

PALEOBIOLOGIA DELS JACIMENTS AMB VERTEBRATS AL TRÀNSIT EOCÈ-OLIGOCÈ A LA CATALUNYA CENTRAL

Joana-Maria Golpe-Posse *

Rebut: desembre 1981

RESUMÉ

Paléobiologie des gisements avec vertébrés fossiles à la limite Eocène-Oligocène dans la Catalogne centrale

Les conditions paléobiogéographiques, ainsi que les Vertébrés des gisements, proches à la limite Eocène-Oligocène, du centre de la Catalogne (Espagne) sont équivalables aux animaux et circonstances ambientales d'autres endroits de l'Europe occidentale de la même époque. Les faunes catalanes présentent aussi des particularités, dues aux isolements sporadiques de la Péninsule Ibérique en relation avec l'Europe (phases endémiques) et à des pressions immigratoires asiatiques.

INTRODUCCIÓ

El trànsit Eocè-Oligocè, marcat en les faunes continentals com a les biozones de mamífers 8-9, vers uns trenta-set milions d'anys enrera, va ésser assenyalat a Espanya al jaciment de Sant Cugat de Gavadons (Collsuspina, Osona) i, possiblement també, a Huérmeces del Cerro (Guadalajara).

Com que aquest límit temporal va ésser definit per un conjunt de fenòmens paleobiogeogràfics encadenats, s'ha de considerar, quan s'estudia la seva durada des del punt de vista dels mamífers continentals, el procés general i, per tant, es requereix un enquadrament més precís del trànsit de les dues èpoques en els temps fronterers entre els estatges Ludià i Estampjà.

Dintre d'aquest lapse temporal s'inclouen diversos jaciments distribuïts per la geografia espanyola. Els terrenys continentals catalans, més o menys pròxims al límit, són: 1): L'àrea de la Segarra (Calaf, Tàrraga i Cervera; aquests dos més recents); la conca del Bages (regió de Manresa); la conca de Moià (Sant Cugat de Gavadons); ubicats tots al límit sud-est del mar interior sud-pirinenc de l'època. 2): Conca de l'Isàvena (Capella) i conca de Tremp (Sossís i Roc de Santa), ja al límit geogràfic entre Osca i Catalunya.

Fora de la regió catalana es poden assenyalar: Huérmeces del Cerro (Guadalajara), d'una edat molt propera a Sant Cugat; Espinosa de Henares (Guadalajara), un xic més recent; regió mallorquina (diversos afloraments); àrea del Baix Segre (Mequinensa, en lignits, i Fraga, en argiles);

* Institut de Paleontologia de Sabadell. Escola Industrial, 23. Sabadell (Barcelona).

conca d'Oviedo (Llamaquique, en guixos); àrea de Salamanca-Zamora (diversos afloraments; alguns més antics que els anteriorment citats).

Tot i que hi ha força localitzacions, els jaciments del trànsit de l'Eocè-Oligocè són escassament representats a Espanya i, encara que proporcionaren diversos fòssils de vertebrats continentals, les restes no són gaire abundants en aquesta època encara no ben determinada, dintre de l'Eocè més alt (Ludià) i l'Oligocè basal (Estampà inferior de fàcies sannoisiana).

Per això, hi ha una manca de precisió en la consideració estricta de l'edat total del continental. La durada del tram geològic considerat correspon al lapse de temps inclòs entre els quaranta milions i els trenta-set milions d'anys enrera (m.a.e.). De totes maneres, per a completar l'estudi s'inclouen algunes dades de tot l'Oligocè inferior, com a tal, i no solament dels estrats basals, així com algunes observacions de tot l'Eocè.

Per tal de fixar la situació temporal espacial de tota aquesta regió i per tal de comprendre bé els aspectes vivents dels éssers al Ludià i a l'Oligocè basal, el reflex dels quals és proporcionat pels fòssils, es fa indispensable considerar algunes característiques de la posició geogràfica, edat relativa i formació dels terrenys que contenen les localitzacions fossilíferes, la qual cosa comporta anar-se'n més enrera en el temps, per un costat, i completar l'anàlisi amb observacions de l'Oligocè, per un altre, fent així l'estudi dels fenòmens ludians més complet.

Els temes es tractaran de la següent manera:

1r.) Es farà especial menció dels jaciments del Bages, als voltants de Manresa, així com de Cardona; el nombre de punts fossilífers és onze, els quals són ubicats en una zona geogràfica ampla, dintre de l'àrea central catalana (depressió de l'Ebre).

2n.) En fer els estudis esmentats es tindran en compte, d'una manera concreta, les mateixes circumstàncies paleobiogeogràfiques en les altres dues zones limítrofes, les quals emmarquen de més a prop la conca fossilífera del Bages: l'àrea de la Segarra per l'oest i la conca de Mojà per l'est. La justificació de l'elecció d'aquestes últimes regions ve avalada, a més d'enquadrar la primera conca, sobretot, pel fet que hi ha afloraments ben coneguts.

3r.) S'inclouen, en part, dades de les faunes d'alguns jaciments cuisians i luteicians (Eocè inferior i mitjà) per tal d'iniciar l'exposició de l'evolució dels éssers posteriors. Encara que aquests jaciments de l'àrea de la Noguera Pallaresa, conca d'Ager, àrea de la Noguera Ribagorçana i conca de l'Isàvena siguin una mica llunyans en la geografia, i algunes localitzacions també en el temps, les observacions paleobiològiques aportades per ells es consideren necessàries per a llurs entroncaments amb les faunes i hàbitats del Bartonià, Eocè superior.

4t.) S'exclouen els aspectes precisos dels afloraments no catalans, pel fet d'estar més llunyans en la geografia i respondre a climes i hàbitats una mica diferents.

5è.) L'Oligocè inferior (37 a 33 m.a.e.) solament es considerarà com una continuació del Ludià superior-Oligocè basal, punt central del tema.

En resum, dins de les descripcions que segueixen al llarg de l'escrit, hi haurà: Dades especialment del Ludià (Eocè terminal; 40 a 37 m.a.e.); conceptes relatius a l'Eocè superior, com a tal (43 a 37 m.a.e.); de l'Eocè mitjà (49 a 43 m.a.e.); i, alguna vegada, de l'Eocè inferior (55 a 49 m.a.e.), donat que en aquests pisos estratigràfics inferiors es preparen, en diferents moments i amb intensitats diverses, les característiques pròpies del Ludià). Vegeu la taula I per a un resum estratigràfic.

Finalment, les observacions i idees de tipus més general, obtingudes en diverses obres de temes més amples, seran expressades en el text d'una manera contínua, sintetitzant diverses opinions i no portaran, per tant, les citacions expressives dels autors, encara que en la bibliografia general sí que constaran, almenys alguns noms. Tal és el cas de: CAVELIER (1979); GOLPE (1971, 1974, 1981); HARTENBERGER (1971a, 1972, 1973); HALLAM (1973); POMEROL (1973); SOLÉ SABARIS *et al.* (1968); SIGÉ (1976).

D'altres treballs, no tan utilitzats, ni tan sols es mencionaran i, menys encara, aquells articles que varen proporcionar solament aclariments aïllats, els quals substancialment corresponien a les dades ja obtingudes pels altres mitjans mencionats.

TAULA I

TERCIARI

Sistemes o Períodes	Sèries o Èpoques				
NEOGEN	PLIOCÈ	3 m.a.e.			
	MIOCÈ	25 m.a.e.			
	OLIGOCÈ	237 m.a.e.	Estampjà superior	33 m.a.e.	
			ESTAMPJÀ INFERIOR (FASE SANNOISIANA)		
PALEOGEN			Sup.; Bartonjà	LUDIÀ Marinesjà Auversjà	40 m.a.e. 43 m.a.e.
	Eocè	55 m.a.e.	Mit.; Lutecià	49 m.a.e.	
			Inf.; Ipresjà	55 m.a.e.	
	PALEOCÈ	65 m.a.e.			

m.a.e.=milions d'anys enrera. Les dades numèriques corresponen al començament de les divisions estratigràfiques.

ELS JACIMENTS DEL TRÀNSIT EOCÈ-OLIGOCÈ A LA CATALUNYA CENTRAL

A) Conca del Bages (àrea central catalana)

Els diversos punts fossilífers del Ludjà mitjà-superior, estudiats a la conca del Bages (MASACHS, CRUSAFONT & VILLALTA, 1954; GOLPE, 1971, 1974, 1981; CRUSAFONT & GOLPE, 1968, 1974) es troben a la rodalia del nord de Manresa i a Cardona; estan distribuïts en un radi d'uns vint quilòmetres a partir de Manresa, des de Rajadell, a l'oest, fins a Artés i Avinyó a l'est, i amb el límit més septentrional en aquest últim lloc; Cardona, una mica més lluny.

La conca del Bages és una ampla superfície d'erosió, com ara les veïnes plana de Vic i conca de Moià. Els materials dominants són argiles o margues de tonalitats clares, groguenques, blanquinoses o grises. Hi ha també intercalacions de detritus més grossos com a conglomerats i en alguns punts existeixen calcàries; però, en general, aquests tipus de materials són menys abundants.

La conca del Bages, així com les de Moià i Igualada, és inclosa en la gran depressió de l'Ebre. En la demarcació darrera els trams de l'Eocè marí, a la vora de la serrada pre-litoral catalana, constitueixen una orla de direcció SW-NE, a la banda est del sector (Igualada, Manresa, Girona). A ve-

gades, uns a la base, i d'altres als cims d'aquests terrenys marins, es detecten afloraments continentals com ara els que defineixen el trànsit Eocè-Oligocè.

Els nivells continentals de l'àrea central catalana, presentats amb una marcada horitzontalitat, es deixen separar en dos grups, o paquets estratigràfics: a) El tram inferior, a la base de la formació, es caracteritza per la presència de *Bulimus gerundensis* i és considerat com d'una edat possiblement luteciana (Eocè mitjà), o sigui els terrenys més antics. b) La divisió superior, nivells de color vinós amb intercalacions grises i taques margoses, més o menys contínues, és considerada com a Ludjà superior (Eocè terminal) i és formada per materials dipositats al voltant dels quaranta milions d'anys enrera.

Els fòssils dels estrats alts, encara que escassos, varen permetre de fer un estudi diferencial amb les restes dels animals trobats en les explotacions més pròximes (Moià i la Segarra) i d'intentar una anàlisi comparativa amb altres informacions proveïdes per l'estudi de jaciments de conques franceses més ben conegudes. Tots els fòssils, els quals van ésser obtinguts dins dels nivells grisencs intercalats en la formació vermella, són assignats a les zones de mamífers fòssils de «Montmartre», «Frohnstetten», «Ronzon» (o Hoogbutsel), biozones 9-10 de la biozonació de Thaler,

tot i tenint en compte la dificultat d'equiparació de jaciments separats per la geografia. A més, tampoc no es coneixen bé les condicions ambientals envoltants dels éssers representats pels fòssils.

Tot i pensant, també, en les circumstàncies d'un possible aïllament de les terres al sud dels Pirineus, les conclusions poden ésser qüestionables en els detalls; però, d'una manera general, semblen acceptables com a explicació de la panoràmica paleobiogeogràfica, la qual va fer possible la vida dels animals i de les plantes del límit Eocè-Oligocè.

La fauna total dels onze afloraments de la conca del Bages, com a conjunt, és referible a diversos vertebrats. Els rèptils són representats, d'una part, per restes d'ossos i plaques de quelonis de dos tipus, *Trionyx* sp. (tortugues de cursos d'aigua dolça de regions càlides, encara que eventualment puguin viure en aigües salabroses i, àdhuc, salades) i *Testudo* sp. (Tortugues terrestres, d'hàbitat més variat, sec o humit). D'altra banda, altres rèptils abundants són els crocodílids, indicadors de paisatges humits, representats per dents, ossos i plaques indeterminables.

Els mamífers són més ben documentats. Hi havia: equoids paleoters, d'un grup una mica semblant al dels cavalls actuals (*Palaeotherium magnum* i *Plagiolophus annectens*); suïformes paleodonts, parents bastant llunyans dels porcs actuals (*Anoplotherium commune*?); rosegadors teridòmids (*Adelomys* sp.), molt difícils d'emparentar amb rosegadors vivents. A més a més, es van trobar rosegadors i carnívors indeterminats, així com restes d'un mamífer petit inclassificable i ossos poc caracteritzables; encara s'ha de mencionar icnites, o petjades, de vertebrats de diferents tipus.

Aquests vertebrats van, gairebé sempre, acompanyats d'alguns invertebrats, com ara molluscs d'aigües pràcticament dolces (*Lymnaea* sp. i *Planorbis* sp.) i d'altres d'ambients continentals (*Melanoides albigensis*).

A Cardona es va trobar un suïforme antracotèrid, *Elomeryx* sp., un porc estrany, de forma gran, molt semblant a d'altres trobats a Tàrrega, que fa pensar en una edat més recent per aquest jaciment. En diversos llocs, a la vora del castell de Cardona, van ésser descobertes (Lladó, comunicació personal) algunes icnites de diversos vertebrats i invertebrats; així com

també diferents marques d'agents físics, com ara *ripple marks*, empremtes de gotes d'aigua de pluja; però, no hi ha hagut més restes d'animals fòssils. Tots els descobriments parlen d'indrets a les vores d'aigües tranquil·les i sòls tous, fàcilment impressionables. Aquest entorn devia convenir també al suïforme.

L'edat calculada pels jaciments, Ludià mitjà-superior, és basada, sobretot, en l'arribada de l'anoplotèrid a Europa i trobat a Costa de la Vila (Santpedor). El Ludià, part alta de l'Eocè superior, és clarament separat de l'Eocè inferior per les condicions climàtiques i, especialment, caracteritzat per les extincions progressives de mamífers, les quals es van accelerar progressivament vers el final, abans del començament de l'Oligocè.

Els animals immigrants determinats entre les restes van portar, en principi, una direcció est-oest, com és bastant normal en totes les èpoques, amb un altre component nord-sud, ja que les faunes i flores es van veure forçades a buscar terres amb condicions climàtiques més temperades.

Les localitzacions bagenques amb restes fòssils són:

— Costa de la Vila, a prop del poble de Santpedor.

Aquest va ésser el primer jaciment estudiat en aquesta conca. És ubicat en el camí de Castellnou, a la vora de la capa de lignit. Els fòssils, clarament ludians, comprenen: *Trionyx*, especialment, *Testudo* i crocodílids indeterminats; equoids típics de l'època, *Palaeotherium magnum* (un molar) i *Plagiolophus annectens* (un astràgal); artiodàctils nous, *Anoplotherium commune*? (un cuboide i un navicular); *Melanopsis albigensis*.

El descobriment d'aquesta capa lignítica del Ludià superior, a la vora dels 300 metres per sobre el jaciment de sals potàssiques, va permetre de datar els dipòsits subjacents salins de Súria, Balsareny i Cardona (MASACHS, CRUSAFONT & VILLALTA, 1954) com a pertanyents a l'Eocè i no a l'Oligocè com, fins aleshores, es pensava.

Més tard (GOLPE, 1971; CRUSAFONT & GOLPE, 1968, 1974) es van donar a conèixer alguns altres jaciments:

— Can Magrans (Artés).

En les capes grises, a prop de la masia del mateix nom, van ésser trobades diferents restes: un rosegador teridòmid, poc identificable, a causa de l'estat de desgast de la sèrie dentària (*Adelomys*, sp.); pla-

ques abundants de *Testudo* sp. i *Trionyx* sp., *Lymnaea* sp., *Planorbis* sp. i *Melanoides albigensis*.

— Sallent (poble).

Aquest jaciment va ésser localitzat a la rodalia del cementiri del poble dins d'unes capes semblants a les dels afloraments anteriors; es van poder reunir tan sols restes molt poc determinables de paleotèrids (*Palaeotherium* sp.); un peto, relativament complet de *Trionyx* sp.; alguns fragments d'esmalt dentari de vertebrats i alguns exemplars de *Melanoides* sp.

— Balsareny (poble).

A la vora de la carretera, a la mateixa entrada del poble, es van obtenir algunes restes de fòssils dintre d'unes marguès grisenques, homòlogues de les anteriors: una mandíbula, molt ben conservada, de paleotèrid (*Palaeotherium magnum*) i restes relativament abundants de *Melanoides albigensis*.

— Balsareny (carretera de Fodina).

Els escassos fòssils varen ésser trobats en un dels marges de la carretera entre Balsareny i la fàbrica de l'empresa Fodina, dins de les vetes grises, intercalades en les marguès i arenisques rogenques. Solament es coneixen mamífers: un fragment de dent de rosegador indeterminat i fragments d'alguns molars de *Palaeotherium magnum*.

— Riera del Tordell (Súria).

Situat en les marguès grises dels embarrancaments de la riera del Tordell, en el tram de Balsareny a Súria. Solament es va trobar un pre-molar inferior d'un paleotèrid (*Palaeotherium magnum*) i restes d'un petit mamífer indeterminat; plaques cranials de crocodílids indeterminats, plaques de l'espatllera de *Testudo* i *Trionyx* i fòssils de *Melanoides albigensis*.

— Avinyó.

Molt a la vora d'aquest poble, i dins de les marguès grises de la formació, es varen descobrir plaques de *Testudo* sp. i diversos exemplars de *Melanoides* sp.

— Súria.

Als voltants del poble es varen trobar plaques de quelonis, fragments d'ossos indeterminats així com icnites de mamífers; tots els exemplars dels tres grups citats són de punts fossilífers diferents.

— Callús.

Solament cal esmentar restes molt escasses de quelonis i alguns ossos de vertebrats indeterminats.

— Rajadell.

Només es varen exhumar algunes restes indeterminades d'ossos i plaques de quelonis.

— Cardona.

A la rodalia de Cardona, i en diversos punts, es va descobrir la presència d'éssers a través de diferents manifestacions. Així, com a fòssils reals, va ésser citat solament *Elomeryx* sp., forma gran, i com a representacions d'activitat animal les icnites, a més dels altres testimonis de fenòmens atmosfèrics o de condicions especials de l'entorn.

B) Conca de Moià (àrea central catalana)

Aquesta conca està separada de la regió del Bages per sediments de l'Eocè marí. Els fòssils de la zona moianesa es troben dins d'uns nivells una mica més moderns que els bagencs, en la part més alta de la biozona de Montmartre o, segons CAVELIER (1979), en la biozona de Frohnstetten; és a dir, de l'Eocè més alt (Ludià superior), límit terminal de l'Eocè. La litologia mostra unes característiques un xic diferents de les de la zona del Bages; però, en conjunt, es pot establir un paral·lelisme entre ambdues conques.

a) A la base de la formació, dins d'unes marguès rogenques i grisenques, poc fèrtils, en contacte directe amb els nivells marins, es varen descobrir a la rodalia de Torremagra (Collsuspina) unes capes, les quals poden ésser correlacionades amb les dels voltants de Manresa. En aquest jaciment inferior moianès es van rescatar solament restes de quelonis (*Testudo* sp. i *Trionyx* sp.) i algunes dents de crocodílids, rèptils que fan pensar en regions humides.

b) A la part més alta del conjunt d'aquestes serralades, les quals coronen la formació marina de la plana de Vic, hi ha la localitat de Sant Cugat de Gavadons (Collsuspina), dins d'un banc calcari amb moltes restes diversificades de mamífers i rèptils fòssils, dels quals es coneixen plaques dèrmiques, ossos, mandíbules i peces dentàries aïllades, que representen «una fauna de Montmartre evolucionada, per sobre la Grande Coupure» (CAVELIER, 1979).

Són formes petites, les quals representen animals d'ambients humits i boscosos (suiformes paleodonts, primats, alguns rosegadors, crocodílids i quelonis). Les col·lectivitats més abundants són: plaques de

quelonis; dents de crocodílids; dents aïlles, mandíbules i maxil·lars de rosegadors teridòmids.

Els animals assenyalats a Sant Cugat són: *Peratherium* sp.; insectívors indeterminats (escassos, però possiblement dues espècies); *Pseudoloris reguanti*; *Necrolemur* sp.; *Microchoerus ornatus*; *Pairomys crusafonti*; *Theridomys golpei*; *Pseudolthionomys cuvieri*; ?*Elfomys* cf. *nanus*; *Glirivus* sp.; carnívors indeterminats (dues espècies); *Moiachoerus simpsoni*; *Dichodon* cf. *frohnstettense*; *Dichodon cervinum* (GOLPE, 1971, 1974; THALER, 1968; HARTENBERGER, 1971a, 1971b).

Aquesta època correspon a un període fred, de denudació continental, en què va tenir lloc la primera onada d'immigració asiàtica d'animals; aquestes circumstàncies coincideixen amb un augment de pluges, a les quals segueix una fase d'aridesa, junt amb una altra de baixa temperatura; la suma de fenòmens va donar com a resultat un renovament de la fauna i de la vegetació.

C) Àrea de la Segarra

Dins d'aquesta demarcació geogràfica es van obtenir dades interessants per a l'estudi de la frontera eocena-oligocena en els jaciments catalans i així es varen assenyalar (GOLPE, 1971, 1974) quatre localitzacions fossilíferes: Rocallaura (Tarragona), a la vora de Montblanc, solament amb restes del suïforme *Entelodon magnum*, d'edat una mica més recent que Sant Cugat; Sant Pere dels Arquells (Cervera), ric en plantes fòssils, les quals parlen d'una regió costanera pantanosa, amb restes abundants de falgueres, palmeres, lauràcies i miricàcees; El Talladell (Tàrrrega) amb fòssils de vertebrats, els quals varen determinar una edat estampiana, clarament més recent que els nivells del Bages, almenys els dos últims, ja que Rocallaura podria ésser un Oligocè basal.

La quarta localització es va anomenar «Calaf», encara que representa diversos llocs dels voltants del poble; el conjunt d'afloraments és considerat com a Oligocè basal, o, potser, un xic més antic, zona de Frohnstetten, més o menys com ara Sant Cugat.

Els tres primers jaciments, el segon dels quals és l'únic conegut amb plantes ben determinables, no es tindran en compte

en l'anàlisi comparativa de les faunes limítrofes de l'Eocè i l'Oligocè, pel fet d'ésser ja una mica llunyans en el temps, o de tenir pocs fòssils (el cas de Rocallaura), mentre que el quart servirà com a punt de referència d'una agudització de les condicions paleobiogeogràfiques de l'època; possiblement, un xic més fredes i més humides que les extrems a partir dels éssers representats pels fòssils dels jaciments bagencs i les notes complementàries donades per l'estudi de l'explotació moianesa.

El jaciment de Calaf està considerat com de la fàcies sannoisiana de l'Estampiana (Oligocè basal), i es pot considerar paral·lel a Ronzon o Hoogbutsel (GOLPE, 1971, 1974; CRUSAFONT, GOLPE, GIBERT & THALER, 1972). Està format per margues grises amb intercalacions rogenques, les quals són clarament visibles, sobretot als voltants de Calaf i, especialment, als marges de les carreteres de Pons i Cervera. Hi ha també restes provinents de les teuleries properes.

A Calaf es coneixen des d'antic restes d'anoplotèrids (*Diplobune minor*), trobades als lignits, i antracotèrids (*Bothriodon* [= *Anodus*] *aymardi*), tots dos suïformes ancodonts, parents encara llunyans dels porcs actuals. Els rosegadors són abundants. Es va trobar una mandíbula, classificada entre els marsupials (*Peratherium* sp.), animals no gaire citats, per ara, en la geografia del passat català, per bé que també es va obtenir a Sant Cugat.

El total de formes exhumades a «Calaf» és: *Bothriodon aymardi*, *Diplobune minor*, ?*Ephelcomenus* sp., *Peratherium leptognatus*, *Theridomys aquatilis*, *Theridomys* sp. Aquesta fauna indica condicions forestals i humides i no presenta formes noves; els animals són de caràcter europeu. L'existència dels lignits corrobora la presència de vegetació abundant en llocs aquosos.

MARC GEOLÒGIC I GEOGRÀFIC GENERAL DELS ENTORNS CATALANS AL LÍMIT EOCÈ-OLIGOCÈ

En fer les consideracions d'aquests jaciments del límit Eocè-Oligocè s'ha de precisar, un xic més estrictament, llur integració dins el marc geològic. L'ur establiment es va efectuar durant la formació de la depressió de l'Ebre.

S'han de triar, doncs, almenys com a punt de partida, els seixanta milions d'anys enrera, devers la base del Paleogen. Durant aquest temps (65-25 milions d'anys de durada), la zona ocupada avui per la Mediterrània occidental era un continent, la Tirrènida, o un quasi continent, si és que es manté la possibilitat que la terra ferma fos un conjunt d'illes.

Posteriorment, durant el Neogen, es va establir una entrada del mar des de l'estret bètic fins al centre d'Europa; el resultat va ésser un perfil de costa catalano-valenciana, gairebé igual que l'actual— el qual va tornar a canviar més tard, abans de prendre la forma d'avui— i el nord de la Tirrènida es va enfonsar, com a conseqüència de la transgressió del mar miocè, més al nord del golf de Lleó, cap a l'indret que avui ocupa la vall del Roine.

Al nord-oest d'aquesta terra tirrènida emergida hi havia, dependent de l'oceà Atlàntic, el golf aquitano-aragonès, el qual cobria, per tant, el domini que després ocuparien els Pirineus.

Al llarg del Paleogen el golf es va anar reduint fins a romandre, al Miocè, solament com un entrant del mar a l'oest de la cadena muntanyenca, i el seu lloc va ésser ocupat per llacs, a manera de mars interiors, de llacunes o taques d'aigua pantanosa, i bassals. A l'Eocè inferior el golf es va dividir en dues fosses quasi simètriques a banda i banda dels Pirineus, els quals, tot just començaven a emergir per l'extrem oriental (Pirineus provençals), durant l'Ilerdià (Eocè basal).

La transgressió marina contemporània, segons avançaven les aigües terra endins, anava dipositant sediments marins fins a l'est; és a dir, fins a Catalunya. Les oscil·lacions del golf varen permetre la formació de nivells successius continentals intermedis, cada vegada més amples, que donaren lloc a l'origen de l'actual depressió de l'Ebre.

D'aquesta manera, el gran mar interior, que arribava a Catalunya, va rebre els materials detrítics aportats pels rius en desembocar en les seves voreres, tant per l'est, provinents del massís catalano-balear, com pel nord, vinguts dels Pirineus, formant una línia marcadora dels marges marino-continentals.

Els nivells continentals més antics coneguts dins aquest Eocè inferior català són els corresponents a les voreres cuisianes (part més alta de l'Ilerdià), en les quals

hi va haver faunes de regions salobroses humides. Els mamífers estaven constituïts, en gran part, pels Paleohípid, èquids fòssils de bosc o hiracotèrids (*Propachynolophus*) i alguns pro-simis (*Agerina*), els quals esdevingueren endèmics, propis només d'aquestes regions de la Noguera Pallaresa i conca d'Ager (Cuisià-Lutecià), de l'àrea de la Noguera Ribagorçana i, ja a la província d'Osca, de la conca de l'Isàvena; les dues demarcacions darreres comprenen estrats corresponents al lapse de temps més llarg (Cuisià-Bartonià).

En el límit de l'Eocè mitjà-superior (Lutecià superior) es va alçar la zona axial pirinenca, es va enfonsar la fossa de l'Ebre i, al mateix temps, es van dipositar els materials del basament de la depressió del riu. Els terrenys continentals de la regió catalana són de tipus lacustre, típic de voreres d'aigua, amb digitacions de nivells de riberes de mar i de zones salobroses, en els quals varen ésser abundants les faunes de caràcter humit, com ara els èquids hiracotèrids (*Pachynolophus*), els petits suïformes paleodonts i els lofiodonts (*Lophiodon* i *Chasmotherrium*), tots ells animals de difícil comparació amb els actuals.

A l'Eocè superior (Bartonià) en el mar interior, o llac català, es varen acumular, en les seves regions septentrionals i orientals-meridionals, dipòsits de conglomerats, els quals assenyalen les vores de les aigües eocèniques, avui testimoniades per les muntanyes de Montserrat, Sant Miquel, Sant Llorenç i d'altres, pel costat sud-est; i, pel nord, entre altres, pels Collegats. En els límits tranquils, amb escasses aportacions fluvials, es varen formar calcàries nummulítiques molt característiques, mentre que al mig del llac es varen dipositar sals sòdiques i potàssiques de gran potència.

Els nivells continentals del Bartonià inferior (Auverssià i Marinesià) català, a la base dels conglomerats, estaven coberts per boscos, com ho demostren les faunes de Capella (Isàvena, Osca). Entre els mamífers d'aquest jaciment cal destacar els pro-simis (*Arisella*, *Pivetonia* i *Adapis*), i els petits suïformes (*Cebochoerus*), junt amb les capes lignitoses, dins de les quals es troben també impromptes de diverses plantes indeterminables.

En un altre jaciment de la mateixa conca i edat, Laguerres, es varen trobar insectívors leptictids i un *Gliravus*, els quals

permeteren de determinar l'edat de les capes.

Al Bartonià superior (Ludià) es varen sedimentar els jaciments de Sossís i de Roc de Santa (Ludià inferior) amb faunes molt interessants, les quals devien viure en un ambient semiàrid-humit, amb pluges estacionals i forts períodes secs, propis del clima subtropical.

En general, al Ludià inferior hi va haver un empobriment de la vegetació i com a resultat una extinció d'espècies i un minvament de mida en els animals, la qual cosa els inadaptaria més tard al nínxol on ja estaven instal·lats. Aquests fets són ben clars a Roc de Santa (CASANOVAS, 1975).

El jaciment de Sossís està sedimentat a la base dels conglomerats posterogènics pirinencs suprajacents, tipus montserratí; aquests materials representen, en realitat, una continuïtat amb els de la zona septentrional de la depressió de l'Ebre. A Sossís són abundants els suïformes (*Choeromorus*, *Catodontherium*, *Dacrytherium* i *Lep-totheridium*), diversos insectívors (*Leptictis*, *Saturninia*), pro-simis (*Necrolemur*, *Adapis*, *Pseudoloris*), paleohípid de bosc i llurs depredadors (*Hyaenodon*), alguns fisípedes petits i alguns tilòpodes; en la part baixa del bosc devien abundar els rosegadors teridòmids (*Adelomys*, *Isoptycus*, *Pseudoltinomys*). La fauna de Roc de Santa és més escassa i monòtona; cal destacar l'abundància de paleohípid.

Les formacions lignitoses, tipus Calaf, de terrenys un xic més moderns, possiblement de la base de l'Oligocè són el testimoni dels boscos enfangats dels entorns, més o menys llunyans del mar. Els lignits, junt amb els animals trobats, parlen clarament de les condicions continentals humides dels jaciments, que es podrien haver format a l'època de la recrudescència de les pluges, com d'una manera general, va ocórrer a tot arreu del món, devers el començament de l'Oligocè; per bé que poden desenvolupar també a fenòmens més locals, una mica més antics.

EL MARC PALEOBIOLÒGIC GENERAL I L'ENTORN DELS ÉSSERS DEL LÍMIT EOCÈ-OLIGOCE

La petita síntesi del desenvolupament geològic i estratigràfic dels terrenys de la Catalunya central durant el temps eoceno-

oligocè —com a fenomen implicat en les circumstàncies formadores del nord d'Espanya, ja presentat abans— ha demanat un enquadrament llarg, com tots els processos geològics. El límit inferior triat aleshores ha estat la base del Terciari i s'ha fet una anàlisi de l'interval corresponent al Terciari inferior (60-35 m.a.e.) en el qual eren inclosos alguns aspectes de l'Oligocè inferior.

Els encadenaments paleobiològics es faran amb acotacions més restringides donat que els esdeveniments implicats en llur establiment són de desenvolupament curt; el procés va estar especialment determinat: per les variacions climàtiques a petita escala, però marcadores; per fenòmens geogràfics relativament curts, i pels mateixos ambients biològics. Aquests fets varen influir notablement en la instal·lació o pèrdua d'espècies, ben adaptades als canvis o extingides per ells, respectivament, tot i que aquest conjunt de característiques depèn de fenòmens geològic-estratigràfics de petita amplada, els quals engloben tots els altres aspectes de l'evolució biològica.

Per això, ara s'ha triat bàsicament l'interval de l'Eocè (55-37 m.a.e.), que conté els fets esmentats, els més pròxims a la formació dels éssers dels terrenys eocens catalans i, en especial, dels animals finio-cens, els quals varen tenir llurs immediats antecessors immersos en la part superior d'aquesta època geològica, o sigui, a l'Eocè superior.

Dins de l'Eocè, en general, es va poder establir una sèrie de nivells-guies, basats en els perissodàctils paleoterids i en els rosegadors; encara, però, no ben correlacionats amb els estades estratigràfics clàssics. En línies generals, es pot dir que, amb l'inici de l'alçament alpí, al principi de l'Eocè, va començar un refredament general del clima i un augment de l'aridesa, els quals es varen anar aguditzant d'una manera progressiva durant tot l'Eocè superior i mostraren també alguns períodes intermedis, en què aquestes tendències de base es varen veure alterades.

a) A l'Eocè inferior van aparèixer a Europa els Perissodàctils, Artiodàctils i Rosegadors, la qual cosa va canviar el caràcter de les faunes terrestres. Hi va haver un gran intercanvi faunístic entre els dos costats de l'oceà Atlàntic i és possible que també hi hagi hagut una petita comunicació entre Europa i Àsia. A l'Eocè infe-

rior hi va haver una vegetació luxuriant, tropical, pròpia d'un clima molt càlid i humit.

b) L'Eocè mitjà va esdevenir una etapa menys tropical; va sorgir, doncs, una fluctuació climàtica, però encara petita, una disminució de les precipitacions, tot guardant un caràcter més o menys tropical, humit.

Va començar, aleshores, una transgressió molt forta, continuació de la iniciada a l'Eocè inferior i es va arribar a l'insularitat d'Europa; aquesta va romandre aïllada per la serralada alpina, el mar dels Urals i per la instal·lació de l'oceà Atlàntic a l'hemisferi nord, fets ja iniciats a l'Eocè inferior. D'altra banda, la zona pirinenca va actuar com una barrera més per a Espanya i es pot parlar d'una província hispànica. Això va donar, com a conseqüència, la formació de faunes endèmiques amb la diferenciació de diversos grups sistèmatics.

c) L'Eocè superior va ésser un temps caracteritzat per alternances climàtiques i evolutives a tota la regió occidental europea. El clima fonamentalment tropical es va tornar, a final de l'Eocè superior, fred i sec amb intervals humits; es varen refermar els moviments alpins; es va detectar una regressió notable de les aigües i se sedimentaren importants fàcies de profunditat.

Durant tot l'Eocè superior es produí una acusada persistència de formes autòctones (endemismes) fins que no va arribar l'intercanvi entre Europa i Àsia; dintre dels animals més típics sobreviuen els equoids paleotèrids i plagiolòfids, però és un període d'empobriment faunístic general fins a la immigració ja esmentada.

c1) En la part inferior de l'Eocè superior (Auversia i Marinesia), estatges geològics no detectats en les faunes mamíferes catalanes, va tenir lloc una recrudescència de les pluges, amb un clima, en conjunt, una mica més tropical (Marinesia basal), el qual canviarà en la part més alta amb períodes de sequedat i, àdhuc, àrids, corroborat per la presència de miricàcies i betulàcies. Abans, durant l'Auversia, havia existit una flora temperada i unes extincions progressives.

El fet que el golf hispano-francès hagi funcionat com a mar fins l'Eocè inferior i, d'ací, que les terres ibèriques hagin format una quasi-insularitat o un aïllament complet, dificulta, com tantes vegades en

la història geològica, les homologacions faunístiques i florístiques amb els animals i plantes d'altres jaciments europeus; les conclusions, doncs, han de ser solament aproximatives a una realitat no assolida del tot. Amb tot, com a marc orientatiu dels entorns dels éssers eoceno-oligocens sembla força acceptable la síntesi feta amb les faunes conegudes.

c2) Per això, amb aquesta síntesi paleobiològica com a base, es pot ja diferenciar el Ludià, la part més recent de l'Eocè superior, l'època tractada més especialment en el treball. Ara bé, dintre d'aquestes característiques esmentades, encara va tenir lloc una reestructuració notable durant aquest Eocè superior més alt, estratigràficament, més recent temporalment, i molt típic biològicament.

Hi va haver elements menys càlids en les plantes i es va instal·lar la vegetació artoterciària a tot Europa, i aquesta flora esdevingué cada vegada més meridional; va produir-se una denudació i la fauna ludiana va evolucionar o es va fer endèmica seguint les alteracions del clima, caracteritzat per una baixada general de la temperatura, i els retocs de la geografia, ja que, tant l'una com els altres, varen provocar les transformacions dels paisatges.

Es ací on s'arriba estrictament al punt proposat pel títol del paràgraf: el límit Eocè-Oligocè (Ludià-Estampia). És així com es pot comprendre la importància de l'estudi dels mamífers d'aquests jaciments ludians centrocatalans, al voltant de la frontera estratigràfica tantes vegades anomenada, la qual, però, és també de difícils i contraposades opinions interpretatives, quan es toca el punt d'una datació i caracterització precises.

L'evolució de les espècies de mamífers es va fer molt ràpidament durant el Ludià; en temps molt curts i en grans dominis, però no d'una manera sincrònica; aquests fets donen com a resultat el paral·lisme poc precís de formes, però permeten una comparació més eficient que en temps anteriors.

Durant tot el Ludià els diferents fenòmens paleobiogeogràfics, matisats segons les circumstàncies més locals, assenyalen unes tendències constants; però no contínues, sinó més aviat alternades.

Un primer aspecte important a considerar en el Ludià és la diversitat específica en diverses línies sistemàtiques, amb una transformació ràpida. Una segona caracte-

rística notable és l'extinció de formes europees, en profit de la installació d'espècies orientals, asiàtiques, la qual cosa va ésser més clarament experimentada durant l'Oligocè. Aquesta segona tendència comporta un fet contrari a la primera, ja que finalitza en un empobriment faunístic i un minvament de la varietat dels animals. La segona característica implica (al mateix temps que facilita) la tercera qualitat del Ludià, les immigracions.

D'altra banda, es va produir, simultàniament també, una regressió progressiva de les fàcies llacunar i lacustre, en profit de la inauguració de nous nínxols continentals no aquàtics, els quals es varen alternar amb els pròpiament aquàtics als marges de les aigües, tot seguint el ritme oscil·latori del minvament o de la parca expansió d'aquestes, en punts molt localitzats i condicionats, tal com ho demostren les faunes d'animals no aquàtics i els molluscs adaptats a aigües dolces i de poca profunditat, a més d'alguns vertebrats d'aquestes contrades.

RESUM I CONCLUSIONS

L'examen dels jaciments amb mamífers fini-eocens centrocatalans —així com els estudis complementaris paleobiogeogràfics i les comparacions dels animals trobats en els afloraments amb altres faunes i hàbitats, aproximadament de la mateixa edat fora de la Catalunya central més ben coneguts— ha permès de treure una visió de conjunt relativament ben documentada de llurs faunes, tot i que aquestes siguin escasses.

La degradació climàtica i l'evolució dels éssers en els temps de la sedimentació del Bages, Moià i Calaf varen seguir el caràcter propi dels animals i plantes de l'oest d'Europa.

Durant el lapse temporal transcorregut des de la part més alta (Ludià) de l'Eocè superior fins a l'Oligocè inferior es distingeixen unes quantes fases ben marcades en els canvis climàtics, faunístics i florístics; llurs expressions són diferents en els diversos llocs estudiats, a causa de l'heterocronia dels resultats del procés paleobiològic al llarg de la geografia i dels aspectes particulars de cada medi habitable.

En considerar que els fets no varen ésser simultanis a tot arreu, cal establir en les faunes espanyoles, encara que sigui no-

més a tall de síntesi, les tres o quatre alternances generals més característiques del Ludià: A) inferior-mitjà, aridesa i extincions; B) principi del superior, augment de pluges, canvi de paisatges i primera onada migratòria; C) part mitjana del superior, aridesa, refredament i extincions; D) final del superior, pluges i segona vinguda d'animals asiàtics; E) ja a l'Oligocè, més pluges, més fred, més immigrants.

Així, doncs, va començar ara fa quaranta-cinc milions d'anys, un canvi notable en augmentar, de manera global, l'aridesa i, amb ella, l'empobriment progressiu de la fauna i la flora; al mateix temps, va haver-hi un progressiu refredament general, més accelerat al final de l'Eocè o/i a la base de l'Estampà, el qual va produir efectes activadors en les extincions.

En desglossar per parts el desenvolupament paleobiogeogràfic d'aquest món de l'Eocè final, el curs dels esdeveniments resten aproximadament així:

1r.) L'inici del Ludià va representar un creixement de l'aridesa i es varen produir extincions, com a conseqüència immediata; es produí, també, un sensible refredament i una nova emersió alpina; sembla que aquests dos fets són simultanis.

2n.) Al límit Ludià inferior-mitjà persisteixen les condicions anteriors d'aridesa i continuen les desaparicions de les espècies i, com a resultat evident, la fauna és molt escassa. També, i com a conseqüència d'aquestes circumstàncies, va haver-hi una fase d'endemisme amb la formació ràpida d'espècies noves, ja que la part occidental del continent europeu era quasi una illa.

3r.) Al Ludià mitjà va començar la immigració asiàtica, l'est d'Europa va emergir temporalment, la qual cosa va afavorir l'entrada d'aquesta primera i petita onada d'animals.

4t.) Al començament del Ludià superior canvia el panorama, ja que va haver-hi un fort desmantellament continental i un augment de precipitacions; al mateix temps, arribaren, ja de manera confirmada, els primers visitants orientals, nous anoploterids, cainotèrids i remugants gelòcids, entre els més típics, els quals ocuparen els nínxols buits a causa de les extincions precedents. S'assenyala l'arribada de l'artiodàctil *Anoplotherium* a Europa; la seva presència és constatada a Costa de la Vila (Santpedor, Bages). Aquesta primera vinguda, esporàdica, restringida, precursora

de la gran infiltració posterior, testimonia una comunicació parcial d'Europa amb l'Àsia continental, ja que certes espècies estan en clara connexió amb formes pròpies de més enllà dels Urals.

5è.) Durant el Ludjà superior va tornar una nova fase d'aridesa i es va produir una baixada notable de la temperatura i, com a conseqüència, es renova la vegetació, es modifica el paisatge i s'extingeixen, encara més, espècies ja habituades a climes subtropicals; com a resultat final, resten lliures nombrosos nínxols ecològics.

L'evolució climàtica està registrada en la flora, la qual es fa més mediterrània, més temperada, i perd completament el caràcter tropical que tenia a l'Eocè inferior. Aquesta degradació de l'ambient, si bé és cert que per si mateixa no dona lloc a una gran varietat d'hàbitats, això no obstant, crea alguns nous habitatges, els quals, juntament amb els buits, proporcionats per les extincions, ajuden a preparar indrets adients pels nous immigrants, els quals, provinents de climes asiàtics més freds s'installaren així en uns escenaris europeus molt poc poblats. Aquest sembla ésser el temps dels animals bagencs.

6è.) Al Ludjà final, terminal, límit, comencen fortes pluges, les terres orientals d'Europa van sofrir una nova emersió, amb l'elevació alpina inclosa, la qual cosa va permetre l'entrada d'una nova sèrie d'animals resistents al clima, ben adaptats als nous biòtops que els oferia Europa. El canvi va ésser tan notable, qualitativament parlant, que apareixen, àdhuc, mamífers d'ordres sistemàtics no coneguts fins aleshores en les faunes europees.

La segona, la *Immigration de la Grande Coupure* (SIGÉ, 1976), ampla, contínua, definitiva, va tenir, de fet, una realització esglaonada en diverses fases; però, en total, va produir un canvi important dins de la fauna d'Europa occidental, al principi de l'Oligocè, com a resultat efectiu de totes les circumstàncies expressades. (La gran *coupure* de Stehlin.)

La variabilitat d'opinions sobre la posició relativa de la base de l'Oligocè és deguda, en una bona part, al fet que les dues entrades d'animals asiàtics no varen ésser ni tan instantànies, ni tan ràpides, ni tan sincròniques com pot semblar, al llarg de la geografia.

És ara quan es constata el refredament més fort i quan la flora es fa d'àmbits temperats. Hi va haver una caiguda brutal

en la mitjana anual de la temperatura amb la modificació corresponent dels biòtops, al mateix temps que varen disminuir les aigües; tots dos fenòmens, segons alguns autors, varen ésser produïts per una glaciació polar.

7è.) Finalment, a la base de l'Oligocè, representat a Catalunya per la fauna de Calaf, com a continuació dels processos del Ludjà terminal (si no va ésser al Ludjà mateix, ja que es fa difícil parlar de datacions més precises), a més del refredament, el qual va arribar al mínim climàtic, augmenten les pluges. Aquests fenòmens varen provocar l'extinció, gairebé total, de les espècies indígenes que encara existien; resten, així, nous nínxols per als immigrants, els quals continuen arribant, i s'adapten als nous canvis climàtics d'aridesa; són animals més resistents, encara que no gaire diversificats. Apareixen, al mateix temps, vegetals d'altituds elevades.

Fora de Catalunya, els jaciments de Mallorca, àrea del Baix Segre (Mequinensa i Fraga) podrien correspondre també a aquesta època.

Ja, per a completar el panorama, no resta sinó destacar el fet que a l'Estampjà inferior va haver-hi una tendència a la sequedat amb períodes àrids, els quals es varen estendre a tot l'Oligocè, i es formaren evaporites.

Ara bé, una vegada afincats i estabilitzats els nous immigrants a l'Oligocè inferior europeu, els animals de procedència asiàtica es varen expansionar ràpidament en conquerir els diversos nínxols buits disponibles, i varen proliferar d'una manera molt patent, més accentuada, per això, a l'Oligocè superior, en restablir-se unes condicions d'habitabilitat més favorables, quant al clima.

A l'Estampjà mitjà va començar, certament, a pujar la temperatura, al mateix temps que s'inicia la subsidència de la depressió de l'Ebre. A l'Estampjà superior declina la temperatura fins a l'Aquitania.

En resum, en aquesta frontera entre l'Eocè superior i l'Oligocè inferior, més o menys el temps en què varen viure els animals centrocatalans, restes dels quals varen ésser descobertes al Bages, Moià i la Segarra, va haver-hi a tota la terra un procés marcat de descens de la temperatura mitjana anyal i una tendència a la sequedat, com a teló de fons, i amb intervals d'episodis més temperats i secs o, àdhuc, àrids intercalats, com a matisos,

demostrats per la natura evaporítica d'alguns dipòsits sedimentaris, sense que la temperatura augmenti d'una manera marcada; almenys, d'una forma evident, no es detecta en els components faunístics i florístics.

Les circumstàncies ambientals de la Terra, les quals varen definir la vida del món de fa uns quaranta fins a trenta-set milions d'anys, varen romandre reflectides també a l'àrea central catalana, la Segarra i en punts més aïllats d'altres àrees i conques fossilíferes hispanes; de totes maneres, però, amb una representació més nombrosa a la regió catalana.

BIBLIOGRAFIA

- CASANOVAS-CLADELLAS, M. L. 1975. Estratigrafia y Paleontología del yacimiento ludiense de Roc de Santa. Area del Noguera-Pallaresa (Tesi). *Paleont. y Evoluc.*, X: 1-158.
- CAVELIER, C. 1979. *La limite Eocène-Oligocène en Europe occidentale*. Mem. 54. Univ. Louis Pasteur de Strasbourg (Thèse).
- CRUSAFONT-PAIRÓ, M. & GOLPE-POSSE, J. M. 1958. Los nuevos yacimientos de Mamíferos del Eoceno español. *Bol. Geol. y Min.*, 79 (IV): 341-353.
- CRUSAFONT-PAIRÓ, M. & GOLPE-POSSE, J. M. 1974. Nuevos yacimientos del Terciario continental del NE de España. *Acta Geol. Hispánica*, IX (3): 81-83.
- CRUSAFONT, M., GOLPE, J. M., GIBERT, J. & THALER, L. 1972. El yacimiento sanoisiense de Calaf, tres cuartos de siglo después. *Paleont. y Evol.*, III: 63-65.
- GOLPE-POSSE, J. M. 1971. *Suiformes del Terciario español y sus yacimientos*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.
- GOLPE-POSSE, J. M. 1974. Faunas de yacimientos con Suiformes en el Terciario español. *Paleont. y Evol.*, VIII: 1-89.
- GOLPE-POSSE, J. M. 1981. La regió del Bages ara fa quaranta milions d'anys. *XXVI Assemblea intercomarcal d'Estudiosos* (Manresa, octubre 1981).
- HALLAM, A. (Ed.). 1973. *Atlas of Paleobiogeography*. Elsevier. Amsterdam.
- HARTENBERGER, J. L. 1971a. *Les Rongeurs de l'Eocène d'Europe: leur évolution dans leur cadre biogéographique*. Thèse. Montpellier.
- HARTENBERGER, J. L. 1971b. La systématique des Theridomyoidea (Rodentia). *C. R. Seanc. Acad. Scienc.*: 1917-1920.
- HARTENBERGER, J. L. 1972. Les Rongeurs de l'Eocène d'Europe et la biogéographie. *24th I.G.C.* (1972), sect. 7: 155-162.
- HARTENBERGER, J. L. 1973. Les Rongeurs de l'Eocène d'Europe. Leur évolution dans leur cadre biogéographique. *Bull. Mus. nat. Hist. Nat.* (3), 132: 49-70.
- MASACHS, V., CRUSAFONT, M. & VILLALTA, J. F. DE. 1954. Sur l'âge du gisement potassique de la Catalogne. *C. R. Soc. Géol. de France*, 13: 304-305.
- POMEROL, C. 1973. *Stratigraphie et Paléontologie. Ere cénozoïque (Tertiaire et Quaternaire)*. Doin. Paris.
- SIGÉ, B. 1976. Les Insectivores et Chiroptères du Paléogène moyen d'Europe dans l'histoire des faunes de Mammifères sur ce continent. *Paléobiol. continental*, VII (3): 1-25.
- SOLÉ-SABARIS, L. et al. 1968. *Geografía de Catalunya*, I, *Geografía general*. Aedos. Barcelona.
- THALER, L. 1968. *Pairomys crusafonti* nov. gen., nov. sp., Rongeur énigmatique de l'Oligocène inférieur d'Espagne. *C. R. seanc. Soc. Géol. France*, 4: 164.