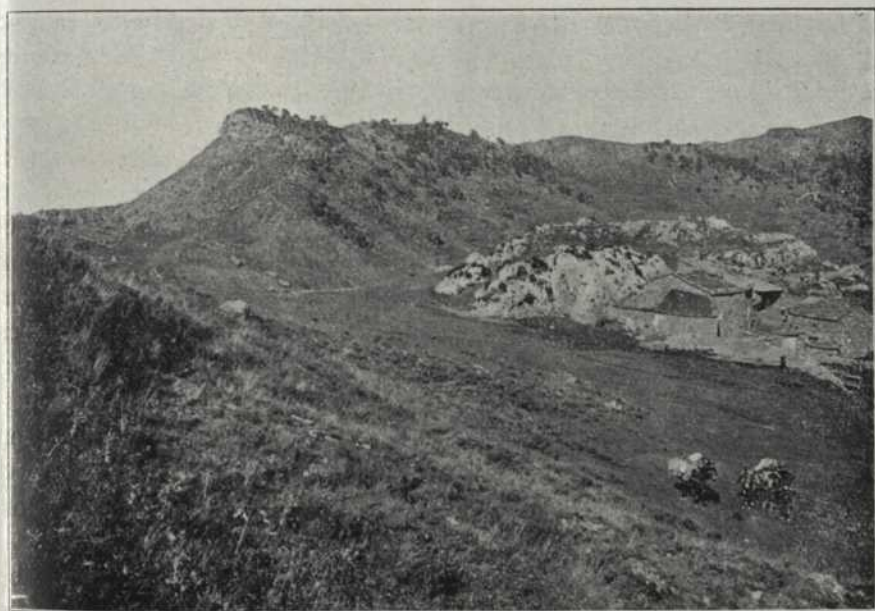
Fig. 4 -- Secció al llarg del barranc de la Bastida, de la Seu d'Urgell al coll de Creus

de Lloses. Hom les retroba al llarg del camí de la Seu a Puigcerdà, no lluny de Torres a Sant Pere; les *lumachelles* contenen *Spirifer Pellicoi*, *Leptema Murchisoni*, *Atrypa reticularis*, *Atrypis undata*, *Strophomena Verneuil*, *Orthis striatula*, *Pleurodictyum problematicum* que nosaltres hem pogut reconstituir per motlleigs.

El Méso-Devònic (D3) és representat per tota una sèrie de calisses blaugrises—molt sovint transformades en dolomies rogenques—que contenen encrines, ortòcers i braquiòpodes, que formen la massa del Bony del Pradal, sobre Arcabell.

El Devònic superior (D4) és representat per calisses clapejades de roig, que continuen en concordança les del Devònic mitjà; contenen goniàtites. Aquestes calisses formen formosos marbres gríotics i es troben al cim del Cap de la Plana, sobre Sant Vicents, a l'est de la fig. 3. Si passem la riba S. del Segre, per les valls de Serch o de la Bastida que baixen dels peus de Cadí, hom retroba les mateixes calisses del Devònic inferior, els esquistos carburats del Gothlandià i les calisses del Devònic mig superior tots en concordança. Però a sobre del Devònic superior, hom nota una discordan-

ça molt marcada que separa aquests dipòsits de la formació següent que representa el terreny huller (Estefanià). Aquest terreny carbonífer és format per esquistos negres terrosos amb intercalació d'estrats d'hulla que contenen vegetals de l'Estefanià superior—*Calamites*, *Nevropteris*, *Sphenopteris*, etc. Aquests estrats, l'espessor dels quals varia entre 20 i 50 metres, són cavalcats en concordança per una espessa capa de gresos groguencs, bastant grollers, que contenen en alguns indrets llits de vegetals d'aspecte Autunià, la qual cosa ens inclina a assimilar-los amb el Pèrmic. Caval-



Fot. M. Chevalier

Fig. 5 —El coll de Creus en els gresos del Trias, dominats per un serradal de pudingues. A la dreta es veu una clapa de calisses del Trias mitjà.

cant aquests gresos grocs, hom en troba d'altres d'un aspecte tot diferent, més grollers, de color roig-morat i que contenen bancs de conglomerats. Aquests gresos roigs representen el Trias inferior i segueixen per tot el llarg de la vall amb un espessor enorme que arriba fins al coll de Creus. Sobre d'ells, en aquest coll, un espès banc de conglomerats del mateix color, que marca la fi del Trias inferior, marca, també, la cresta de la serra. Aquests gres i conglomerats del Trias inferior de tan considerable espessor posen de manifest l'efecte de demolició acomplert i com les capes hercinianes havien estat ja arrasades. Entre els elements detrítics, sobretot en les pudingues, hom troba, en efecte, tots els elements de les roques que cons-

tituïen les muntanyes hercinianes: esquistos pissarrosos ordovicians, calisses i esquistos gothlandians, fragments de quarcites càmbriques, trossos de granit, calisses amb ortòcers i goniàtites del Devònic i àdhuc amb fragments de pòrfirs i de melafirs de les roques eruptives emeses al curs d'erupcions volcàniques permo-carboníferes.

De l'altre costat del coll de Creus, sobre el vessant S. de la serra, una clapa molt petita de calissa blanca representa el Trias mitjà, el qual apareix més desenrotllat quan hom arriba a Adrayent (Vegi's fig. 5). En la vall de la Bastida hom observa, també, que un gros filó de pòfir verd ha travessat tot el Carbonífer i es presenta intercalat al mig de gresos grocs pèrmics. Aquest pòfir, posterior doncs al pèrmic, és, no obstant, anterior al Trias, ja que els sediments d'aquesta època en contenen fragments manifestament arrancats a la roca veïna (Vegi's la fig. 4).

Remuntant la vall del Segre, partint de la Seu d'Urgell, es troben, també, els mateixos fragments del plec hercinià en esquistos i calisses paleozoïcs de la mateixa naturalesa que entre la Farga i la Seu o en les valls de la riba S. del Segre. El plegament hercinià que apareix netament sotaposat al plegament pireneic, talla en angle agut la direcció del riu. Sembla, talment, que hi hagi com un trau gegantí, que obrint-se des de la vall de Noves, s'estén per la vall del Segre fins a la Cerdanya, i deixa veure els plecs hercinians en llur orientació armoricana NO.SE. que es capfiquen sota el plegament pireneic antelutecià. L'orientació OE. dels plecs d'aquest plegament apareix amollonada pels llavis d'aquest trau, marcats per les crestes del pla de Lloses i de la Roca de Puigcerdà al Nord i les crestes triàsiques del Nord del Cadí al Sud.

A Isòbol, entrant a la Cerdanya, el Devònic superior, sota forma de belles calisses griotiques roges amb goniàtites, concorda amb el Dinantià marí, el qual apareix, també, a l'estat de calissa griotica amb les mateixes goniàtites. ROUSSEL, però, ha trobat en aquest Dinantià *Dictyodora Liebeana* Geinitz, i altres restes vegetals, que indiquen el Culm de Turingia. Les griotes devòniques i carboníferes d'Isòbol pertanyen al plegament armoricà hercinià, el mateix que els esquistos del Devònic inferior que també poden ésser observats en la vall de la Molina, fins al coll de Tosses i que són igualment orientats segons la direcció general NO.SE.

Si ara passem al vessant sud pireneic, en les altes valls del Ter i del Fresser, podem constatar els mateixos aspectes geològics. A Camprodon, on el plegament hercinià es presenta, també, en la seva direcció armoricana NO.SE., els sediments de l'Ordovicià passen als de Gothlandià en concordança, d'igual manera com aquests darrers són continuats pel Devònic inferior i, després, per les calisses del Devònic mig i les griotiques amb ortòcers i goniàtites del Devònic superior i Carbonífer inferior. A més, és la ca-

issa griotica la que forma la massa de les serres de Sant Antoni, serra Cabellera, Coma armada, etc. L'Estefanià superior que representa l'Huller de les mines de carbó de Sant Joan de les Abadesses és, al contrari, fortament discordant i és, també, travessat per pòfir. Encara més a l'est, hom retroba el plegament hercinià en direcció armoricana fins a les serres de Rosses.

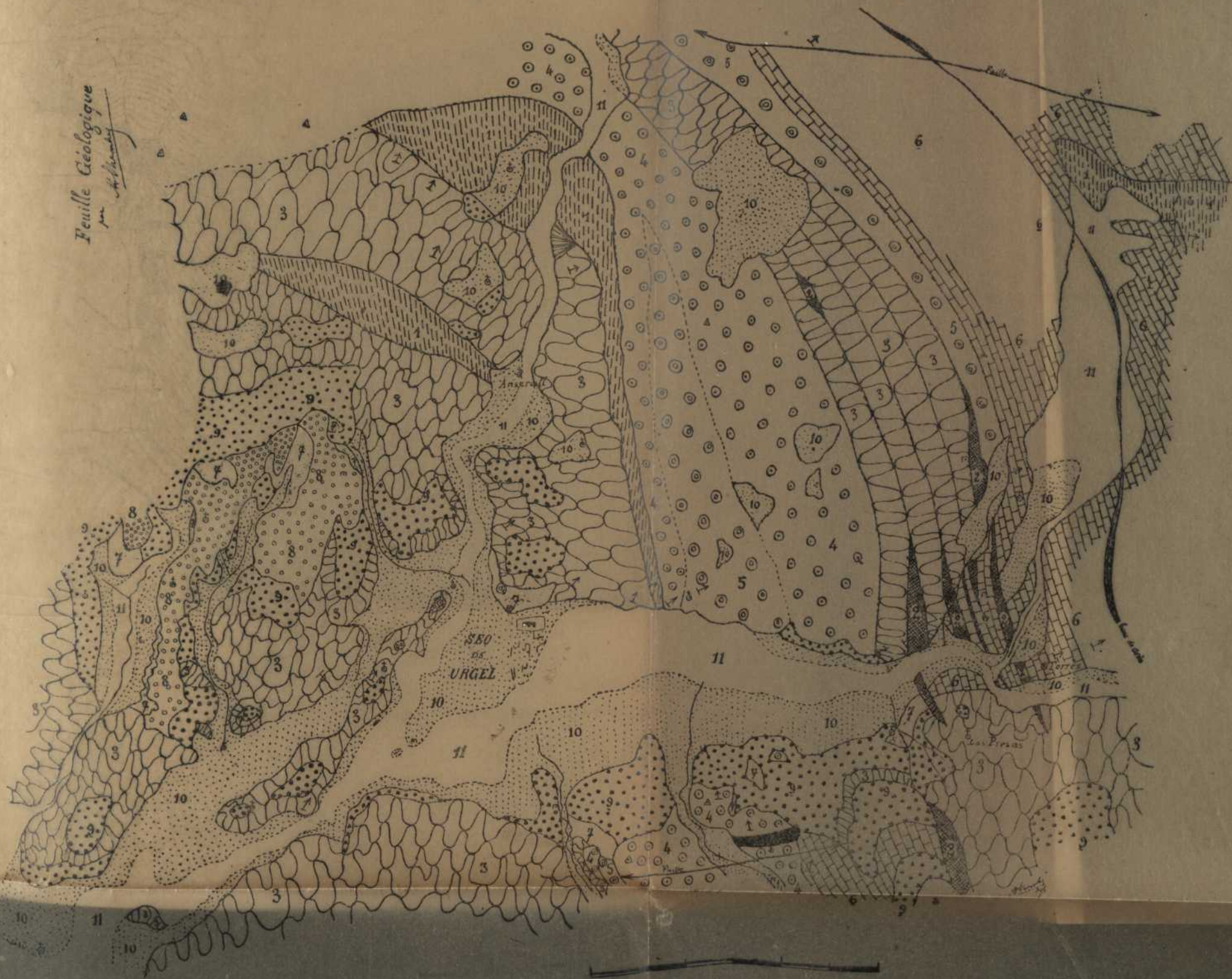
Així, en resum, tot el bloc hercinià dels Pireneus catalans forma una massa de conjunt resistent, que reuneix tots els sediments paleozoics en concordança fins al Dinantià (Carbonífer inferior), en la qual l'orientació del plegament és netament armoricana, i s'uneix als plegaments de Bretanya. Aquesta massa, tot i haver estat completament arrasada després del Trias, ha jugat, no obstant, un rol important en el transcurs dels moviments orogènics successius (alpí i sobretot pirenenc) que han afectat la Catalunya del nord. En la Catalunya del sud, és a dir, en la massa herciniana de les muntanyes de llevant (plegament del Montseny i serralades litorals) els moviments orogènics s'han manifestat de la mateixa manera i tota la sèrie de sediments paleozoics s'hi retroba en concordança des de l'Ordovicià fins al Dinantià. El Carbonífer inferior és, en general, representat per lidianes (Horta, Papiol, Vallcabra), concordants amb el Devònic subjacent. L'Huller, quan existeix, discrepa del Dinantià i aquesta discordança no és deguda a falles, sinó als moviments orogènics. No obstant, en la massa de la Catalunya herciniana del sud, l'orientació dels plegaments és en questa ocasió SO. NE., ço que correspon a la direcció varisca del sistema hercinià. Tal com hem vist, aquesta massa herciniana varisca del sud es relliga a la massa herciniana armoricana del nord, per mitjà d'una aresta de *rebroussement*, amagada avui sota l'Empordà i els plecs rebaixats de la qual es retroben, fossilitzats, sota la muntanya de Montgrí i a Figueres.

* * *

Així, d'una manera general, hom constata que en tot Catalunya els sediments paleozoics són concordants de l'Ordovicià fins al Carbonífer inferior i que són representats per dipòsits marins observables en els plegaments hercinians o pirenencs. La mar s'estengué, doncs, sobre tot Catalunya durant l'era primària; les fusilines (*fusilina sphaeroidalis*) indiquen que el dipòsit és ja carbonífer quan les capes marines passen insensiblement de les calisses griotiques del Devònic superior al Carbonífer marí inferior o Dinantià. Els gresos micacis pudingiformes del cim indiquen que ja s'iniciaven els primers moviments hercinians. En quant al Carbonífer superior, és representat per dipòsits decelladors d'un règim terrestre i continental. Són sediments d'aspecte lacustre que reposen en discordança so-

bre tots els altres dipòsits paleozoics que els suporten. Aquests sediments que contenen els estrats de carbó de l'Huller, s'han dipositat en petites conques lacustres de la mateixa faisó que els del massís central francès o els d'Armòrica, on les condicions climàtiques i topogràfiques eren semblants. Sobre les muntanyes hercinianes ja aixecades en l'aire, s'esglaonava una abundant vegetació al voltant de mantells d'aigua, en els quals els torrents del veïnatge abocaven els detritus vegetals arrancats dels flancs de les muntanyes, els quals venien, així, a barrejar-se amb les argiles i els saulons despresos de les roques d'aquells encontorns. Aquests mantells d'aigua, que d'aquesta guisa s'omplien poc a poc, s'esglaonaven en valis longitudinals, generalment sinclinals, paraleles a les ondulacions NO.SE. del plegament hercinià. Els dipòsits hullers que actualment són visibles tenen, així mateix, aquesta orientació general herciniana armoricana en els Pireneus i herciniana varisca en les muntanyes de Llevant. En els Pireneus, però, degut a què les direccions armoricanes han estat modificades pels moviments pireneics antelutecians, el fet és menys visible que en les muntanyes de Llevant.

Hom pot dir que tot l'Huller català correspon a l'Estefanià i, àdhuc, a l'Estefanià superior, i que es troba localitzat en una sèrie de petites conques tals com les de Gramos (La Parròquia d'Orto), Navines, La Bastida, Serch, Isobol, en els Pireneus; Ogassa i Surroca al peu de la Serra Caballera, prop de Sant Joan de les Abadesses; les del Priorat a les muntanyes de Llevant, etc. Aquests dipòsits hullers són cavalcats, en general, per un dipòsit gresós que conté, de vegades, estrats amb vegetals assimilables al Permian. Determinats dipòsits d'Huller català que fins ara havien estat assimilats al Westfalià (Carbonífer mig), opinem que han d'ésser definitivament atribuïts a l'Estefanià. Creiem que el Carbonífer mig no existeix a Catalunya i que la seva absència és deguda, justament, a l'acció dels moviments orogènics hercinians que no li han permès de dipositar-se. Afegim, de passada, que el plegament hercinià, a l'igual que els plegaments pireneic i alpi, es produí, sobretot, subterràniament. Els grans plec i els corriments deguts a la plasticitat de les capes sedimentàries, sota l'acció de la calor i de la pressió, emergiren a la superfície força temps més tard, com a conseqüència de moviments de conjunt, d'ordre, sobretot, epirogènic, que permeteren l'entrada en acció dels agents atmosfèrics i l'acompliment de llur obra de demolició, gràcies a la qual apareguren a la superfície les arrels dels plegaments abans amagats profundament. A l'igual que en el massís central francès, els dipòsits hullers catalans han estat acompanyats i seguits d'erupcions volcàniques que s'han produït posteriorment al plegament hercinià. A més, hom remarca d'una manera general que les erupcions volcàniques segueixen gairebé sempre les grans fases dels ple-



Explicació dels terrenys:

1. Esquistos pissarroso de l'Ordovicià.
2. Facies carburats i calisses ampelloses del Gotlandia.
3. Esquistos terrós del Ordovicià.
4. Gresos grés.
5. Pudingues verdes i morades del Coblenzès.
6. Calisses del meso-devòic.

Devòic inferior

Carta geològica dels voltants de la Sena d'Urgell

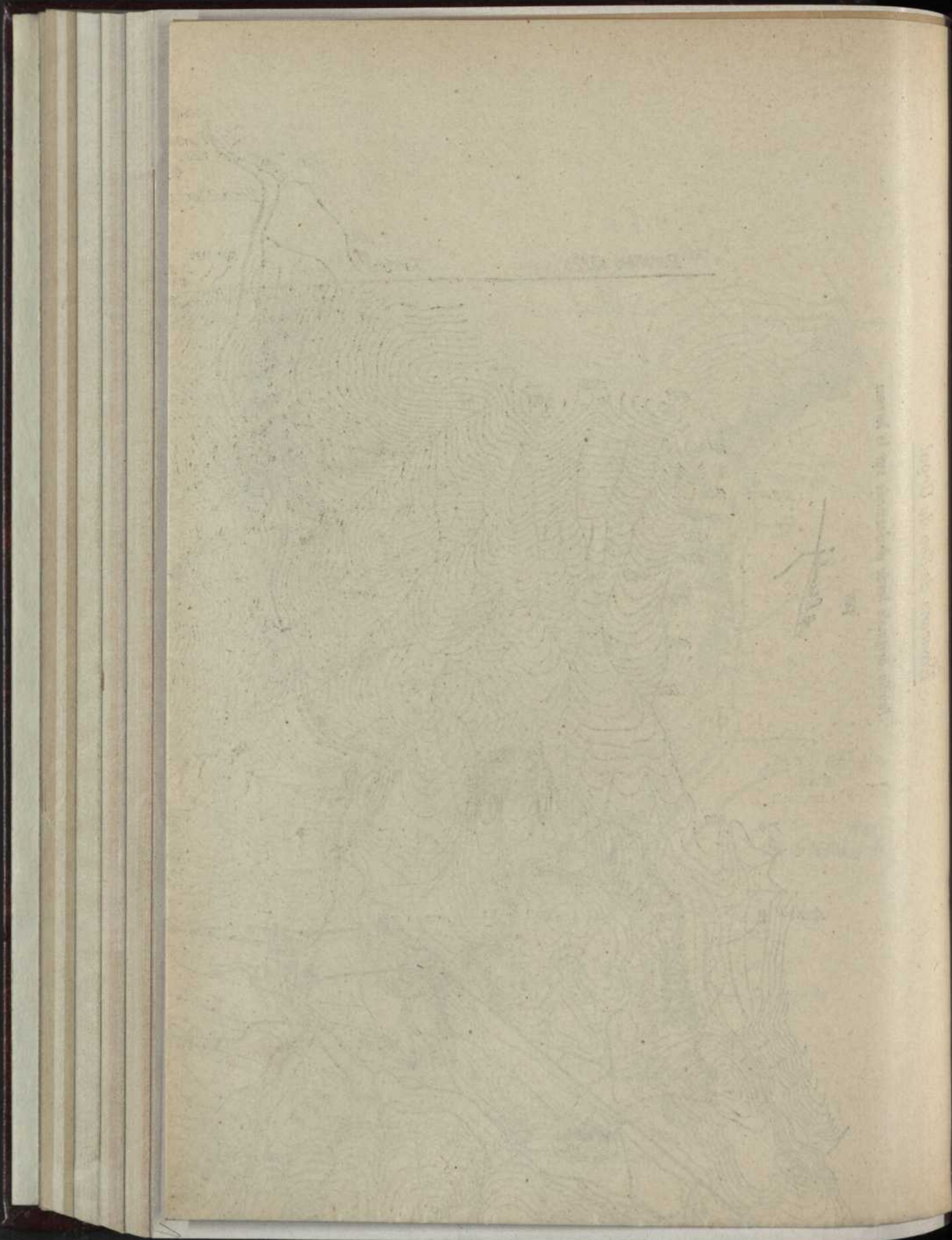
segons els treballs originals de l'autor

7. Argiles blanques; argiles negres (ligues); argiles vermelles (amb mamlers) del Sarmatià.
- 7 bis. Argiles rutilants del Pontia.
8. Pudingues i arenas grogues del Pliocènic.
9. Aflujons marcats dels planells (sicilia).
10. Aflujons diluvials de l'alta terrassa quaternària (Rissia).
11. Aflujons recents de la terrassa mitja (Wurmia i del lit major actual (baixa terrassa)).

A. Duran

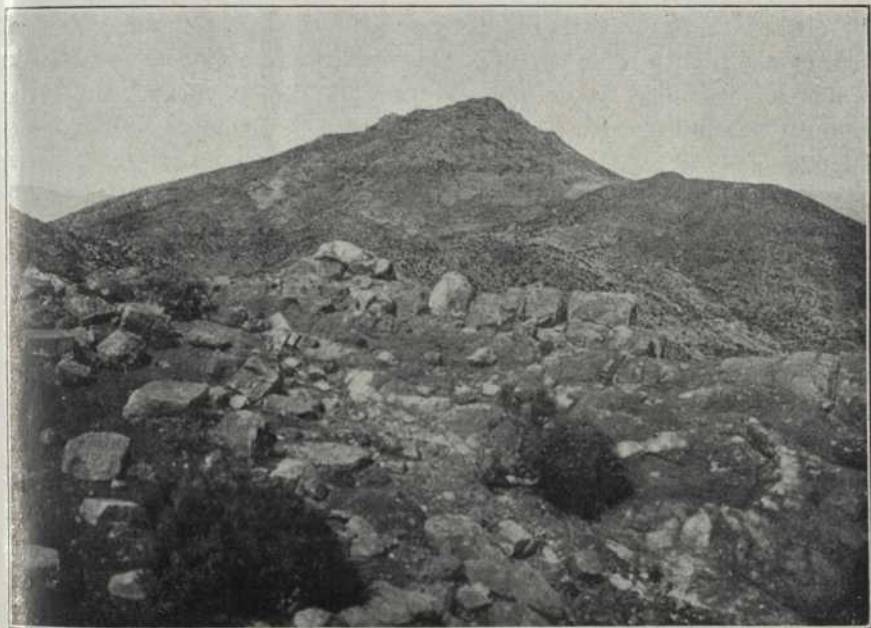


Carta topogràfica dels voltants de la Seu d'Urgell
segons els treballs originals de l'autor



gaments orogènics. A Catalunya es produí, també, aquesta continuïtat. El volcanisme de la regió d'Olot seguí el moviment orogènic alpi. Cal, així mateix, remarcar un fet que hom constata també en el massís central francès: *El volcanisme d'Olot, exactament com el volcanisme d'Auvèrnia, s'ha produït en la convergència dels plecs hercinians armoricans i dels plecs hercinians variscos. Els enfonsaments sobre dels quals s'esglaonen els volcans, coincideixen amb l'aresta de rebroussement dels dos sistemes de plecs.*

Així, en tot Catalunya, tant en els Pireneus hercinians com en les muntanyes hercinianes de Llevant, hi ha hagut emissió de roques volcàniques (filons de melàfirs, filons de pòrfirs) i dipòsits de *tufs* que s'han inter-



Fot. M. Chevalier

Fig 6 - El pic porfíric de la Bastida (Seu d'Urgell)

calat en els estrats sedimentaris del Carbonífer superior i del Pèrmic. Aquestes emissions volcàniques després del moviment hercinià sembla que no han afectat el Trias, com es pot constatar fàcilment en la vall de la Bastida (Seu d'Urgell), en la del Ter (Sant Joan de les Abadeses) o, encara, a les muntanyes del litoral (Badalona). L'edat d'aquests pòrfirs pot, doncs, determinar-se bastant exactament, com del permo-carbonífer.

En el que es refereix als grans massissos de granit que amollonen actualment els Pireneus de Catalunya, nosaltres estimem, amb LEYMERIE i

MALLADA, que llur edat és post-dinantiana, és a dir, que daten dels plecs del Carbonífer mig. Mentre les pressions tangencials esclafaven i repel·lien els sediments paleozoics, obligant-los a ondular i a plegar-se, la matèria pastosa i calenta del granit s'elevava en les falles i cavitats produïdes pels plecs.

Els moviments orogènics del final de l'era primària han deixat a Catalunya traces inesborrables, prou netes per permetre precisar llur edat. Hom constata que el paroxisme es produí, indubtablement, entre la reculada de la mar dinantiana i el dipòsit dels estrats d'hulla formats en les conques lacustres, els quals proven que, ja aleshores, les muntanyes s'aixecaven en l'aire amb valls longitudinals cobertes d'exuberants boscos, els elements dels quals formaren el carbó. El plegament hercinià data, doncs, del Westfalià, és a dir, del Carbonífer mig. Els dipòsits gresosos amb vegetals del Pèrmic indiquen que, ja en aquesta època, els agents atmosfèrics havien començat llur treball actiu de demolició i que les muntanyes hercinianes es desagregaven poc a poc fins a desaparèixer per devenir, durant l'edat secundària, peneplanures anàlogues a les de l'Ardena o a Armòrica.

* * *

Fins ara, no s'ha tingut gaire en compte la influència exercida pel plegament orogènic hercinià sobre l'estructura geològica i l'orientació general dels plecs sedimentaris i dels massissos cristallins dels Pireneus, principalment dels catalans.

Hom defineix, generalment, l'orientació de la serralada pirenenca segons una direcció OE. que coincideix amb l'orientació del plegament pirenenic antelutecià; hom descriu, també, un eix central cristallí flanquejat a cada banda per sediments paleozoics primer, secundaris i terciaris després. Però l'emplaçament de determinats massissos granítics situats excèntricament a l'eix de la serralada ha cridat, sempre, l'atenció dels geòlegs. Alguns han cregut que podien cercar l'origen d'aquests massissos en indrets molt apartats de llur situació actual: pressions tangencials els haurien arrancat de llur base i repel·lit a distància, fent-los lliscar sobre superfícies de corriment de moltes desenes de quilòmetres. Sense negar els corriments pirenenics, nosaltres creiem que n'ha estat exagerada la importància i que la situació excèntrica de determinats massissos no és deguda a aquest mecanisme, sinó, al contrari, a la intervenció profunda del plegament hercinià quan es produí el plegament pirenenic.

D'antuvi, definim esquemàticament el conjunt estructural dels Pireneus: Un eix central s'estén de l'Oceà a la Mediterrània, en direcció OE. Aquest eix és constituït per terrenys paleozoics i cristallins flanquejats, de banda i banda, per terrenys secundaris i terciaris disposats, general-

ment, en bandes paral·leles de la mateixa direcció. Per tant, es manifesta una gran dissemblança entre la part oriental i la part occidental de la serralada.

En els Pirineus occidentals l'eix central és format, gairebé exclusivament, per terrenys primaris dels més recents (Permo-carbonífer), en els quals sols molt rarament emergeixen alguns pics granítics, com el Pic de Labourd (678). Al contrari, a partir del gran massís eruptiu del Pic de Midi d'Ossau, on comença veritablement la part oriental de la serralada, hom es dona compte que l'eix passa a ésser sempre format, fins a la Mediterrània, per terrenys primaris dels més antics (de l'Arcaic al Devònic) crivellats de massissos de granit que formen, per dir-ho així, l'aresta òssia de la serralada, però que l'amollonen obliquament a la direcció de l'eix OE.

Aquesta dissemblança creiem que és deguda, en part, a la presència del plegament hercinià a la banda oriental. Hom pot, en efecte, admetre que, a partir d'un límit bastant difícil de definir exactament, vers l'oest, però no lluny del Pic de Midi d'Ossau, no hi hagué plegament hercinià pròpiament dit, sinó solament ondulacions poc marcades, que es perden en veritables contraforts sota el mar, que en aquella època recobria tot Astúries. Aquesta mar, que durant tot el Carbonífer submergia també aquestes regions, ha deixat dipòsits marins del Westfalià, en els quals és especialment remarcable la presència de *Bellerophons*. L'examen de la fig. 6 del primer article permetrà de fer-se clarament càrrec dels límits dels Pirineus en aquesta època del plegament hercinià.

A l'est s'alçaven els Pirineus hercinians, banyats a l'O. per les mars carboníferes i pèrmiques, destruïts i excoriats, transformats en vasta penplanura comparable a l'Ardena o a l'Armòrica actuals en el transcurs de tota la durada dels temps secundaris, durant els quals es dipositaren tant a l'est com a l'oest enormes quantitats de sediments marins. Quan els primers moviments pirenenics del final del Danià vingueren a afectar aquests dipòsits, és cert que les arrels hercinianes del subsòl reaccionaren sota els esforços del nou plegament. Aquestes arrels hercinianes formades per sediments primaris ja triturats, trencats i plegats, clapejats de granits, en aixecar-se de nou, sols amb molta dificultat prengueren la direcció EO. que els fou imposada, conservant malgrat tot, fins a un cert punt, llur orientació primitiva NO.SE. Així s'explica l'embrollament de les línies de carenes dels Pirineus orientals, principalment dels catalans; i, també, el repartiment excèntric dels mollons (*traines*) granítics, obliquament a la direcció de l'eix; aquests mollons vénen a dreçar-se bastant lluny d'aquest eix central, com a Foix en el nord, per exemple, o en les crestes de la frontera hispano-andorrana sobre el vessant S. Nosaltres atribuïm el reparti-

ment dels granits, que en els Pirineus de l'est sembla, sovint, singular, a aquesta doble orientació orogènica, sobrevinguda en una mateixa regió i que superposa una a l'altra dues direccions diferents de pressions tangencials.

Orientats primer seguint una direcció general NO.SE. els mollons granítics hercinians de Catalunya s'estenien fins a l'Atlàntic, força més enllà de les terres armoricanes actuals, on els antics mollons granítics en llur orientació primitiva es retroben encara. Si els dos moviments orogènics successius d'edat pirenenca i alpina no haguessin estat intervinguts després, els Pirineus de Catalunya amb llurs mollons granítics flanquejats de terrenys primaris arrasats, tindrien ara l'aspecte dels landes armoricans del Morbihan o de la Vendée. A més, en tot Catalunya—tant als Pirineus com a les muntanyes de Llevant (plegament del Montseny i serralades litorals), que són les regions on es retroben els sediments paleozoics—arreu es troba un sòcol hercinià plegat, després excoriat, que sosté, en discordança, una coberta horitzontal, la base permo-carbonífera de la qual es continua per una espessa capa de Trias recoberta, al seu torn, pels sediments juràssecs i cretacs. Aquesta obertura fou posteriorment aixecada pels nous moviments orogènics que originaren els Pirineus i les serres secundàries i terciàries, seguint un mecanisme que nosaltres ja hem explicat. Aquest sòcol hercinià està soterrat sota els sediments de la depressió central i de la depressió llewantina i, també, sota els de l'Empordà. El retrobaríem, així mateix, sota el mar, en la fossa marina de mil metres. Contràriament, apareix molt visible en els Pirineus, les Alberes, les serres de Roses, en el plegament del Montseny, en les serres del litoral i, també, en el sòcol sobre el qual s'aixeca sobre les ones l'illa de Menorca.

Aquest sòcol hercinià podríem dir que constitueix tot el subsol de les terres i dels mars que s'estenen des del planell central francès fins més enllà de les illes Balears. Són les ondulacions generals successives d'aquest subsol, les que han determinat, sota l'acció dels moviments epirogènics de conjunt, l'orientació actual de les ribes catalanes entre el cap de Bagur i l'embocadura de l'Ebre. És difícil, en efecte, admetre que aquestes ribes hagin estat orientades per una gran falla o una sèrie de falles que haurien, així, limitat l'enfonsament sota les aigües de les parts continentals situades més cap a l'est. Existeixen, certament, falles longitudinals NE.SO., al llarg de les ribes mediterrànies de Catalunya, tal com n'existeixen, també, al peu NO. i al peu SE. del plegament paleozoic del Montseny; però es tracta de fractures com sempre n'hi han a totes les serralades de muntanyes, en les quals els plecs es trenquen i rellisquen els uns sobre els altres. Però nosaltres no pensem que aquestes falles hagin estat capaces, en llur conjunt, d'haver donat lloc a l'orientació general de les ribes, i menys a l'orientació dels

plegaments muntanyencs. Els efectes de les falles que hem pogut observar sobre determinats indrets de la Costa Brava o de la Costa de Llevant, només han estat efectes purament locals, iguals que els que determinaren els enfonsaments de l'Empordà i la topografia actual de les serres d'Olot.

La gran orientació estructural de Catalunya—amb burlet pirenenc; contraforts pre-pirenencs de les serres secundàries (Cadí i Montseny) i després terciàries; gran depressió central geosinclinal (regió potàssica); muntanyes hercinianes de Llevant desdoblades en dos plegaments bessons (Montseny i serralades litorals); fossa marina mediterrània de 1.000 metres, i finalment el burlet hercinià submarí que serveix de subsol a les Balears—, tota aquesta gran arquitectura general fou determinada, d'una manera definitiva, per l'orogènesi primitiva que construí el gran plegament hercinià armoricà, prolongació de l'Armòrica, en el nord i Varisca en el sud. És una gran estructura primordial que depèn de l'arquitectura general terrestre i que determinà, primer, l'aspecte i la direcció de les ribes durant l'era secundària, després l'extensió de la mar meso-nummulítica en la depressió central de Catalunya i, finalment, l'orientació general de les ribes actuals.

Les costes de Catalunya són degudes a una deformació cortical que mostra que no solament les ribes, sinó també tot l'espai ocupat entre elles i els Pireneus d'una banda i entre elles i les illes Balears d'una altra, han estat alternativament abaixades o aixecades segons les èpoques geològiques.

L'escorça terrestre falcada entre el massís central francès i el planell espanyol s'aixecà o abaixà no com una substància rígida que es trenca en fragments bruscamment esmicolats, sinó més aviat com una matèria plàstica i elàstica, que ondulà, primer, durant el plegament hercinià i, després, durant els plegaments pirenenc i alpi. Aquestes ondulacions foren provocades pels esforços tangencials de les dues masses continentals veïnes d'origen caledonià, les quals, en acostar-se, falcaren i aixecaren els sediments paleozoics del sinclinal primari i donaren origen al sistema muntanyós hercinià.

Quan s'esdevingueren els moviments pirenencs, després alpins, els esforços orogènics trituraren novament tots els massissos cristallins i els sediments anteriors, sobretot en el nord de Catalunya, ço que donà lloc a què determinades parts reprenguessin momentàniament l'estat pastós que els permeté d'intercalar-se en els nous plegaments, orientats segons pressions tangencials diferents. Així fou modificada l'estructura herciniana armoricana primitiva. Les alineacions ja assenyalades per ROUSSEL (plegament del Canigó, plegament del *roc de France*, plegament del *Raz Mouchez*, etc.)

són, en realitat, les traces dels Pireneus hercinians en la banda oriental dels Pireneus catalans. En la part occidental dels Pireneus, vers Navarra i països bascos, els fenòmens orogènics provocats pel moviment pirenenc antelutecià foren menys complicats. L'esforç de les pressions tangencials que assenyala el sentit de les ondulacions seguint una direcció OE., pogué desenrotllar-se en tota la seva amplitud, sense ésser contrarestat per un subsol sòlid, en forma de topant. Les ondes sedimentàries s'aixecaren i es desenrotllaren seguint l'orientació OE. El granit molt poques vegades pogué penetrar en els plegaments paleozoics prou profundament per poder reaparèixer més endavant a la superfície per efecte de l'erosió atmosfèrica sobre la coberta sedimentària. Els sediments permo-carbonífers són els únics de la sèrie primària que pogueren arribar a la llum i que actualment formen l'eix central de la part occidental dels Pireneus. Els terrenys primaris més antics, Silúric i Devònic, sens dubte estan encara a gran profunditat, gairebé lliures de trituració herciniana.

La influència del plegament hercinià explica, doncs, les anomalies aparents del repartiment dels granits pirenencs, i, també, el repartiment i la distribució de les conques hulleres de Catalunya.

Hi ha el costum de dir que l'Huller català s'estén en forma d'una banda contínua als peus dels Pireneus, en direcció OE., recoberta pel secundari i paral·lela al plegament pirenenc. Aquesta faixa de carbó fóra visible en determinats indrets, tals com Gramos, Navines, La Bastida i, sobretot, Surroca i Ogassa (Sant Joan de les Abadesses).

Per la nostra part, opinem que l'Huller dels Pireneus catalans no es presenta així, sinó que s'ha dipositat en petites conques sinclinals paral·leles als plegaments hercinians, tal com esdevingué a Armòrica i en el massís central francès, on les condicions climàtiques i topogràfiques eren anàlogues. Es tracta, doncs, d'un seguit de petites conques hulleres, més o menys importants, en les quals els sediments estefanians-autunians presenten, encara avui, la direcció NO.SE. dels plecs hercinians aixecats durant el Carbonífer mig.

Aquestes conques hulleres, aixecades durant els plegaments pirenencs antelutecians, i, posteriorment, durant els moviments alpins post-oligocens de les serres, avui apareixen, en part, disposades sobre les direccions OE. d'aquests nous plegaments, però es mostren sempre associades als plecs hercinians i orientades com ells. Tant en el jaciment de Gramos, com en el de Navines o de Sant Joan de les Abadesses, hom troba sempre una flora que marca la fi del Carbonífer superior amb *Pecopteris arborescens*, *Calamites dubius*, *Sphenopteris latifolia*, *Sigillaria elongata*, *Lepidodendron aculeatum*, etc., etc. Si hom es fixa en aquestes juxtaposicions orogèniques successives que han afectat les conques hulleres pirenenques,

s'explicarà molt millor la forma i es comprendrà amb més facilitat tota la tectònica dels voltants de Sant Joan de les Abadesses, que sembla tan complicada al primer moment.

Si ara examinem el repartiment i l'orientació dels massissos de granit i de les conques hulleres en les muntanyes de llevant de Catalunya, constatarem que el mecanisme que ha presidit llur constitució actual és idèntic al que s'ha produït en els Pireneus. Ha estat, solament, més senzill, car els moviments pireneics i alpins foren menys accentuats i, a més, perquè es produïren amb la mateixa orientació de la direcció varisca del plegament hercinià primitiu. Les pressions tangencials hercinianes en les muntanyes de Llevant foren paral·leles a les pressions tangencials pireneiques i alpines, però aquestes dues darreres tingueren molta menys intensitat. Hom constata, també, que les muntanyes de Llevant sempre han format part d'una important massa continental més estable, la qual experimentà, més aviat que l'acció de grans fenòmens orogènics de plegament intensos, moviments epirogènics de conjunt que contribuïren repetidament, després del secundari, a portar-hi el mar i després a fer-lo sortir (transgressió juràssica i regressió cretàcia; transgressió nummulítica i regressió oligocèna). Els plegaments orogènics tingueren lloc, més aviat, a cada costat del continent, sobre la seva vora NO., és a dir, en el geosinclinal central català, on es desenrotllà el plegament de les serres, i, també, sobre la vora S. i SE., on s'aixequen els plegaments de les Balears, és a dir, en el geosinclinal alpi, on es desenrotllà el plegament terciari de la serralada bètica (vegi's el croquis).

MARCEL CHEVALIER

Ex. Prep. (Prof. Aux.) de la
Facultat de Ciències de París