

## SİSMİK METODLARIN SON SENELERDEKİ GELİŞMESİ

Fehmi AKSARAY\*^

### ÖZET :

Sismik propeksiyon metodundan, daha hassas ve daha derinden bilgi elde etmek gereği son senelerde üzerinde en çok durulan problemlerdendir. Henüz az bilinen bazı sismik işlemlerin yeni gelişmelere yol açacağı şüphesizdir. Aşağıdaki yazıda Sismik metodların son senelerdeki gerek arazi tatbikatında ve kullanılan aletlerde, gerekse kayıtların değerlendirilmesinde görülen gelişmelerin bir özeti yapılmıştır.

### SOMMAIRE :

La nécessité d'obtenir de la méthode sismique des informations de plus en plus précises et de plus en plus profondes se fait actuellement très pressante. Certaines technique de traitement de l'information sismique sont actuellement à peine connues et permettront sans doute de nouveaux progrès. Dans cet article on a tenté de faire d'une vue assez grossière, la résumé d'évolution de la sismique ainsi que sur le terrain et dans le domaine d'interprétation^ dans ces dernières années.

**Giriş:** Sismik metodlarının gelişmeleri şu iki nokta etrafında toplanmaktadır.

— En iyi kayıt alabilmek

1— Bu kayıtları en hassas şekilde değerlendirmek

Bunlardan birincisi arazi çalışmalarının, ikincisi ise büroda interpretasyon gelişmelerinin hedefi olmaktadır. Tatbikat sahasına girmiş olan bu gelişmeleri kabaca aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür.

#### 1 — Arazi çalışmalarındaki gelişmeler

- a — Birden fazla jeofon (sismometre) kullanılması
- b — Birden fazla atış kuyusu kullanılması
- c — Havada atış tarzı
- d — Mc Collum metodu
- e — Denizdeki sismik çalışmalar

#### 2 — Kullanılan tekniğin ve aletlerin gelişmesi

- a — Manyetik kayıt tarzı
- b — CVL tekniği

#### 3 — Inter pretasyon safhası gelişmeleri

- a — Yeni prezantasyon tarzları
- b — Çeşitli filrajlar
- c — Sentetik film tekniği

#### 1 — Arazi Çalışmalarındaki Gelişmeler

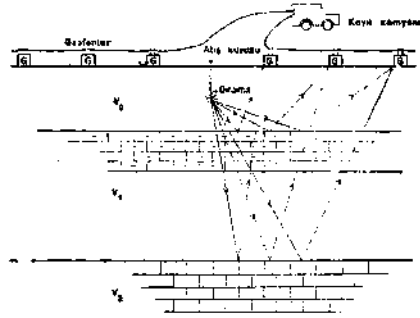
Klâsik sismik prospeksiyonda (refleksiyon yahut refraksiyon) arazide yapılagelmekte olan işler, sondaj makinası ile dinamit kuyusu açılması, dinamitin kuyunun dibine yerleştirilmesi, jeofonların yerlerine konması ve kayıt kamyonundaki aletlere bağlanması ve son olarak dinamit ateşlenmesi ile kayıtların yapılmasından ibarettir. (Şekil. 1 a ve b) Bütün bu işler yapılırken takip edilecek hareket tarzı, kuyunun derinliği, dinamitin miktarı, jeofonların özelliği, jeofonlar arasındaki uzaklık, kayıt cihazlarında amplifikasyon ve filtre ayarları, yer altından yansıyıp gelen dalgaların en iyi bir şekilde kaydedilbilmesi esas gairesini gerçekleştirecek şekilde seçilir. Bu parametrelerin değiştirilmesi yanında aşağıda kısa açıklamalarını vereceğiniz yeni teknikler de tatbik sahasına girmiş bulunmaktadır.

#### a — Birden fazla sismometre (jeofon) kullanılması:

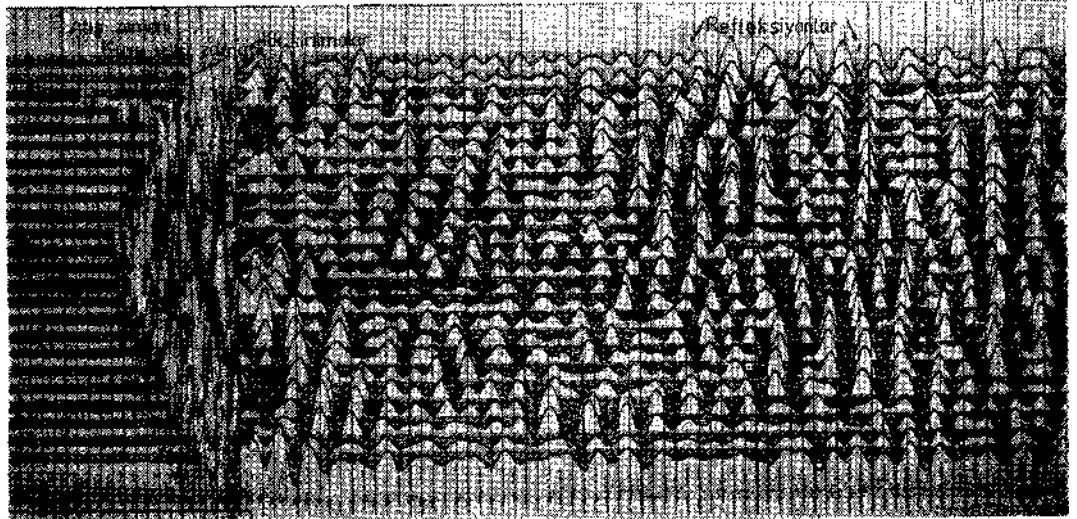
Bir amplifikatörün girişine bir tek teorik jeofon yerine, seri, paralel veya seri paralel bağlanmış bir jeofon gurubu yerleştirmek 1952 senesinden beri tatbik edilmektedir. Sayıları en az 6 ve bazı firmalarca en çok 60 olan jeofon gurubunun bağlanmış tarzı ve geometrisinin seçimi genel olarak değişik ve ampiriktir. Sismik refraksiyonda jeofon gurupları daha çok profil istikametine dik küçük hatlar şeklinde yerleştirilmektedir. (Re-

\*) Jeofizik Yük., Müh. M.T-A. Enstitüsü

ferans No : 1 ) Jeofon guruplarının kullanılmasından maksat sinyallerin şiddetlendirilmesi ve gürültülerin azaltılmasıdır. Yeryüzünü takiben yayılan parazit yüzey dalgaları bir kanalın (jeofon amptifikatör filtre galvanometre cümlesine bir sismik kanal denmektedir) jeofonlarına farklı fazlarda gelir ki, istatistik olarak yer yüzüne az çok dik gelen bir refleksiyon dalga cephesi, gurup jeofonlarına aşağı yukarı aynı fazda gelirki, bu da kanalın girişinde refleksiyon enerjisini şiddetlendirir.



Şekil 1: a ve b



Burada zikre değer bir başka hususi halde, tek kuyuda, farklı derinliklerde birkaç şarjın patlatılmasıyla kayıt alma usulüdür. Bununla jeofonların veya kuyuların guruplaşmasındakine benzer bir ameliyasyon tarzı elde edilir, şarj sayısı ne ise; refleksiyonların n defa artmasına karşılık, parazit ve çeşitli gürültüler sadece  $V_n$  kadar artarlar.

#### c — Havada atış tarzı:

Bilindiği gibi sismik prospeksiyonda pat-

#### b — Birden fazla atış kuyusu kullanılması:

Aynı gayenin (gürültüleri azaltmak sinyalleri şiddetlendirmek) gerçekleştirilmesi doğrudan doğruya patlama noktasında, aynı anda, birden fazla atış kuyusu kullanmakla yapılmaktadır. Birçok firmalar 1950 senesindenberi 3-5 veya daha fazla atış kuyusunu sistematik bir şekilde yaparak iyi neticeler almaktadır. Kuyular genellikle profil boyunca ve birbirlerine prensip olarak yarım dalga boyu mesafesinde, atış derinlikleri hep aynı kot üzerinde olarak sıralanırlar. Kuyular arasındaki mesafe ( $V_w$  tecezzi tabakasının hızı,  $f$  elimine edilecek dalgaların frekansı olmak

üzere  $\lambda = \frac{V_w}{f}$  dir.) Bir şarjdan gelen yüzey

dalgasının bir karın noktasına, bir sonraki şarjdan gelenin bir düğüm noktası tekabül edeceğinden, refleksiyon dalgalarına oranla yüzey dalgalarında belli bir azalma olacaktır. Genel olarak bu şarjlar 5-10 m. gibi az derinliğe fakat aynı kot üzerine konur. Ekonomik bakımdan toplam şarj m artmasına rağmen birden fazla atış kuyusu kullanmak delme derinliğini azaltmaktadır.

layıcı maddenin yerleştirileceği atış kuyusunu delmek etüdün en büyük masrafını teşkil eder. Bir kısım jeofizikçiler bu delme işlemini ortadan kaldırmak için şarjı toprak yüzünden belli bir yükseklikte havada patlatmayı denemişlerdir. 1947 senesinde jeofizikçi Poulter'in yaptığı bu tarz patlatma "Poulter metodu" diye tanınmıştır. 1948 den beri kullanılmaya başlanan bu metodun başarısı en çok 1950 senesinde A.B.D. de Edwarrds Platosun-

da görülmüştür. Havada atış tarzi ile de çubuklar üzerine konan birden fazla şarj kullanmak mümkündür. Yalnız birkaç kg. ı geçen şarjlar civar bölgeler ve evler için zararlı olabilir.

#### **d — Mc Colum metodu: (Ağırlık düşürme tekniği):**

Sismik prospeksiyonda yeni bir metod olan bu teknik, toprak yüzüne düşürülen bir ağırlıkla sarsıntı yapmaktan ibarettir. Bir kamyonun arkasında taşınan 3 tonluk ağırlık, atış noktasında belli bir yükseklikten düşürülerek enerji hasıl edilir. Metodun kaşifi olan Dr. Mc Colum problemi çok eskiden incelemiş olmakla beraber metodun kullanma sahasına girişi 1960 senesine rastlar. (Referans No: 2) Bu usûl, klâsik sismiğe göre bazı avantajlar sağlamaktadır. Atış kuyusunun yokluğu dolayısıyla sondaj ekibinden sarfinazar, kayıtların tekrarının ve çoğaltılmasının kolaylığı gibi. Bununla beraber sismik prospeksiyonda klasik metodlar elimine edilecek demek değildir. Zira çok ekili ve meskun bölgelerde, arızalı yerlerde sözü geçen ağırlığı taşıyan kamyonun sirkülasyonu imkânsız denecek kadar zordur.

#### **e — Denizdeki sismik çalışmalar:**

Son birkaç senedenberi denizlerde sismik araştırmalara başlanmıştır. Daha çok kıyılarda yapılan bu çalışmalar, denizler altında petrolle ilgili strüktür aramak gayesini güder. Çalışmalar sırasında laboratuvar gemisi, dinamit atış gemisi ve başka birkaç yardımcı gemiye ihtiyaç vardır. Hususi tipte olan jeofonlar, derinliği 50 m, den daha sığ yerlerde çalışıldığında su dibinden 1,5 m. yukarıya, daha derin yerlerde ise bir kablo vasıtasıyla su yüzünden 5 m. aşağı konur. (Referans No: 1) Atış noktalarının yerlerinin tesbiti radarla yapılır. Kayıtların gerekli tashihleri daha basittir. Datum seviyesi olarak su yüzeyi alınır. Yalnız şok parazit dalgaların ve su yüzü ile dibi arasında yayılan mütipl refleksiyonların varlığı kayıtların özel filtraj işlemine tabi tutulmalarını gerektirir. Deniz sismiği, karada yapılına oranla daha pahalı olmakla beraber onun 10 misli kadar randıman fazlalığı vardır. Dünyada oldukça yaygın olan deniz sismik çalışmaları bir iki senedir bizde de Akdeniz kıyılarında yabancı firmalar tarafından yapılmaya başlanmıştır.

## **2 — Kullanılan Aletlerin Gelişmesi**

Dinamitin patlamasıyla hasıl olan sismik

enerji, jeofon tarafından elektrik enerjisine çevrildikten sonra, bu zayıf enerjinin amplifikasyonu, filtre edilmesi ve kaydedilmesi gerekir. Son senelerde kullanılmakta olan lambalı ve sabit amplifikasyonlu aletlerin yerini transistorlu ve otomatik amplitüd kontrollü (AVC) ve çok çeşitli elektronik filtreleri havi amplifikatörler almıştır. Fakat muhakkak ki kayıtların yapılışında en büyük gelişme, fotografik kayıt yerine manyetik kayıt tarzının sismik prospeksiyona girişidir.

#### **a — Manyetik kayıt:**

Manyetik oksitle kaplı plastik maddeden yapılmış şeritleri ilk defa Almanlar ikinci dünya savaşı sırasında kullandılar. Denizaltı aramaları için yapılan bu mühim buluştan sonra manyetik kaydın sismikte kullanılabilmesi incelenmeye başlanmış ve ancak 1955 senesinden sonra tatbik sahasına başarıyla girmiştir. (Referans No: 3) Manyetik kayıt, sismik olay zincirinin (Patlama, dalgaların yer altında yayılması, jeofona geliş, amplifikasyon, filtraj ve neticelerin prezantasyonu) son kaydından evvel ek bir safhadan ibarettir. Şekil-2 Manyetik bant üzerine alınan titreşimler jeofona gelen muhtelif frekansta dalgalar ve titreşimlerin hepsini birden ihtiva eder. Bir kere bütün titreşimleri kaydettikten sonra, artık istediğimiz frekansları filtre etmek, birkaç jeofonun aldığı titreşimleri birleştirmek, miks kayıt yapmak v.s. gibi işlemler yapılabilecek ve istenildiğinde bunların tekrarı mümkün olacaktır. Bu manyetik playback etapını haiz modern aletlerin en büyük avantajı, kayıtların sadece bir fotoğraf kağıdının sarfıyla tekrarlanabilir olması ve observe sahada filtraj, gain, otomatik amplitüd kontrolü, hız gibi parametrelerin seçiminde daha büyük bir serbestiyet vermesidir. Modulator ve demodülatörle mücehhez olan manyetik kayıtlı modern aletler ile kayıt, aşağıdaki kayıt şekillerinden herhangi biri ile yapılmaktadır. (Referans No:4)

- 1) Direkt kayıt
- 2) Amplitüd modülasyonlu kayıt
- 3) Frekans modülasyonlu kayıt
- 4) Tmpülsiyon genişliği modülasyonlu kayıt

Birbirlerine göre avantajlı ve mahzurlu tarafları bulunmakla beraber bunlardan en fazla frekans modülasyonlu kayıt tarzı kullanılmaktadır. Bu 4 çeşit manyetik kayıt tarzının detaylarına burada inmeyeceğiz. Yalnız manyetik kayıtlı cihazların sabit ve hareket"

li başlıkları ihtiva etmesi halinde sağladığı faydalar bir kat daha artmaktadır. Sayıları sismik kanal sayısı kadar olan bu başlıklar yardımıyla, düşük hız tabakası, topografya gibi tashihler de otomatik olarak yapılabilir. Gerekli tashihleri yaptıktan, en uygun filtre intervalini seçtikten ve jeofonlara ait kayıtları grup halinde birleştirdikten sonra bir profil boyunca yapılan atışları aynı bir kâğıt üzerine otomatik olarak çizerek zaman kesitleri elde etmek mümkündür.

Manyetik kayıtlı aletlerin ikinci bir gelişme safhası, arazide alınan kayıtların çeşitli işlemlere tabi tutulduğu, sismik santral denilen aletler cümlesinin ortaya çıkışıdır. Çok yeni teknik olan yelpaze filtraj, multipl kuvertür, oto ve kros korelasyon, dekonvolüsyon v.s. gibi işlemler bu sismik santrallerde yapılarak kayıtların gittikçe daha ince değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. (Referans No: 5)

Özet olarak manyetik kayıt tarzının sağladığı avantajları şöyle sıralayabiliriz:

- 1) Bir tek atışla farklı filtraj da kayıtlar elde edebilmek. Bu avantaj bilhassa kampanya başındaki deneme atışlarında gerçekten çok önemlidir.
- 2) Sismik olayların gerek filtraj ve sinyal transformasyonundan evvelki durumlarının gerekse son kayıtların depolanma imkânları.
- 3) Dinamik ve statik tashihleri yapmak imkânı.
- 4) İzlerin toplanması ve miksaj imkânı. Klasik aletlerde miksaj, tashihsiz izler arasında yapıldığı için tashihler büyük olduğunda, refleksiyonlar için zararlı olmaktadır. Manyetik kayıt aletleriyle ise; miksaj tashiherden sonra yapılarak söz konusu olan mahzur ortadan kaldırılmıştır.
- 5) Neticelerin her izi tashihden geçmiş kesitler halinde prezantasyon imkânı.



Şekil: 2

Şekil: 2

### b — CVL (Hızın devamlı karotajı) tekniği:

Akustik log da denilen bu teknik, elastik dalga hızının derinlikle değişimini kaydetmekten ibarettir. Kayıt cihazları esas itibarıyla bir veya iki alıcı ve amplifikatörden ibarettir. Jeneratörden verilen ses enerjisi, kuyu cidandaki formasyonlardan geçerek, aralarındaki ve jeneratörle olan mesafeleri sabit alıcılar tarafından kaydedilir. Zaman ve uzaklık bilindiğinden sismik dalganın hızı

bulunur. 1955 senesindenberi jeofiziğe girmiş olan bu tekniğin başlıca tatbikatları şunlardır. (Referans No:7)

1) Akustik loğla elektrik loğlarının beraberce etüdü sonunda sondaj tarafından geçilen çeşitli tabakaların jeolojik interpretasyonu daha emin bir şekilde yapılır.

2) Akustik log hızın derinlikle süreksizliklerini belirttiği için, bu süreksizliklerden doğan refleksiyon ve refraksiyonları havi sismik rekorların interpretasyonunu ve multipl olanların ayırımını mümkün kılar.

3) Sismikte sentetik film yapımında akustik log hareket noktası olarak başlıca dokümandır.

### 3 — İnterpretasyon Tekniği Gelişmeleri

Sismik etüdlere gayesi yeraltındaki tabaka sınırlarının (sismik hız süreksizliklerinin) her atış noktasına göre derinliğim, yerini ve yatımını ayrı ayrı bulduktan sonra, bu tabakaların yer altındaki şeklini gerçeğe en yakın olarak elde etmektedir. Kayıtların interpretasyonu demek olan bu kısım, sismik etüdlere en önemli safhasıdır. Son birkaç sene içinde interpretasyon tekniğinde birtakım yenilikler ortaya çıkmış bulunmaktadır.

#### a — Yeni prezantasyon şekilleri:

Gerekli tashihleri yaptıktan sonra kayıtlar zaman kesitleri halinde birleştirilir. Bu birleştirme iki şekilde yapılabilir. Tashih edilmiş rekorları yanyana koyarak veya play-back merkezinde otomatik olarak yapmak. Genel olarak tek tek kayıtlara göre daha küçük ölçekte olan bu kesitler, başlıca üç ayrı tarzda yapılmaktadır. (Referans No: 8)

- 1) Galvanometrik titreşim tipi kayıt
- 2) Değişken alan tipi kayıt: Kalınlığı titreşim amplitüdüne göre değişen kalın bir çizgiden ibaret olup osilasyonun sadece pozitif kısımları kaydolunur.

3) Değişken yoğunluk tipi kayıt: Bu tarz kayıta, koyuluğu titreşim amplitüdüne göre değişen bir çizgi izlerin yerini almaktadır.

Bu prezantasyon şekilleri, kolayca okunabilir olması ile, interpretasyon yapacak şahsın ödevini kolaylaştırmaktadır. Daha kolay görünebilir durum arzemesi sebebiyle değişken alan tipi kayıt avantajlıdır.

#### b — Filtraj:

Sismik kayıtlara birkaç sene öncesine kadar hiçbir şeyi kaybetmemek için filtrajdan tamamen kaçınılıyordu. Halbuki play-backte elimine edilmekle beraber yüzey dalgalan gi-

bi parazitlerin kaydının hiçbir fayda sağlamadığı görülmüştür. Aksine bu parazitler hakikaten kuvvetli olduklarında çıkış gain'ini azaltarak kendisinden hemen sonra gelen az enerji taşıyan bir refleksiyonu zayıflatmak ve hatta onu kaybetmek tehlikesini doğururlar. Play-back sırasında gürültülerin eliminasyonu çok mükemmel olsa bile bu çeşit refleksiyonlar hiçbir şekilde rekor üzerinde görülemiyor. O halde manyetik kayıta bile bir ilk-filtraj gereği açıkça ortaya çıkmaktadır. Bir rekorun kalitesi demek olan sinyal-gürültü oranının ameliyasyonu için yapılan bu filtraj, (k,f) düzleminde (k:dalga sayısı, f: frekans) yüksek ve alçak frekansları ve büyük dalga sayılarını atarak elde edilir. Böylece bu kesim sonucu kayıt bölgesi olarak elde bir dikdörtgen içi kalmış oluyor. Hatta son bir iki sene içinde sinyallerin frekans eksenine göre simetri arzeden bir yelpaze içine düştüğü görülmüş, böylece yelpaze filtraj mevhumu ortaya atılmıştır. Sadece sinyal yelpazesini içine alan böyle bir filtrajın klasik filtraja göre avantajı, sinyalin yüksek frekanslarını da muhafaza etmek ve gürültünün alçak frekanslı bileşiklerini daha iyi elimine etmesindedir.

Bunlardan başka ancak sismik santral cihazında yapılması mümkün olan yeni operasyonlar ortaya atılmıştır. Mültipl kuvertür denilen ve refleksiyonunun birden fazla taranması metodu, izlerin ve rekorların oto ve kros korelasyonları kompozisyon gibi operasyonlar otomatik olarak santralde yapılmakta ve interpretasyon tekniğini daha hassas ve daha kolay kılmaktadırlar.

### c — Sentetik film tekniği:

1958-59 dan bu yana sentetik film tekniği sismik interpretasyon sahasına girmiş bulun-

maktadır. Araziden alınan reel filmlere benzermesi gereken, tamamen hesapla elde edilen bu filmlerin hammaddesi, prospeksiyon yapılan bölgedeki bir sondaj kuyusundan alınan hız karotajıdır. Hızın derinlikle değişimini gösteren böyle bir log'un derinlik eksenini zamana çevirmek, kuyu kesitini eşit kalınlıkta ince tabaka dilimlerine ayırıp her dilimin refleksiyon katsayılarını hesap etmek, ve mültipl refleksiyonları da dahil etmek gibi çok uzun işlemler sonucunda bulunan fümeye "sentetik film" deniyor. Bu teknik son bir iki sene içinde çok gelişmiş olup bütün firmalar tarafından yapılmaktadır. Şimdi sentetik film tekniğinin sismik interpretasyona getirdiği avantajları sıralayalım. (Referans No: 10)

1) Mültipl ve reel refleksiyonların ayrımını, birbirine çok yakın tabaka interferanslarının tanınmasını ve stratigrafik identifikasyonu en iyi bir şekilde yapmak imkânı.

2) Analiz yoluyla refleksiyon karakterlerini en iyi bir şekilde tayin etmek. Bilindiği gibi refleksiyon karakteri rekorların pikedişi için bir rehber ve stratigrafik problemlerin etüdü için bir vasıta.

3) Mültipl refleksiyonları ve orijinlerini tayin etme vasıtası.

4) Büro ve arazi çalışmalarında mühim bir gelişme kaynağı.

Burada sismik refleksiyon metodunun arzettığı son gelişmeleri kabaca özetledik. Bu gelişmeler bütün hızıyla devam etmekte ve jeofizik en hassas metodu olan sismikten azami malumat çıkarılmağa çalışılmaktadır. Gelişmelerin durmayacağı ve daha da hızlanacağı açıktır.

## REFERANSLAR

- |   |   |
|---|---|
| [1] Faure, B.; Cours de géophysique IFF. 1962   | [6] Rimbaut, M.; Les avantages de l'entéregistrement magnétiques. Bulletin de l'AFTP. Temmuz 1958 |
| [2] ENSPM'deki sismik ders notları 1963-1964  | [7] Ergin, K.; Tatbiki Jeofizik   |
| [3] Desaint, R.; Généralités de l'enregistrement magnétique. Bulletin l'AFTP janvier 1957   | [9] Fail, J.P. ve G. Grau; Les filtres en éventail. Geophysical prospecting June 1963             |
| [4] Layotte, M.; Conférence faite à l'ENSPM en mars 1963 sur l'appareillage sismique  | [10] Symposium on synthetic seismograms, Geophysical Prospecting June 1960                        |
| [5] Grau, G.; Principes de quelques techniques modernes de traitement de l'information en prospection sismique. la revue pétrolière. Mai 1964 |   |