

üyelerine huzurunuzda şükranlarımı sunarım. Ayrıca, bir kadirşinashık örneği olan böyle bir ödülün gereğini düşünen ve düzenleyen kurumumuzun yönetim kurulundaki değerli genç arkadaşlarıma da tebriklerimi ve takdirlerimi sunarım.

Ödülün bana veya bir başka meslektaşımıza verilmiş olması, bence o kadar önemli değil. Bu konuda asıl önemli olan, bu ödülün rahmetli hocamız «Hamit Nafiz Pamir» adına ihdas edilmiş olmasıdır.

84 yıllık ömrünün 60 yılını Türkiye'de Jeoloji biliminin ve mesleğinin tanıtılması ve gelişmesi için harcamış, jeolojinin memleket bilimine ve ekonomisine yapacağı katkıların değerini bütün ömrü boyunca ısrarla, heyecanla, yorulmadan dile getirmiş olan büyük üsta-

dımızı bu vesileyle yılda bir kez olsun kongrelerimizde topluca anmış olmamız, ödülün asıl yüksek manevi değerini ortaya koymaktadır. Bu nedenle de, ödülü tasarlayan ve gerçekleştiren kadirbilir genç arkadaşlarımızı tekrar içtenlikle kutlarım.

Bana gelince, 42 yıllık meslek hayatımda, Üniversitelerde öğretim üyesi, arazide dolaşan jeolog olarak, gücümün yettiği kadar ve zamanın imkânları nispetinde birşeyler yapmağa çalıştım; güzel yurdumuzun hemen her köşesindeki dağlarını -taşlarını çekiçle yokladım, gözlemlerimi kaleme -kâğıda dök-tüm, birçok yayınlarımlı oldu, çok sevdiğim öğrencilerim için ders kitapları yazdım, bir yenisini de halen yazmaktayım.

Pireneler : Yitim ve Çarpışma (*)

ÖZ

Bu yazı Pireneler'in oluşumunun yeni bir yorumunu sunmaktadır. Erken Kretase'deki yarılmadan sonra, Geç Kretase sırasında iki duraylı Atlantik türü kıtasal kenar oluşmuş, daha sonra fliş türü tortullar, doğu - batı doğrultusunda derin bir havzada çökelmiştir. Geç Kretase ve Erken Eosen sırasında bu havza güneye doğru yitim geçirmiştir. Biz, bugünkü Pireneler'in, kuzeyi duraylı olan kıtasal bir kenarla (Asuitaine Basın ve Sub - Pyrenean kuşağı) güneyi etkin olan kıtasal bir kenarın (Pyrenees proper) çarpışmasından oluştuğu düşünülmektedir.

Bu yoruma göre, Mezozoik öncesi Kuzey Pirene Zonu'ndaki temel, Kretase (yaşlı) duraylı kenarının ortaç kıtasal kabuk temsil etmektedir.

Giriş

Levha tektoniği kavramlarına dayalı, Pireneler'in kökenini açıklamaya yönelik oldukça farklı iki model önerilmektedir.

Le Pichon ve diğerleri (1), Chokroune ve diğerleri'ne (2,3) göre Pirene zinciri kıtalararası eski bir dönüşüm fayıyla oluşmuştur. Bu fay Biskay Körfezi'nin açılması sırasında (Kretase'de) diriydi. Fakat İberik ve Avrupa levhalarının yakınsamasından ötürü dönüşüm devinimi Mezozoik sonuyla erken Senozoik arasında kimi zaman oluşmamıştır. Boillot ve diğerleri (4,5) Dewey ve diğerleri (6) bugünkü dağ oluşumunun İberik ve Avrupa levhaları arasındaki alanın yitimini ve bunun izleyen çarpışma sonucu olduğunu ileri sürmektedir. Montadert ve diğerleri (7) bu varsayımı kabul etmektedir. Bu yazının amacı jeolojik ve jeofizik kanıtlarının ışığında iki modeli de tartışmaktadır. Pirene'lerin tüm jeolojik özellikleri aşağıdaki gibi özetlenebilir :

1. Bugünkü zincir oldukça düz bir biçimde doğu - batı yönelimine sahiptir. Büyük üste itki fayları pek belirgin değildir. Ve genel yapı karmaşık olaylar dizisinden oluşmaktadır. Bunların başlıcaları (a) Stefaniyen ve Permiyen sırasında oluşan doğu - batı yatay atımlı faylanma, (b) horstlarla aradaki hav-

Şimdi artık dağlara - tepelere tırmanamıyor, çekiç - pusula kullanamıyorum. Ama, özlediğim o güzelim dağlardan - tepelerden sizlerin getirdiği gülleri - çiçekleri buradaki toplantılarda koklamaktan büyük bir zevk ve mutluluk duymaktayım.

Oldukça uzun süren meslek yaşamımda, beni maddi ve manevi fedakarlığı ile her zaman desteklemiş olan eşim Bedia hanıma burada, huzurunuzda teşekkürlerimi ve minnet duygularımı açıklamayı bir borç saymaktayım.

Sonuç olarak : Bana bu mutlu günü yaşama imkanı veren Ulu Tanrıya şükürler eder, siz değerli meslektaşlarıma sevgi ile - muhabbetle selamlarım.

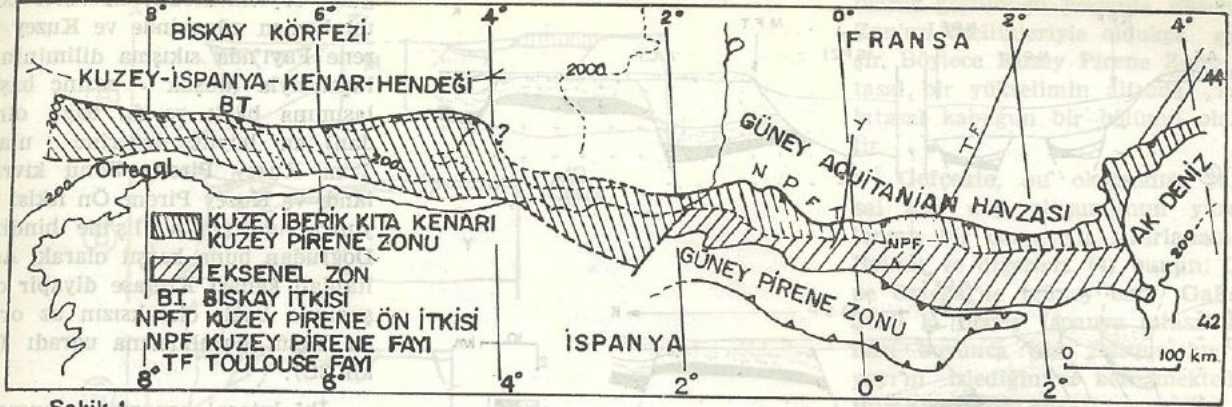
İhsan KETİN

9 Mart 1981

zalarda Triyas ve özellikle Kretase sırasındaki bölgesel genişleme ve düşey devinimler, (c) Geç Kretase ve Eosen sırasında (8,9) oldukça biçim bozulmasına uğramış zonlarda ısıl başkalaşım, dilinimin görünümü ve kıvrımlanmadır.

2. Oluşan Pirene kuşağı büyük faylarla ayrılan doğu - batı yönelimine sahip yapısal ve paleocoğrafik zonlarla ayrılır (Şekil 1). Kuzey Pirene Fayı Eksensel Zon'la Kuzey Pirene Zonu'ndan ayrılır. Doğu Pireneler'de basit bir fay belirgin olarak görülmektedir. Fakat bu fayın batıdaki devamını izlemek oldukça güçtür. Kuzey Pirene Ön İtkisi, Kuzey Pirene Zon'u kayalarını Güney Aquitanian havzasına taşır. Batı Pireneler'de bu durumu oldukça iyi gelişmiş gözükmektedir. Burada yer değişimi 20 km. den büyüktür (10,11).

(*) Gilbert Boillot ve Raymond Capdevila'nın Earth and Planetary Science Letters'ın 35 (1977) sayısındaki «The Pyrenes : Subduction and Collition?» yazısı Ali Yılmaz tarafından Türkçeleştirilmiştir.



Şekil 1

Şekil 1 : Pireneler'in ana jeolojik ve yapısal özellikleri. X-Y : Şekil 2 de görülen kesitlerin yeri.

3. Pirene Kuşağı, tektonik yapıların kronolojisi ve dizilimiyle Mezozoyik ve Senozoyik tortul fasiyesleriyle tanımlandığı gibi, denizaltında ve kuzey İspanya kıtasal kenarına uyumlu olarak batıya doğru izlenebilir (4, 7, 12 - 14).

4. Kuzeyde Aquitaine Havzası bugünkü Güney Armorican kıtasal kenarı ile uyumludur (15, 16). Bunun en güneyindeki uzantısı Pirenelerden Kuzey Pirene Ön İtkisiyle ayrılmaktadır. Bu durum Mezozoik sırasında gelişmiştir, (Triyasik ve Erken Kretase sırasında bölgesel genişleme; Geç Kretase sırasında fliš çökmesi) (17).

5. Pireneler'in jeolojik gelişimi, Biskay Körfezi ve bunun kıtasal kenarlarının gelişimi ile yakından bağlantılıdır. Buna göre iki farklı aşama tanımlanabilir : (a) Triyasik dönemde Biskay Körfezi'nin açılması (18) yada Erken Kretase'de Aquitaine Havzası ve Pirenelerde bölgesel genişleme (19), (b) Biskay Körfezi'nin Geç Kretase ya da Eosen sırasındaki kısmi kapanması, Pirene yapılarının bölgesel sıkışmaya bağlı oluştuğu sırada İberik Yarımadası'nın altında okyanusal tabanın yitimiyle bağlantılıdır (20, 21).

PIRENELER İÇİN ÖNERİLEN MODEL

Herşeyden önce, Pau ve Tarbes arasında kuzey - güney enine kesitine göre, Pireneler ve Aquitaine Havzası'nın evrimini yeniden kur-

maya girişebiliriz (x-y, bak, Şekil 1). Sonra da, zincirin batı ve doğu bölümlerine değgin yorumumuzu genellemeye girişeceğiz.

Pireneler'in Turoniyen'de Yeniden Gelişmesi

Güney Pirene Zonu ve Eksenel Zon'da, görece olarak az kalın olan Senomaniyen - Turoniyen'in neritik fasiyesteki tortul kayaları, kesitte görüldüğü gibi Mezozoik öncesi temelin üzerindedir (22, 23). Karşıt olarak Kuzey Pirene zonu; Mezozoyik öncesi bir temel ve de doğu - batı yönelimli dar havzalarda korunur Jurasik - Alt Kretase yaştaki neritik fasiyesteki kayalar ve bunların üzerinde yer alan Senomaniyen ve Turoniyen yaştaki fliš türü tortuları kapsar (24).

Günümüzdeki duraylı kıtasal kenarların derin havzalarında ve kıtasal yükselimlerinde türbiditler ve fliš çöker. Oysa karbonat kayaları genellikle kıtasal sahanlıkta oluşur. Buna göre Pireneler'in Turoniyen'de oluşan dizinin yapıtı olduğunu önerebiliriz. Bu dizi de, Güney Pirene'de Atlantik türü duraylı kıtasal bir kenar, kıtasal sahanlıkta oluşan Eksenel Zonlar, kıtasal yamaçta biçimlenen Kuzey Pirene Fayı ve havzanın en derin bölümlerinde oluşan Kuzey Pirene Zonu'dur (Şekil 2A).

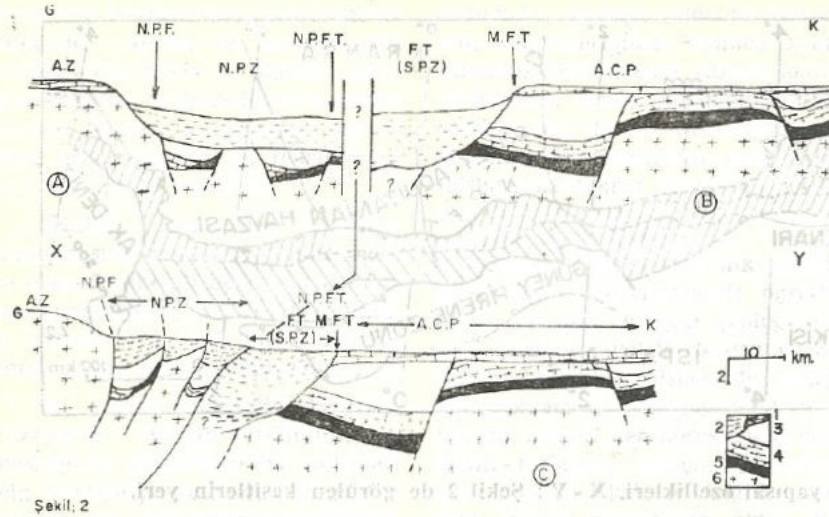
Geç Kretase'de Pirene ve Aquitaine sahaları derin bir havzayla ayrılan duraylı kıtasal kenarlardan oluşmaktaydı. Geç Kretase'nin en

son zamanlarında iki kenar yakınsadı ve Eosen'de çarpıştı. Aquitaine kenarı kuzeye doğru hafif biçim bozulmasına uğradı. Bu da Kuzey Pirene Zonu'yla üste itildi ve oldukça biçim bozulmasına uğradı. Horst ve graben yapıları oluşarak Kretase'deki alan daraldı.

Aquitaine Havzası'nın Turoniyen'de Yeniden Gelişmesi

Ekonomik öneminden ötürü, Aquitaine Havzası birçok petrol şirketi tarafından ayrıntılı bir şekilde çalışılmıştır. Ve çalışmalar son zamanlarda yayınlanmıştır (17). Ayrıntılı sedimentolojik çalışmalar (Şekil 3) Aquitaine Havzası'nın Geç Kretase sırasında Atlantik türü kıtasal bir kenar olduğunu gösterir (Şekil 2B) : (a) Alt Pirene Zonu'nun fliš çukuru, kıtasal bir yükselimi belirler. Bu da kuzeye doğru dikleşerek, tortullaşmanın az ve süresiz olduğu bir yamaca dayanır; (b) Daha Kuzeyde Aquitaine Havzası'nın Üst Kretase neritik fasiyesleri kıtasal sahanlıkta çökelmektedir.

Aquitaine Havzası ve Pireneler'in gelişmesi Turoniyen'de Atlantik türü kıtasal kenarların oluşmasına bağlıdır. Bu da arada derin bir havzanın varlığını da belirlemektedir. Havzanın büyüklüğünü kestirmek güçtür. Buna göre okyanusal kabuğun oluşumu ya da kıtasal kabuğun inceliğiyle İberik ve Avrupa levhalarının yakınsaması gerektiği açıktır.



Şekil 2

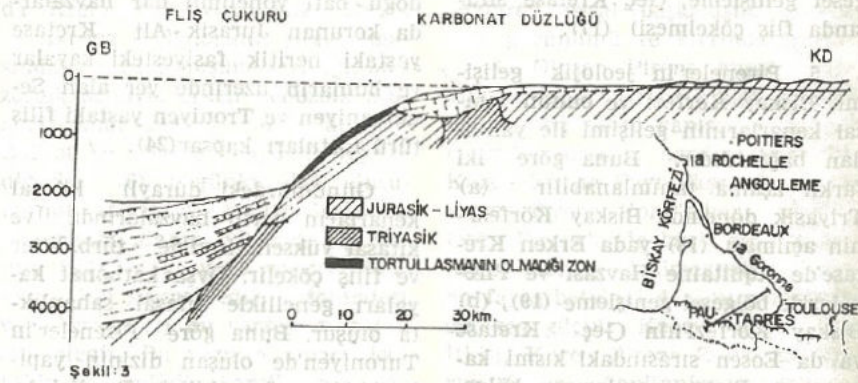
Şekil 2A, B. : Turoniyen'de Aquitaine Havzası ve Pireneler'in Paleomorfolojik gelişimi, C. - Bugünkü Pireneler'in kesiti (Kuzey Pirene Zonu Choukroune'den 9, Aquitaine Havzası Anonymous'tan 17 yalınlaştırılmıştır). İki kesitte Pau ve Tarbes arasındaki alan için geçerlidir.

Açıklama : 1 = Üst Kretase, neritik fasiyesi; 2 = Üst Kretase fliş fasiyeleri; 3 = Alt Kretase; 4 = Jurasik; 5 = Triyasik; 6 = Mezozoik öncesi temel (Tersiyer molas ve diyapirleri çıkarılmıştır). A.S. = Paleozoik Eksensel zon; N.P.F. = Kuzey Pirene Fayı; N.P.Z. = Kuzey Pirene Zonu; N.P.F.T. = Kuzey Pirene Ön itkisi; F.T. (S.P.Z.) = Fliş Havzası (Alt Pirene Zonu); M.F.T. = Fliş Havza kenarı; A.C.P. = Aquitaine karbonat düzlüğü (X - Y kesit çizgisi Şekil 1'dedir).

Pireneler ve Aquitasine Havzası'nın Erken Kretase'deki Durumu

Aquitaine (15-17) ve Pireneler'deki araştırmalar (8, 9, 22, 25) Jurasik sonunda başlayan ve Geç Albinyen'de sonlanan düşey hareketler sonucu oluşan «Senomaniyen öncesi» biçim bozulmasını ortaya koymaktadır (23, 26). Erken Kretase sırasında yükselen horstlarla (bunların bazıları Kuzey Pirene Kristalin masifleridir) ayrılan Adour ve Parentis havzaları bu devinimler sonucu oluştu.

Kuzey - güney yönündeki bölgesel genişlemeyle beraber oluşan normal faylar yarıлма işlemi belirler. Bu da Sanomaniyen'de kıtasal kenarların oluşmasını hazırlamaktadır. Yarıлма işlemlerinin son aşaması, Kuzey Pirene temelinin çökmesi, Alt Pirene çukuru ve iki kıtasal yamaç ve yükseltilerin oluşumuyla bütünüleşir (Şekil 2A, B).



Şekil 3 : Güney Aquitaine Havzası'nın Turoniyen'de gelişimi (Pau sahasında) (Anonymous'a göre 17, levha 18, Şekil 2).

Senozoyik'te Oluşan Sıkışmanın Nedenleri ve Etkileri

Choukroune (9,24) Kuzey Pirene Zonun'daki yapıların, Erken Kretase sırasında gelişen horst ve grabenlerin sonucu olarak en geç Kretase ya da Eosen'de kuzey - güney yönündeki sıkışmadan oluştu-

ğunu söylemektedir. Eksensel Zon'un hemen güneyinde ve Kuzey Pirene Fayı'nda sıkışma diliminin oluşmasıyla (düşük - basınç başkalaşımına bağlı ya da bağlı olmadan) en büyük değerine ulaştı. Tüm Kuzey Pirene Zonu kıvrımlandı ve Kuzey Pirene Ön itkisi boyunca Aquitanian fliş'ine bindirdi. Doğrudan buna karşıt olarak, Aquitanian kenarı Kretase diyapir oluşumuna bağlı olmaksızın az oranda biçim bozulmasına uğradı (Şekil 2C).

İki kıtasal kenarın yakınsamasını şöyle açıklayabiliriz : Güneydeki kenar biçim bozulmasına uğradı ve kuzeydeki kenara bindirdi. Kuzeydeki kenar az oranda biçim bozulmasına uğradı ya da hiç uğramadı. Biz bugünkü görünümün, Kretase'deki okyanusal alanın güneye doğru yitiminden ve bunu izleyen Geç Kretase ve Eosen sırasındaki iki kıtasal kenarın çarpışmasından oluştuğunu öneririz (Şekil 4).

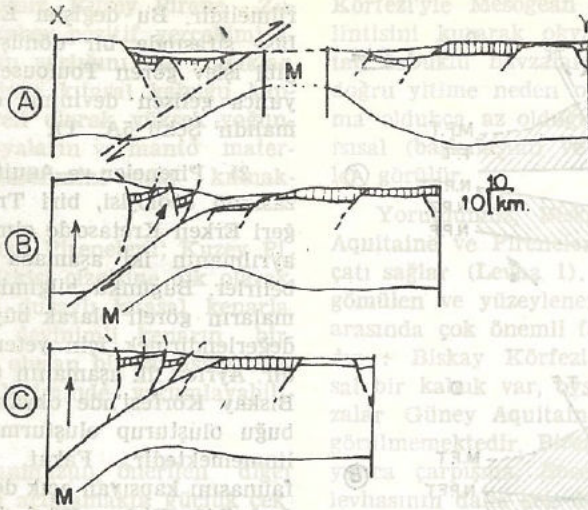
TARTIŞMA

Senozoyik yapılarının, bugünkü paleografik çatısı ve geometrisini kullanarak Pireneler'in kökeni üzerine bir model önerdik. Şimdi, di-

ğer jeolojik ve jeofizik verileri, bu modele uyumlu olup olmadıklarını sınavabiliriz.

Mezozoik ve Senozoyik Sırasında Mağmatizma ve Başkalaşım

Mezozoik mağmatik etkinliği, başlıca Triyasik kayalarından (ofi-



Şekil : 4

Şekil 4 : Pireneler ve Aquitaine Havzası'nın evrimine ilişkin önerilen model A. Turoniyen'deki durum, B. Geç Senoniyen'deki durum, C. Bugünkü durum M. Moho'yu göstermektedir. Üst Kretase öncesi Mezozoyik tortulları taralıdır.

Yitim, Orta Senoniyen'de başlamakta ve en geç Kretase ve Eosen'de kıtasal iki kenar arasındaki çarpışmadan sonra bitmektedir. Levha yakınsaması, bu alanda 100 Km'den azdır. (Şekil 4A, Şekil 2A,B ile; Şekil 4C, Şekil 2C ile karşılaştırılmalıdır.)

yolitler ve toleyitik takım) ve Üst Kretase kayalarında (iç püskürük ve dış püskürük alkanin kayaları) görülmektedir (27). Mağmatik etkinlik, Triyasik ve Kretase sırasında, Aquitaine, Pirene ve Biskay Körfezi'ndeki bölgesel genişlemenin ardışıklı iki aşamasıyla açıklanabilir.

Diğer taraftan, önerdiğimiz yitimle ilişkili mağmatik olaya değin kanıt yoktur. Ayrıca, yüksek ya da orta basınç başkalaşım etkileri Pireneler'de gözlenememektedir. Yalnız düşük - basınç başkalaşım büyük temel kırıklar (doğuda Kuzey Pirene Fayı «mermer örtüsü» Basque Country'deki fay) oluşmuştur. Bu da alttan genel ısı akısının etkisiyle olabilir (28. Mattauer 8 ve Choukroune 29 göre bu başkalaşım, Kretase sonunda ve Eosen'de oluşmuştur.

Mağmatizma ve yüksek - basınç başkalaşımının olmayışı, Pireneler'de Mezozoyik sonunda ve Senozoyik başlangıcındaki yitim varsayımını yadsımak için yeterli bir ölçüt değildir. Aynı kanıtlar, örneğin bu dönemde etkin olan Kuzey İspanya kıta kenarında azdır (20). Bugünkü etkin kıtasal kenarlarda, magma 80 - 100 Km. derinliğin altında oluşur. Yitim zonunun ortalama bir dalıma sahip olduğuna varsayarak, plütonik ve volkanik olayı levha yakınsamasının 130 - 150 Km'yi geçemediği, bir işleme bağlayamayız. Bu da yaklaşık olarak, Eosen sırasında Biskay Körfezi'nin kısmi kapanmasında gereksinilen yerdeğişimini gerektirebilir. Sonuç olarak İberik ve Avrupa levhalarının yaklaşmasının yitim zonunda magma oluşumuna yol açacak ölçüde yeterli olmadığını söyleyebiliriz.

Mezozoyik Öncesi Temelin Yapısı

Kuzey Pirene Zonu, kuvvetli pozitif bir yerçekimi anomalisiyle belirlenir (17,30). Bu da genellikle manto materyalinin yükselimiyle yorumlanır. Ayrıca Mezozoyik öncesi temel; kıtasal kabuğun en derin düzeylerinde, hatta üst mantoda (granulitler, şarnokitler, lertzolitler) oluşan kayaları kapsamaktadır. Bu özellikler, Mezozoyik öncesi temelin daha üst düzeydeki kayalardan oluştuğu ve daha kalın

olarak görüldüğü yerlerde Eksensel Zon'un özellikleriyle oldukça gelişir. Böylece Kuzey Pirene Zonu kıtasal bir yükselimin altında ince kıtasal kabuğun bir bölümü olabilir.

Gerçekte, bu olağandışı yapısal zon, dağ oluşumunun yüzeylenmiş bir parçasıyla sınırlanamaz. Boillot ve diğerleri (4) bunun, Cape Ortegal'de (güney batı Galicia Şekil 1) Kuzey İspanya kıtasal kenarı boyunca tüm Basque kıvrım yayını izlediğini belirtmektedir. Burada birçok pozitif yerçekimi anomalisi ve granulitik temel kaya yüzeylemeleri vardır (31). Biz bunu, Senozoyik sıkışmasıyla yüzeylenen Kuzey İberik kıtasal kenarı boyunca Üst Kretase yaştaki kıtasal yükselimin ürünlerini belirleyen ince kıtasal kabuğun bir kuşağı olarak yorumlarız.

Bu yoruma göre, benzer yapıya sahip bir kabuğun, Aquitaine kıtasal yükseliminin (Alt - Pirene kuşağı) altında varolması gerekir. Fakat, oluşan kayaların yoğunluğu ve kalınlığından ötürü ortağ bir kabuğun, yitim olayında okyanusal bir kabuk gibi davranması gerekir. Onun için, bugün Aquitaine kıtasal kenarının kolaylıkla gözlenemeyen ince kıtasal kabuğu olasıdır (Şekil, 4C).

Böylece Pirene yaması ve yakınsayan levha zonlarında, çoğu dağ oluşum kuşaklarında olduğu gibi, ofiyolitler oluşmaz. Fakat orta ölçüde okyanusal kabuğun mercikleri bulunabilir. Bu tekrar yitim sınırlı olduğunu gösterir ve kabuğun gerçekten okyanusal bir niteliğe sahip olmadığı yerlerdeki (Pireneler'de) bir havzada geçerlidir.

Tektonik ve Doğu Pireneler :

Pireneler'in yelpaze yapısı, yitim ve çarpışma işlemiyle uyumludur (32). Le Pichon ve Sibuet (21) İberik ve Avrupa levhalarının yakınsamasıyla güneybatı - kuzeydoğu doğrultusunda Pireneler'in oluştuğunu ileri sürmektedir. İberik levhasının yitim cephesine göre görel olarak eğik devinimi, Kuzey Pirene Fayı dolayında gözlenen sol yönlü doğrultu atımlı faylar ve düşey kıvrım eksenlerini açıklayabilir (9).

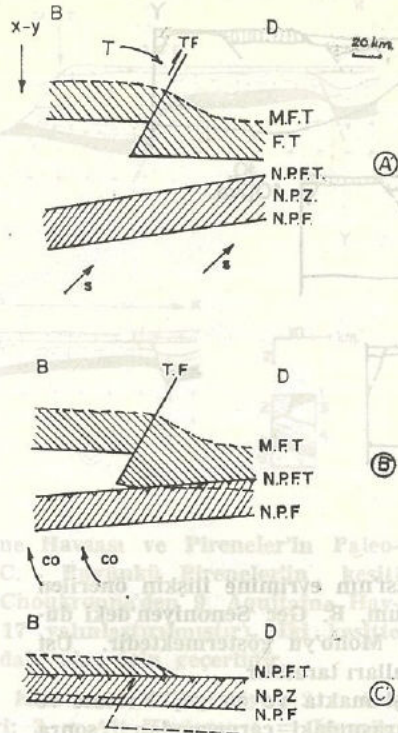
Diğer taraftan, yorumumuzu dağılımın doğudaki ucuna dek genişletirsek güçlüklerle karşılaşabiliriz. Kuzey Pirene Üste İtici Cephesi bugün Akdeniz'e doğru devam etmemekte ve bunu levha kenarıyla denestirmek kolay değildir. Ciddi olan bu çelişkiyi ortadan kaldıramayız. Bunun için iki yanıt önerebiliriz :

1) Yitimin sınırlı olması halinde Mezozoyik örtüde ve de yüzeyde iki levha arasındaki sınırı saptamaya çalışmak belki de anlamsızdır. Mezozoyik örtü temelden ayrılabilir ve derinde bağımsız olarak biçim bozulmasına uğrayabilir.

2) Gerçekten dağılımın batı ve doğu bölümleri arasında bir farklılık vardır ve bu kısmen Erken Kretase sırasında Toulouse - Villefranche Fayı'nın etkileriyle açıklanabilir (17). Bu fayın batısında Üst Kretase genellikle Jurasik ya da Alt Kretase üzerine oturur. Fayın doğusunda Üst Kretase doğrudan Mezozoyik öncesi temelin üzerindedir. Böylece Erken Kretase'deki yarılmanın etkileri fay'ın her bir kenarında oldukça farklıdır. Fay boyundaki devinim Erken Kretase'de doğrultu atıma bağlıdır (Şekil 5A,T). Böylelikle, güneydeki Aquitaine Havzası'ndaki Toulouse Fayı, Kızıl Deniz'deki Jordan Fayı'na benzemektedir. Bu fay; betimlediğimiz derin havzadaki batı bölgesini yarılmanın yer aldığı doğu bölgesinden ayırır. Karşit olarak daha sonraki levha yakınsaması sırasında; çarpışma, dağılımın batısından çok doğusunda daha önce gerçekleşti (Şekil 5B' ve C'). Batı ucunda Kuzey Pirene Ön İtkisi altında Fliş Kuşağı görülmediğinden bugün batı ve doğu Pireneler arasında gözlenen yapısal çelişkinin açıklanması olasıdır.

En geç Kretase'de ve Eosen'de, İberik levhası saat yelkovanı yönünde döndüğü ve Avrupa levhası ile çarpışması Pirene Kuşağı'nın doğu bölümünde batı bölümünden daha önce gerçekleştiği düşünülmektedir.

Özet olarak, Kuzey Pirene yitimiyle ilgili varsayımı, Biskay Körfezi'nin güneyindeki sahalar için sağlam tartışmalara dayandırdığımızı söyleyebiliriz. Bu tüm dağılım



Şekil 5

Şekil 5 : Pireneler, Toulouse - Villefranche Fayı'nın (T.F.) doğusu. Kısaltmalar için Şekil 2'ye bak. A', Turoniyen'deki durum. B', En geç Kretase'deki durum. C', Bugünkü durum. T = Erken ve Orta Kretasede olası tektonik devinim; X-Y = Şekil 2 ve 4'teki kesit çizgileri; S = Senomaniyen yitimi sırasındaki devinim; C.O = çarpışma sırasındaki devinim.

şum için de geçerlidir. Buna göre burada yitimin etkileri, örtü kayalarının sıkışmasıyla ve 50-60 km'lik yerdeğişimiyle sınırlandırılmış kabul edilmelidir (18).

ÖZET VE SONUÇLAR

Sonuç olarak Biskay Körfezi ve Pireneler'deki olayların aşağıdaki zaman dizinimini çıkarabiliriz.

1) Geç Kretase sırasında okyanusal bir alanla (okyanusal ve geçiş kabuğuyla) İberik, Avrupa'dan ayrılmaktadır. Biskay Körfezi'nin açılmasını açıklamak için Le Pichon ve diğerlerinin (1) önerdiği kinematik model, bugünkü Pireneler'de iki levhanın Mezozoyik'teki açılmasını kapsamak üzere değişti-

rilmelidir. Bu değişim Erken Kretase sırasında bir dönüşüm fayı gibi işlev gören Toulouse Fayı boyunca gelişen devinimi de kapsamalıdır (Şekil 5A', T).

2) Pireneler ve Aquitaine Havzası'nın Jeolojisi, biri Triyasik diğeri Erken Kretase'de olmak üzere ayrılmanın iki aşamada olduğunu belirler. Bugünkü bilginiz, bu aşamaların görece olarak büyüklüğünü değerlendirmek için yeterli değildir. Ayrıca ilk aşamanın (Triyasik), Biskay Körfezi'nde okyanusal kabuğu oluşturup oluşturmadığı bilinmemektedir. Fakat, Mesogean faunasını kapsayan açık denizin Geç Jurasik'te Biskay Körfezi'nin bugünkü kenarlarına dek yayıldığı söylenebilir (33, 34).

3) İberik ve Avrupa levhalarının yakınsaması Orta Senoniyen'de başladı. Buna göre (a) yitim sırasında eski Senomaniyen - Turoniyen kıtasal yükseliminin yükselmesinden Kuzey Pirene Zonu'nda fliş çökmesinin son bulduğunu (Şekil 4B) : (b) aynı zamanda türbiditlerin yersel olarak çökelebildiği bir ön ülke havzasının (Bugünkü Güney Pirene Zonu'nun) varlığı açıklanabilir (22). Yitim sırasında, İberik ve Avrupa levhalarının yakınsaması, güneybatı - kuzeydoğu çizgisi boyunca oluşmaktadır (Şekil 5A', S).

4) Devlinmeyen kuzeydeki kıtasal kenarla (yitimle beraber oluşan fliş çökmesinin yer aldığı Aquitaine fliş kuşağıyla) devinen güneydeki kenar, Geç Kretase sırasında doğuda çarpışmaya başladı ve çarpışma Erken ve Orta Eosen sırasında Batı Pireneler'e doğru bir süreklilik içinde yayıldı (29). Bu İberik yarımadası'nın Avrupa'ya göre saat yelkovanı yönünde dönmesini gerektirir (Şekil 5B' - C.O).

5) Bu dağılım yitim ve çarpışmanın ürünüdür. Yitim zonunda (ince kıtasal bir kabuğun üzerinde kalın bir tabaka) kabuğun iki tabakasının varlığı, ilk Eksenel Zon'un yükselimine ve isostatik düzenlemelere yol açmaktadır (Şekil 4C). Kıtasal kabuğun okyanusal kabuğa bindirdiği Biskay Körfezi'nin güneyinde, yükselimin önemi pek yoktu ve Pireneler çoğunlukla gömülü kalmaktaydı.

Modelimiz, Kuzey Pirene Zonu'yla beraber pozitif yerçekimi anomalisinin varlığını da açıklar. Anomali ince kıtasal kabuğu kapsayan görel olarak yüksek yoğunlukta kayaların ve manto materyalinin yükselmesini olası kılmaktadır.

Bugünkü Pireneler'i; Kuzey Pirene Ön İtkisi çizgisine dik olarak, Kuzeydeki duraylı kıtasal kenarla, güneydeki devinimli kenarın birleşmesiyle oluşan bir çarpışma dağılımı biçiminde yorumlayabiliriz.

Yorumumuzun, önerilen diğer modellerin açıklamakta güçlük çektiği Pireneler'in Jeolojisine açıklık getirdiği inancındayız. Örneğin, açıklık getirilen noktalardan biri Massif Central'in güneyi ve İberik Yarımadası'nın Kuzeyinde Kretase sırasında duraylı kıtasal kenarın gelişimi ve görünümü ile ilgilidir. Diğer, Kuzey Pirene Zonu'nda ilk Eksensel Zon'un temeliyle, dağılım kuşağı boyunca oluşan zon'un sürekliliği arasındaki ilişkidir. Üçüncü bir nitelik de ilk Eksensel Zon'un güneyinde (kilili kuşak fayı) ve kuzeyinde (Kuzey Pirene Fayı) düşük basınç başkalaşımıdır. Bu da yakınsamakta olan levhalar boyunca sürtmeyi gerektirebilir.

Pirene dağılımının sahip olduğu nitelikler Pireneler'i Alp'in türü diğer dağılımlarından da ayırabilir. Yeşiltaşların, yüksek basınç başkalaşımının yokluğu ve büyük ölçekli itkilerin azlığı; Mezozoyik ve Senozoyik sırasında İberik ve duraylı Avrupa levhalarının görel olarak küçük yerdeğiştirme yakınsama ve ayrılma varsayımlarıyla açıklayabiliriz.

a) Triyasik ve Erken Kretase'deki bölgesel genişleme günümüzdeki Pireneler ve Aquitaine düzlüğü arasında derin fakat görel olarak dar bir havza (Toulouse Fayı'nın batısında kabaca 100 Km doğusunda 60-80 Km genişlikte) oluşturmuştur. Bu havzanın altındaki kabuk, «orta» türde gözükmektedir.

b) En geç Kretase ve Eosen'de İberik ve Avrupa levhalarının yakınsaması, daha önce Biskay

Körfezi'yle Mesogean Denizi'nin ilintisini kurarak okyanusal ve orta kabuklu havzaların güneyine doğru yitimi neden oldu. Yakınsama oldukça az olduğundan ancak ısıl (başkalaşım) ve yapısal etkiler görülür.

Yorumumuz, Biskay Körfezi, Aquitaine ve Pireneler için bir tek çatı sağlar (Levha 1). Bu bölgenin gömülen ve yüzeylenen bölümleri arasında çok önemli farklılık vardır: Biskay Körfezi'nde okyanusal bir kabuk var, oysa derin havzalar Güney Aquitaine'de tümüyle görülmemektedir. Pirene çizgisi boyunca çarpışma, Eosen'de İberik levhasının daha çok devinimini önlemiştir. Böylece tüm yitimden günümüzdeki Biskay Körfezi korunmaktadır. Biskay Körfezi'nin kenarları batıya kıtasal alanlara (kuzeyde Güney Armorican kenarı ve Aquitaine havzası, güneyde Kuzey İspanya kenarı ve Pireneler'e) doğru devam eder. Bu da 1000 km'den daha uzun kıvrımlı bir dağılım kuşağını belirler.

Levha 1. - Geç Kretase ve günümüzde, Biskay Körfezi'nin tortul ve yapısal zonları ve de bunların Aquitaine Havzası ve Pireneler'e doğru uzanımı (Boillot ve Bouysse'den (35) az oranda değiştirilmiştir).

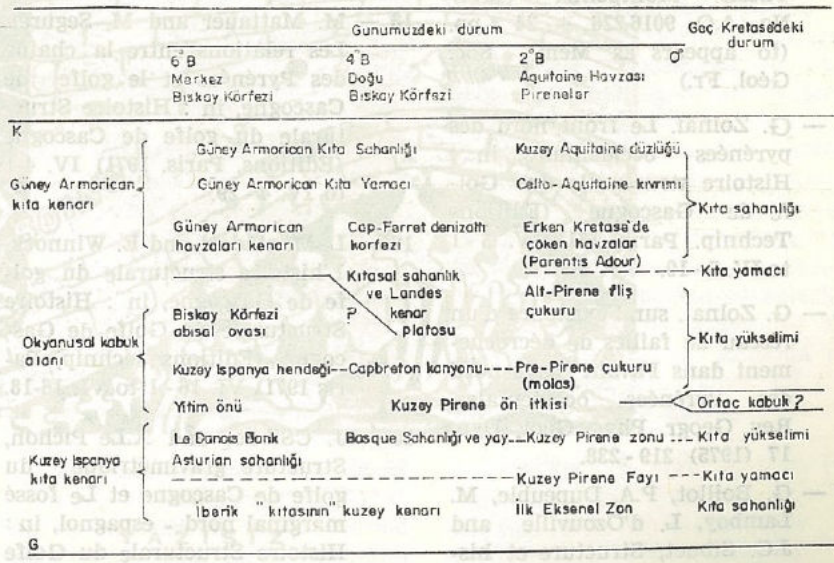
KATKI BELİRTME

Bu yazıda sunulan temel düşünceler, Şubat 1976'da Pierre ve

Marie Curie Üniversitesi Yapısal Jeoloji Bölümü'nde sunulan bir seminerde tartışılmıştır. Eleştiri ve önerileri için katılanlara teşekkür ederim. Ayrıca Paris'te ve Ren'de birçok yararlı tartışmaları için P. Choukroune'ye ve yazıyı okuyan, eleştiren Mssrs. Azambre, Malod, Mauffret ve Mougenot'a teşekkür ederim. P. Cobold yazıyı Fransızca'dan İngilizce'ye çevirmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- 1 — X. Le Pichon, J. Bonnin, J. Francheteau and J.C. Sibuet, Une hypothèse d'évolution tectonique du golfe de Gascogne in : Histoire Structurale du golfe de Gascogne Editions Technip, Paris, 1971) VI. 11-1 to VI. 11-44.
- 2 — P. Choukroune, X. Le Pichon, M. Seguret and J.C. Sibuet, Bay of Biscay and Pyrenees Earth Planet. Sci. Lett. 18 (1973) 109-118.
- 3 — P. Choukroune, M. Seguret and A. Galdeano, Caractéristiques et évolution structurale des Pyrénées : Une modèle de relations entre zone orogénique et mouvement des plaques, Bull. Soc. Géol. Fr. 15 (1973) 600-611.
- 4 — G. Boillot, R. Capdevila, I. Hennequin - Marchand, M. Lamboy and J.T. Leprêtre, La



Levha 1

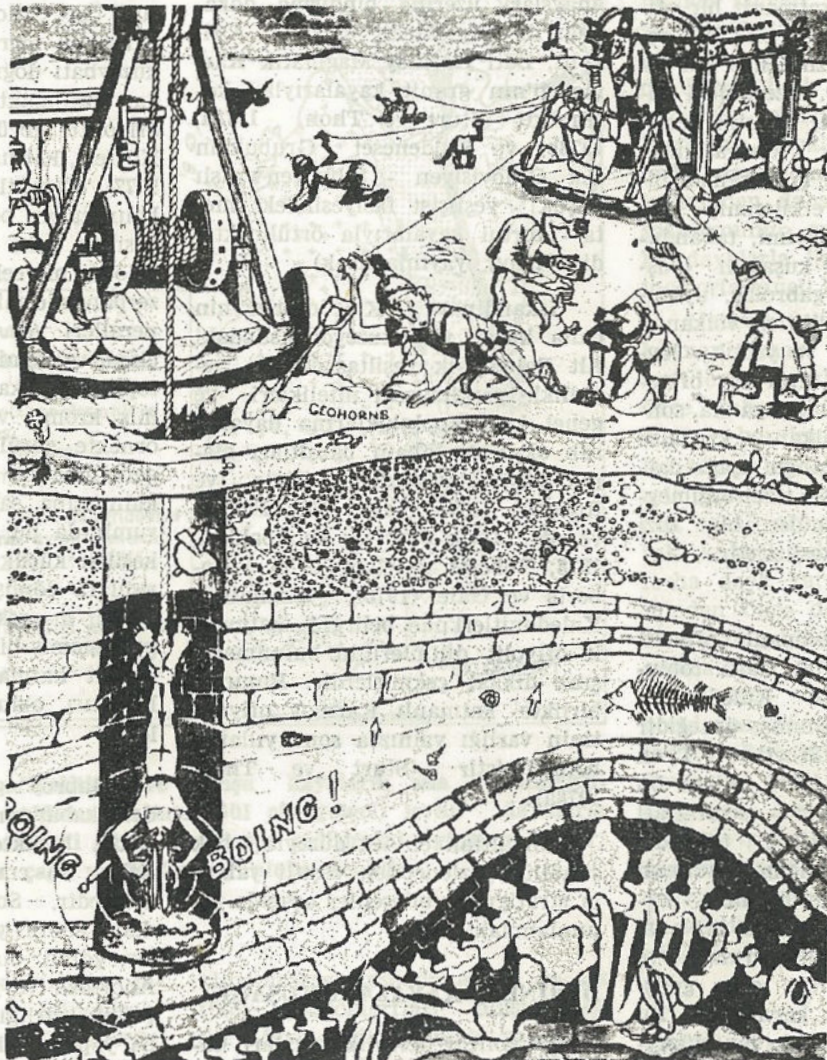
- zone nord - Pyrénéenne, ses prolongements sur la marge continentale nord - espagnole et sa signification structurale, C.R. Acad. Sci. Paris 277 D (1973) 2629 - 2662.
- 5 — G. Boillot and R. Capdevila, Les Pyrénées résultent-elles d'une subduction suivie d'une collision ? Réunion. Ann. Soc. Terr. Pont-a-Mousson (1974) 59.
- 6 — J.F. Dewey, W.C. Pitman, W.B.F. Ryan and J. Bonnin, Plate tectonics and the evolution of the Alpine System, Bull. Geol. Soc. Am. 84 (1973) 3137 - 3180.
- 7 — L. Montadert, E. Winnock, J. R. Delteil and C. Grau, Continental margins of Galicia - Portugal and Bay of Biscay, in : The Geology of Continental Margins, Burk and Drake, eds. (Springer - Verlag, New York, N.Y., 1974) 323 - 342.
- 8 — M. Mattauer, Les traits structuraux essentiels de la chaîne pyrénéenne, Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn. 10 (1968) 3 - 12.
- 9 — P. Choukroune, Structure et évolution tectonique de la zone nord - pyrénéenne? Analyse de la déformation dans une portion de chaîne à schistosité subverticale, Thesis. Montpellier (1974) No. A.O. 9016,226 + 24 pp. (to appear as Mem. Soc. Géol. Fr.)
- 10 — G. Zolnai, Le front nord des Pyrénées occidentales, in : Histoire structurale du Golfe de Gascogne (Editions Technip, Paris, 1971) IV. 5 - 1 to IV. 5 - 10.
- 11 — G. Zolnai, sur l'existence d'un réseau de failles de décrochement dans l'avant - pays nord des Pyrénées occidentales, Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn. 17 (1975) 219 - 238.
- 12 — G. Boillot, P.A. Dupeuble, M. Lamboy, L. d'Ozouville and J.C. Sibuet, Structure et histoire géologique de la marge continentale au Nord de l'Espagne (entre 4° et 9° W), in : Histoire Structurale du Golfe de Gascogne (Editions Technip, Paris, 1971) V. 6 - 1 to V. 6 - 52.
- 13 — G. Boillot, P.A. Dupeuble, I. Hennequin - Marchand, M. Lamboy and J.P. Leprêtre, Carte géologique du plateau continental nord - espagnol entre le canyon de Capbreton et le canyon d'Aviles, Bull. Soc. Géol. Fr. 15 (1973) 367 - 391.
- 14 — M. Lamboy and P.A. Dupeuble, Carte géologique du plateau continental nord - ouest espagnol entre le canyon d'Aviles et la frontière portugaise, Bull. Soc. Geol. Fr. 17 (1975) 442 - 461.
- 15 — E. Winnock, Géologie succincte du bassin d'Aquitaine (contribution à l'histoire du golfe de Gascogne), in : Histoire Structurale du Golfe de Gascogne (Editions Technip, Paris, 1971) IV. 1 - 1 to IV. 1 - 30.
- 16 — E. Winnock, Exposé succinct de l'évolution paléogéographique de l'Aquitaine, Bull. Soc. Geol. Fr. 15 (1973) 5 - 12.
- 17 — Anonymous (BRGM, ELF-Re, ESSO - Rep, SNPA), Géologie du Bassin d'Aquitaine (BRGM, 1974).
- 18 — M. Mattauer and M. Seguret, Les relations entre la chaîne des Pyrénées et le golfe de Gascogne, in : Histoire Structurale du golfe de Gascogne (Editions, Paris, 1971) IV. 4 - 1 to IV. 4 - 29.
- 19 — L. Montadert and E. Winnock, L'histoire structurale du golfe de Gascogne, in : Histoire Structurale du Golfe de Gascogne (Editions technip, Paris 1971) VI. 16 - 1 to VI. 16 - 18.
- 20 — J. CSibuet and X. Le Pichon, Structure gravimétrique du golfe de Gascogne et Le fossé marginal nord - espagnol, in : Histoire Structurale du Golfe de Gascogne (Editions Technip, Paris 1971) VI. 9 - 1 to VI. 9 - 18.
- 21 — X. Le Pichon and J.C. Sibuet, Western extension of boundary between european and iberian plates during the pyrenean orogeny, Earth Planet. Sci. Lett. 12 (1971) 83 - 88.
- 22 — M. Seguret, Etude tectonique des nappes et séries décollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées, Thesis, Montpellier (1970) No. A.O. 4833, 213 pp.
- 23 — M. Casteras, Les Pyrénées, in : Géologie de la France, J. Debelmas, ed. (Doin, Paris, 1974) 26 - 345.
- 24 — P. Choukroune, Contribution à l'étude structurale de la zone métamorphique nordpyrénéenne, Bull. BRGM. 4 (1970) 49 - 63.
- 25 — P. Souquet, M. Bilotte, J. Canerot, E.J. Debroas, B. Peybernes and J. Rey, Nouvelle interprétation de la structure des Pyrénées, C.R. Acad. Sci. Paris 281D (1975) 609 - 612.
- 26 — M. Casteras, Recherches sur la structure du versant nord des Pyrénées centrales et orientales, Bull. Serv. Carte Géol. Fr. 37, 189 (1933) 525 pp.
- 27 — B. Azambre and M. Rossy, Sur le caractère alcalin du magmatisme d'âge Crétacé dans les Pyrénées occidentales et l'arc basque, Bull. Soc. Geol. Fr. (1976) in press.
- 28 — J. Ravier, Le métamorphisme des terrains secondaires des Pyrénées, Mem. Soc. Geol. Fr. 38, 86 (1959) 250 pp.
- 29 — P. Choukroune, Phase tectonique d'âge variable dans les Pyrénées : évolution du domaine plissé au cours du tertiaire, C.R. Acad. Sci. Paris 276D (1973) 909 - 912.
- 30 — S. Coron and A. Cuillaur, Etude gravimétrique sur le golfe de Gascogne et les Pyrénées, in : Histoire Structurale du Golfe de Gascogne (Editions Technip, Paris, 1971) IV. 9 - 1 to IV. 9 - 16.

- 31 — R. Capdevila, M. Lamboy and J.P. Leprêtre, Découverte de granulites, de charnockites et de ayénites néphéliniques dans la partie occidentale de la marge continentale nord-espagnole, C.R. Acad. Sci. Paris 278D (1974) 17-20.
- 32 — D.H. Roeder, Subduction and orogeny, J. Geophys. Res. 78

(1973) 5005 - 5024.

- 33 — G. Boillot, P.A. Dupeuble, M. Durand Delga and L. d'Ozouville, Age minimal de l'Atlantique nord d'après la découverte de calcaire tithonique à Calpionelles dans le golfe de Gascogne, C.R. Acad. Sci. Paris 273D (1971) 67, 671 - 674.

- 34 — M. Durand Delga, Les Calpionelles du golfe de Gascogne, témoins de l'ouverture de l'Atlantique nord, Bull. Soc. Geol. Fr. 15 (1973) 22 - 24.
- 35 — G. Bouillot and Ph. Bouysse, Notice de la carte géologique du plateau continental du golfe de Gascogne (BRGM, 1976) in press.



YAZISIZ