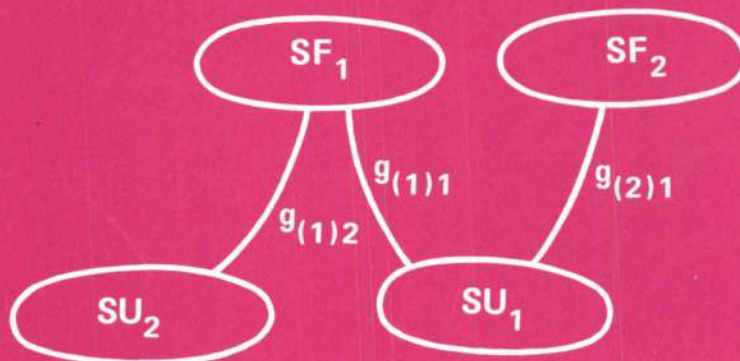
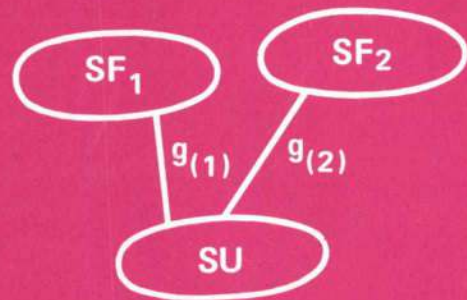
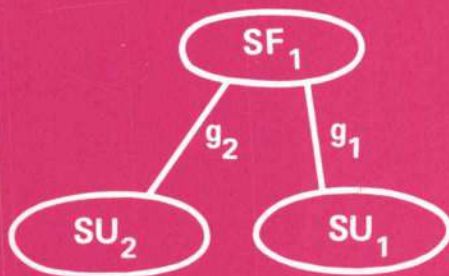


# técnica





**a moldura nacional, lda.**

IMPORT. EXPORT.

VIDRO CRISTAL

VIDROS E CRISTAIS

MOLDURAS

VIDRO EM CHAPA

TRABALHOS EM VIDRO

VIDRO SEGURANÇA

ESPELHOS

LARGO DO CONDE BARÃO, N.º 44

TELEF. 66 43 12 1200 LISBOA

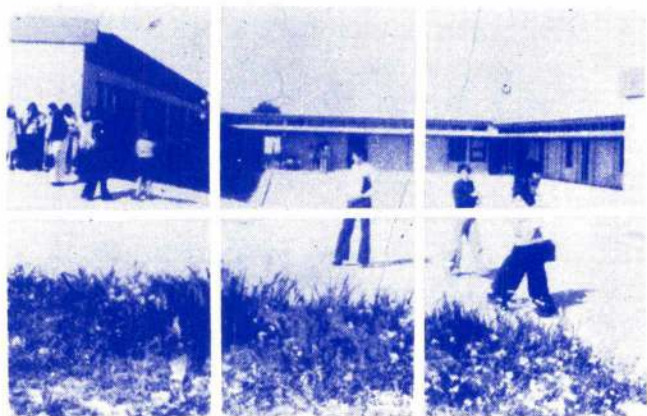
OU

CALÇADA MARQUÊS DE ABRANTES, 10, 1.º-Esq.º

1200 LISBOA

TELEX 18489 UGLL P.

## PRÉ-FABRICAÇÃO em betão



MOITA

EDIFÍCIOS ESCOLARES  
HABITAÇÃO SOCIAL  
ESCRITÓRIOS  
FÁBRICAS  
MORADIAS  
ETC.

**materiais  
novobra**

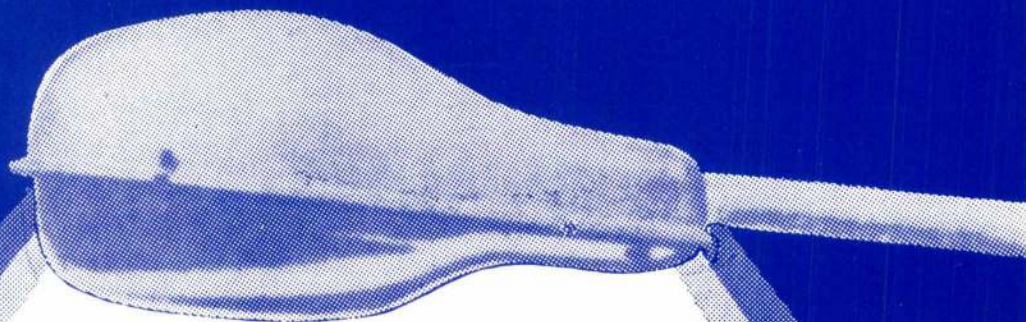
Fábricas em: Lisboa, Leiria, Lagoa, Guarda e Moita.

Sede: Av. Est. Unidos da América, 100-5.º Dt.º — Lisboa-5

Telefones — Serviços Administrativos: 77 48 32 - 77 29 53 • Telex: 18373 NOVOBA P  
Serviços Técnicos: 89 41 16/7/8 - 89 93 31/2

**CONSTRUA COM CONFIANÇA - CONSULTE-NOS**

# Iluminação pública e industrial.



## SCHRÉDER, S.A.R.L.

Carnaxide-Tel.2180037

# técnica

NÚMERO 460

OUTUBRO 1980

ANO LV

VOLUME XLII

PUBLICAÇÃO MENSAL

## DIRECTOR

José Luís S. V. Azevedo

## COLABORADOR

João José Águas

## FUNCIONÁRIOS

Jorge Graça

Fernanda Sanches

## DIRECÇÃO, REDACÇÃO E ADMINISTRAÇÃO

Av. Rovisco Pais, I.S.T.—1000 Lisboa  
Telefone 88 93 23

## PROPRIETÁRIO

A. E. I. S. T.

●

ASSINATURAS: 10 n.º

Continente e Ilhas 450\$00

Países de língua  
Portuguesa e

Espanha ... .. 550\$00

Estrangeiro ... .. 700\$00 (US\$15)

Número avulso ... 80\$00

Encontram-se à venda na Secção  
Técnica, A. E. I. S. T., praticamente  
todos os números publicados até  
à data. Os preços são:

1 a 430 (inclusive) — 10\$00 ex.

431 a 437 ( ) — 35\$00 ex.

438 a 450 ( ) — 60\$00 ex.

451 e seguintes — 80\$00 ex.

\* Excepto números duplos ou es-  
peciais.

Não se publica em Agosto e Se-  
tembro.

Os artigos assinados são da ex-  
clusiva responsabilidade dos au-  
tores.

Tiragem: 5000 ex.

●

## COMPOSIÇÃO E IMPRESSÃO:

OF. GRÁFICAS DE RADIO RENASCENÇA  
Rua Duques Bragança, 6 — 1200 LISBOA

## SUMÁRIO

### 1 — EDITORIAL.

3 — Política editorial e normas de publicação.

5 — Uma perspectiva sobre os problemas pedagógicos no I.S.T.  
— L. VALADARES TAVARES.

A discussion on pedagogic issues for I.S.T.

9 — Les encroûtements calcaires et la construction de chaussées  
en Afrique du Nord (première partie) — JOSÉ CARLOS DE  
O. S. HORTA.

As crostas calcárias e a construção de pavimentos de estra-  
das na África do Norte (primeira parte).

23 — Sobre a representação analítica de resultados experimentais  
— FERNANDO ALBERTO GONÇALVES.

On the analytical description of experimental results.

27 — Ocorrência média anual no território português das classes  
de estabilidade atmosférica Pasquill-Gifford — J. J. DELGADO  
DOMINGOS, M. FÁTIMA PINTO e M. TERESA PONTES.

Annual mean occurrence of Pasquill-Gifford atmospheric stabi-  
lity classes in Portugal.

43 — Regime variável em pressão: Notícia sobre bibliografia recen-  
te — A. BETÂMIO DE ALMEIDA.

Unsteady pressure flow: Recent books review.

45 — Notas sobre a teoria da semelhança — ANTÓNIO BROTAS.

Notes on similitude theory.

### 8 — NOTICIÁRIO.

CAPA — Ver figuras 1 e 2 do artigo *Notas sobre a teoria da seme-  
lhança* de António Brotas.

## CONSELHO CIENTÍFICO

Alves, Luís de Almeida  
Barros, Luís A. Aires  
Calado, Jorge C. G.  
Conte, J. C.  
Costa, Fernando Vasco  
Dias, A. Romão  
Domingos, J. J. Delgado  
Faro, Manuel José de Abreu  
Ferreira, J. Campos  
Figanier, J. P.  
Garrido, M. S.  
Horta, Ricardo Bayão  
Loureiro, A. Pádua

Manzanares, Alberto Abecasis  
Moura, Domingos  
Moura, J. M. Fonseca de  
Moutinho, A. M. C.  
Oliveira, E. R. de Arantes e  
Portela, A. Gouvêa  
Quintela, António de Carvalho  
Rogado, José Quintino  
Santos, A. F. Ferreira dos  
Serafim, J. Laginha  
Simões, F. Rebelo  
Silva, J. Borges da  
Tavares, L. Valadares  
Trindade, Rocha

## ÍNDICE ALFABÉTICO DOS ANUNCIANTES

	Pág.
A Moldura Nacional, Lda. ....	2.ª da capa
Aguiar & Melo, Lda. ....	III
Construções Schréder . ....	2.ª da capa
Construções Técnicas... ..	X
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Lda. ....	XI
FAG Portuguesa, Lda.... ..	V e VI
FÉRIA-SERIC, Lda.... ..	II
Hidrotécnica Portuguesa, Lda. ....	II
INTERKAMA 80... ..	VIII
MAGUE ... ..	VII
MART - Máquinas de Remoção de Terras, Lda.	IV
Metropolitano de Lisboa ... ..	IX
Novobra, Lda. ....	2.ª da capa
Soc. Electricidade Brown Boveri ... ..	XII
Soc. Portuguesa Cavan ... ..	II
Sopecate . ....	II
SORUBAL, S. A. R. L. ....	4.ª da capa
S. K. F., Lda. ....	I

Colabora neste número a Agência de Publicidade: WORLEN

## EDITORIAL

1 — Longe vai o tempo em que as direcções da «Técnica» se dirigiam aos leitores, especialmente aos estudantes, trazendo-lhes novas dos trabalhos desenvolvidos, dos projectos em curso, dos objectivos a alcançar. Julgo oportuno retomar essa prática. E faço-o não por devoção mas antes e sobretudo por parecer correcto que, talvez no início de cada ano lectivo, época de renovadas forças e rejuvenescidas esperanças, seja dado a conhecer um balanço do trabalho realizado no ano lectivo precedente e se expliquem as intenções futuras.

Eis então algo sobre a «Técnica»:

Como todos sabemos a revista devia surgir com dez números anuais (prefazendo 640 páginas). Esta meta não é alcançada há dez anos. É facto de constatação elementar (!). «Mas porquê?» perguntarão talvez aqueles que a seguem de perto. Eis a principal causa: a Associação dos Estudantes, proprietária da revista, encontra-se de há anos a esta parte numa situação económica francamente difícil. Obviamente a revista ressentia-se sendo forçoso suspendê-la por falta de verbas.

### QUADRO

Ano Lectivo	N.º de Revistas publicadas	Total Pág.
74/75	8	414
75/76	6	287
76/77	8	588
77/78	6	510
78/79	4	332
79/80	7	414

É ocasião para referir que um dos aspectos mais preocupantes é o carácter sistematicamente deficitário da «Técnica». Este facto mereceu-nos uma atenção especial e, após uma estimativa já efectuada, estamos em crer que, para 1980/81, o déficit será muito menor que o do ano lectivo passado graças a algumas medidas já tomadas.

Sendo a Direcção da Associação quem tem a seu cargo o sector económico de toda a Associação, tivemos

já várias reuniões de trabalho e surgiram os *primeiros frutos*: para o ano lectivo 80/81 todos os sócios da AEIST irão receber a «Técnica». Em contrapartida, das receitas das cotas dos sócios, uma fracção será destinada à revista conforme acordado com a DAEIST.

Esta uma medida de grande alcance (uma das mais importantes medidas em defesa da «Técnica», património da Associação, tomada na última década).

Como director da «Técnica» e pessoa que tem vivido os problemas da «Técnica», e com a independência que tem caracterizado esta revista, seja-me permitida uma palavra de louvor a quem de direito assim procedeu.

Dela resultarão duas consequências imediatas: aumento das receitas da «Técnica» e um substancial aumento da tiragem e divulgação da revista.

Convém no entanto frisar que a vida da «Técnica» depende da atribuição dum subsídio pedido há vários meses e que permitiria liquidar parte da dívida actualmente existente (1400 contos). É condição «sine qua non» para prosseguirmos.

É aqui oportuno, e faço-o com a maior satisfação, dirigir um agradecimento ao Conselho Científico do Instituto Superior Técnico por todo o esforço de apoio à revista. Para todos os seus membros, e em particular para os Professores João C. Conte e Domingos Moura, respectivamente seu primeiro e segundo Presidentes, vai o nosso reconhecimento em nome da «Técnica».

Também do INIC, de cujos Centros publicamos frequentemente trabalhos, recebemos preciosa ajuda financeira, sem a qual teria sido impossível atingir as 414 páginas publicadas em 79/80.

2 — Para o ano lectivo 1980/81.

Na esperança (talvez ingénua) de que os subsídios pedidos sejam atribuídos em pouco tempo, iniciámos já os trabalhos. Como objectivos principais teremos a publicação de dez números da revista e a redução substancial do déficit em relação ao de 79/80.

Dos vários problemas que se põem à «Técnica», queremos referir o seguinte: sendo uma revista de espectro larguíssimo, é sempre difícil se não mesmo impossível publicar em cada número trabalhos que possam interessar a totalidade dos leitores. O problema nunca conseguiu ser resolvido mas qualquer coisa foi feita nesse

(!) O último ano lectivo em que se publicaram os dez números previstos foi em 1970/71. Nesse ano dirigiram a «Técnica» Silvério de Sousa Mendes e Guilherme Arroiz.

sentido. A maior inovação consiste na publicação duma política editorial<sup>(2)</sup>. Aí se estabelecem regras de publicação que, esperamos, ajudem a equilibrar o conteúdo da revista. Assim, os trabalhos de investigação (teórica ou experimental) serão encaminhados para as notas científicas e caracterizar-se-ão pelo seu carácter compacto. O público a quem se destinam estará em condições de os entender.

No restante espaço surgirão os artigos de fundo (contributed papers), mais extensos, por vezes com carácter de revisão ou *mise au point*.

Procurar-se-á elaborar um noticiário que informe sobre as principais ocorrências na vida escolar.

Também com um certo carácter de inovação passará a direcção da «Técnica» a dirigir convites a pessoas de reconhecido mérito científico e pedagógico de modo a fornecer aos estudantes (principal público da revista) trabalhos que lhes sejam acessíveis e (sobretudo) úteis.

O leitor interessado encontrará adiante a citada política editorial.

Entenda-se, no entanto, que a política editorial agora publicada não é obra acabada nem imutável. Com o decorrer do tempo constataremos (ou não) ser ela um meio adequado para imprimir à «Técnica» uma imagem e dinamismo que gostaríamos que tivesse em vez de a deixar à deriva, dependendo fortemente do que os Autores entendam nela publicar.

O Conselho Científico da «Técnica» continuará a existir como órgão consultivo. É aliás possível que venha a incorporar novos membros.

Para que se não pense que qualquer artigo enviado à «Técnica» é automaticamente publicado, julgo ser esclarecedor o facto de, em 63 trabalhos ultimamente recebidos, muitos dos quais submetidos a parecer do Conselho Científico, terem sido recusados pela direcção da «Técnica» 12 artigos (aproximadamente 19 %).

Outro aspecto preocupante é o tempo de espera dos trabalhos, actualmente da ordem de dois anos. A situação não se modificará no próximo ano lectivo<sup>(3)</sup> a menos que tenhamos possibilidade económica de aumentar o número de páginas por revista. Mas sendo isso pouco provável encarar-se-á a possibilidade de aceitarmos apenas notas científicas e trabalhos por convite até uma regularização da situação. Aos Autores agradecemos a compreensão que quase sempre demonstram.

Uma palavra para os que anseiam por uma *mudança de conteúdo*<sup>(4)</sup>: não se pode esperar, sob pena de prejudicar irremediavelmente certos grupos de leitores e colaboradores da «Técnica», que a referida *mudança de conteúdo* se dê instantaneamente. Pelo contrário, essa mudança será gradual e far-se-á sentir tanto mais rapidamente quanto mais regular for a publicação da revista. Não seria solução aceitável pegar nalgumas dezenas de trabalhos, alguns dos quais em espera há 3 anos, e devolve-los pura e simplesmente.

Julgamos, no entanto, que a política editorial e normas de publicação apresentadas serão suficientes para que possamos modular minimamente o conteúdo da «Técnica». Convidamos desde já o leitor para que, no final do ano lectivo, faça chegar até nós as suas opiniões sobre o volume que agora se inicia.

Lisboa, Outubro de 1980.

José Luís Azevedo

<sup>(2)</sup> Por sugestão, aliás muito oportuna, do Professor Ferreira dos Santos. Para a elaboração dessa política editorial foram pedidas sugestões a todos os membros do Conselho Científico da «Técnica». Só recebemos cinco respostas.

<sup>(3)</sup> O número de artigos recebidos e aceites pela «Técnica» a partir de 1976 tem ultrapassado sempre a capacidade de escoamento (mesmo que se publicassem os 10 números por ano).

<sup>(4)</sup> Quase todos os que me dirigem críticas a este respeito parecem colocar sempre o problema numa perspectiva *unilateral* o que, a meu ver, é errado. Não só as direcções da «Técnica» devem proceder de forma a fornecerem bons textos aos leitores (o que não é necessariamente sinónimo de textos agradáveis, fáceis, que não exijam um certo esforço mental para serem entendidos...) como também deve o público leitor (e especialmente os estudantes) adquirir hábitos de estudo e consulta bibliográfica que parecem estar muito longe de existir no Técnico. A este respeito veja-se o muito interessante trabalho do Professor Luís Valadares Tavares que se publica nesta revista por convite da «Técnica».

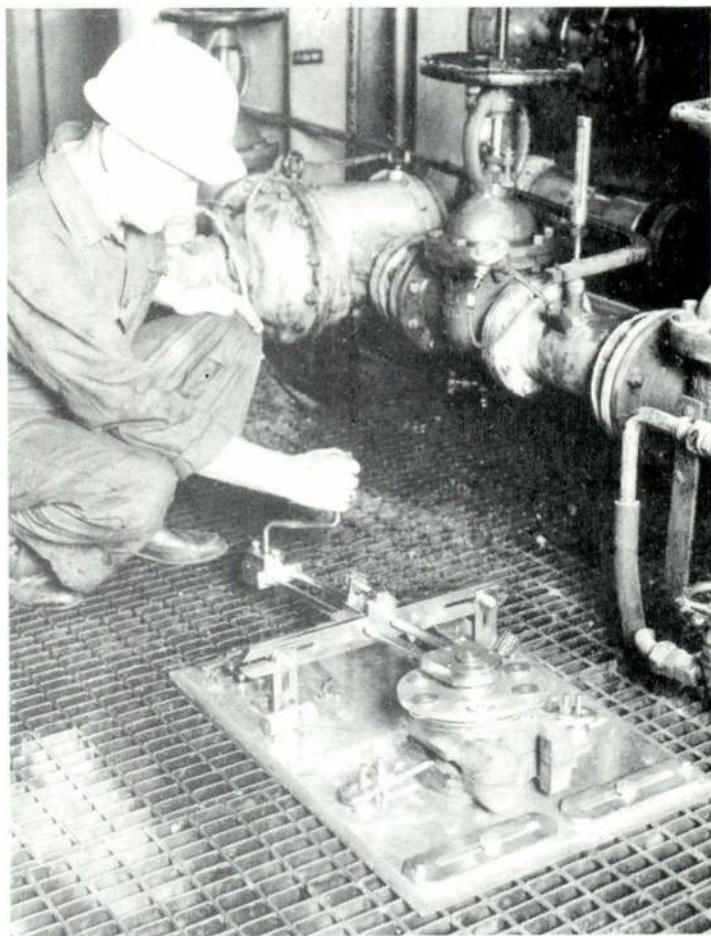
Embora não tenha efectuado estatísticas julgo que pelo menos 50 % dos que me dirigem críticas a propósito dos trabalhos publicados na «Técnica» ignoram pura e simplesmente o seu conteúdo! Aliás o desinteresse da maioria dos estudantes pela «Técnica» deve ser tão antigo como a própria «Técnica». Com efeito já em 1932 dizia o então Director Paulo de Barros: *...infelizmente apenas uma pequena percentagem dos alunos da Escola se interessam pela «Técnica».*

Apelamos para os Docentes no sentido de indicarem aos seus alunos artigos da «Técnica» que possam ser úteis aos cursos.

# UNISLIP®

## RECTIFICADORAS PARA VÁLVULAS

**UMA REVOLUÇÃO  
NA MANUTENÇÃO  
DE VÁLVULAS DE  
CUNHA, DE GLOBO  
E PARALELAS**



**AS ÚNICAS RECTIFICADORAS REALMENTE PORTÁTEIS  
QUE PERMITEM RECTIFICAR:**

- A SEDE DA VÁLVULA SEM A RETIRAR DA INSTALAÇÃO;**
- A CUNHA DA VÁLVULA JUNTO DO LOCAL DE INSTALAÇÃO DESTA;**
- A ELEVADAS VELOCIDADES COM O AUXÍLIO DE MOTORES DE AR COMPRIMIDO.**

— ●●<<●● — ● — ●●>>●● —


**SE ESTÁ INTERESSADO PEÇA UMA DEMONSTRAÇÃO À:**

●● — ● — ●●

**SOCIEDADE SKF LIMITADA**

1200 LISBOA - PRAÇA DA ALEGRIA, 66-A  
TELEF.: 36 23 01 - TELEGR.: ESKAEF - TELEX: 12156

4100 PORTO - RUA DELFIM FERREIRA, 604  
TELEF.: 69 20 54 - TELEGR.: ESKAEF



Postes de cimento armado **Cavan**

Qualidade que desafia o tempo

**Cavan**

Av. Visconde Valmor, 76-1.º - Tel. 766014 (7 linhas) Lisboa-1

## EXPORTAMOS SERVIÇOS E TÉCNICA PARA

- ANGOLA
- ARGÉLIA
- BRASIL
- LÍBIA
- MARROCOS
- MOÇAMBIQUE



**HP**

HIDROTÉCNICA PORTUGUESA

EDIFÍCIO HP • RUA DA GUINE • SACAEM • APARTADO 5058 • 1702 LISBOA CODEX

## Ventilação de Edifícios

Ventilação Térmica

**FÉRIA**

(tipo shunt)

Com aprovação do  
Laboratório Nacional  
de Engenharia Civil  
Câmara Municipal de Lisboa  
Batalhão de Sapadores  
Bombeiros  
Direcção-Geral de Saúde

Exija o documento  
de viabilidade de  
utilização do L.N.E.C.

Consulte o Art.º 87 § 2  
e Art.º 110 §§ 2 e 3  
do R.G.E.U.



Viver  
é Respirar!

**FÉRIA SERIC**  
Rua S. Sebastião da  
Pedreira, 108. 1.º  
Tels. 54.93.81 - 57.69.77  
Consulte o nosso  
Gabinete Técnico



ESPECIALISTA DESDE 1947

# sopecate

ESTUDOS  
GEOTÉCNICOS

FUNDAÇÕES  
ESPECIAIS

RUA DO ARSENAL, 146-2º  
TELFs. 320208 • 360437 • 364010  
LISBOA

---

# AGUIAR & MELLO, L<sup>DA</sup>

apresenta

## FUNDIDO LAFARGE

- Cimento aluminoso de endurecimento rápido e altas resistências iniciais.
- ao fim de 4 horas pode-se retirar as cofragens sem função de apoio.
- ao fim de 18 horas pode-se retirar todas as cofragens e apoios.
- ao fim de 24 horas a obra pode ser submetida às cargas definitivas.
- De resistência térmica até 1400°C

## SECAR 51

- De resistência térmica até 1550°C

## SECAR 71

- De resistência térmica até 1800°C

## SECAR 80

- De resistência térmica até 2000°C

## CIMENTO DE PRESA RÁPIDA

- Presa aos 14 minutos

## VERMICULITE

- Agregado isolante até 1000°C

## CLAYLITE

- Agregado isolante até 1300°C

## Chamotte SOGDAR

- Agregado refractário até 1500°C

## CORINDON

- Agregado refractário até 1900°C

## CLAVEX

- Argamassa pronta, para selagens e assentamento de peças pré-fabricadas.

Os nossos serviços técnicos, estão à vossa inteira disposição para estudar, sem qualquer encargo da vossa parte, a adaptação dos produtos acima aos problemas que se apresentem.

Aguiar & Mello, Lda.

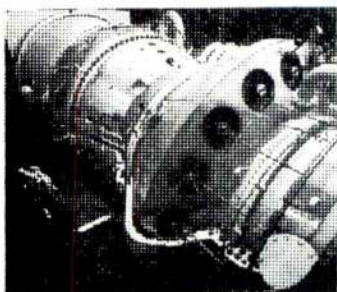
Praça do Município, 13-1º Tel. 32 11 51/2

1100 LISBOA

---

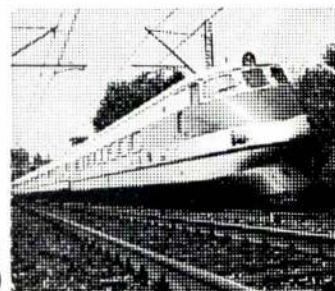


FA-I



**PRECISÃO**

**FIAT-ALLIS**



**ROBUSTEZ**

A FIAT-ALLIS COM A MAIS LONGA EXPERIÊNCIA EM MÁQUINAS DE MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS, ESTÁ APOIADA NO GRUPO **FIAT** QUE, ENTRE MUITAS OUTRAS ACTIVIDADES, É ESPECIALISTA EM AVIAÇÃO, CAMINHOS DE FERRO, SIDERURGIA, GRANDES MOTORES MARÍTIMOS, TRACTORES AGRÍCOLAS, CAMIÕES E AUTOMÓVEIS.

**FIAT-ALLIS** A RESPONSABILIDADE DE SER FIAT

**MART**

**MÁQUINAS DE REMOÇÃO DE TERRAS, LDA.**

AZINHAGA DOS LAMEIROS (AO PAÇO DO LUMIAR) 1600 LISBOA — TEL. 794095 / 6 / 7 / 8

CONCESSIONÁRIOS:

VILA REAL  
BRAGANÇA Moreira de Carvalho & Botelho, Ld\*.  
(Garagem S. Cristovão) Tel. 23007

PORTO Tratorag  
Av. Villagarcia d'Arosa, 1026 — 4450  
Matosinhos Tel. 931074/6

GUARDA Solavra-Sociedade de Produtos para a Lavou-  
ra, Ld\* — Av. Almirante Gago Coutinho  
Tel. 21040

AVEIRO Deusdeante & Rufino, Ld\*  
Quintã — 3840 Vagos Tel. 79137

FARO Rodoviária Nacional  
(Centro de Actividade Comercial)  
Av. Infante D. Henrique, 76 Tel. 23027

MADEIRA Jafer-João A.F. Goes Ferreira, Ld\*.  
R. da Ponte Nova, 147 — Funchal  
Tel. 31469 - 33152

AÇORES Prognil-Promoção de Máquinas Agrícolas, Ld\*.  
Trav. do Colégio, 6.1º. — Ponta Delgada  
Tel. 25244/5



**SIMRIT**

# VEDAÇÕES PNEUMÁTICAS

Ar comprimido nem sempre é igual a Ar Comprimido.

As vedações pneumáticas estão sujeitas a diferentes condições, consoante exista na instalação pneumática Ar Comprimido não preparado, Ar comprimido oleado ou seco e desdeado.

Cada um destes meios requer exigências especiais às vedações.

Por essa razão os fabricantes concei-

tuados de aparelhos pneumáticos confiam num parceiro experimentado, escolhendo os vedantes da CARL FREUDENBERG — SIMRIT!

Porque possuímos um vasto programa de stock de Vedantes Pneumáticos em variados materiais e diversas construções. E, porque dispomos de um grande potencial de desenvolvimento,

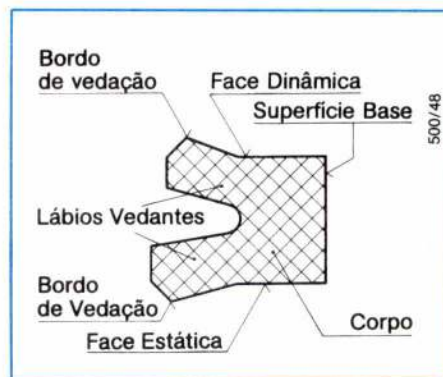
Escreva-nos. Nós provamos-lhe com prazer as nossas possibilidades.

## Empanques U, serie 150

Os Empanques U da série 150 têm um perfil assimétrico, bordos de vedação chanfrados e secção transversal aligeirada.

A reduzida secção transversal possibilita a construção de elementos pneumáticos de pequena dimensão. O perfil assimétrico reduz o perigo de ferimento do lábio vedante e influi favoravelmente o valor de atrito.

Montam-se principalmente em cilindros de ar comprimido e ventis.



## Vedantes para funcionamento a seco

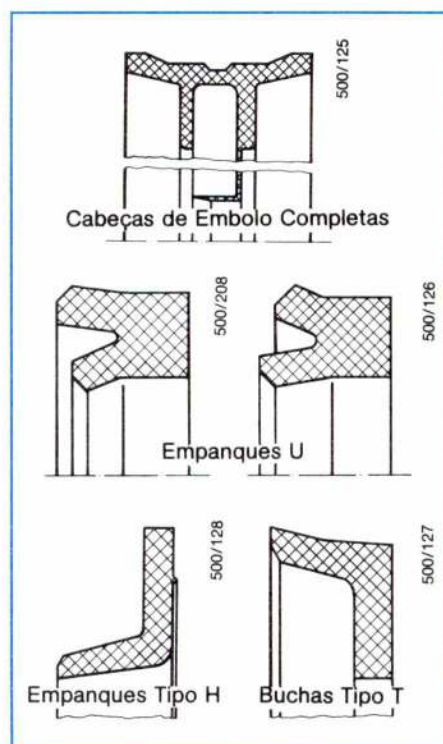
Estes vedantes, que apresentam uma camada de tela numa das faces, foram estudados para aplicação em condições de funcionamento a seco.

Os principais campos de aplicação são os de instrumentação pneumática para as indústrias farmacêutica e de transformação de alimentos onde se torna necessário usar ar comprimido isento de óleo e de humidade.

Com vedantes para funcionamento a seco os requisitos para protecção do meio ambiente podem ser satisfeitos, no que respeita a instrumentos pneumáticos (especialmente na indústria pneumática), com ar de saída isento de óleo.

Estes vedantes deverão ser montados sem lubrificação, de modo a trabalharem absolutamente livres de "stick-slip".

A duração de serviço antecipada é semelhante à dos empanques elásticos completamente lubrificados.



## Conjunto de vedação pneumática

### Vedante raspador NIPSL

Este elemento de vedação reúne um Empanque U e um Raspador num único elemento.

Daí resulta não só baixo preço de compra e armazenamento simplificado, como também um reduzido espaço de montagem, e ainda facilidade de montagem e de desmontagem: o conjunto é seguro apenas com um anel de fixação.

### Cabeças de pistão completas, tipo TDUO-P

A Cabeça de Pistão Completa Tipo TDUO P foi especialmente desenvolvida para a pneumática.

Para mais informações consulte o nosso Catálogo no. 500.

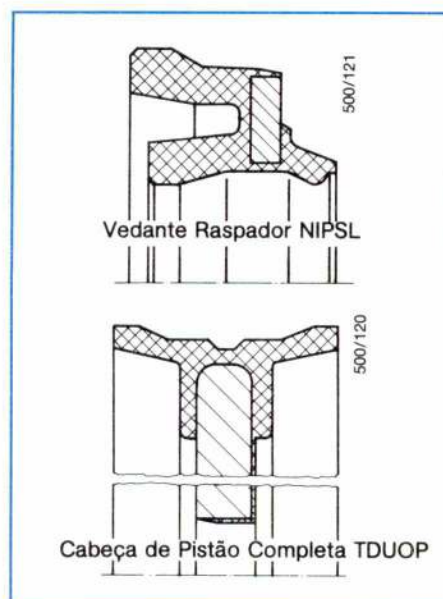
### Vantagens:

Reduzida força de rompimento e reduzida tendência ao "stick-slip".

Ótimo funcionamento mesmo em condições de deficiente lubrificação. Lubrificação inicial é suficiente. Por isso pode trabalhar em cilindros pneumáticos com ar comprimido não preparado.

A construção especial dos lábios vedantes com bordos de vedação formando um ângulo obtuso, permite a permanente lubrificação durante todo o período de uso.

A sua reduzida altura proporciona a extensão de curso ideal em cilindros relativamente curtos.



**CARL FREUDENBERG**

**FAG PORTUGUESA, L. DA**

Rua Delfim Ferreira · PORTO

Telefone: 641 41 ·

Telex: 22 300 FAGP

## Política editorial e normas de publicação

«Técnica» é a revista da Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico, publicando-se mensalmente (à excepção de Agosto e Setembro), em números com uma dimensão «standard» de 64 páginas. Os números publicados durante um ano lectivo constituem um volume.

A «Técnica» publica trabalhos nos seguintes domínios: Engenharia Civil, Mecânica, Electrotécnica, Metalúrgica, Minas, Química; Ciências Matemáticas, Teoria dos Sistemas, Física, Química, Geociências, Ensino.

Fora destes domínios poderão ainda ser publicados trabalhos desde que sejam considerados relevantes pela direcção da revista.

Os originais podem ser redigidos em português, francês ou inglês.

No âmbito da «Técnica» funcionam quatro secções: notas científicas (scientific notes), artigos que se publicam a convite do editor (invited papers); artigos de fundo (contributed papers) cujas características de conteúdo ou extensão os não permitam englobar nas notas científicas; noticiário (news).

As **notas científicas** destinam-se à publicação de resultados inéditos de investigação teórica ou experimental e têm prioridade de publicação. Os trabalhos enviados expressamente para esta secção deverão respeitar as normas específicas de publicação que adiante se indicam. A submissão de qualquer trabalho para publicação nesta secção deverá ser acompanhada duma garantia do(s) Autor(es) em como nenhum trabalho contendo substancialmente a mesma informação tenha sido previamente publicado por ele(s) ou por outros, que este não está a ser submetido à consideração editorial ou em vias de publicação em qualquer outra publicação periódica, e não será submetido à apreciação enquanto decorrer o seu processo na «Técnica».

Os **artigos publicados por convite** (invited papers) terão um limite de 20 páginas dactilografadas (segundo as normas de publicação) podendo, em casos excepcionais, ser esse espaço alargado por acordo da direcção da «Técnica».

Os **artigos de fundo** não poderão exceder o limite de 16 páginas dactilografadas (segundo as normas de publicação). O(s) seu(s) Autor(es) deverão indicar explicitamente se se trata de um trabalho original, de revisão ou «mise au point...»

O(s) Autor(es) de artigos por convite ou artigos de fundo deverão fazer acompanhar os seus trabalhos duma garantia em como estes não foram previamente publicados, que não estão a ser submetidos à consideração editorial ou em vias de publicação noutra parte, e que não serão submetidos a apreciação enquanto decorrer o seu processo na «Técnica».

A «Técnica» notificará o(s) Autor(es) ou devolverá os originais submetidos a apreciação num prazo máximo de 45 dias após a recepção do original.

A «Técnica» dispõe dum Conselho Científico a cujos

membros recorrerá sempre que entenda aconselhável, no sentido de apurar a qualidade, originalidade e interesse científico dos trabalhos (como é usual o(s) Autor(es) desconhecerão os revisores e vice-versa). Os membros do Conselho Científico poderão recorrer a pessoas da sua confiança sempre que o julguem aconselhável para a formulação do seu parecer. A direcção da «Técnica» caberá sempre a decisão final da aceitação ou recusa dos originais que lhe sejam enviados.

Os trabalhos publicados serão registados com a data de recepção do original na «Técnica».

Todos os trabalhos publicados serão abertos à discussão num prazo limite expressamente indicado no final de cada trabalho. Ao(s) Auto(es) é dada a possibilidade de uma resposta. Tanto os comentários como as respostas não poderão exceder duas páginas dactilografadas (A-4, dois espaços).

A «Técnica» oferecerá 15 (quinze) separatas de cada trabalho publicado, independentemente do número de Autores.

Consideram-se fundamentais as seguintes normas de publicação:

1 — Os trabalhos deverão ser *inteiramente* dactilografados em papel A-4 a dois espaços.

2 — Os originais deverão ser acompanhados de resumo e abstract, qualquer deles não excedendo 80 palavras.

3 — Todas as figuras deverão ser *rigorosamente* desenhadas sobre papel vegetal a tinta da china preta, com letras, algarismos ou outros símbolos decalcados ou rigorosamente desenhados.

4 — Os originais deverão ser acompanhados, em folha há parte, do título em português e inglês, especialidade em que se enquadra e excedente de separatas (debitadas ao autor) desejadas.

5 — De cada original devem ser enviadas três cópias à «Técnica».

6 — Os originais destinados à secção Notas Científicas deverão conter essa indicação expressa. As Notas Científicas não poderão exceder seis páginas dactilografadas (A-4 a dois espaços). O resumo e abstract deverão ser extremamente sucintos, não ultrapassando as 50 palavras qualquer deles.

7 — Os artigos de fundo (contributed papers) não poderão exceder 16 páginas dactilografadas incluindo espaço para resumo, abstract, referências bibliográficas, etc.

O editor reserva o direito de dar aos textos, figuras e expressões a forma que melhor entenda sem alterar o sentido dos trabalhos.

São **absolutamente inadmissíveis** alterações aos originais desde que estes se encontrem compostos tipograficamente. Aos autores que não acatem esta disposição serão debitadas todas as despesas que resultem das alterações introduzidas e os trabalhos em causa serão retirados da programação prevista.



REVISTA DE ENGENHARIA

associação dos estudantes do instituto superior técnico

Av. Rovisco Pais — 1000 Lisboa — Portugal — Telefone 88 93 23 — Telegramas AEIST

## TABELA DE PREÇOS DE ANÚNCIOS ADVERTISEMENT RATES

	1 página page	1/2 página page	1/4 página page
2.ª ou 3.ª capas 2nd & 3rd cover	8000\$00	6400\$00	4000\$00
4.ª capa 4th cover	9600\$00	—	—
Última página antes do texto Last page before text	6400\$00	—	—
Páginas intercaladas no texto Pages in text	5600\$00	4000\$00	3200\$00
Qualquer outra página Any other page	4800\$00	3200\$00	2400\$00

**Publicidade redigida — Agravamento de 100 %**  
Editorial advertising — 100 % more

**Encartes — Por cada folha tamanho A4 será cobrado o preço de 1 página.**

Inserts — For each sheet A4 (297 × 210 mm) the price of one page.

**Descontos: 5 números 20 %**  
Discounts: 10 insertions 40 %

**Anúncios a cores: mais**  
Colour advertisements: plus 1500\$00

**por cada cor**  
per colour

**Os anúncios são pagos depois da publicação.**  
Advertisement are paid after publication.

**1. Tiragem:**  
Circulation: 5000

**2. Línguas utilizadas na revista: Português, Inglês e Francês**  
Languages used in our Journal: Portuguese, English and French

**3. Tipo de leitores: Engenheiros e estudantes de engenharia**  
Type of readership: Engineers and engineering students

**4. Periodicidade: Mensal (excepto Agosto e Setembro)**  
Frequency: Monthly (except August and September)

**5. Tipo de impressão: Tipografia. Anúncios em offset**  
Screen: 120. Printing process: Typography. Advertisements in offset

**6. Mancha:**  
Type area: 16,5×25 cm

**7. N.º de colunas:**  
No. of columns: 2  
**Altura da coluna:**  
Column depth: 25 cm  
**Largura da coluna:**  
Column width: 8 cm

**8. Material de impressão usado: Qualquer**  
Press material required: Any

**9. Número corrente de páginas:**  
Usual number of pages: 60

**10. Cores possíveis: Quaisquer**  
Colours available: Any

**11. Comissão de agência:**  
Agent commission: 20 %

# Uma perspectiva sobre os problemas pedagógicos no IST

LUÍS VALADARES TAVARES

Universidade Técnica de Lisboa (I. S. T.)

Centro de Sistemas Urbanos e Regionais

da U. T. L. (I. N. I. C.)

## 1 — MÉTODOS DE ENSINO OU DE ESTUDO?

A reflexão ou a discussão sobre questões pedagógicas coloca geralmente em primeiro plano o conhecido tema dos **Métodos de Ensino** sendo menos habitual dar igual importância ao dos **Métodos de Estudo** que explicita, ou implicitamente, é considerado como uma consequência do anterior. E, todavia, julgamos que as últimas décadas vividas nas universidades portuguesas provam bem a inutilidade do debate sobre aquele tema se este não for também considerado como campo de intervenção prioritária.

Na verdade, o processo de ensino é fundamentalmente uma interacção docente-discentes (aulas, textos escolares, artigos científicos e técnicos, reuniões, conversas, visitas, etc.) pelo que o estudo é uma actividade essencial não só ao bom aproveitamento do que é ensinado por parte do aluno mas também ao estabelecimento do «feed-back» discente-docente, importante pelas suas múltiplas funções, nomeadamente de correcção pelas dúvidas apresentadas, de esclarecimento pelas questões ou problemas postos, de motivação pelos interesses manifestados ou de inibição pela incomunicabilidade ou inaceitação experimentadas. Ou seja, os métodos de estudo funcionam também como causa responsável por estilos, métodos ou áreas de ensino, crenendo-se que o IST é um exemplo característico de tal relação pois julgamos que muitas das (in)alterações ocorridas no seu ensino durante a última década podem ser claramente explicadas pelas transformações operadas nas condições de vida, de trabalho e de estado dos seus alunos bem como pela preparação, hábitos e formação com que ingressam nesta escola.

## 2 — CONDIÇÕES DE ESTUDO E SEUS EFEITOS

O estudo destas transformações implica obviamente a existência de dados estatísticos que forneçam as informações pretendidas para as duas situações a comparar (finais dos anos 60 e 70) sendo, infelizmente, bem conhecida a escassez de tais dados no nosso país. Entretanto, foi possível encontrar um estudo realizado

com preocupações de seriedade e rigor científicos sobre a *Situação e Opinião dos Universitários* para Portugal em 1967 [1] que se pode usar como indicador relativo ao final da década passada no que respeita aos estudantes de Engenharia-Lisboa, não se tendo encontrado, porém, equivalente recente. Consequentemente, utilizou-se um pequeno inquérito-ensaio realizado a uma amostra-piloto que incluiu cerca de 50 % dos alunos que frequentaram as aulas do 3.º ano de E. Civil durante o 1.º semestre de 79/80 (110 alunos) e cujos resultados terão, certamente, uma validade restrita ao curso e ao ano considerados. Este inquérito foi elaborado, lançado e analisado pelos docentes da disciplina de Investigação Operacional do curso referido com o objectivo específico de conhecer melhor as características dos seus alunos tendo-se concluído poder ter alguma utilidade para esta análise, quer por não haver outras fontes recentes, quer por poder sugerir outras iniciativas mais globais a levar a cabo no âmbito da escola.

Assim sendo, e a título exemplificativo, indiquemos algumas destas transformações talvez mais cruciais para a compreensão da década que agora findou:

### A — Maior heterogeneidade na preparação prévia dos alunos

As vicissitudes sofridas no ensino liceal e suas extensões televisivas não impediram o surgir de óptimos alunos mas introduziram certamente maiores índices de dispersão no que respeita à formação dos candidatos ao I. S. T., quer por virtude das flutuações interanuais de rigor e «curriculum» exigidos, quer em resultado da heterogeneidade inter-regional claramente patente em certas estatísticas educacionais.

Espera-se que os sistemas de admissão à Universidade venham a contribuir para melhorar esta situação.

### B — Crescente fracção de alunos que desenvolvem actividades profissionais durante o curso

Crê-se geralmente que esta fracção aumentou e efectivamente assim parece ser pois enquanto que em [1] não se ultrapassavam as percentagens de 18 ou

19 % para os dois primeiros anos ou restantes, respectivamente, agora obteve-se 46 % ao que não será estranha a existência de horários adequados à realização de actividades em «part-time», as progressivas dificuldades materiais de muitos alunos e a preferência do mercado de trabalho por estudantes-tarefeiros sempre que se pretendem evitar os *embaraços* ou as responsabilidades dos contratos laborais regulares.

#### C — *Progressiva deterioração nas condições gerais de trabalho e estudo na Escola*

De 1967 a 1979 a população escolar aumentou apreciavelmente enquanto que o espaço utilizável para estudo, trabalho em grupo, consulta bibliográfica, etc., se manteve constante e exíguo pois reduz-se praticamente à conhecida sala da biblioteca que funciona também como local de convívio, discussão, encontro, permuta ou simples mercado para trabalhos de grupo de algumas disciplinas. Não surpreende pois que os alunos estudem e trabalhem cada vez menos na escola sendo frequente encontrar alguns dos alunos que persistem nessa atitude a estudar, ou reunidos, em certas salas enquanto decorrem outras aulas menos frequentadas pelo que são prejudicados pela exposição do docente e pelo que prejudicam seriamente o seu funcionamento.

Enquanto que segundo [1], excluindo os alunos dos dois primeiros anos, cerca de 1/3 dos inqueridos preferem o estudo em grupo e cerca de 16 % preferem a biblioteca da escola ou as instalações circum-escolares como local de estudo, agora apenas 12 % e 10 % dão preferência a tais soluções. Na verdade, dos alunos presentemente inquiridos cerca de 78 % preferem e costumam estudar em casa o que julgamos corresponder a uma evolução operada bastante recentemente no I. S. T.

#### D — *Dificuldade crescente de acesso a meios bibliográficos e laboratoriais*

Cabe aqui fazer uma reflexão semelhante à anterior pois os laboratórios escolares existentes actualmente no I. S. T. são praticamente aqueles que datam da sua fundação, o cálculo automático é ainda simbolizado pelo obsoleto cartão (perfurado em condições de tensão e nervosismo devidas às longas filas de espera que antecedem as conhecidas máquinas perfuradoras) e finalmente a situação que se vive no domínio de acesso a meios bibliográficos é verdadeiramente excepcional. Assim, enquanto que 71 % dos estudantes de Engenharia [1] consultavam obras na biblioteca da sua Escola (frequentemente ou às vezes) e 53 % consultavam bibliografia complementar (para todas ou algumas disciplinas), agora dos 110 alunos inqueridos apenas 9 consultaram uma ou mais obras na biblioteca escolar durante o semestre em curso.

Aliás, a estatística das requisições feitas à biblioteca por docentes e discentes confirma esta tendência.

#### E — *Redução dos tempos de estudo*

Em resultado das observações feitas em C e D não surpreende que os tempos de estudo sejam bastante escassos, quer comparados com os encontrados em [1], quer com os habituais em qualquer Universidade normal. Assim, a percentagem daqueles que estudavam, em média, menos de 1,5 horas por dia durante o período de aulas (excluindo e dos exames) era de cerca de 37 % segundo [1] enquanto que actualmente se obteve cerca de 53 %. Ou seja, da amostra recolhida, apenas 37 % estudam mais de 10 horas por semana.

Das condições brevemente referidas é possível extrair algumas ilacções.

Na verdade, e no que toca à heterogeneidade de preparação, será raro o docente insensível a tal situação pelo que *dimensionará* o seu ensino para um quantil relativamente baixo o que pode originar uma espiral de *auto-desculpa* para os *que deram tal matéria* mas *já não se lembram* e desmotivará os restantes alunos além do próprio docente. Aliás, se este *auto-controlo* não for feito pelo docente, sê-lo-á *a posteriori* pela repetição sucessiva de provas de avaliação de conhecimentos até que a taxa de aprovações atinja um limiar considerado aceitável.

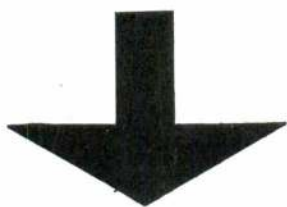
Por outro lado, a crescente ocupação profissional dos alunos limita extraordinariamente a sua disponibilidade exterior ao já pesado horário de aulas a qual, muitas das vezes se resume ao chamado fim-de-semana para onde se atiram também muitas outras actividades de índole social, desportiva, familiar, cultural, etc., e que por isso mesmo se entrecrocaram e destroem com alguma frequência. Assim, e porque já vimos que os meios bibliográficos ou laboratoriais existentes são quase nulos, tem-se vindo a desenvolver, pouco a pouco, um modelo novo de ensino de engenharia que seja compatível com a quase inexistência, quer de tempo de reflexão dos discentes, quer de meios de informação escrita ou experimental. É evidente que a pesquisa bibliográfica, a análise comparada de textos, a leitura de notícias sobre inovações científicas ou tecnológicas, a realização de pequenos trabalhos de experimentação (icónica, numérica ou analógica), a medição sobre as limitações ou potencialidades de teorias ou métodos apresentados, a formulação de problemas reais segundo modelos teóricos, o desenvolvimento de capacidades dedutivo-analíticas, o aprofundamento de uma cultura social e económica adequada à actividade do engenheiro, o projecto em moldes modernos, só muito excepcionalmente e por coragem conjunta de docentes e discentes podem ser consentidos neste enquadramento insistindo-se, pelo contrário, na actividade adequada, por excelência, a estas condições: Resolução de problemas-tipo.

Na verdade, esta actividade é *self-contained* em termos de informação (basta a leitura do caderno e eventualmente das *folhas*), não exige apreciável esforço intelectual e apenas requer a existência de giz, quadro, papel, esferográfica e... de salas de aula. Assim se

# MAGUE



"Pórtico gigante de 480t/115m encomendado pela Uzinexportimport para o Estaleiro Naval de Mangália na Roménia".



PONTES ROLANTES, GUINDASTES E  
APAR. DE ELEVÇÃO ESPECIAIS

TURBINAS HIDRÁULICAS

TURBINAS A VAPOR

CALDEIRAS A VAPOR

EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES  
INDUSTRIAIS

*Projecto e fabrico*

*Fabrico segundo licença de A. C. M. de Vevey, S. A.*

*Fabrico segundo licença de Brown Boveri, Cie.*

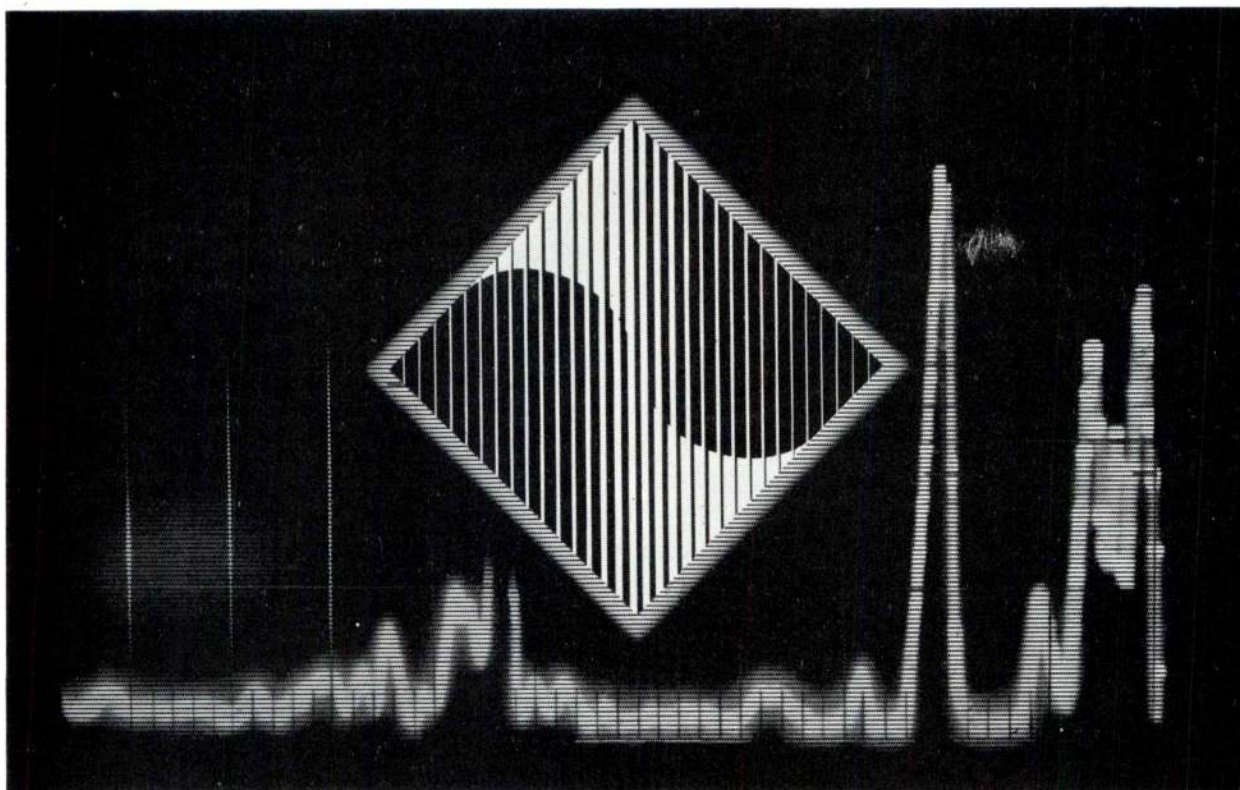
*Projecto e fabrico segundo licença de Foster  
Wheeler, Co.*

CONSTRUÇÕES METALOMECANICAS

**MAGUE**

S.A.R.L

ALVERCA DO RIBATEJO - PORTUGAL



# INTERKAMA 80

a maior feira profissional do mundo para técnica de medição e automatização, com congresso

## PASSOS EM FRENTE PARA CADA RAMO

Quase não existe outra tecnologia que tenha chegado a uma tal velocidade de progresso como a técnica de medição e automatização. Quase não há outra tecnologia que tenha trazido tantas possibilidades de melhoramento a diversos ramos, tantas possibilidades de racionalização, tantas ideias para mais rentabilidade, segurança e precisão, como a oferta da INTERKAMA: Medir, comandar, controlar, automatizar — "hardware" e "software" mais perfeitos.

Os sistemas, os aparelhos, o "know-how", todas as sugestões que vai encontrar na INTERKAMA, transformarão o seu ramo. Porque a revolução da micro-electrónica também vai forçar a sua produção à ser revolucionariamente melhor. Microprocessadores e componentes acumuladores, altamente integrados, novos sensores e tecnologias de imagem possibilitam modernas soluções de sistemas e oferecem, a todas as empresas viradas para inovações, possibilidades para projectos de produtos e de produção.

Não venha só à INTERKAMA. Vale a pena trazer a sua gerência técnica e comercial. Dê passos em frente com a sua equipa inteira, porque a INTERKAMA é progresso para o seu e todos os ramos.

**Düsseldorf, 9-15/10/1980**  
**Congresso: 8-9/10 — Repetição 13-14/10**

Düsseldorfer Messegesellschaft mbH — NOWEA —  
Postfach 32 02 03 • Messengelände • 4000 Düsseldorf 30  
Telefon: (02 11) 45 60-1 • Telex: 8 58 48 53 mes d

Mais informações e venda de bilhetes de ingresso:  
Representante das Feiras Internacionais de Düsseldorf:  
Walter & Cia., Lda., Largo de Andaluz 15, 3º Dtº -4, 1000 LISBOA,  
Telefones: 53 24 23 / 55 62 54, telex: 12784 walter p.

compreende que esta última variável tenha sido promovida à categoria de variável que dimensiona o sistema, isto é, aquela que determina o número de alunos que a escola pode comportar o qual não é geralmente fixado em função das necessidades do país, nem mesmo por vezes dos docentes existentes e muito menos ainda dos meios laboratoriais ou bibliográficos disponíveis. E também assim se compreende a *solução* adoptada no início dos anos 70 de construir os conhecidos pavilhões pré-fabricados cuja demolição agora é considerada esperando nós que se mantenha uma pequena área como símbolo da qualidade técnica dos seus autores.

Escusado será dizer que reconhecemos à resolução de problemas bem escolhidos um papel fundamental no ensino da Engenharia, apenas lamentando a sua hipertrofia, exagerada tipificação e a frequente necessidade de repetitividade.

Finalmente, e porque os alunos se encontram na escola quase só nas aulas é compreensível o progressivo individualismo não surpreendendo que se desenhe um decréscimo de importância do estudo ou trabalho em grupo. É de notar que os métodos de estudo estão intimamente ligados aos hábitos adquiridos o que talvez permita compreender o relativo insucesso de certas experiências recentes de organização dos cursos práticos com base no trabalho em grupo e com menor duração de aulas.

### 3 — ALGUMAS SUGESTÕES

Admitindo que as reflexões anteriores podem ser úteis para sugerir linhas de acção aconselháveis, julgamos dever destacar as seguintes:

#### A — Criação de melhores condições de estudo e de consulta bibliográfica

Tendo em conta a perspectiva assumida, esta actuação é obviamente prioritária porque é ineficaz repensar pedagogia sem reunir previamente os novos meios necessários. Assim sugerimos a construção dum edifício que poderia incluir salas de estudo e uma biblioteca associada às necessárias áreas de exposição, consulta, leitura, catalogação, armazenagem, etc., de publicações. Note-se que esta proposta nem sequer é irrealista no que respeita aos meios materiais exigidos pois supõe-se que os encargos de capital resultantes não ultrapassariam os 6 ou 7 mil contos anuais, ou seja, uma verba irrisória se comparada com as dotações que têm vindo a ser atribuídas a outras universidades, uma verba pequena comparada com o *budget* anual do I. S. T., e finalmente, uma verba da ordem de grandeza daquela que é atribuída anualmente à aquisição de publicações nesta escola. Convirá recordar que, tanto quanto se sabe, as verbas atribuídas para fins bibliográficos, quer provenientes do Orçamento do I. S. T., quer resultantes do empréstimo concedido pelo Banco Mundial, têm vindo a ser consagradas exclusivamente, ou quase, à aquisição de pu-

blicações, periódicas e não periódicas. Ora esta prática contraria o princípio geralmente aceite nas Universidades que já dispõem de boas infra-estruturas bibliográficas e segundo o qual se deve dedicar uma fracção apreciável de tais verbas ao melhoramento das condições de tratamento e utilização da informação bibliográfica. É evidente que este princípio se deverá aplicar no I. S. T., por maior força de razão, onde as condições andrajosas de funcionamento da biblioteca poderão até originar a situação ridícula de não ser possível armazenar muitas das encomendas de publicações agora feitas.

#### B — Melhoramento das condições de trabalho escolar de natureza laboratorial e computacional

É natural que o empréstimo do B. M. destinado à aquisição de equipamento laboratorial possa vir a contribuir para melhorar a situação actual e espera-se que o re-equipamento do Centro de Cálculo seja uma realidade em futuro próximo.

É evidente que outras iniciativas equivalentes à referida em A deverão também ter lugar a fim de permitir integrar mais directamente a experimentação numérica ou laboratorial no ensino do I. S. T. desde os primeiros anos. Julga-se que a recente preocupação de definir um plano de ordenamento físico do espaço disponível é salutar mas seria um erro grave transformá-la em impedimento ou *penalidade adicional* para as escassas energias que têm vindo a lutar contra as flagrantes carências de instalações.

Na verdade, as dificuldades de instalações laboratoriais até têm vindo a ser consideradas, por vezes, não como um problema a resolver, mas sim como uma condição necessária para poder melhorar o equipamento existente o que é manifestamente errado pois apenas irá aumentar as desigualdades internas tristemente conhecidas.

#### C — Introdução integrada e diferenciada de alterações nos métodos de trabalho

Tentar ajudar a satisfazer as preocupações expressas em 2 implica alterar os métodos de trabalho, designadamente reduzir o número de horas de aulas destinados à resolução repetitiva de problemas e, em alguns casos, introduzir aulas teóricas bem como aulas práticas. Todavia, estas alterações têm de ser acompanhadas de outras transformações, nomeadamente na forma de apresentar e tratar os temas ensinados, no modo de avaliar os conhecimentos, no trabalho requerido a discentes e docentes, etc., pois se tal não for feito, é bem possível que as modificações anteriores tenham efeitos contrários aos pretendidos, por exemplo, apenas reduzir a dimensão da lista de *problemas para exame*.

Os docentes e discentes deverão obviamente ter um papel activo nestas transformações, não só porque tal participação é essencial à sua materialização, mas também porque só serão eficientes se acreditarmos

na sua importância e utilidade, ou seja, haverá que alterar, em certo aspectos, a própria *cultura da organização* que, segundo [2], poderá ser definida como *o conjunto dos pressupostos e das hipóteses emitidas pelos seus membros sobre o conjunto de normas (regras e padrões) que regulam o seu comportamento*.

Há pois que pensar de forma **integrada** nas condições e nos métodos de ensino e estudo mas julgamos que também valerá a pena lembrar a possibilidade e a eventual vantagem de **diferenciar** os trabalhos escolares a desenvolver pois nada implica que todos os alunos façam numa disciplina o mesmo tipo de trabalhos ou usem os mesmos meios experimentais podendo ser salutar em certos casos criar um leque de soluções alternativas. Aliás, a própria criação de turmas experimentais tão recomendada para o ensaio e desenvolvimento de transformações pedagógicas pode ser uma sugestão aconselhável.

#### D — Motivação de docentes e discentes

Das limitações referidas e das linhas de actuação sugeridas é fácil concluir que qualquer **efectiva** alteração da situação actual implica a criação de estados de motivação de discentes e docentes muito superiores aos actuais.

Na verdade, julgamos que a insatisfação actual, se for definida pela distância entre o esperado e o alcançado, não é alta, especialmente entre discentes,

apenas porque pouco esperam e pouco encontram. Ora esta situação é característica de estados de desmotivação elevada e é, em nosso entender, de superação bem mais difícil do que a obtenção de alguns recursos indicados se o nível de interesse fosse outro. Aliás, surge aqui um círculo vicioso pois o carácter decadente de certas condições de trabalho (por exemplo, o interior do pavilhão central) não dificulta apenas o ensino mas é também factor grave de desmotivação pela imagem da organização (neste caso, a Escola) que gera nos seus elementos.

Julgamos já não caber no âmbito deste artigo discutir as formas mais adequadas para aumentar a motivação de docentes e discentes estando certos, porém, que haverá a possibilidade de nesta escola recolher muitas e valiosas sugestões sobre este tema que permitirão libertar a energia necessária para transformar o ensino no I. S. T. durante a década agora inaugurada.

#### 4 — BIBLIOGRAFIA

- [1] JUC, 1967, *Situação e Opinião dos Universitários*, CODES, Lisboa.
- [2] Hornstein, H. A.; Burke, W. W.; Gindes, M. G. & Lewicki, R. J., 1971, *Social intervention: A behavioral science approach*, Free Press, N. Y., U. S. A.

---

## NOTICIÁRIO

### 3<sup>d</sup> INTERNATIONAL CHEMICAL ENGINEERING CONFERENCE — CHEMPOR'81

- Reliability Engineering
- Separation Processes
- Energy Management
- Reaction Engineering

(19-25 April 1981 — Oporto-Portugal) Circular I

#### Scientific Program

Each section shall comprise.

- A plenary lecture by a leading personality in the field.
- The oral presentation and discussion of original papers accepted by the organizing committee.

#### Sponsorship

The Conference is sponsored among others by Calouste Gulbenkian foundation, Junta Nacional de Investigação Científica Tecnológica (JNICT), Universidade do Porto and Universidade do Minho.

A complete list of sponsors shall be available on circular II.

#### Organizing Committee

Dr. T. R. Bott (University of Birmingham).  
Dr. R. Guedes de Carvalho (Universidade do Porto).  
Dr. A. G. Medina (Universidade do Porto).  
Dr. J. de D. R. S. Pinheiro (Universidade do Minho).  
Dr. J. J. B. Romero (Universidade do Minho).  
Dr. M. Winterbotton (University of Birmingham).

#### Submission of Papers

Authors wishing to present a paper are asked.

- To fill the enclosed form and return it as soon as possible.
- To send a summary of 150-300 words before June 15<sup>th</sup>.
- To send the full paper by 31<sup>st</sup> October in accordance with the instructions detailed in circular II.

(Continua na pág. 26)

## Les encroûtements calcaires et la construction de chaussées en Afrique du Nord

### (première partie)

JOSÉ CARLOS DE O. S. HORTA  
Geólogo

#### RESUMO

Em clima mediterrânico sub-húmido a semi-árido a calcite é dissolvida nos maciços montanhosos pelas precipitações da estação fria e deposita-se, no verão, nos solos das planícies, cujos perfis se diferenciam à medida que se vão enriquecendo em calcário. A. RUELLAN deu, em 1970, uma descrição genética e uma classificação muito completas dos diferentes estados de acumulação de calcário nos solos. As crostas calcárias folheadas, podendo compreender uma lage petrificada na parte superior, correspondem ao que se tem chamado tradicionalmente *tufo* na África do Norte. Esta designação incorrecta foi, aqui, consagrada pelo uso em técnica de estradas. Trata-se, com efeito, dum excelente material de pavimentação quando utilizado dentro das condições climáticas que correspondem ao encrostamento dos perfis pedológicos.

#### ABSTRACT

Under the subhumid and semi-arid mediterranean climates calcite is solubilized on the mountainous massifs by the cold season precipitations to be deposited in summer in the soils of the plains, which profiles differentiate as their enrichment in limestone proceeds. A. RUELLAN has given in 1970 a complete genetic description and classification of the different levels of this accumulation of limestone in the soils. Foliated calcrites with eventually a petrefied hardpan at their upper part correspond to the materials which have been traditionally designated by *tufa* in North Africa. This designation is not correct but has been imposed by routine in road technology. It is, indeed, an excellent pavement material whether used within the climate conditions corresponding to the encrusting of the pedological profiles.

#### 0. INTRODUCTION

Les encroûtements calcaires recouvrent de vastes surfaces dans les régions à climat peu pluvieux d'Afrique du Nord. Déjà en 1852, le géologue Ludovic VILLE avait décrit ce *calcaire terreux qui recouvre une grande partie des terres de l'Algérie comme d'un immense linceul blanc*. Plus tard, en 1884, A. POMEL essaya d'expliquer la formation de *cette carapace qui se montre sur beaucoup de terrains dont les parties tendres et friables sont ainsi cimentées en une roche dure et résistante pouvant même servir à l'empierrement des routes*. Il formula l'hypothèse d'après laquelle les encroûtements calcaires seraient dus à l'évaporation des eaux qui remontent à la surface par capillarité.

Après POMEL, d'autres chercheurs ont émis d'autres hypothèses. J.-H. DURAND en 1952 en Algérie a souligné le rôle des phénomènes sédimentaires en milieu lacustre notamment. R. COQUE à la même époque

en Tunisie était partisan d'une origine éolienne aussi bien des encroûtements calcaires que des croûtes gypseuses. Toutes ces hypothèses se sont avérées insuffisantes: elles insistaient unilatéralement sur certains aspects parfois secondaires du phénomène complexe de l'encroûtement des formations superficielles.

Entretiens, sous l'appellation de *tufs*, les encroûtements calcaires continuaient à être utilisés dans la construction d'excellentes chaussées selon les techniques traditionnelles. De leur côté, les agriculteurs de différentes régions du Maghreb restaient tout aussi familiarisés avec cette carapace qu'ils devaient défoncer pour labourer leurs champs. Ils en retiraient des blocs ou *pierres de tuf* et s'en servaient pour construire des murs, à moins que l'administration des Ponts et Chaussées ne songeât à faire ramasser ces blocs pour les travaux routiers, comme ce fut le cas en Oranie.

La chaussée traditionnelle d'Oranie (fig. 1) comprenait une couche de fondation en *tuf* d'une vingtaine de centimètres surmontée d'un macadam et d'un enduit d'usure. La couche de fondation était obtenue en écrasant la *Pierre de tuf* sur un sol sableux, après arrosage, à l'aide du cylindre à jante lisse.



FIG. 1

Coupe de la chaussée traditionnelle d'Oranie, R. N. 23 à Sirat, Mostaganem. Du haut vers le bas: enduit d'usure, macadam de roche verte, couche de fondation en tuf et sol naturel, ici un sable d'encroûtement. Le marteau fourni l'échelle: longueur=315mm

A la suite de la bonne tenue de ces chaussées, dont beaucoup sont encore en service sans avoir été renforcées, on a envisagé, en Algérie après 1950, de traiter les *tufs* par la technique plus mécanisée des assises. Lors de la reconstruction de la R. N. 6 au sud de Saïda, H. CAPEILLE énonça certaines règles de choix et d'utilisation des encroûtements calcaires en couche de base. Ces règles furent complétées peu après par A. PONTON à l'occasion de la reconstruction de la R. N. 1 entre Médéa et Laghouat.

Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Division Algérie, avait suivi ces expériences et s'était

penché avec beaucoup d'enthousiasme sur les *tufs*. Cet enthousiasme n'était pas sans fondement: les bonnes performances des chaussées en *tuf* n'ont pas été démenties, malgré l'accroissement du trafic durant les dix dernières années. Il a toutefois mené à certaines généralisations abusives de la notion de *tuf*.

Avant d'essayer d'éclaircir cette question, il est utile d'insister sur le fait que le terme *tuf* est erroné pour les encroûtements calcaires ainsi que pour d'autres matériaux calcaires plus ou moins friables. Il y a des tufs volcaniques qui résultent de la consolidation secondaire par l'eau de toute sorte de produits volcaniques mélangés aux cendres. Il y a aussi des tufs sédimentaires qui sont des calcaires généralement tendres ou friables: il s'agit de roches formées par le dépôt de carbonate de chaux à l'air libre (émergence de sources carbonatées calciques, qui encroûtent parfois des plantes pour donner la variété de tuf appelée travertin) ou sous l'action de certaines algues, mousses et bactéries dans les lacs et rivières.

Les encroûtements calcaires devenus *tufs* dans le langage courant et dans le jargon des techniciens de la route d'Afrique du Nord ne sont pas des roches sédimentaires ni des roches volcaniques. Ce sont tout simplement des sols enrichis en calcaire sous certaines conditions climatiques. Le *tuf* du Maghreb n'est donc pas une formation géologique: c'est une formation pédologique (\*) dont la désignation correcte est *encroûtement calcaire* (ou *croûte calcaire*) en français et *caliche* en espagnol et en anglais. En anglais on parle aussi de *calcrete*, terme créé par G. W. LAMPLUGH qui étudiait, au début de ce siècle, la géologie du bassin du Zambèze. Il dérive du latin *calx*=chaux et *crescere*=croître [61] (\*\*).

Du point de vue de la technique routière, on peut, dès à présent, retenir deux idées importantes.

Tout d'abord les risques de confusion résultant de l'utilisation locale impropre du terme *tuf*: on en est venu à appeler *tufs* des matériaux très différents des encroûtements calcaires et qui n'ont parfois rien de commun avec ces derniers. C'est ainsi que des grès à ciment carbonaté, dont la molasse d'Alger, des marnes et des calcaires marneux, des sables gypseux et gypso-calcaires sont parfois désignés sous l'étiquette de *tuf*. Cette confusion dans la terminologie conduit inévitablement à des erreurs plus ou moins graves sur chantier.

La deuxième idée est que la technique des tufs de chaussée est liée à certains climats à faible pluviosité. On ne devra pas parler de tufs de chaussée en dehors des zones climatiques correspondantes.

Il existe aussi en Afrique du Nord, quoique avec une moindre extension, un autre type d'encroûtements, les encroûtements gypseux. Ils sont également utilisés comme matériaux de chaussée, mais exclusivement sous climat aride en raison de la solubilité élevée du gypse. Les chaussées en sable gypseux possèdent des parti-

(\*) Pour d'éventuels lecteurs pédologues ou géomorphologues, nous précisons que le terme sol est pris ici dans son sens géotechnique et que le terme pédologique doit être entendu au sens large.

(\*\*) Les numéros entre [ ] se réfèrent à la bibliographie qui paraîtra dans la deuxième partie de ce travail.

cularités propres qui les distinguent très nettement des chaussées en tuf. Les encroûtements gypseux et les sables gypseux sortent donc du cadre de cet article. Ils ont fait l'objet d'un article paru au numéro 447 de cette revue.

## 1. GÉNÉRALITÉS

### 1.1. Zones climatiques

On sait que les chaussées sont des ouvrages très exposés à l'action du climat. Leur dimensionnement et leur technique de construction dépendent tout aussi bien des sollicitations par le trafic que du climat. En effet, le drainage des sols et le comportement des matériaux de chaussée sont fonctions du climat.

en direction est-ouest, avec des complications dues au facteur altitude qui apparaissent surtout au Maroc.

Le climat de l'ère quaternaire qui débuta il y a deux à trois millions d'années a pu être caractérisé en Europe par une succession de glaciations séparées par des périodes interglaciaires correspondant au recul de la calotte glaciaire vers le Pôle Nord. Au Maghreb, les glaciations correspondent à des périodes pluviales froides séparées par des interpluviaux semi-arides. L'étude de la sédimentation continentale a permis de mettre en évidence une succession de six terrasses alluviales qui se retrouvent à travers tout le Maghreb et dont les alluvions se sont accumulées pendant les différents pluviaux. Le tableau de la figure 3 fournit les détails chronologiques et la nomenclature de l'ère quaternaire en Europe et au Maghreb.

On peut admettre que les limites des zones climatiques n'ont pas beaucoup varié pendant le Quaternaire.

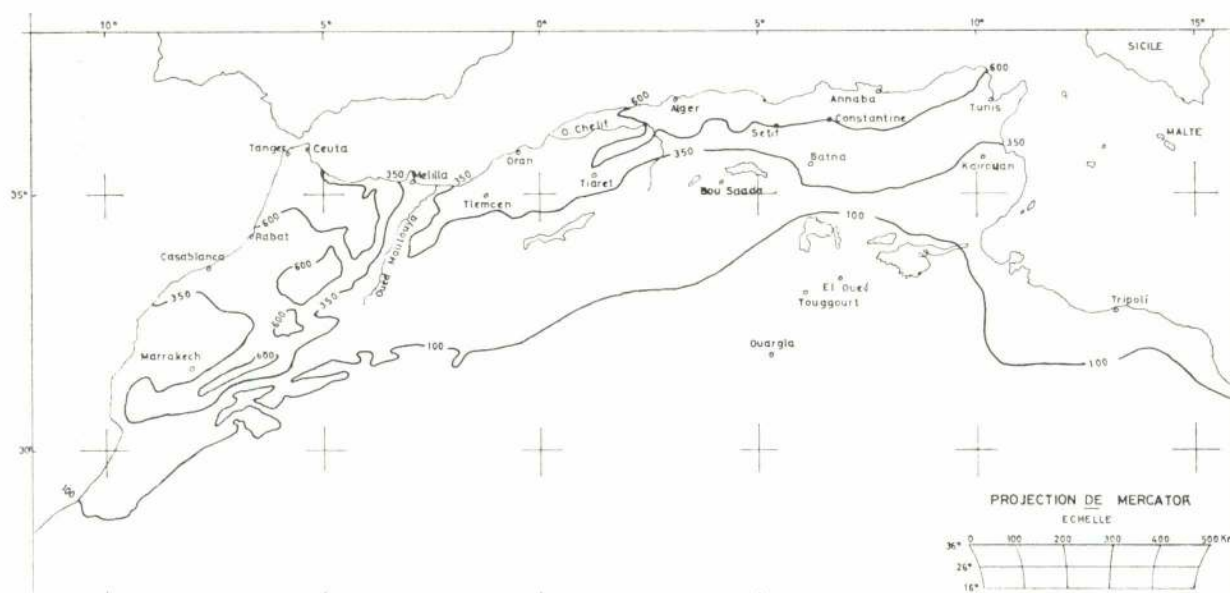


FIG. 2

Limites des zones climatiques sur un extrait de la carte pluviométrique (1926-1950) de J. DUBIEF (réf. 22)

Le climat du Maghreb est un climat méditerranéen caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers relativement froids et pluvieux. Nous nous basons sur la hauteur moyenne des précipitations annuelles  $H$  pour définir les zones climatiques suivantes:

- |                               |      |                    |
|-------------------------------|------|--------------------|
| I. Méditerranéenne humide     | pour | $H \geq 600$ mm    |
| II Méditerranéenne sub-humide |      | $600 > H \geq 350$ |
| III. Semi-aride ou stépique   |      | $350 > H \geq 100$ |
| IV. Aride ou désertique       |      | $H < 100$          |

La figure 2 tirée de la carte pluviométrique de J. DUBIEF peut donner une idée de l'allure de cette zonalité climatique: les zones ainsi définies s'étendent

### 1.2. Accumulation de calcaire dans les sols

Le carbonate de calcium,  $\text{CaCO}_3$ , cristallisé sous forme de calcite à symétrie rhomboédrique est le constituant essentiel des calcaires. Sa solubilité dans l'eau n'est généralement pas très élevée et dépend de plusieurs facteurs [52].

Dans l'eau pure au contact de l'air, la solubilité du carbonate de calcium dépend de la teneur de l'eau en anhydride carbonique dissous. Cette teneur diminue lorsque la température croît et augmente lorsque la température décroît: le carbonate de calcium se dissoudra pour de faibles températures et précipitera si la

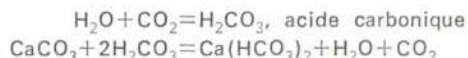
			EUROPE		MAGHREB		
			Etages marins	Etages continen-taux (glaciations)	Niveaux eustatiques	Etages continen-taux (pluviaux)	Encroûtements (*)
0,000	Holocène	Q. actual	Dunkerkien	Subboréal	Méllahien supérieur	Gharbien	Accumulations diffuses
0,020		Q. récent	Flandrien	Würm	Méllahien inférieur	Soltanien	Accumulations discontinues
0,100	Pléistocène	Q. sup.	Tyrrhénien	Riss	Ouljien Monastirien	Tensiftien	Carapaces fréquentes dalle rare
0,300			Hoxnien	Mindel	Anfatien	Amirien	Carapaces rares
			Q. moyen	Sicilien	Gunz	Maarifien	Salétien
		Q. ancien		Calabrien	Villafranchien		Moulouyen
						Villafranchien inférieur	
2 à 3							

FIG. 3

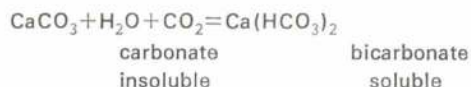
Tableau comparatif du Quaternaire au Maghreb et en Europe. La chronologie absolue est indiquée sur la colonne de gauche en millions d'années

(\*) Données de RUELLAN pour la basse Moulouya.

température s'élève. On résume ces phénomènes par les équations suivantes:



Au total, on a l'équilibre chimique suivant:



Sous certains climats du type de ceux qui nous intéressent, l'équilibre chimique ci-dessus est déplacé vers la droite en hiver: l'eau de pluie froide et enrichie en  $\text{CO}_2$  atmosphérique attaque les calcaires et autres roches carbonatées. Les carbonates solubilisés sur les massifs montagneux sont drainés vers les glacis de piedmont et vers les nappes phréatiques des plaines. En été, cet équilibre chimique est déplacé vers la gauche: les carbonates des nappes phréatiques précipitent

dans les sols des glacis de piedmont, des plaines et des terrasses alluviales.

Le mécanisme de cette précipitation est complexe et fait appel, selon les circonstances, à différents processus parmi lesquels des processus biochimiques à l'intervention de bactéries du sol pourraient jouer un rôle. F. NETTERBERG [61 et 64] a attiré l'attention sur le rôle fondamental de la suction. Son hypothèse a été confirmée par la découverte de croûtes calcaires cryogéniques [1 et 87].

En effet, l'air du sol contient jusqu'à 1 % ou davantage d'anhydride carbonique, tandis que l'air atmosphérique n'en contient que 0,032 %. L'eau du sol est donc capable de maintenir en solution des quantités importantes de carbonate de chaux, à moins qu'une diminution de pression ne provoque le dégagement du  $\text{CO}_2$  dissous. C'est ce qui se produit au dessus d'une nappe phréatique soumise à évaporation (ou congélation): la pression d'eau interstitielle diminue vers le front d'évaporation (ou de congélation). D'après NETTERBERG, la plus grande partie des carbonates dissous

précipiterait suite au dégagement de  $\text{CO}_2$  aux niveaux du sol où la succion passe de  $pF=2$  à  $pF=3$ , avant même qu'une évaporation notable ne se produisît. Celle-ci n'est importante qu'à quelques centimètres de la surface. La végétation capable de pomper et d'éliminer par transpiration des quantités beaucoup plus grandes d'eau du sol que la simple évaporation a pour rôle d'intensifier le phénomène et de modifier, par la pénétration de ses racines, la profondeur d'accumulation des carbonates.

La végétation et l'évapotranspiration en saison sèche jouent ainsi un rôle primordial dans l'encroûtement des sols. Pour que cet encroûtement puisse se développer lentement, à l'échelle du siècle et du millénaire, il faut d'autre part, que les apports d'eau en hiver soient suffisamment faibles et incapables de produire le lessivage du calcaire du sol des plaines. Sous un climat humide, le lessivage l'emporterait et les carbonates aboutiraient dans la mer.

On voit donc que la formation des encroûtements calcaires correspond à certaines conditions climatiques critiques. Pour que les sols s'encroûtent de manière appréciable, les précipitations doivent être capables de solubiliser des quantités importantes de carbonates, sans toutefois excéder un certain seuil (qui dépend de l'évapotranspiration donc de la température moyenne) au-delà duquel elles pourraient emporter la totalité ou la majeure partie de ces carbonates vers les bassins marins ou lacustres.

Les conditions climatiques favorables à l'encroûtement des sols peuvent être illustrées par le climat qui règne actuellement dans les zones méditerranéennes subhumide et semi-aride. Des climats de ce type se sont succédés au Maghreb pendant les interpluviaux du Quaternaire. Au Quaternaire ancien et moyen ces climats débordaient sur le Sahara.

On comprend dès lors pourquoi les encroûtements sont absents de la zone méditerranéenne humide. On les rencontre dans la zone subhumide où ils se développent encore de nos jours. L'encroûtement ancien qui coiffe les collines du plateau de Mostaganem (fig. 4) voisine avec les plaines qui s'étendent entre La Macta et Mohammedia (ex-Perrégaux), dont les sols des bas fonds présentent une accumulation de calcaire récente qui semble se poursuivre de nos jours aux dépens des nappes phréatiques (fig. 5).

### 1.3. Stades d'évolution des encroûtements calcaires

Le calcaire se concentre et se distribue dans les sols d'abord de manière discontinue sous forme d'amas friables et de nodules durs. A un stade plus avancé, lorsque la teneur en carbonates du sol dépasse 60 %, la concentration devient continue et masque la couleur primitive du sol: on a alors affaire aux encroûtements calcaires proprement dits de couleur blanchâtre, aspect terreux, crayeux ou tuffeux, friables, avec une proportion variable de concrétions plus ou moins dures.

L'enrichissement en calcaire se poursuivant, il finit par colmater la porosité du sol qui devient imperméable

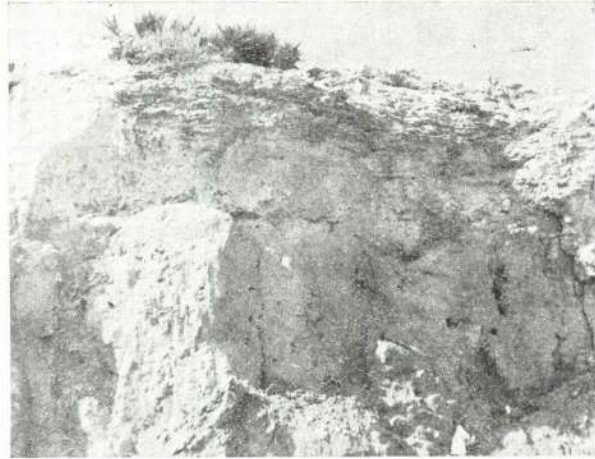


FIG. 4

L'encroûtement salétien de Mostaganem, coupe de Mazagran. A la base, des bancs de grès à faible pendage sur lesquels repose le marteau. Cette roche mère s'est altérée en un sol sableux dont l'encroûtement date de la fin du deuxième pluvial. La limite entre la roche et le sol est très nette. Ce dernier comporte, du haut vers le bas, un horizon A de 0,3 m qui n'apparaît pas sur cette photo, une dalle compacte de quelques centimètres, une croûte finement feuilletée d'environ 1,0 m d'épaisseur, un niveau à nodules et l'horizon C d'épaisseur variable

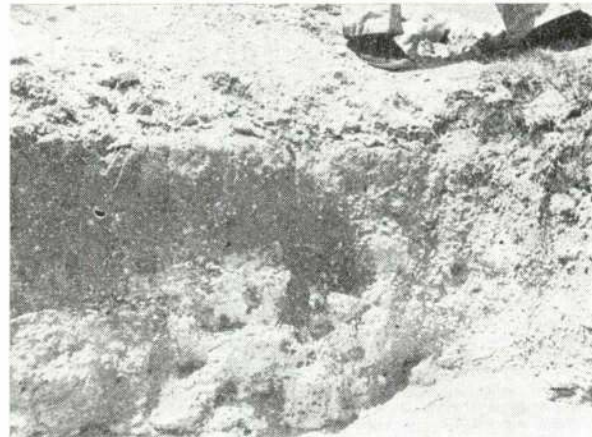


FIG. 5

Paroi d'un puits montrant l'encroûtement récent des sols des plaines qui s'étendent entre La Macta et Mohammedia. D'après J. BOULAIN, l'encroûtement de ces bas fonds plus ou moins marécageux se poursuit actuellement. Le plan d'eau dans les puits est à 2-3 m de profondeur. La source des carbonates accumulés ici est, en partie, l'encroûtement salétien du plateau de Mostaganem soumis à l'érosion chimique

à l'exception de son horizon A ou terre végétale. A la base de celui-ci va se former une croûte durcie et très riche en carbonates (80 à 90 %), qui peut évoluer à la faveur d'humidifications et imbibitions successives vers une dalle compacte. L'ensemble croûte et dalle peut être appelé *carapace calcaire*. On regroupe ces stades finaux d'évolution du sol dans la catégorie des encroûtements feuilletés.

Un sol qui sera passé par tous ces stades présentera un profil très différencié. On y distinguera, du haut vers le bas, les horizons suivants:

Horizon A — ou terre végétale contenant de la matière organique, faible épaisseur (quelques décimètres) pouvant être nulle en cas d'érosion, couleur sombre;

Horizon B<sub>ca</sub> — ou horizon d'accumulation et différenciation du calcaire ou encroûtement proprement dit, épaisseur très variable (généralement plusieurs décimètres, dépassant parfois deux mètres), couleur blanchâtre;

Horizon C — à faible enrichissement en calcaire, couleur blanchâtre.

Le passage entre les horizons A et B est assez net grâce au changement de couleur et surtout lorsqu'il y a une croûte ou dalle au sommet de B<sub>ca</sub>. Par contre, l'horizon B<sub>ca</sub> passe très graduellement à l'horizon C sans changement notable de couleur, le seul indice directement observable étant la disparition des concrétions (nodules et rognons). Sur la figure 6, nous avons reproduit la variation de la teneur en carbonates de différents profils étudiés par A. RUELLAN [76].

C'est l'horizon B<sub>ca</sub> qui nous intéresse comme matériau routier. Après décapage de la terre végétale, le rippage de la carapace (croûte ou/et dalle) fournit un tout-venant à gros éléments calcaires plus ou moins durs avec une certaine proportion de sable siliceux et une forte proportion de fines (fraction passant au tamis de 0,080 mm): figures 7 à 9 et figure 10.

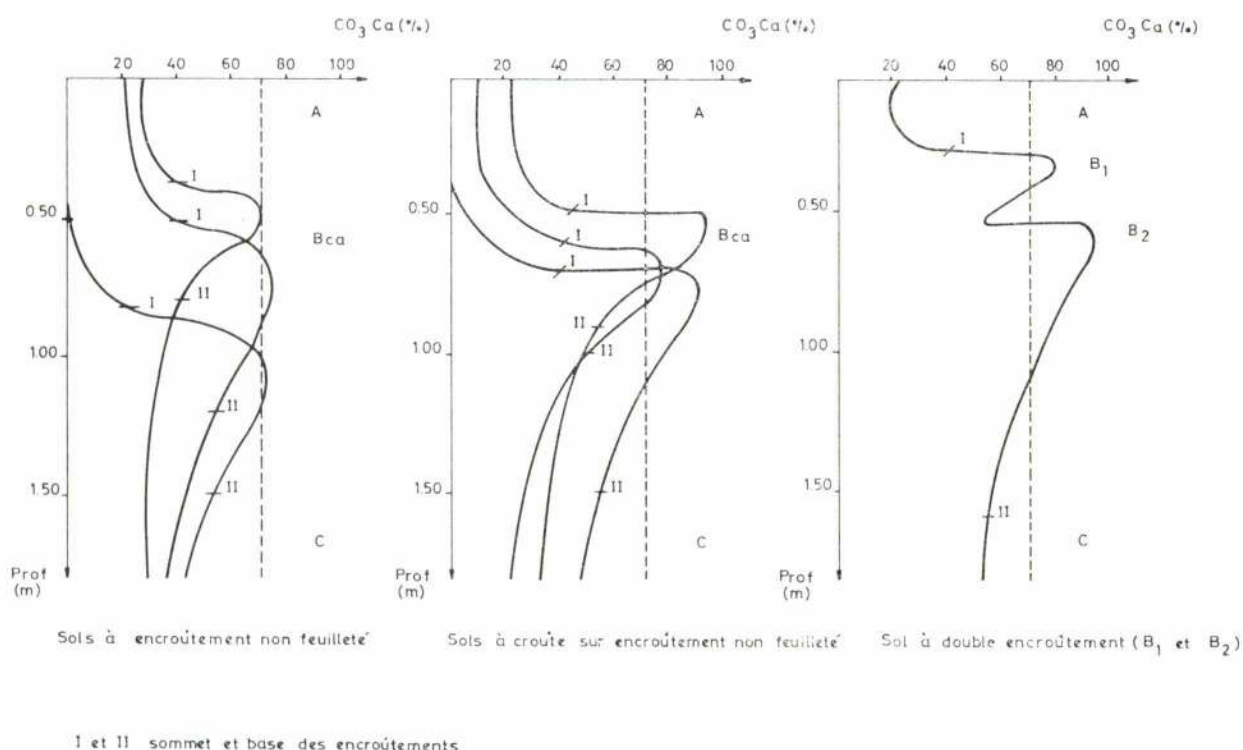


FIG. 6

Quelques exemples de profils calcaires de sols à profil calcaire différencié, d'après A. RUELLAN, 1970

# R.N. 1 - BOUGHZOUL À ROCHER DE SEL

DESIGNATION  
DES  
ECHANTILLONS

N°

N°

N°

S. 6 ET S. 7 ANALYSE GRANULOMETRIQUE

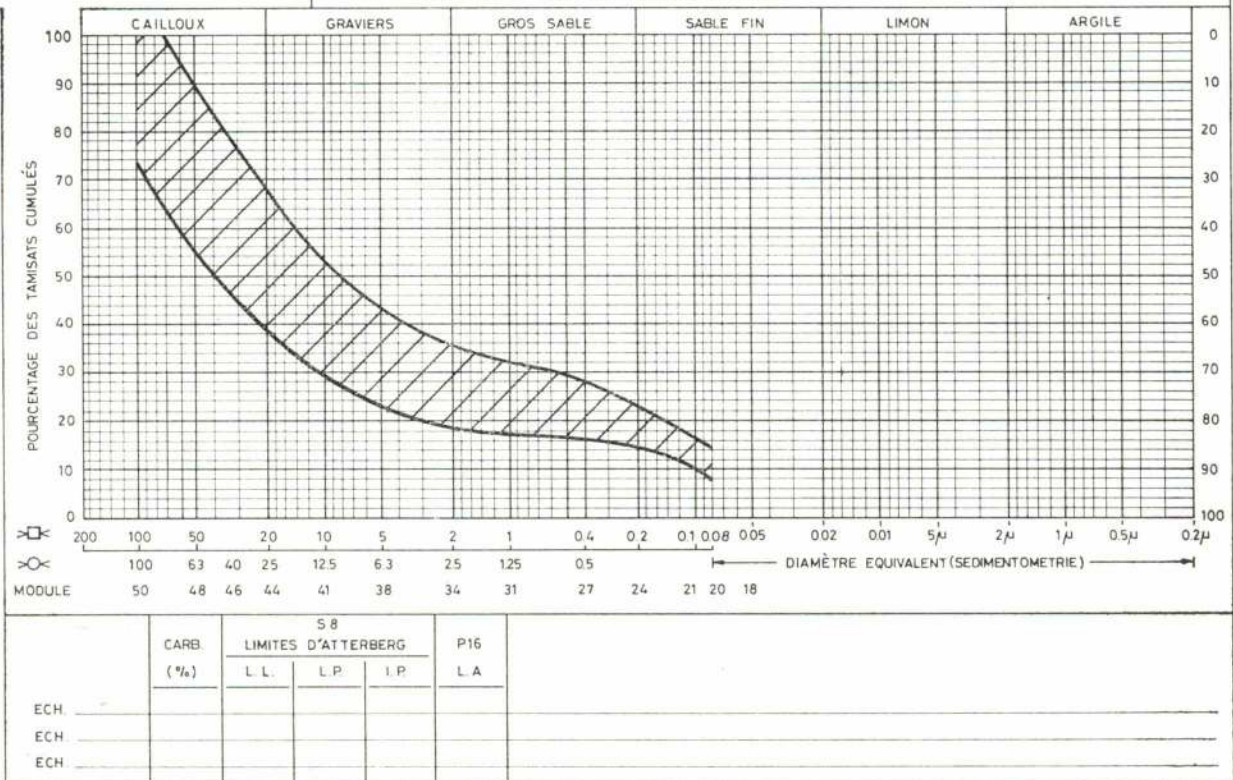


FIG. 7

Granulométrie des tufs utilisés dans la couche de base de la R. N. 1 entre Boughzoul et Rocher de Sel, Algérie

# R.N. 6, ENTRE SAÏDA ET BOUKTOUB

DESIGNATION  
DES  
ECHANTILLONS

N°

N°

N°

S. 6 ET S. 7 ANALYSE GRANULOMETRIQUE

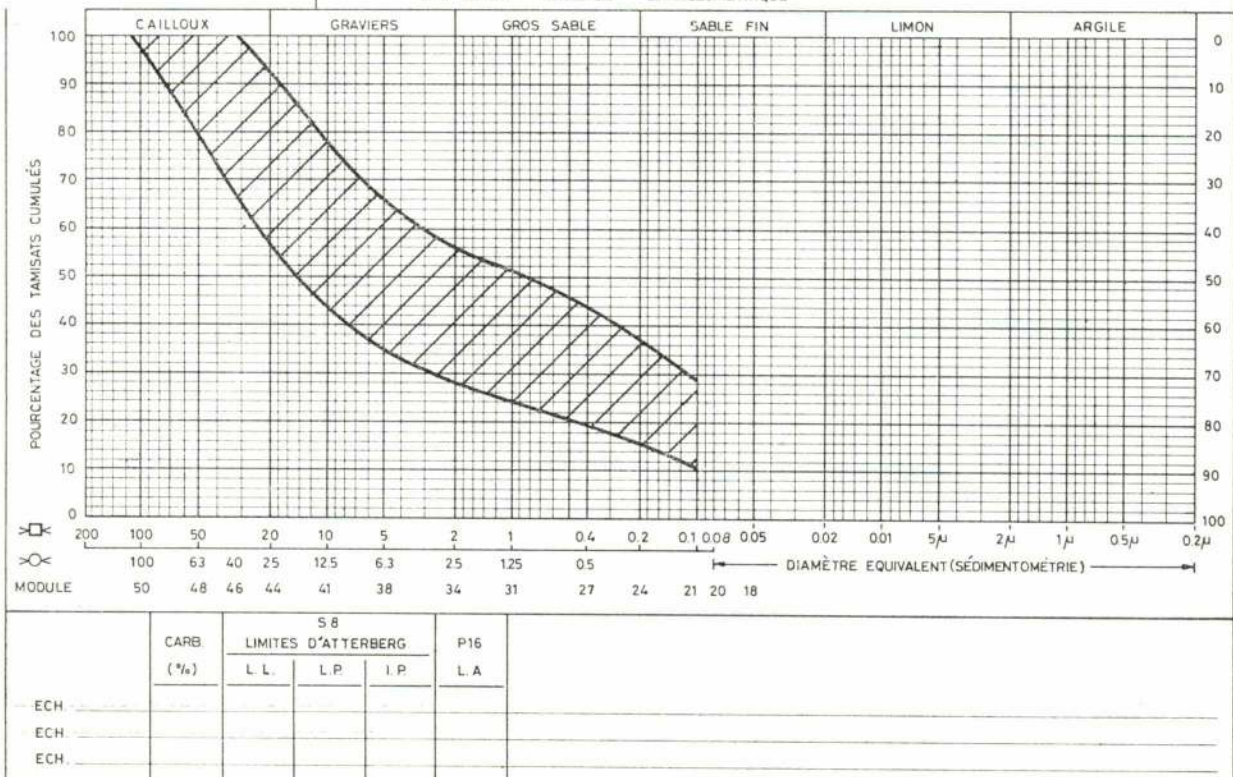


FIG. 8

Granulométrie des tufs de la couche de base de la R. N. 6 entre Saïda et Bouktoub, Algérie

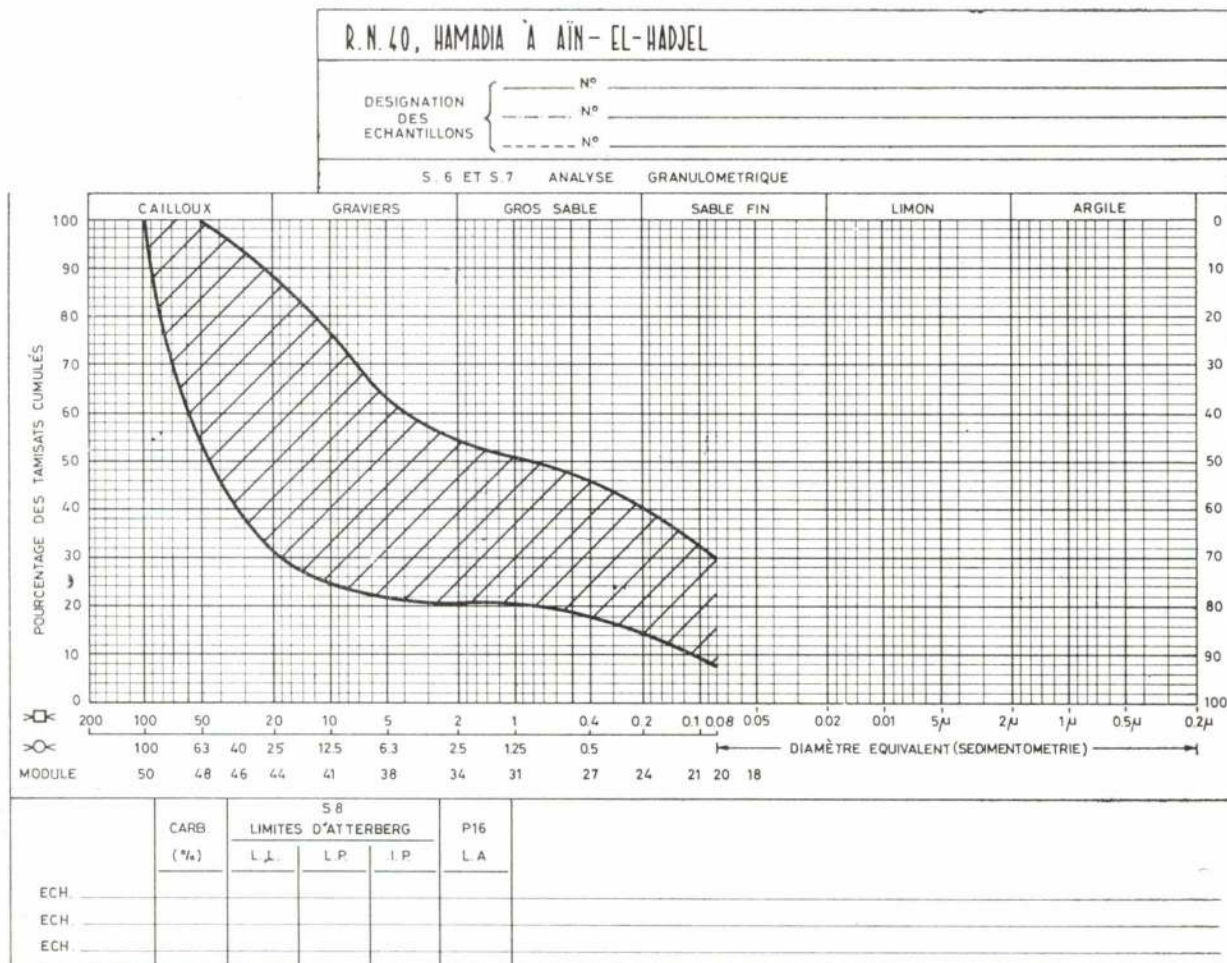


FIG. 9  
Granulométrie des tufs de la couche de base de la R. N. 40 entre Hamadia et Ain El Hadjel, Algérie

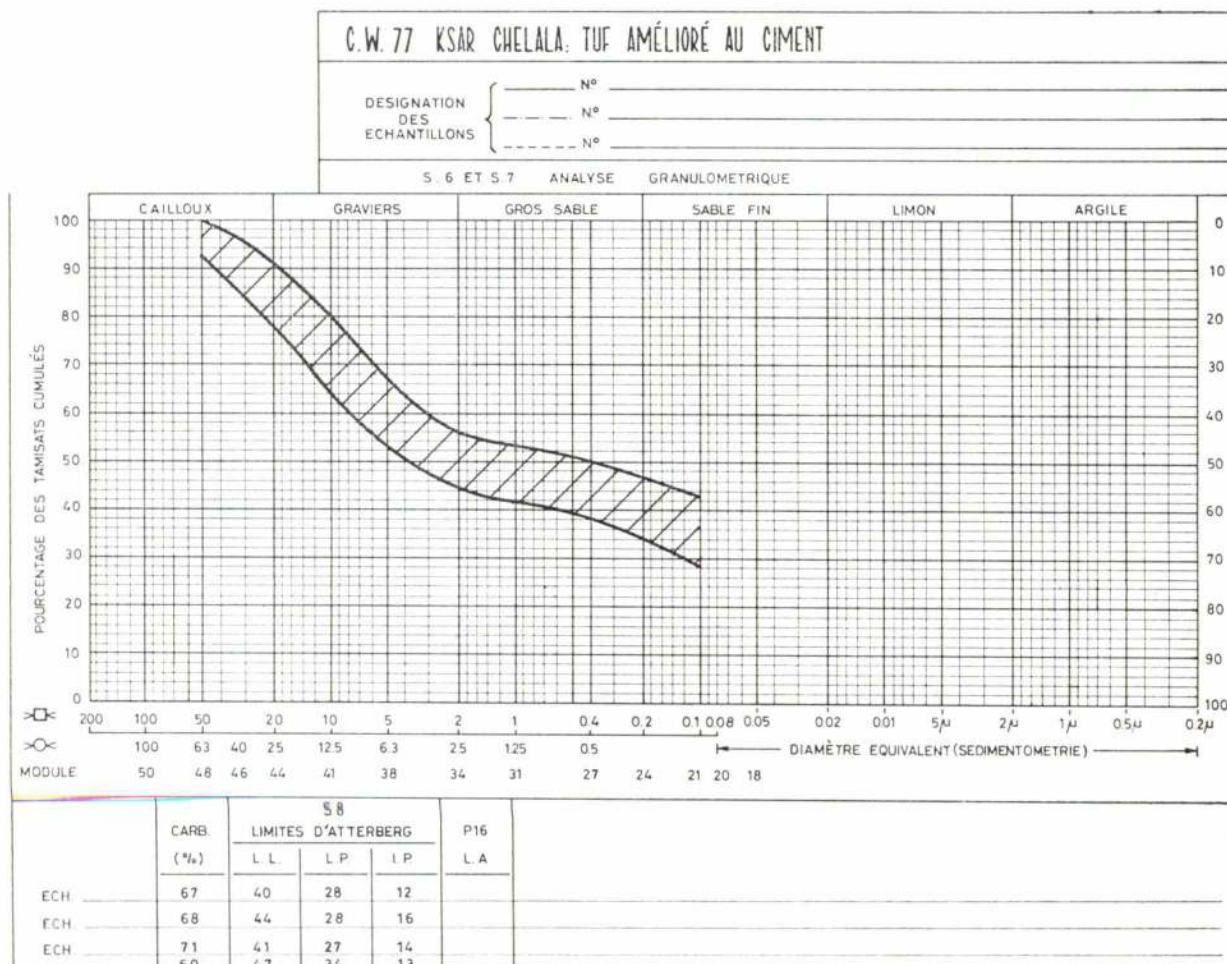


FIG. 10  
Caractéristiques du tuf pulvérulent qui a été traité au ciment dans la couche de base du C. W. 77 à Ksar Chelala, Algérie. L'emprunt a été fait sur un encroûtement massif (fig. 14) à un endroit où la carapace moulouyenne avait été enlevée par l'érosion

Minéralogiquement, ces fines contiennent une proportion élevée de carbonates et une fraction argileuse. Leur plasticité et leur sensibilité à l'eau dépendront de la nature de cette fraction argileuse. L'illite, peu plastique, est beaucoup plus abondante que la montmorillonite, très plastique et gonflante, et que la kaolinite [4]. Pour les climats les plus arides, l'enrichissement en calcaire va de pair avec une néoformation d'attapulgite, argile fibreuse très plastique [54] (\*).

#### 1.4. Classification des encroûtements calcaires

Nous adoptons la classification de RUELLAN [75 et 76] et sa description morphologique des principaux types d'horizon B<sub>ca</sub>.

Une première catégorie est celle des *distributions diffuses*. La teneur en calcaire de ces profils ne dépasse pas 40 %. Pour une teneur de 40 à 60 %, on passe aux *concentrations discontinues* (fig. 11) sous

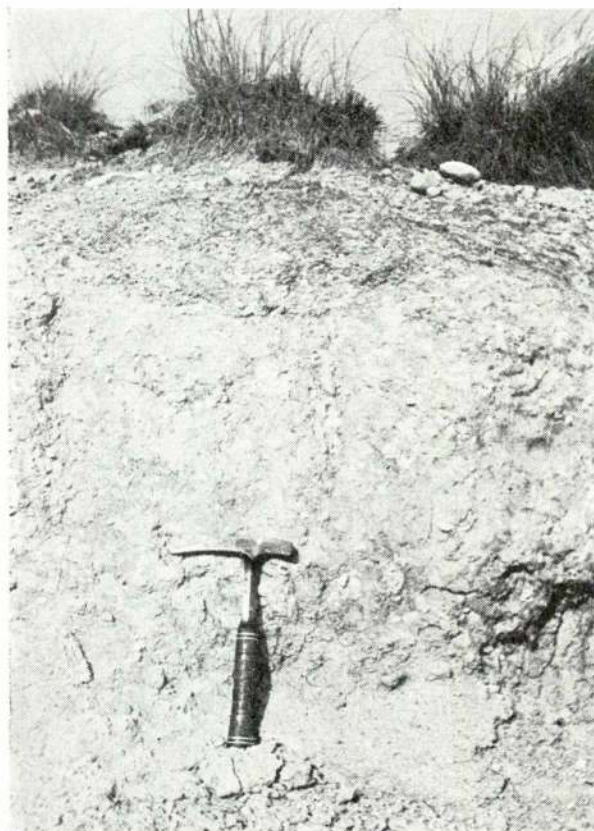


FIG. 11

Concentration discontinue de calcaire dans un sol d'éboulis avec des amas friables parfois indurés (R. N. 23, PK 265, Algérie)

forme d'amas friables que l'on écrase entre les doigts ou de nodules durs (concrétions) subdivisés en granules, nodules proprement dits et rognons (fig. 12) par ordre de dimensions croissantes.

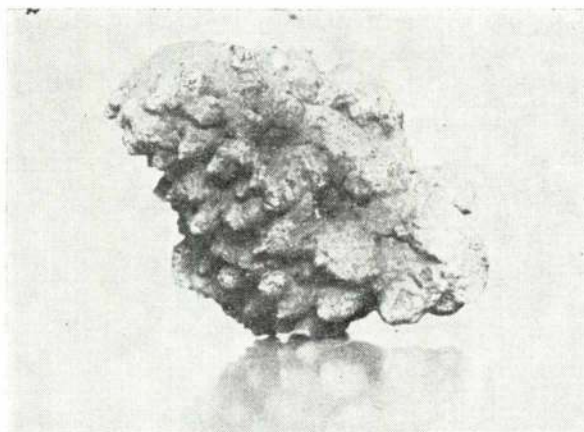


FIG. 12

Une concrétion calcaire de grandes dimensions ou rognon, échelle = 1/2 approximativement. Les apophyses que l'on voit sont situées sur la face inférieure de la concrétion

Pour des accumulations plus fortes, on passe aux *concentrations continues ou encroûtements*, dont les caractéristiques sont résumées ci-dessous sous forme de tableau et dont quelques coupes typiques sont données sur les photos des figures 13, 14, 15, 16, 17, 21 et 23 notamment.

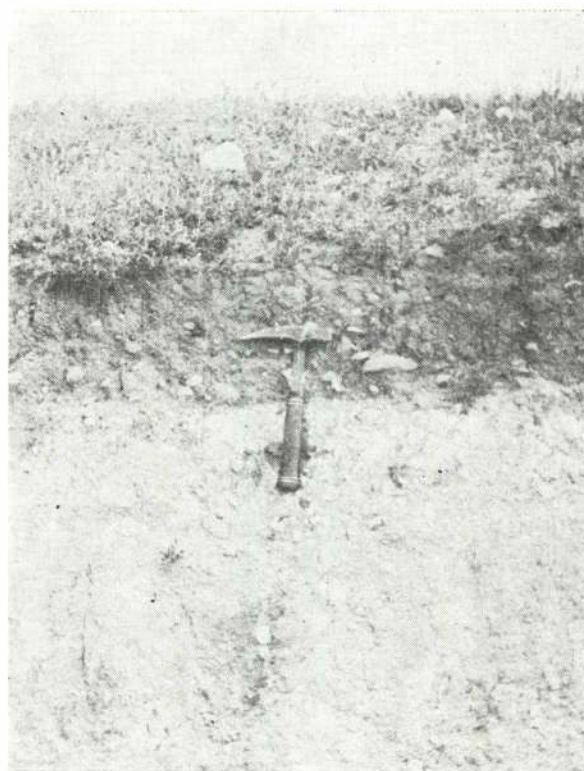


FIG. 13

Concentration continue de calcaire dans un profil d'éboulis à galets plus ou moins roulés et blocs de marne. La couleur primitive du sol n'est pas entièrement masquée: des tâches brunes sont visibles au centre de la photo (R. N. 5, PK 320, Algérie)

(\*) Des recherches récentes indiquent que la calcite remplace l'attapulgite: voir Georges MILLOT, Daniel NAHON, Hélène PAQUET, Alain RUELLAN et Yves TARDY, 1977, L'épigenèse calcaire des roches silicatées dans les encroûtements carbonatés en pays subaride, AntiAtlas, Maroc, Sci. Géol., Bull. 30/3, 129-152

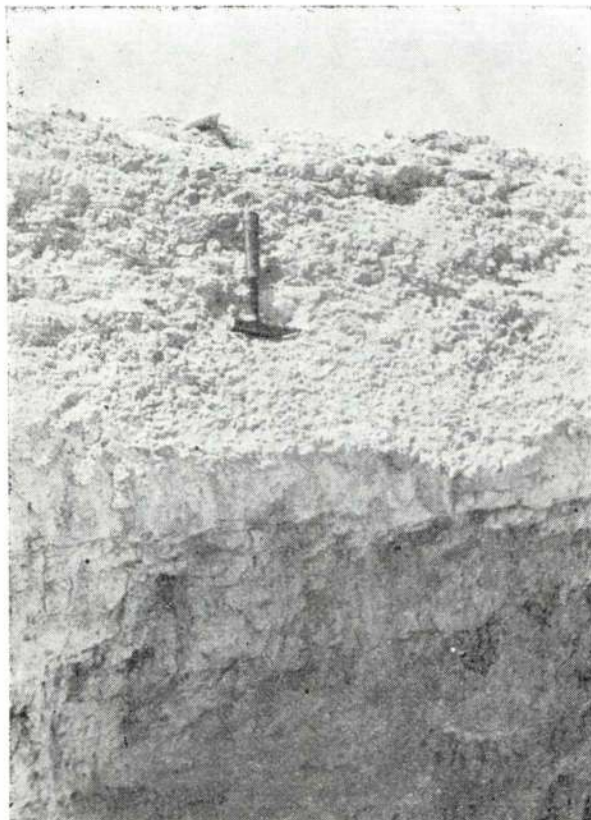


FIG. 14

Encroûtement massif à structure polyédrique. Si on se réfère aux profils calcaires de la figure 6, on peut estimer la teneur en carbonates de cet encroûtement comme atteignant à peine 70%. Les résultats de l'analyse de quatre échantillons sont indiqués ci-avant sur la figure 10. Situation: C. W. 77, vallée de l'oued Querq, Algérie

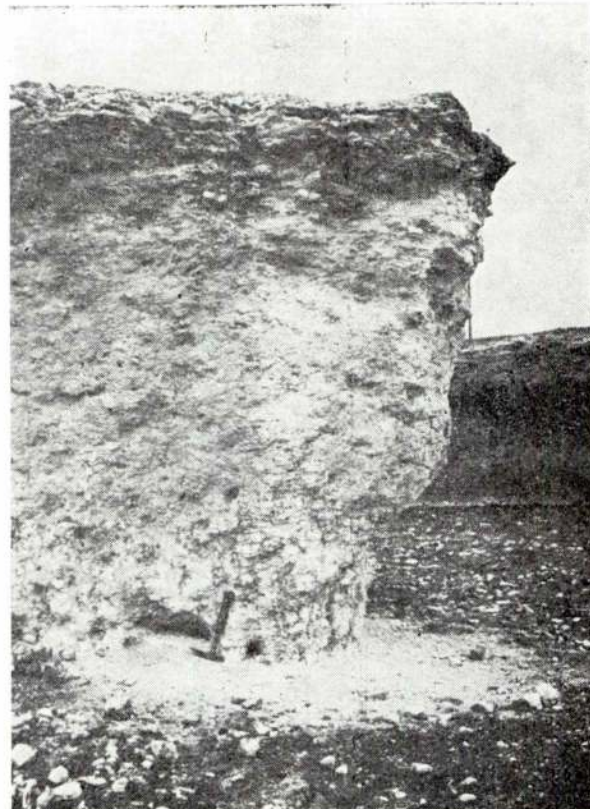


FIG. 16

R. N. 28, 10 km au sud de Sétif, Algérie. Cette coupe montre, du haut vers le bas, une croûte sur 0,3-0,5 m, un encroûtement massif à nodules et un horizon à amas friables au-delà de 2,0 m de profondeur



FIG. 15

Emprunt de la R. N. 40, PK 190 près d'Ain Boucif, Algérie. A cet endroit, l'ensemble de la dalle, compacte et très massive, et de l'encroûtement lamellaire atteint 1,0 m d'épaisseur. La dalle présente une structure conglomératique, remaniant des galets et des blocs d'encroûtement lamellaire

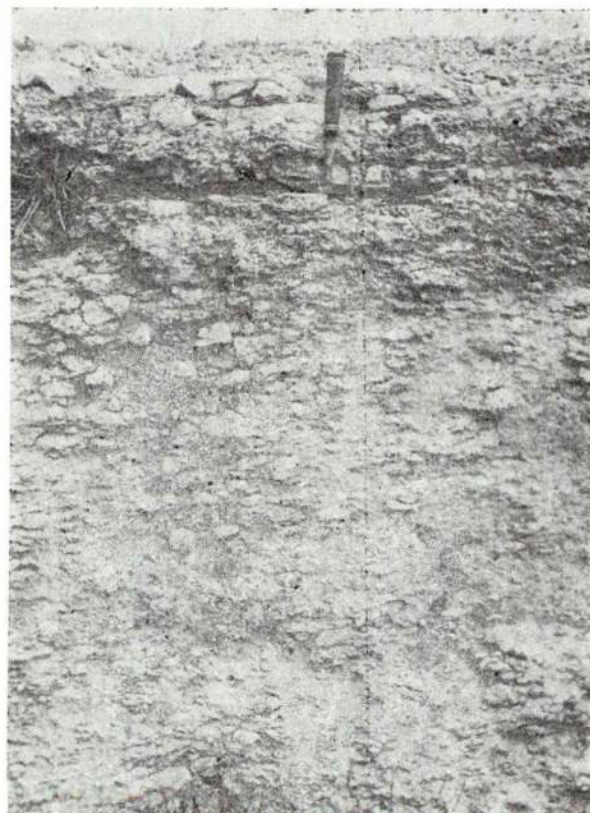


FIG. 17

Coupe de la R. N. 5, PK 378, Algérie, montrant, du haut vers le bas, un horizon A de 0,2 m d'épaisseur, une dalle de plusieurs feuillets de 0,3-0,4 m d'épaisseur totale et un encroûtement massif à nodules sur plus de 1,5 m d'épaisseur, l'horizon C n'étant pas dégagé

DÉNOMINATION		DESCRIPTION	Teneur en $\text{CaCO}_3$ (%)	Epaisseur	RAPPORTS MUTUELS
Encroûtements non feuilletés	<i>Encroûtements massifs</i>	Structure massive ou polyédrique	> 60	0,3 à 2,0 m le plus souvent	Sous les encroûtements non feuilletés il y a toujours des amas friables avec ou sans nodules.
	<i>Encroûtements nodulaires</i>	Structure nodulaire et polyédrique			
Encroûtements feuilletés	<i>Croûtes sensu strictu</i>	Feuillets superposés et discontinus d'encroûtement massif ou nodulaire d'épaisseur millimétrique à centimétrique croissant du bas vers le haut	> 70	quelques centimètres à > 1 m	Sous les croûtes il y a presque toujours des encroûtements non feuilletés. Les dalles compactes n'existent qu'au sommet des croûtes et peuvent remplacer entièrement celles-ci. Des pellicules rubanées sont presque toujours associées à la dalle compacte, dont elles tapissent la surface supérieure et les fissures.
	<i>Dalles compactes</i>	Feuillets de croûte pétrifiés, épaisseur de quelques centimètres à plusieurs décimètres			

La teneur en calcaire de l'horizon  $B_{ca}$  diminue progressivement vers le bas. Sa dureté est plus forte vers le sommet. Le coefficient Los Angeles de la dalle compacte est voisin de 25 %, à l'état non altéré.

On distingue encore la catégorie des *encroûtements lamellaires et pellicules rubanées*, dont la teneur en calcaire dépasse 80 % et qui recouvrent des surfaces durcies, qui peuvent être des croûtes, des dalles compactes ou des roches, en général des calcaires et des grès carbonatés. Du point de vue géotechnique, cette formation se confond avec la dalle compacte. Elle résulte d'une remobilisation périodique et plus ou moins

locale de la chaux par les eaux de ruissellement et d'infiltration (fig. 18, 19 et 20).

#### 1.5. Distribution et extension géographique des encroûtements calcaires

Sur une même coupe on peut rencontrer la totalité ou la plupart des formations décrites au paragraphe précédent. Leur superposition peut se faire, par exemple, de la façon suivante, du haut vers le bas:

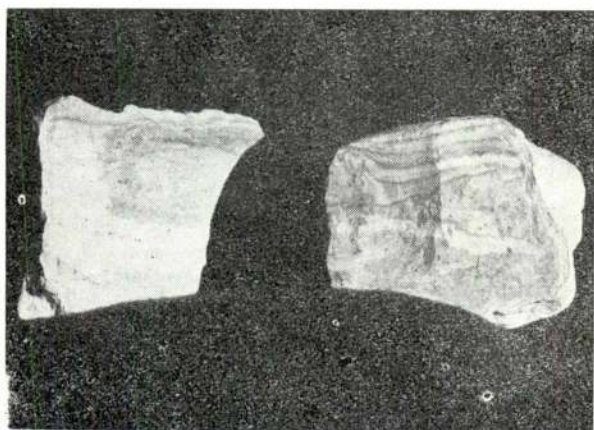


FIG. 18

Pellicules rubanées recouvrant la surface de la dalle compacte, échelle=1/2. Sur l'échantillon de gauche, la dalle compacte est partiellement altérée par lessivage de la calcite: la plage sombre plus dure et encore compacte a été épargnée par l'altération

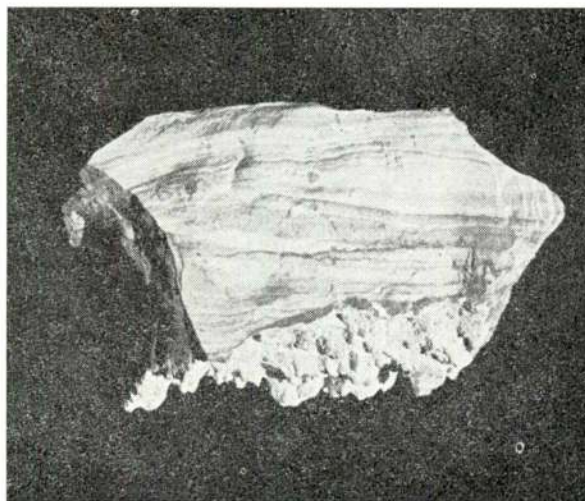


FIG. 19

Encroûtement lamellaire, échelle=1/2. Noter, à la base, des apophyses dont le rubanement est aussi horizontal

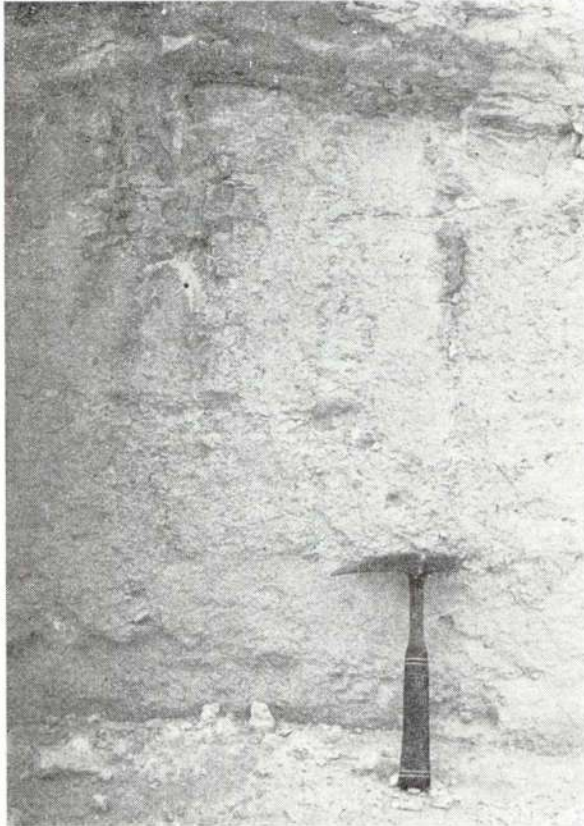


FIG. 20

Encroûtement lamellaire dans une fissure verticale d'un sol encroûté: C. W. 164 à 5,5 km de Djelfa, Algérie. Suite à une fissuration verticale due peut-être à l'action de racines de plantes de grand port, les eaux percolantes ont humidifié la partie supérieure de l'encroûtement massif et tapissé les fissures de dépôts saisonniers

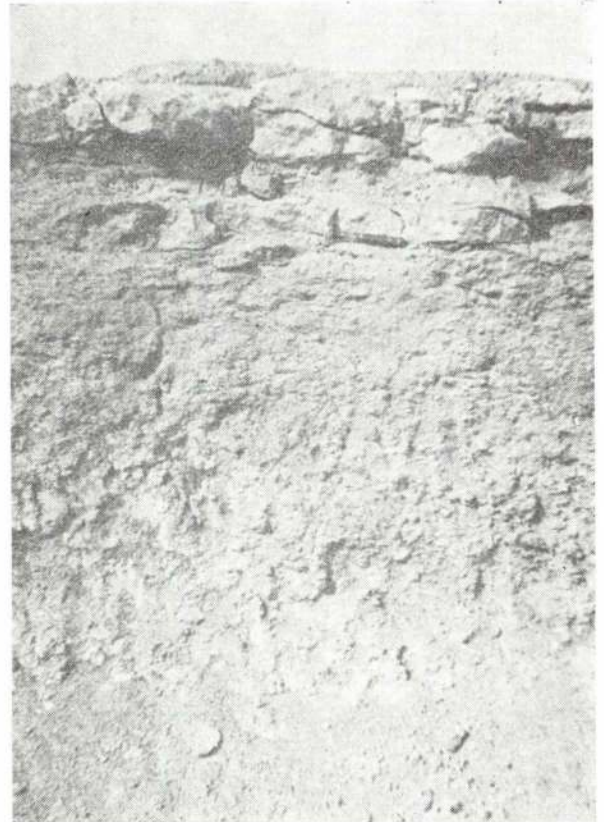


FIG. 21

Coupe du C. W. 77 au franchissement de l'oued Ouerk. On voit ici, du haut vers le bas, un horizon A mince, un horizon pétrifié en feuillets de dalle compacte sur 0,6 m d'épaisseur, un encroûtement massif d'environ 1,0 m d'épaisseur et un horizon C à amas friables

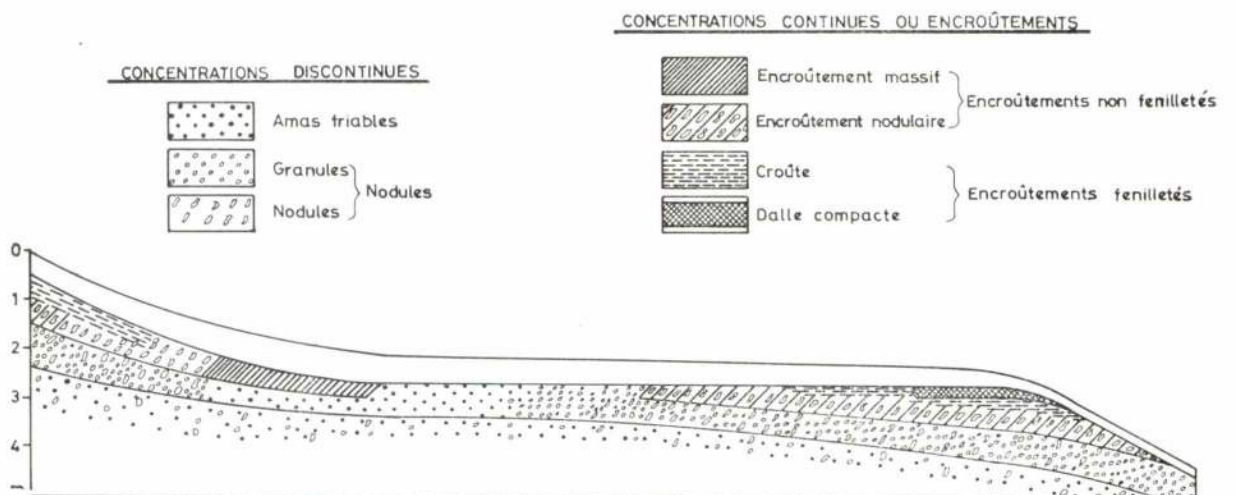


FIG. 22

Succession latérale des encroûtements calcaires dans un glaciais, d'après A. RUELLAN, 1970

Horizon B<sub>ca</sub> — encroûtement lamellaire  
dalle compacte  
croûte (feuilletée)  
encroûtement nodulaire

Horizon C — nodules et granules  
amas friables

La coupe de la figure 15 montre une succession de ce type où la dalle compacte manque. Sur la coupe de la figure 17, l'horizon C n'apparaît pas dans sa totalité; par contre la dalle compacte est bien visible. Sur celle de la figure 21, c'est la croûte qui manque: elle a été complètement pétrifiée. Lorsqu'il s'agit d'encroûtements bien développés, on retrouve toujours ce genre de successions.

Parfois, on peut voir la superposition de deux encroûtements: figure 23.

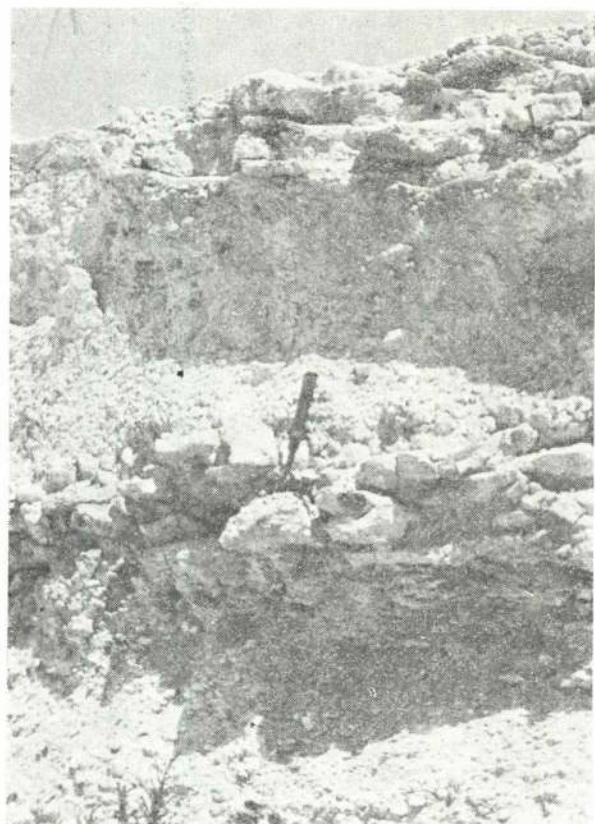


FIG. 23

C. W. 77 au franchissement de l'oued Ouerk: deux encroûtements superposés. La dalle de l'encroûtement le plus ancien a été remaniée par l'érosion. Près du marteau on voit, en effet, des galets roulés de dalle. En suivant cette coupe vers la droite, en direction sud vers le djebel Chelala, on vérifie aussi que cet encroûtement se biseaute, alors que l'encroûtement le plus récent se poursuit. A la base de ce dernier, il n'y a pas ici d'horizon à amas friables. Cette particularité serait avantageuse si on envisageait d'exploiter l'ensemble des deux encroûtements

Lorsque l'on dispose de coupes suffisamment nombreuses le long d'un glacis, la même succession se retrouve latéralement. La dalle compacte passe à une croûte, puis vient un encroûtement nodulaire, puis des concentrations discontinues. La figure 22 schématise la succession latérale des encroûtements dans un glacis: l'enrichissement calcaire se fait de l'amont vers l'aval. Cette distribution du calcaire dans le paysage est facile à comprendre si on se rappelle que son transport est assuré par des solutions qui migrent dans le sol de l'amont vers l'aval, sa précipitation colmatant progressivement la porosité de ces sols. Il en résulte le déplacement progressif du front d'accumulation de l'aval vers l'amont.

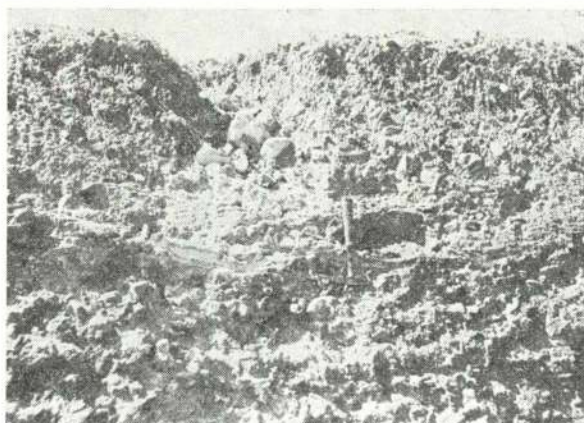


FIG. 24

La rectification de la R. N. 5 au sud-est du Djurdjura (Algérie) a fait apparaître cette coupe très elucidative. Sous la terre végétale, une croûte mince tapissée d'un encroûtement lamellaire dessine un talweg dans le sol. Une accumulation de calcaire sous forme d'amas friables et de dépôts poudreux est visible sous le talweg. La croûte de quelques centimètres d'épaisseur se prolonge vers la gauche et vers la droite sur plusieurs mètres, mais l'accumulation de calcaire n'est visible qu'à la verticale du talweg sur une faible largeur. Les effets de l'érosion depuis la construction de cette tranchée (vers 1973) prouvent que les écoulements d'eau dans le sol suivent la topographie de cette croûte et l'encroûtement de ce sol doit être considéré actuel. Ceci explique aussi la longévité remarquable de la chaussée de l'ancienne route qui passe plus haut: cette chaussée très modestement dimensionnée était fondée sur des sols en voie d'encroûtement

Le rôle de l'eau dans le transport du calcaire et dans la formation des encroûtements calcaires est mis en évidence par le profil de la figure 24.

Pour ce qui est de l'extension géographique des encroûtements calcaires, nous avons cité en introduction la phrase de L. VILLE qui compara ces formations à un voile blanc recouvrant une grande partie de l'Algérie. G. CHOUBERT, de son côté, a écrit en 1948 que *la majeure partie du Maroc est encroûtée*. En Algérie, J. H. DURAND [26] a dressé une carte des encroûtements calcaires et gypseux à petite échelle.

Assez abondants dans la zone climatique subhumide, les encroûtements calcaires y sont d'âge quater-

naire moyen: finement feuilletés e à dalle compacte mince, leur formation date, en gros, de l'interpluvial qui succéda au Salétien (fig. 4). Dans la zone climatique semi-aride, les encroûtements sont beaucoup plus abondants et plus puissants. Les surfaces moulouyennes encroûtées comportent une dalle compacte de teinte saumon, très épaisse, massive ou en plusieurs feuillets (fig. 25). L'encroûtement salétien est souvent aussi dé-

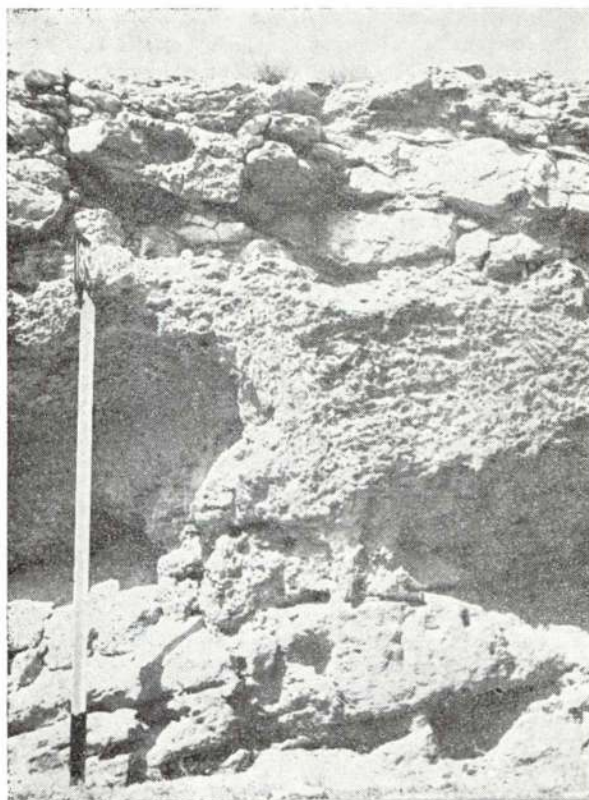


FIG. 25

L'encroûtement moulouyen tel qu'il apparaît dans la tranchée du chemin de fer au sud d'Ain Oussera, Algérie. La roche mère est un grès dont on voit un banc à faible pendage sous le marteau. Le sol sableux formé sur ce grès montre, après encroûtement, un horizon C discontinu correspondant aux cavités d'éboulement, surmonté d'une croûte d'épaisseur très variable, au maximum 1,5 m et de plusieurs feuillets de dalle dont l'épaisseur totale atteint et dépasse 1 m. Il est utile de comparer cette coupe à celle de la figure 4 qui montre l'encroûtement salétien de Mostaganem. Le deuxième interpluvial a certainement été beaucoup plus bref que le premier et c'est ce qui explique le degré de développement différent des deux encroûtements

veloppé que son prédécesseur. Certains encroûtements exceptionnellement puissants des Hautes Plaines algéroises (fig. 15) pourraient s'expliquer par la superposition de deux ou plusieurs périodes favorables à leur développement et par la permanence de conditions hydrologiques privilégiées. On observe, en effet, dans la région d'Ain Boucif, des encroûtements lamellaires à structure bréchique triphasée formant des dalles massives d'épaisseur supérieure à 1 m.

Les encroûtements calcaires sont également très répandus au Sahara.

Du point de vue géotechnique, les encroûtements qui auront un intérêt comme matériaux de chaussée seront les plus anciens et les plus différenciés. On voit sur la dernière colonne du tableau de la figure 3 qu'il s'agira essentiellement des encroûtements feuilletés d'âge moulouyen et salétien.

Les encroûtements feuilletés de certaines régions ont subi, postérieurement à leur formation, une décalcification qui les a rendus plus friables et qui leur a conféré un aspect crayeux très prononcé. Les encroûtements des terrasses anciennes de l'Atlas Saharien soumis à un lessivage important au cours des pluviaux récents ont pris une teinte rosâtre et sont toujours friables. Au voisinage de dépressions occupées actuellement ou dans le passé par des chotts, l'encroûtement moulouyen peut se trouver partiellement gypsifié.

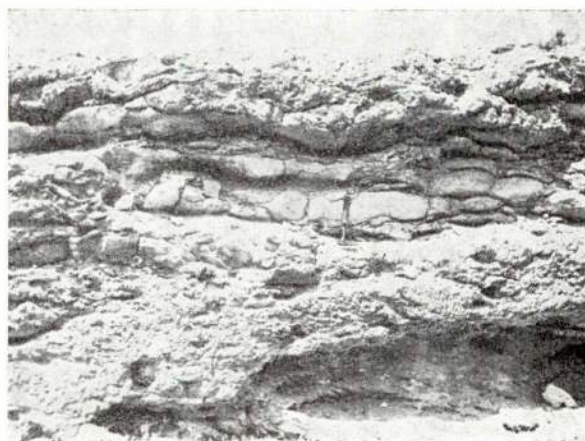


FIG. 26

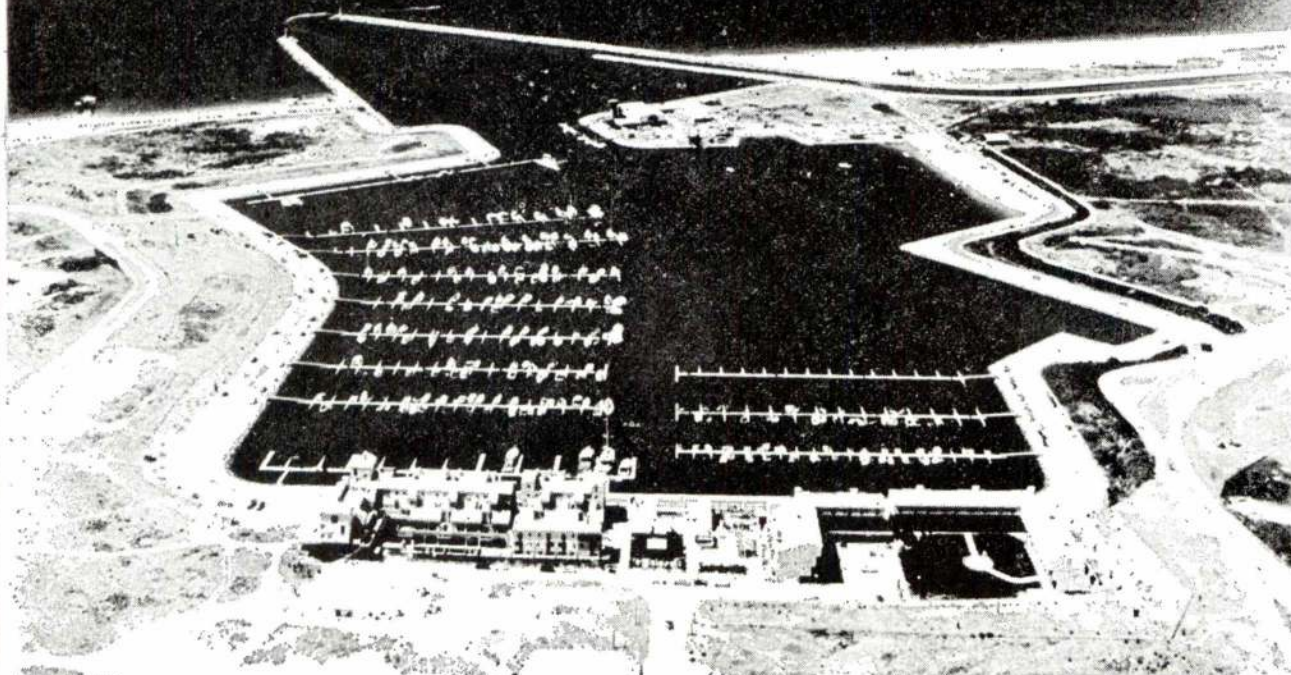
Une autre vue de la coupe du chemin de fer d'Ain Oussera. On notera l'ondulation caractéristique des feuillets de dalle rappelant des synclinaux et des anticlinaux



a "via"  
mais rápida  
no domínio dos  
transportes  
urbanos

METROPOLITANO DE LISBOA

**Com a experiência do passado  
e a tecnologia do presente  
construimos o futuro**



Porto de recreio Vilamoura-Portugal

**OBRAS MARÍTIMAS E PORTUÁRIAS**

**CENTRAIS TERMOELÉCTRICAS**

**APROVEITAMENTOS HIDRÁULICOS**

**CIMENTARIAS**

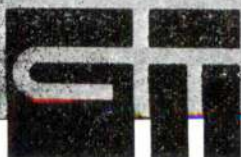
**SIDERURGIAS**

**SILOS, TORRES E CHAMINÉS**

**HOTEIS E EDIFÍCIOS**

**PONTES E VIADUTOS**

**FUNDAÇÕES E GEOTECNIA**



**CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, S.A.R.L.**

Av. 24 de Julho, n.º 24-1200 Lisboa  
telef.: 675051 • telex: 16431 CT LISB  
endereço telegráfico: CONTEL-Lisboa

## Sobre a representação analítica de resultados experimentais

FERNANDO ALBERTO GONÇALVES (\*)

### RESUMO

A linearização de relações funcionais permite a fácil representação analítica de resultados experimentais mediante o cálculo de apenas dois parâmetros.

Quando a relação funcional não é linearizável, por exemplo, por se desconhecer a sua forma, e os resultados experimentais em coordenadas rectangulares sugerem uma ligeira curvatura, a técnica de abaixamento de grau permite dar forma linear a uma relação quadrática, o que simplifica grandemente os cálculos dos coeficientes da equação procurada.

É situação correntemente verificada nos laboratórios de ensino ou investigação procurar-se estabelecer a relação funcional  $y=f(x)$  a partir dum conjunto de valores  $y_1, y_2, \dots$  determinados experimentalmente e que correspondem a valores  $x_1, x_2, \dots$  também obtidos pela experiência. Se a forma analítica de  $y=f(x)$  é conhecida o objectivo em vista é o cálculo dos respectivos parâmetros.

No caso de os pontos  $(x_i, y_i)$ , em coordenadas rectangulares, se disporem sensivelmente ao longo de uma linha recta, a relação procurada diz-se linear e é da forma  $y=A+Bx$ . Os parâmetros A e B da equação da recta que melhor se ajusta aos valores experimentais são calculados a partir das expressões

$$A = \frac{\sum x_i \sum x_i y_i - \sum y_i \sum x_i^2}{(\sum x_i)^2 - n \sum x_i^2} \quad (1)$$

$$e \quad B = \frac{\sum x_i \sum y_i - n \sum x_i y_i}{(\sum x_i)^2 - n \sum x_i^2} \quad (2)$$

deduzidas pelo método \* dos mínimos quadrados [1]. n é o número de pares de valores  $(x_i, y_i)$ , todos supostos

### ABSTRACT

The linearization of functional relations allow an easy representation of experimental results through the calculation of only two parameters.

When the functional relation is not linearizable, for example if we do not know its form, and the results in rectangular coordinates suggest a slight curvature, a lowering of degree permit to linearize a quadratic relation, which simplifies greatly the calculation of the parameters of the searched equation.

de merecerem igual confiança. Pequenos afastamentos dos pontos relativamente recta teórica devem ser atribuídos a erros experimentais se não sugerirem uma curvatura para o gráfico de  $y=f(x)$ . Este raramente é linear mas sucede por vezes que os dados experimentais podem ser transformados de maneira a satisfazerem à relação

$$F(x,y) = A + B.G(x,y) \quad (3)$$

em que F e G são funções conhecidas de x e y. Por exemplo: a viscosidade  $\eta$  de soluções electrolíticas expressa em função da concentração c do electrolito satisfaz à equação de Jones-Dole

$$\eta = \eta_0(1 + A\sqrt{c} + Bc)$$

para  $c < 0,1 \text{ M}$ .

O gráfico  $\eta=f(c)$  não é, portanto, linear. Mas fazendo  $F=(\eta/\eta_0 - 1)/\sqrt{c}$  e  $G=\sqrt{c}$  obtém-se a relação linear  $F=A+B.G$ .

Na tabela 1 são apresentadas algumas relações funcionais susceptíveis de serem linearizadas.

\* É possível adoptar outros critérios (2) mas o dos «mínimos quadrados» é o mais seguido.

(1) Professor de Química Geral e de Explosivos, Academia Militar, Lisboa — Portugal.

Manuscrito recebido para publicação em 17-5-77.

TABELA 1  
Linearização de algumas relações funcionais

Para uma relação	marcar em ordenadas	marcar em abcissas	e utilizar papel
$y = A + Bx^2$	$F = y$ ou $F = y$	$G = x^2$ $G = x$	milimétrico semiquadrático
$y = A + Bx^n$	$F = y$	$G = x^n$	milimétrico
$y = \frac{A + Bx}{x}$	$F = y \cdot x$	$G = x$	•
$y = \frac{Ax}{1 + Bx}$	$F = \frac{x}{y}$	$G = x$	•
$y = \frac{Ax^n}{1 + Bx^m}$	$F = \frac{x^n}{y}$	$G = x^m$	•
$y = A \cdot 10^{Bx}$	$F = \log. y$ ou $F = y$	$G = x$ $G = x$	• semilogarítmico
$y = A \cdot e^{B \cdot f(x)}$	$F = \ln y =$ $= 2,3031 \cdot \log y$	$G = f(x)$	milimétrico
$y = Ax^n$	$F = \log y$ ou $F = y$	$G = \log x$ $G = x$	• logarítmico
$y = A (1 + x)^n$	$F = \log y$	$G = \log (1 + x)$	milimétrico

Muitas vezes, porém, a relação estudada não só não é linear, nem a esta forma reductível, como se desconhece a sua forma. Resta apenas a solução de considerar que as relações  $y=f(x)$  encontradas na prática são geralmente susceptíveis de serem desenvolvidas em série, isto é,

$$y = \sum a_m x^m, \quad (4)$$

e, deste modo, o problema reduz-se à determinação dos coeficientes  $a_m$  a partir de um sistema de  $n$  equações

$$y_i = \sum a_m x_i^m \quad (4')$$

Os sucessivos termos da série (4) são geralmente de importância menor à medida que se consideram as potências de ordem mais elevada. E tendo em mente que o que se pretende não é determinar uma expressão analítica que satisfaça rigorosamente aos valores experimentais, mas a que melhor se lhe adapte com um certo grau de precisão, exigindo um trabalho comportável, reduzimos a série (4) a um polinómio de grau 1. O cálculo das expressões dos parâmetros  $a_m$  efectua-se também pelo método dos mínimos quadrados e é tanto mais trabalhoso quanto maior for a precisão requerida [3]. Quanto mais elevado for o grau 1 do polinómio maior é a aproximação conseguida.

Em muitos casos os gráficos obtidos apresentam apenas uma ligeira curvatura e, em primeira aproximação, no desenvolvimento  $y = \sum a_m x^m$ , podem ser desprezados os termos a partir de  $x^3$ , inclusivé. Esta aproximação simplifica o cálculo, principalmente se uma das determinações experimentais ( $x_k, y_k$ ) é merecedora de grande confiança.

Tem-se, pois, para esse ensaio,

$$y_k = a_0 + a_1 x_k + a_2 x_k^2 \quad (5)$$

e para os restantes

$$y_i = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2 \quad (5')$$

Subtraindo ordenadamente obtém-se

$$y_i - y_k = a_1 (x_i - x_k) + a_2 (x_i^2 - x_k^2) \quad (6)$$

$$\text{ou } y_i - y_k = a_1 (x_i - x_k) + a_2 (x_i - x_k) \cdot (x_i + x_k) \quad (6')$$

Fazendo  $F_i = (y_i - y_k) / (x_i - x_k)$  e  $G = x_i + x_k$  obtém-se a relação linear  $F = a_1 + a_2 G$ .

Assim, se o gráfico de  $(y_i - y_k) / (x_i - x_k)$  em função de  $x_i + x_k$  for sensivelmente rectilíneo, os coeficientes  $a_2, a_1$  e

$$a_0 = y_k - a_1 x_k - a_2 x_k^2 \quad (7)$$

são facilmente determináveis.