

La tectònica de Catalunya

Marcel Chevalier *

En el present treball, M. Chevalier, exposa les seves idees sobre l'estructura orogènica particular dels Països Catalans. Segons l'autor, l'aixecament dels Pirineus s'hauria produït abans del Lutecià i el sorgiment de les serres, després de l'Oligocè.

Després dels articles publicats a (ciència) referents a la tectònica de la Península Ibèrica i, més especialment a la de Catalunya, segons les idees dels professors Em. Argand¹ i R. Staub,² hem acceptat amb gust d'exposar les nostres concepcions personals relatives a la tectònica general de Catalunya, tal com hem pogut definir-la com a conseqüència de les nostres observacions topogràfiques i geològiques, recollides sobre el terreny en el trasncurs de llargs anys d'excursions a través del país. En primer terme, se'ns permetrà d'assenyalar que ja l'any 1914, en una memòria preliminar que precedia un estudi més desenrotllat sobre la geologia de Catalunya, vàrem exposar tota una nova tectònica que explicava sota un punt de vista particular l'estructura orogènica i l'arquitectura natural dels Països Catalans. Aquesta nova tectònica reposava, per primera vegada, sobre dades topogràfiques i geològiques de precisió, fet que havia, naturalment, de

modificar l'opinió que hom podia tenir de l'evolució estructural i fisiogràfica del país. Els dos esquemes que aleshores publicàrem i que reproduïm ací (Fig. 1 i 2) sintetitzen clarament les nostres concepcions primitives, generalment adoptades avui. En efecte, en el recent treball del professor Staub sobre la tectònica d'Ibèria, abans esmentat, aquest senyor, en el que es refereix a l'estructura i a l'orientació dels Pirineus catalans i de les serralades llevantines (serralades litorals i plegament del Montseny) sembla haver-se acollit a les nostres concepcions tal com les havíem exposat primitivament i tal com les havem desenrotllat amb posterioritat. El treball que sotmetem als lectors de (ciència) és un extracte inèdit de la Memòria que tinguérem l'honor de presentar a la XIV sessió del Congrés Geològic Internacional a Madrid en 1926 i en el qual resumim i precisem les nostres idees personals a propòsit de l'estructura geològica de Catalunya. La Memòria completa apareixerà pròximament en els *Comptes-Rendus* del Congrés.

Al Nord i al Sud-Est de Catalunya s'aixequen dues masses muntanyenques: els Pirineus i les serralades de Llevant (Montseny i serralades

litorals), separades per una gran depressió i constituïdes, en gran part, per un eix cristal·lí, sobretot granític, que sorgeix del mig de sediments paleozoics. Aquestes muntanyes són el producte de diversos aixecaments successius, els més antics dels quals es remunten als temps primaris, i són vorejades, a llur torn, per altres muntanyes –les serres– formades per terrenys més recents –secundaris i terciaris–, degudes a moviments orogènics de l'època terciària. Hom sap que durant el Terciari hi hagué, primer, l'aixecament dels Pirineus, el principal esforç del qual es produí abans del Lutecià i que aquest aixecament fou seguit, després de l'Oligocè, d'un potent moviment que donà lloc al sorgiment de les serres.

Hom s'és habituat a relligar l'aixecament del Montseny a aquest gran moviment orogènic alpí de les serres. Però nosaltres pensem que el sorgiment del Montseny començà simultàniament al dels Pirineus, i que continuà en el curs dels moviments alpins.

Durant el Mesonummulític, el massís del Montseny, sotmès a l'acció erosiva dels agents atmosfèrics, fou desagregat i els materials arrencats s'anaren dipositant al llarg dels

¹ "La Paleogeografia de la Mediterrània Occidental, segons les idees d'Emile Argand", pel prof. B. Darder i Pericàs, *ciència* 47 pàg. 28.

² "Idees sobre la tectònica de les terres catalanes", pel prof. Rudolf Staub.

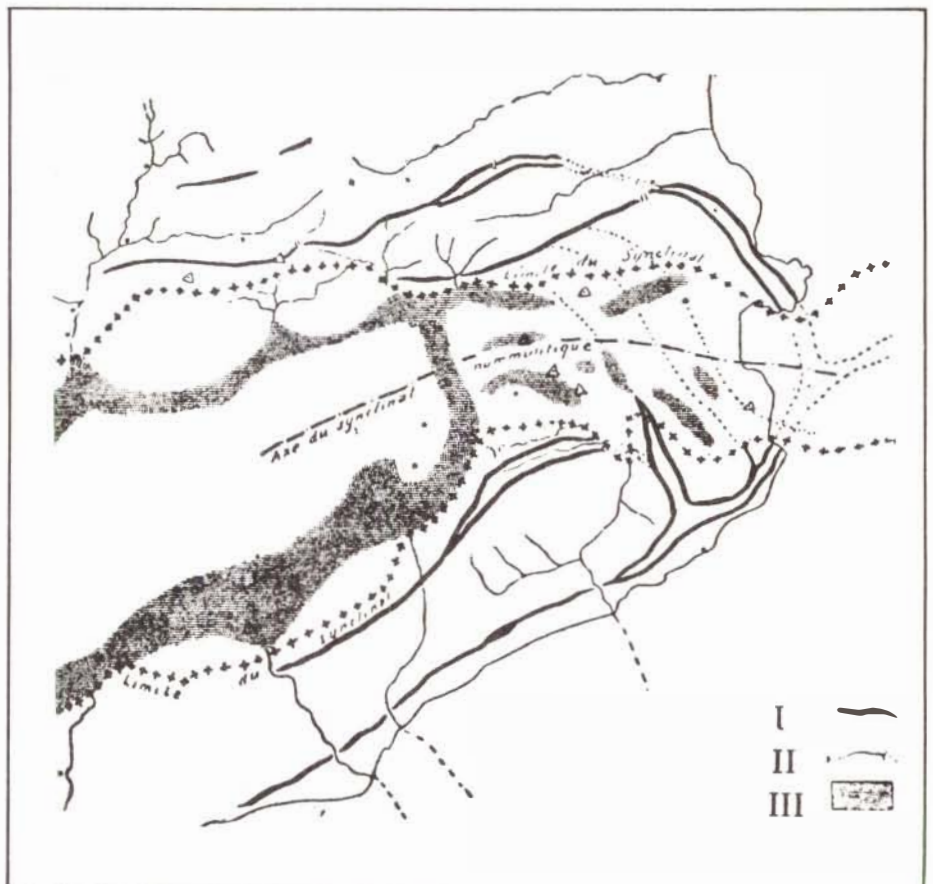
Fig. 1
El Sinclinal nummulític de la Catalunya Oriental

I) Crestes anticlinals paleozoiques. II) Rius nummulítics. III) Grès i pudingues del Nummulític superior.

ribatges del geosinclinal central.

Però els moviments orogènics terciaris foren, en realitat, de poca importància comparats als grans moviments orogènics de l'acabament del Primari i sobre dels quals volem insistir per tal com són, encara, poc ben coneguts.

Un examen atent dels sediments paleozoics a Catalunya ens ha demostrat que, arreu, el Silúric i el Devònic són, generalment, concordants i que hom els troba, per dir-ho així, sobre el trajecte de velles muntanyes actualment destruïdes. El mateix pot dir-se del Carbonífer més inferior. Per contra, hom troba una llacuna important entre aquest Carbonífer més inferior i l'acabament del Pèrmic. Els dipòstis pèrmics (rars) i triàsics (abundants) reposen, gairebé a tot arreu, en discordança molt accentuada sobre el Palaeozoic, tant si hom els observa al Nord, en els Pireneus –al voltant de la Seu d'Urgell per exemple–, com al Sud-Est, en els tossals dels voltants de Badalona. Aquesta dis-



cordança marca la durada dels grans moviments orogènics que aixecaren en massa tot el Paleozoic català i que originaren els Alps hercinians del Nord i del Sud-Est. *No saltres creiem poder situar aquest*

paroxisme orogènic entre el Dinantià i el Pèrmic mitjà.

Els moviments hercinians afectaren tots els Pireneus catalans, des de les serres de Roses fins més enllà dels Pireneus aragonesos. Afegim, encara, que els Pireneus hercinians s'estengueren, també, entre les serres de Roses i les serrallades dels Maures i d'Esterel a Provença.

Entre el golf de Roses i els Pireneus d'Aragó, els Pireneus hercinians de Catalunya tenien una orientació particular. Les ondulations muntanyenques s'estenien en direcció NO.-SE., és a dir, en direcció armoricana, per tal de continuar a través d'Aquitània, de l'estret del Poitou i de la Vendée, fins als Cornualls del Massís Armoricà (veieu els croquis)

Les ondulations hercinianes, netament visibles a Armòrica i determinades regions pirenenques, són, per contra, submergides sota els sediments secundaris i terciaris d'Aquitània i de l'estret del Poitou. L'orientació armoricana dels plega-



Fig. 2
Esquema tectònic de la Catalunya oriental

I) Crestes anticlinals nummulítiques. II) Plecs paleozoics anticlinals. III) Enfonsament circular i els seus diferents compartiments.

ments hercinians pirenencs s'observa en determinades valls altes de Catalunya, com les del Noguera Pallaresa i les del Segre. Entre la Seu d'Urgell i la Farga de Moles (frontera d'Andorra) l'orientació NO.-SE. de les arrels hercinianes és, tal com tinguérem ocasió d'assenyalar, particularment visible. Hom hi veu la superposició concordant del Silúric i del Devònic que, fins a l'altre costat del Segre, s'estenen per les valls secundàries que s'enlairen vers el peu de la Serra del Cadí. Seguint les valls de Serch, de la Batsida o de Navines, fins a les rutilants crestes triàsiques del Coll de Creus, hom observa, també netament, la coincidència del Carbonífer inferior amb el Devònic, mentre que hi ha una llarga i molt marcada discordança entre aquests dipòsits i els del Permo-trias que hi cavalquen.

Als voltants d'Estimariu (Seu

d'Urgell) i remuntant la vall del Segre vers la Cerdanya, hom observa, també nombroses traces de plegaments hercinians amb llur orientació armoricana.

En les serrelades de Llevant (i nosaltres comprem sota aquest títol les serralades litorals que voregen els ribatges mediterranis de la Costa Brava i de la Costa de Llevant, i també, el plegament muntanyenc del Montseny que s'estén al Sud-oest vers el Llobregat) els plegaments hercinians han estat tan importants com en els Pireneus; contràriament, però, l'orientació de les ondulacions es mostra en direcció SO.-NE., és a dir, seguint la direcció varisca, i són aquestes ondulacions les que, pròpiament parlant, continuen fins a internar-se a la Provença. Hom pot, també, admetre que els plegaments hercinians submergits sota els sediments secundaris, al Sud de l'embocadura

del Llobregat, continuen vers les Balears, fins a l'illa de Menorca, en el nord de la qual s'observa la mateixa discordància entre els sediments paleozoics i els sediments permo-triàsics.

En 1914, creiem que per primera vegada, assenyalarem que l'enllaç entre les ondulacions armoricanes dels Pireneus hercinians i les ondulacions varisques de les serralades de Llevant, s'afectuà per una gran aresta de *rebroussement* submergida actualment sota els sediments de l'Empordà i l'eix de la qual sembla estendre's en direcció NE.-SO. Algunes d'aquestes branques hercinianes, que s'inicien en el *Roc de France*, per exemple en els Pireneus, i que, després, són submergides sota el Nummulític empordanès, les veiem reaparèixer a les Garrotxes; i altres branques, que desapareixen en deixar els Pireneus, resorgeixen en les muntanyes de Bagur.

L'existència d'aquests grans plecs hercinians fòssils, amagats sota la massa dels sediments terciaris i quaternaris que s'estenen del Golf de Roses fins a les serres d'Olot, pot observar-se, particularment, als voltants de Figueres i també al peu del formidable *hortz* secundari de Santa Caterina de Montgrí, on hom veu el Paleozoic (Silúric-Devònic) de les arrels profundes dels plecs hercinians, recobert pel quaternari sota la vil·la de Torroella de Montgrí; una mica més lluny el mateix Paleozoic suporta, amb discordança molt marcada, totes les calisses del massís de Montgrí.

Els moviments hercinians semblen haver tingut un rol principal en la tectònica general de Catalunya. Ells han originat el conjunt de plegaments muntanyencs primitius catalans dels Pireneus i de les serralades de Llevant (serralades litorals i plegament del Montseny). Hom els deu tota l'ossatura arquitectural primitiva del país, la qual, per altra banda, ha estat poc modificada en els temps successius. I és a ells que és, també, deguda la formació del geosinclinal central català, en el qual els mars secundaris i meso-nummulítics anaren a dipositar

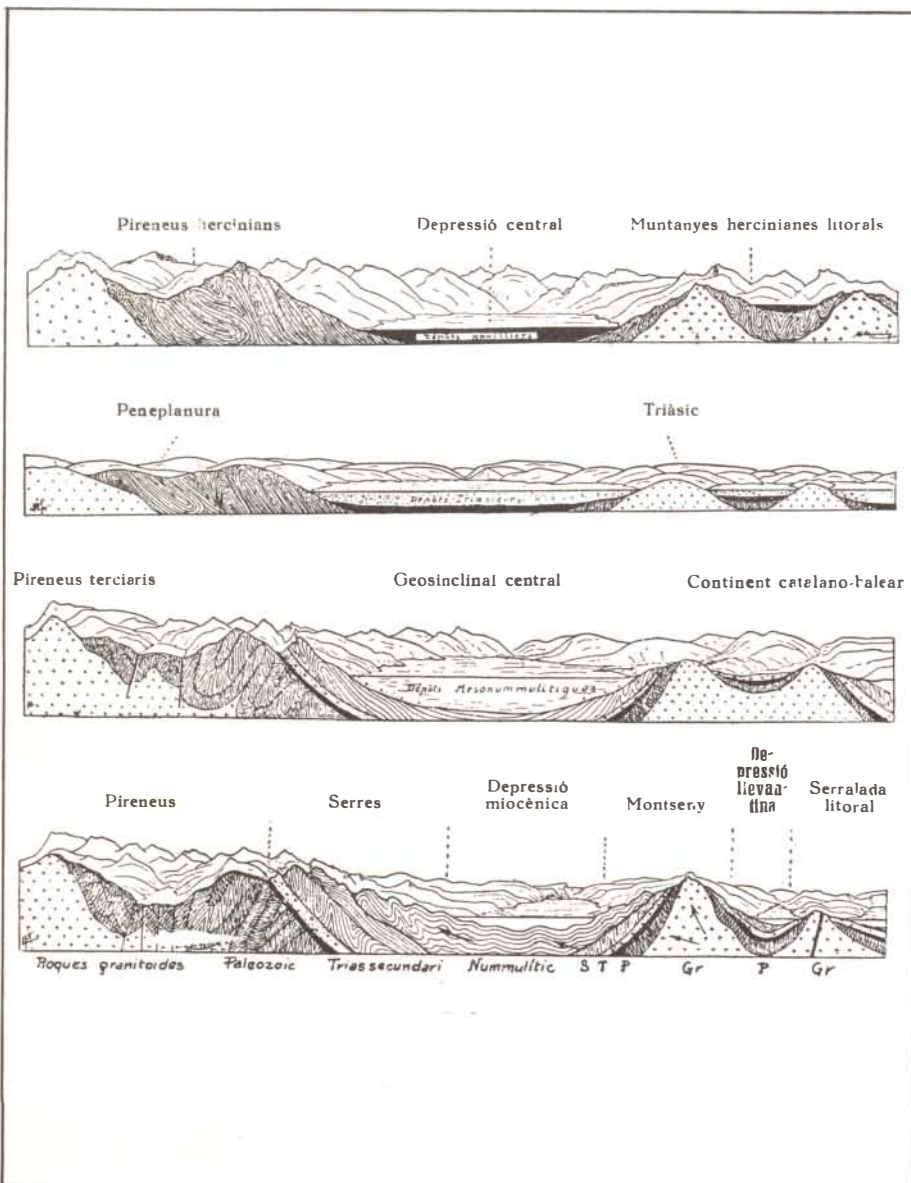


Fig. 3
Seccions esquemàtiques de conjunt dels Pireneus al mar, que mostren l'evolució de Catalunya a través dels temps geològics.

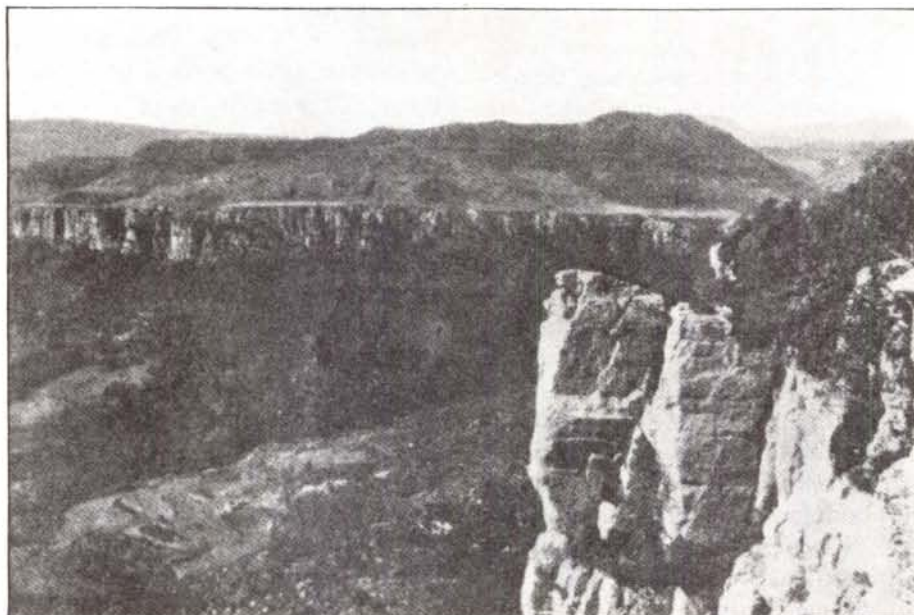


Fig. 4
Cingleres d'El Far (Amer). Alts planells aixecats pels moviments hercinians.

llurs sediments. Són ells, finalment, que, posteriorment, determinaren l'orientació de l'orografia general i la de les costes mediterrànies catalanes.

Els plecs hercinians, sotmesos a laminatges intensos, han estat fracturats, trencats, en el transcurs de les compressions que han experimentat, les quals han donat lloc a grans corriments, dels que es troben, igualment, les traces. Aquests plegaments hercinians han format,

per dir-ho així, el conjunt dels plecs de fons de tot el país, sobre dels quals, anaren, després, a dipositar-se els sediments del Secundari i del Terciari; aquests sediments formaren una mena de cobertura que, al seu torn, fou més tard ondulada i plegada, i donà lloc al naixement de les serres.

Durant tota la durada dels temps secundaris, un llarg període de repòs orogènic sembla haver caracteritzat Catalunya. Entre els Pireneus hercinians del Nord i els Alps hercinians del SE. (Montseny i serralades litorals), sotmesos a l'acció continuada i destructora dels agents at-

mosfèrics, s'estenia un vast i profund geosinclinal, en el qual els mars juràssecs i cretacs dipositaren llurs sediments. Després, vers la fi del Cretaci, l'activitat orogènica es féu sentir novament per moviments lents, precursors ja dels moviments pireneus, l'amplitud dels quals havia d'aportar modificacions importants en els aspectes del país.

El plegament pireneic antelutecià que vingué a sobreposar-se al plegament hercinià, afecta una direcció diferent, sobretot al Nord. En el seu conjunt, el plegament pireneic forma, en els Pireneus, un gran feix de plecs en virgació, l'extremitat aguda dels quals va a retrobar la Provença, mentre que l'altre extrem s'amplifica en forma de ventall vers els Pireneus aragonesos. La direcció grollerament OE. del conjunt dels plecs pireneus, talla en angle agut la direcció NO-SE. del conjunt dels plecs hercinians armoricans.

En les serrelades litorals i en el plegament del Montseny, el plegament pireneic més aviat es superposà, en una direcció bastant veïna, al plegament hercinià, Al sud, aquest plegament pireneic repercutí al lluny fins a les muntanyes

Fig. 5
L'Hortz de Sant Julià del Mont (Olot). Ondulació alpina del geosinclinal central.



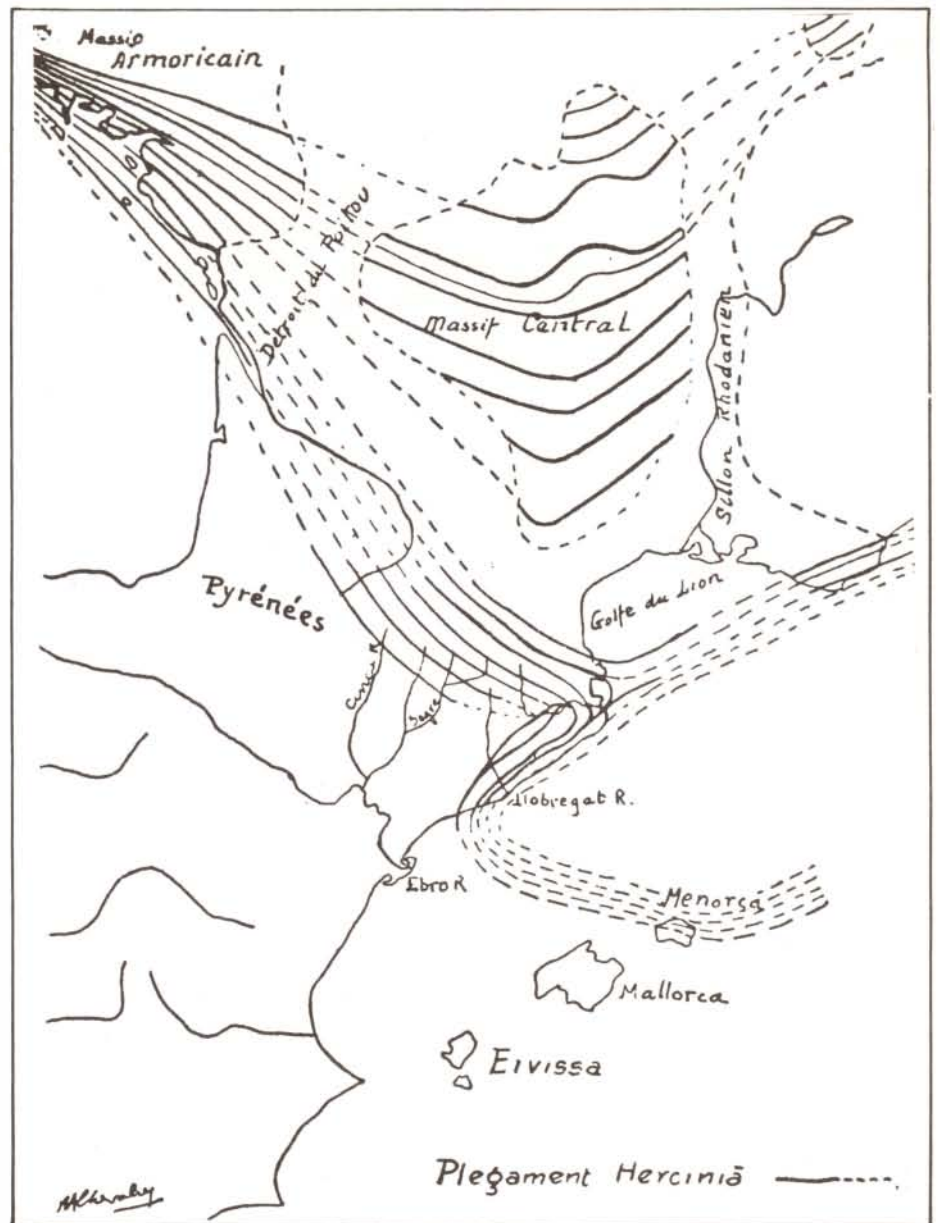
Fig. 6

Esquema dels plegaments hercinians Pireneo-catalans i de llurs relacions amb els de la mateixa edat de les Balears, d'Armòrica i del massís central francès.

celtibèriques i donà lloc a l'aixecament de les masses paleozoiques que formen les serralades litorals de la costa actual de Catalunya, formà, sobre els marges del continent catalano-balear, una massa muntanyenca que vorejava la mar Mesonummulítica del geosinclinal central català. Els elements d'aquesta massa, arrencats pel treball d'intensa desagregació dels agents atmosfèrics, contribuïren a la formació dels dipòsits litorals, que hom retroba actualment a l'estat de grès i pudingues d'edat oligocènica, que s'escalonon al llarg dels antics ribatges de la vora interna del geosinclinal central. Les serres del Montsant i del Montserrat, aixecades ulteriorment en ocasió dels moviments alpins, són, en part, formades per aquests elements detrítics. Les serres d'Oliana, Ripoll, etc., manllavaren, al contrari, llurs elements constitutius als plegaments pireneus del Nord, també en vies de desagregació aèria.

Hom remarca que el moviment pireneic s'esbossà ja a l'acabament del període secundari i que els dipòsits danians ja deixen veure en llur constitució litològica que els mars cretacis del geosinclinal central estaven en regressió marcada.

Al començament del Nummulític s'accentuà aquest aspecte de regressió marina, visible sobretot damunt les vores del geosinclinal, i els dipòsits de l'Eonummulític apareixen sota la forma de conglomerats i argiles arenoses d'un roig fosc típic. Aquests dipòsits, particularment nets, poden observar-se sota el Far, prop d'Amer, i també vorejant les Gavarres, molt prop de Girona. Ells marquen l'aixecament pireneic: al nord, en els Pireneus mateixos i al sud-est en la massa Montseny-Serralades litorals. Cal afegir que, generalment, els dipòsits del Danià i els de l'Eonummulític són concordants, mentre que els de l'Eonummulític i el Mesonummulític són discordants des del Lutecià. Això és degut a què els moviments d'aixecament dels plecs pireneics s'acabaren, o almenys s'esmortuïren, abans del Lutecià per renovar-se sota una altra forma després de



l'Oligocèn. Durant tot el Mesonummulític, els plecs pireneics del Nord i els del SE. estigueren sotmesos a una intensa desagregació aèria que reduí molt considerablement la massa muntanyenca, els sediments de la qual anaren a col·laborar amb la mar Mesonummulítica en l'ompliment del geosinclinal central. Més endavant, indiquem la successió de tots aquests dipòsits mesonummulítics, tal com ens ha semblat que era possible de sintetitzar-los. Tots ells són concordants fins al començament de l'Oligocèn, en el qual el dipòsit de les pudingues marca una fase nova de la sedimentació i l'inici de l'asseccament definitiu del geosinclinal central.

El conjunt dels moviments pireneics que en el SE. han aixecat el Montseny, s'ha fet sentir, sobretot, per empentes dirigides SE-NO. Sembla que la massa del Montseny

i de les serralades litorals hagi estat repel·lida vers el NO. per una massa continental (el continent catalano-balear) situada més endarrera, la qual l'hauria obligada a ondular i a enguixar-se vers el NO, donant lloc a dos anticlinals marcats per les aliniacions cristal·lines del plegament del Montseny i de les serralades litorals; aquests anticlinals són separats, a llur torn, per sinclinals, l'un dels quals és marcat per la gran vall del Vallès i l'altre per la fossa marina de 1,000 metres que s'estén entre les costes mediterrànies de Catalunya i el sòcol continental sobre del qual s'aixequen les illes Balears. Com veurem més endavant, en el curs dels moviments alpins aquestes ondulacions solament continuaren llur accentuació.

Les ondulacions d'edat pireneica del Montseny-Serralades litorals i dels Pireneus pertanyen, encara, a

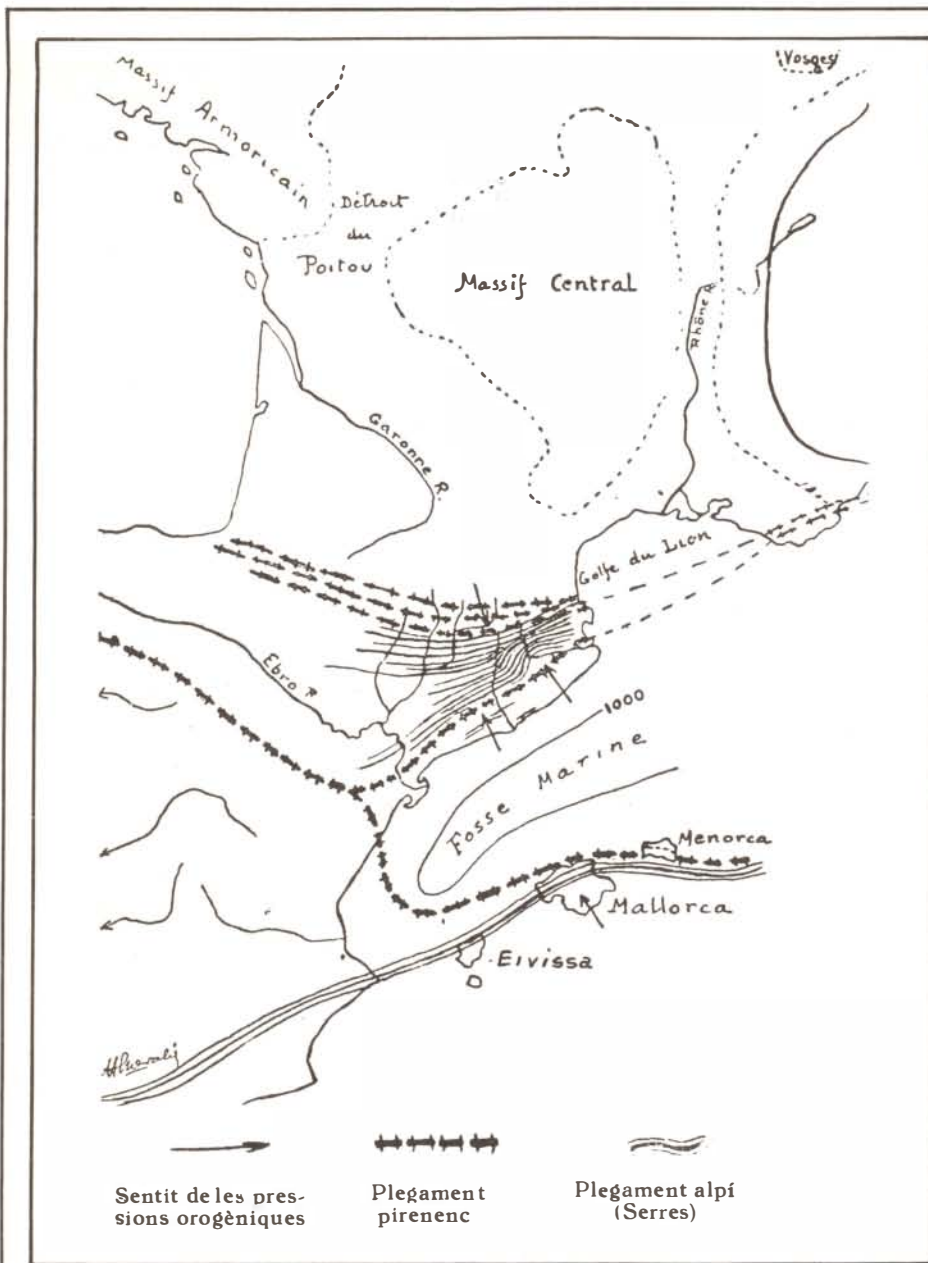


Fig. 9
Esquema dels plegaments terciaris a Catalunya, conca de l'Ebre i Balears. Remarqui's la superposició dels plegaments pireneics i dels plegaments alpins.

NO.-SE., d'on resulta una complicació en la manera de presentar-se les capes, que ens ha estat possible, particularment en les valls andorranes, de posar en evidència.

En les muntanyes de llevant (serralades litorals i plegament del Montseny) els plegaments pireneics es sobreposen més simètricament als plegaments hercinians, dels quals gairebé adopten l'aire general, d'on deriva sovint la dificultat de destriar-los. Per tant, a les Gavarres i muntanyes de Bagur, solament ens ha estat possible de separar-los netament allà on llur orientació difereix de manera bastant notable.

Els moviments pireneics, ho hem dit, semblen ésser, encara, **plecs de fons**, als quals deu el Montseny una part del seu origen, per més que, després, hagi experimentat, en el curs dels moviments

alpins, noves oscil·lacions. Són, igualment, els moviments pireneics els que han originat el principal aixecament dels Pireneus actuals i els que els han donat llur arquitectura general tal com apareix, encara avui, en les seves grans línies. Els moviments alpins, molt més recents, han tingut, en efecte, poca influència sobre l'estructura tectònica general pirenenca. Durant llur transcurs són, sobretot, les accions dels agents atmosfèrics, les que han modificat més profundament l'aspecte d'aquestes muntanyes. Les valls pirenenques perpendiculars a la direcció general de la serralada són les més antigues. Elles han estat excavades, sobretot, durant el Nummulític, mentre que les valls transversals són més netament tectòniques i més joves.

A Catalunya, els moviments orogènics d'edat alpina, que ocasiona-

ren la formació de les serres, no tingueren, ni de lluny, l'amplitud i la complicació que revestiren en altres regions mediterrànies. Llur acció es féu sentir, netament, en els Pireneus i Serralades de Llevant (Montseny i serralades litorals); però amb afectes modificadors poc considerables. El Montseny, certament, ha experimentat nous aixecaments que han contribuït a renovar l'activitat erosiva de les aigües llisquents per la seva superfície. L'acció principal del moviment alpi es produí, especialment, sobre els sediments terciaris, dipositats en el geosinclinal català i sotmesos a les pressions orogèniques provocades per l'acostament de les dues masses resistents dels Pireneus i Serralades de Llevant. Aquests dos potents massissos, d'origen hercinià, poc modificats en ells mateixos pels moviments pireneics, vingueren a constituir dues moles resistents que *falcaren* entre elles tots els sediments dipositats en el geosinclinal central ocupat per les mars secundàries i nummulítiques. Esclafats com entre les grapes d'unes tenalles gegantines, els sediments mòbils i plàstics, foren tan formidablement compresos que es veieren precisats a plegar-se, a ondular, per donar lloc a una sèrie de plecs, esquerdes, aixecaments i enfonsaments, el mecanisme dels quals, tal com se'ns apareix i tal com l'esquematzàrem en 1914, creiem que per primera vegada, exposarem més endavant. L'orientació general dels plegaments alpins es produí, doncs, seguint una direcció de conjunt SO.-SE, perpendicular a la direcció de les empentes generals provinents del N. sobretot del SE., però en part paral·lela a les direccions primitives dels plegaments pireneics en el N. i en el SE. El conjunt d'aquests plegaments formava com una mena de gran V, la punta de la qual es dirigia vers el NE. i l'obertura vers el SO., la qual cosa originava un geosinclinal més estret en el NE. i molt més ample vers el SO. Les pressions exercides no han estat, tampoc, anàlogues en tota la conca sedimentària. En la part més destacada del

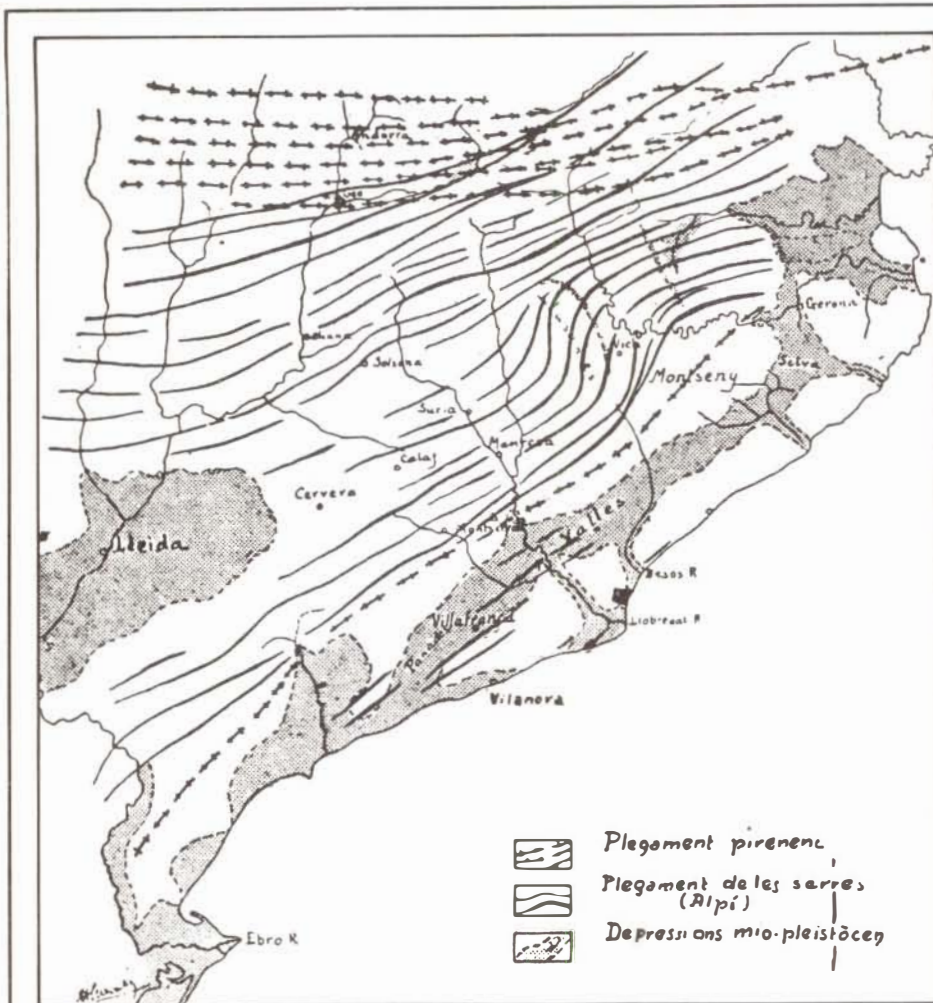


Fig. 10
Esquema dels plegaments terciaris de Catalunya. Remarqui's la discordància d'orientació entre els plegaments pirenencs i els alpins (serres); Remarqui's, també, la influència del massís del Montseny en el plegament de les serres, falcant els sediments nummulítics en un estret passadís, als quals dona una orientació en forma de S.

particularment visibles en l'orientació general de les serres del Lluusanès als voltants de la plana de Vic (veure el croquis 10). Al Nord de la plana de Vic, a les serres de Santa Magdalena d'Olot, els plecs longitudinals reprengueren llur direcció primitiva SO.-NE.; però, més lluny, foren trencats segons una direcció NO.SE., que provocà llur caiguda esgraonada, d'acord amb el mecanisme que exposem més endavant.

Els plegaments es feren sentir àdhuc sobre les ribes del Segre, on la Serra de Cadí n'experimentà els efectes. A l'E., al N. del Ter, continuaren fins al N. del Fluvià, on llur acció s'afegí al plegament pirenenc anterior, però seguint una direcció diferent marcada en la topografia per grans accidents tectònics.

Les compressions a què estigueren sotmesos els sediments terciaris en el geosinclinal català, mai no foren suficients, àdhuc en les parts més encongides, per donar lloc a grans plecs ajassats i correguts, tal com hom pot observar-los en els Alps. Tot el més, hom pot constatar, sobretot a la vora N. del geosinclinal, inversions de plecs adés rebutjats vers el N., adés vers el S., però que indiquen oscil·lacions de

NE. les compressions han estat més intenses, els plegaments més accentuats, les esquerdes més nombroses i més profundes. I aquest és, justament, l'origen i les raons de tota aquesta tectònica, tan accidentada, de les regions Olot-Banyoles-Empordà, tectònica molt diferent de la que, més senzilla i més atenuada, hom retroba en el SO. de la depressió central, en la qual l'aspecte topogràfic de les serralades terciàries dels voltants de Súria, Calaf o Cervera, és caracteritzat per senzilles ondulacions, posades de manifest per diversos planells tabulars.

En l'orientació general del plegament alpi de les serres, tal com nosaltres l'hem definida, el massís cristal·lí paleozoic del Montseny tingué un rol molt important, que nosaltres creiem assenyalar per primera vegada i que n'ha modificat l'aspecte general. El conjunt dels plecs terciaris que ondulen orientats en direcció SO.-NE. sota l'acció de les empentes N. i de les empentes SE., vingué a topar con-

tra aquest massís resistent, que marca l'antiga cella pirenenca del continent catalano-balear. Els plecs foren desviats i hagueren de canviar bruscament de direcció. El feix de plecs formant un veritable colze, es dirigí, aleshores, vers el N., per reprendre tot seguit, un cop vorejat l'obstacle, la seva direcció primitiva, el que feu afectant la forma d'un conjunt gegantí de plecs en S.



Fig. 11
Plegaments pirenencs imbricats a les altes valls de Balira (Andorra).

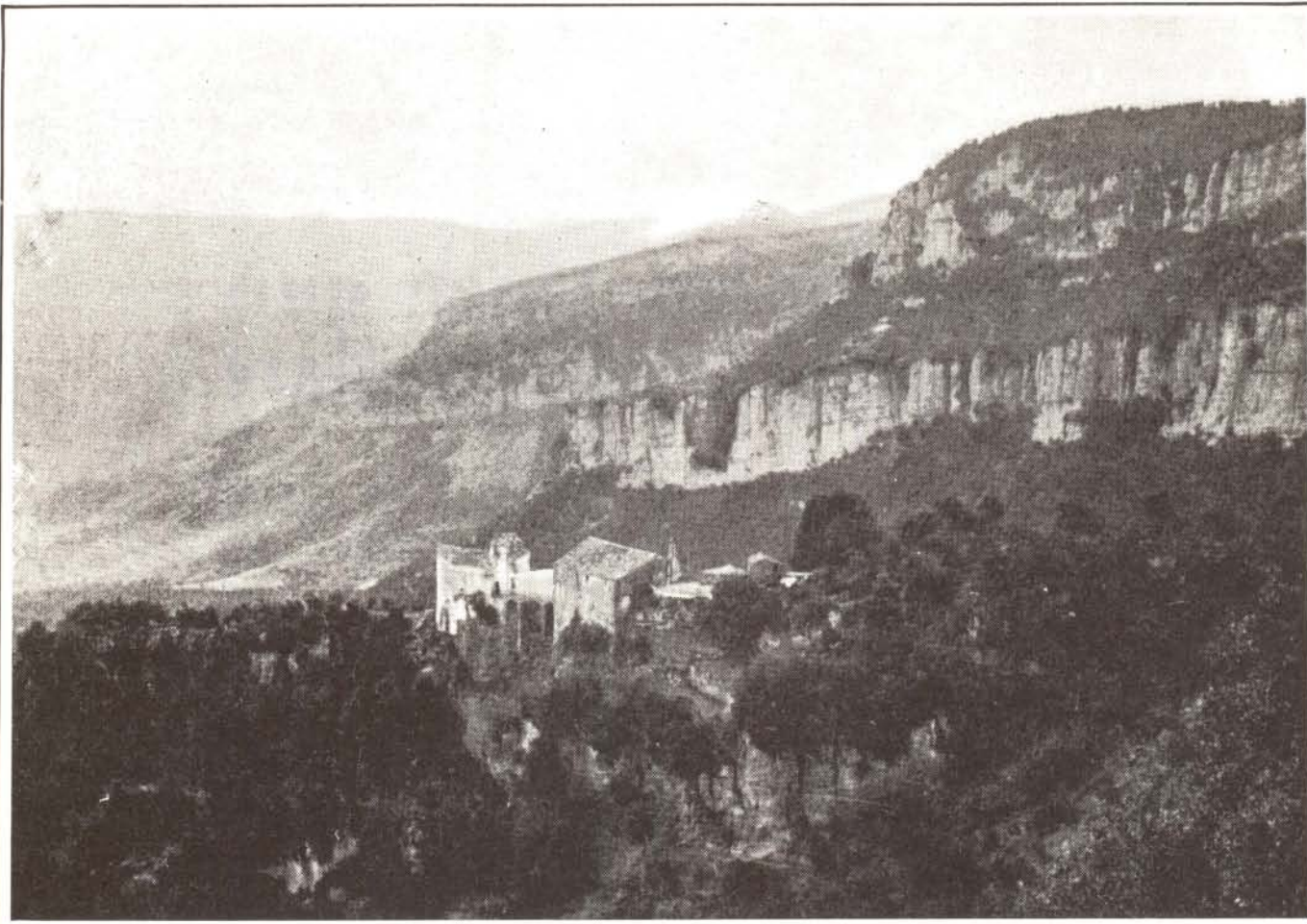


Fig. 12

Cingles de Finestres (Les Planes). Sediments nummulítics ondulats i aixecats pels moviments alpins.

plecs que desborden sobre un dels costats de llur eix, més aviat que l'acció de formidables pressions tangencials que empenyeren molt lluny les masses de sediments que relliscaven sobre la superfície del corriment.

Tal com nosaltres hem assenyalat, les pressions vingudes del SE. durant els moviments orogènics alpins, semblen haver estat més potents que les vingudes del N. Els Pirineus ja semblaven constituir, a la fi del terciari, una massa resistent més fixa que la del continent catalano-balear en vies de desaparició i la fragmentació definitiva del qual havia d'originar, més tard, els límits de la Mediterrània occidental actual.

Els plegaments alpins a Catalunya, semblen haver constituït, sobretot, plegaments de cobertura, d'una naturalesa molt menys intensa, molt menys profunda, que els plegaments pireneus i, sobretot, que els plegaments hercinians que han marcat llur acció d'una manera

indeleble i que avui, encara, imposen llur estructura i llur orientació definitiva a tota la topografia actual de Catalunya.

Són els sediments de cobertura dipositats sobre l'ossatura paleozoica primitiva els que foren, sobretot, modificats, transformats, sotmesos a pressions i ondulacions que donaren lloc al plegament general de les serres catalanes.

Les modificacions més importants produïdes posteriorment al plegament post-oligocènic de les serres, han tingut lloc, justament, a les regions Olot-Banyoles-Empordà, per tal com és en aquestes regions on es produïren els darrers moviments orogènics que havien de marcar l'enfonsament definitiu dels territoris de la Mediterrània occidental, per donar lloc a l'aspecte actual de les línies dels ribatges. A la regió Olot-Banyoles-Empordà, geuen, amagades sota els sediments terciaris i quaternaris, les branques principals de l'aresta de rebrosament herciniana submergida, durant tota la durada del Nummulític, sota les aigües i llurs dipòsits. Nosaltres hem assenyalat, d'altra banda, l'aparició fortuïta d'a-

quests plegaments hercinians fòssils als voltants de Figueres i sota l'hortz de Montgrí. Els plecs hercinians recoberts per les mars nummulítiques foren aixecats tot seguit per l'acció dels primers moviments alpins i provocaren sens dubte el tancament, per la banda Est, del geosinclinal, les aigües oligocèniques del qual anaven reculant de mica en mica vers el SO. en la direcció de la depressió de l'Ebre situada a un nivell més inferior.

Aixecades i assecades durant el Miocè, les regions Olot-Banyoles-Empordà estigueren sotmeses més tard a enfonsaments tectònics que, durant el Pliocènic, modificaren llur aspecte i permeteren el retorn momentani del mar, vingut aquesta vegada de l'E. Són tots aquests enfonsaments, d'edat relativament recent, el que ha donat lloc a la topografia general actual de la regió i ha provocat els fenòmens volcànics.

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

Encarregat durant cinc anys de missions científiques a Catalunya pel Ministeri d'Instrucció Pública de França.