



Description bibliographique : **Science et nature, par la photographie et par l'image, n°76, juillet-août 1966**

Source : Paris - Muséum national d'histoire naturelle/Direction des bibliothèques et de la documentation

Les textes numérisés et accessibles via le portail documentaire sont des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public ou pour lesquelles une autorisation spéciale a été délivrée. Ces dernières proviennent des collections conservées par la Direction des bibliothèques et de la documentation du Muséum. Ces contenus sont destinés à un usage non commercial dans le respect de la législation en vigueur et notamment dans le respect de la mention de source.

Les documents numérisés par le Muséum sont sa propriété au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

Les reproductions de documents protégés par un droit d'auteur ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

Pour toute autre question relative à la réutilisation des documents numérisés par le MNHN, l'utilisateur est invité à s'informer auprès de la Direction des bibliothèques et de la documentation : patrimoinebd@mnhn.fr

Science

*et
Nature*

PAR LA PHOTOGRAPHIE ET PAR L'IMAGE



L'ARBOUSIER

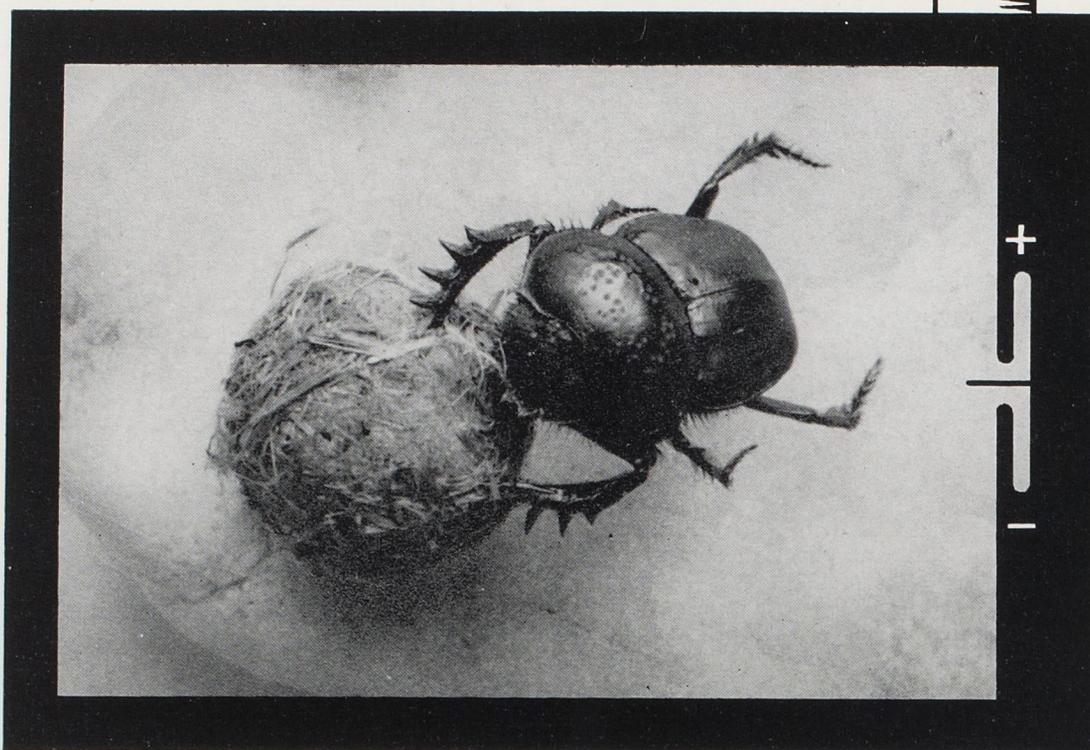
(*ARBUTUS
UNEDO* LINNÉ)

(Kodachrome J. Carayon)

N° 76 - JUIL. - AOUT 1966

3 F. (38 F. B.)

une image, une aiguille, déclenchez !!



c'est tout

Il était un temps où le photographe amateur mettait son point d'honneur à batailler sans aide avec son temps de pose, son diaphragme, sa mise au point, sa profondeur de champ. Même si, avec l'expérience, il obtenait de bons résultats, il était bien souvent obligé de laisser passer l'occasion de saisir de merveilleuses prises de vues. En effet, le temps de procéder à ses réglages, il était trop tard.

Tout ceci est révolu grâce aux progrès réalisés par certains constructeurs d'appareils.

Ne dédaignez pas la science pour réussir, vous aussi. Grâce à elle vous n'aurez plus à vous occuper que du choix de vos images, de la perfection de votre cadrage, de la composition et de l'angle de prise de vue, l'esprit libre de tous soucis techniques quelle que soit la rapidité avec laquelle vous devrez opérer, vos photos seront parfaites à tous les points de vue, surtout en couleurs où aucun rattrapage n'est possible.

Regardez l'image ci-dessus : c'est celle que vous verrez dans le viseur du SPOTMATIC ASAHI PENTAX. C'est un appareil à visée directe (à travers l'objectif) avec retour instantané du miroir. La mise au point se fait donc sur l'image même, rendue encore plus précise et facile par une plage de micro-prismes au centre. Mais sa particularité la plus révolutionnaire réside dans le logement du **posemètre derrière l'objectif**. Celui-ci n'analyse donc que la lumière exacte émise par la vue à prendre sans être influencé par des rayons parasites. Ce posemètre CdS est alimenté par une **micro-pile au mercure** logée dans la base de l'appareil. Sur la droite de l'image ci-dessus vous voyez une aiguille; il suffit, sans quitter le sujet de l'œil, de l'amener au centre de ses repères, en agissant sur le diaphragme ou sur les vitesses de l'obturateur, pour que votre exposition soit correcte. C'est le temps d'une fraction de seconde... **déclenchez, c'est réussi!**

Sachez encore que son obturateur à rideaux permet les vitesses de 1 à 1/1 000^e de seconde ainsi que la demi-pose et le retardement jusqu'à 13 secondes.

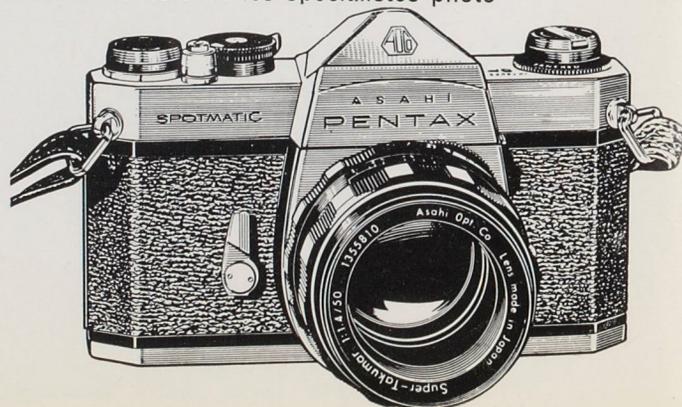
Si vous voulez en savoir davantage demandez le dépliant en couleurs à TÉLOS, 58, rue de Clichy, Paris 9^e, qui vous l'enverra gratuitement. Cet appareil est en vente chez les spécialistes photo agréés.

ASAHI PENTAX SPOTMATIC

Renseignements et
documentation

télos
Importateur exclusif

58, rue de Clichy
Paris 9^e - 744 - 75-51 (+)



Science et Nature

N° 76 ★ JUILLET - AOUT 1966

PAR LA PHOTOGRAPHIE ET PAR L'IMAGE

REVUE DE LA SOCIÉTÉ DES AMIS DU MUSÉUM

publiée sous le patronage et avec le concours du
MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

SOMMAIRE

Le Chittagong, par P. TIXIER	2
Le stockage souterrain du gaz, par F. LAPOIX	21
L'Arbousier, par J. WEILL	33
Production des Océans en protéines animales et besoins de l'humanité, par E. POSTEL	36

REVUE BIMESTRIELLE

ABONNEMENTS

1 an ★ 6 numéros

FRANCE ET U. F.. 15 F.

ÉTRANGER 18 F

BELGIQUE 227 fr b.

Librairie des Sciences - R. STOOPS
76, Coudenberg - BRUXELLES
C. C. P. 674-12

CANADA & USA.. \$ 4.57

PERIODICA, 5112, Av. Papineau,
MONTREAL - 34

ESPAGNE..... 160 pts

Librairie Française, 8-10, Rambla
del Centro - BARCELONE

Librairie Franco-Espagnole, 54, ave-
nida José Antonio - MADRID

CHANGEMENT D'ADRESSE

Prière de nous adresser la
dernière étiquette et joindre
0,40 francs en timbres.

COMITE DE PATRONAGE :

Président : M. Roger HEIM, membre de l'Institut ; MM. les Professeurs
Maurice FONTAINE, membre de l'Institut, Directeur du Muséum National
d'Histoire Naturelle ; Théodore MONOD, membre de l'Institut ; Edouard-
Marcel SANDOZ, membre de l'Institut ; Henri-Victor VALLOIS.

COMITE DE LECTURE :

MM. les Professeurs Jacques BERLIOZ, Lucien CHOPARD, Yves LE GRAND,
M. Jean-François LÉROY, M. Georges BRESSE, Inspecteur général des
Musées d'Histoire Naturelle de Province.

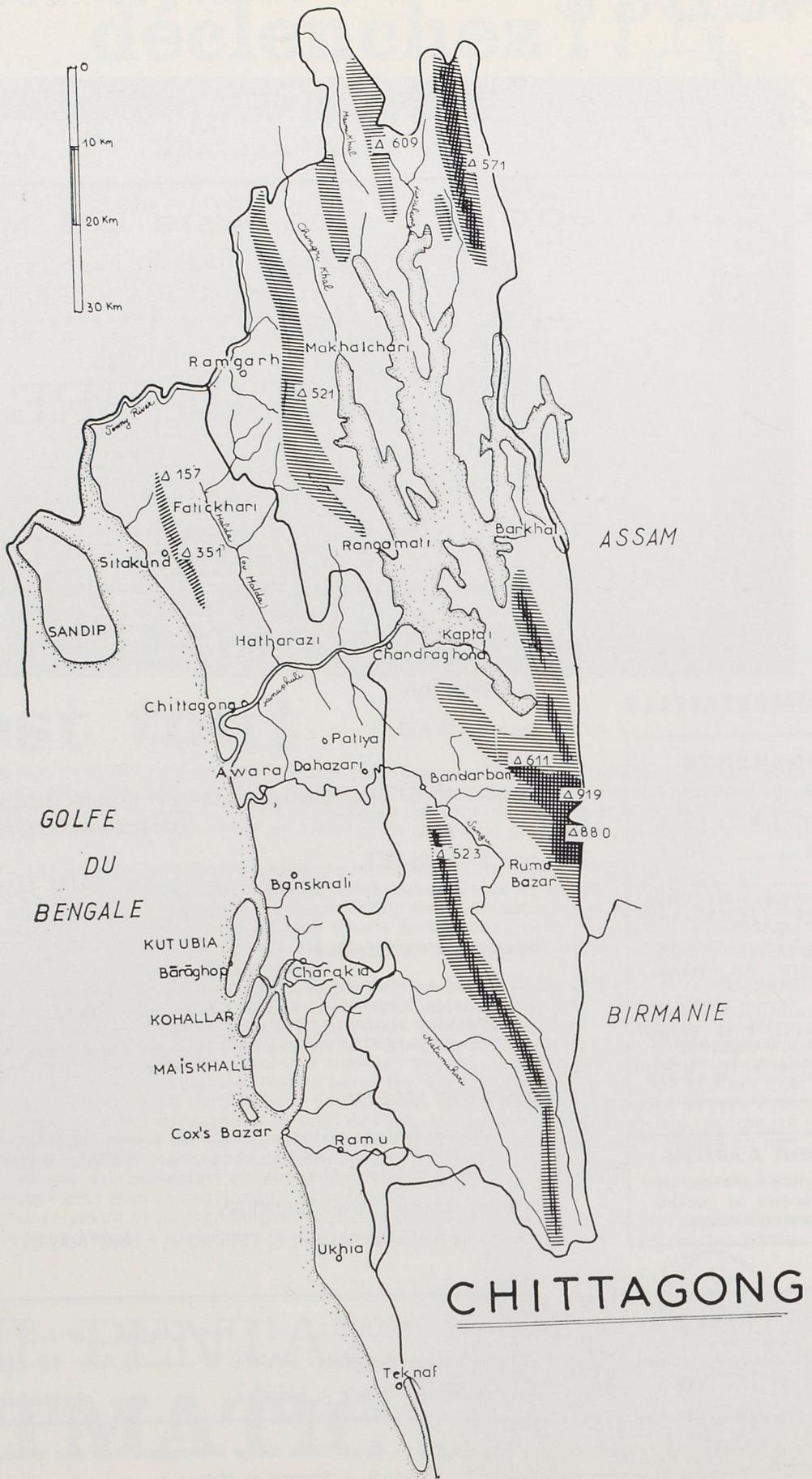
Directeur-Editeur : André MANOURY

Comité de Rédaction : Georges TENDRON - Irène MALZY

Rédaction : MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE, 57, rue Cuvier, Paris 5^e - GOB. 26-62

Administration : 12 bis, Place Henri-Bergson, PARIS 8^e — LAB. 18-48

C.C.P. « Science et Nature » 16494-71



LE CHITTAGONG

(Pakistan Oriental)

(Physiographie, Climatologie, Végétation,
Population)

Sur les cartes, le Chittagong se trouve directement à l'Est du delta du Gange et fait partie du Pakistan Oriental. Antichambre de la péninsule indochinoise, cette province a eu une histoire troublée et a connu des vicissitudes diverses. Longtemps fief des rois arakanais, au XVI^e siècle la ville de Chittagong a été le repaire d'aventuriers portugais. Au siècle suivant, les généraux du Grand-Mogol occupèrent la région. Zone de contact entre l'Empire des Indes et le royaume birman, à ses confins, au milieu du XIX^e siècle, se sont déroulés des incidents qui ont entraîné l'intervention britannique en Birmanie. Le nom de la ville et de la province serait dû à la réflexion d'un roi arakanais qui aurait dit en son langage : « La guerre, à quoi cela rime ? », propos assez curieux dans la bouche d'un conquérant.

Nous n'insisterons pas sur la ville de Chittagong, immense bidonville de 160 000 habitants, sans plan, sans grâce, sans propreté, entrecoupé d'innombrables « bazars » hantés par d'innombrables mendiants.

I - Physiographie

Le Chittagong se situe entre 21°35' et 22°59' de latitude Nord et entre 91°27' et 92°22' de longitude Est ; le district est bordé au Nord-Ouest par la rivière Fenny, à l'Est par les chaînes des confins Assam-Arakan et au Sud par l'Arakan.

Géologie

D'après COWAN, on distingue les séries suivantes :

a) Les alluvions récentes formant le sol des plaines littorales et le fond des vallées de l'arrière-pays.

b) Les alluvions les plus anciennes datant du pléistocène et formant la partie supérieure

des *tillas*, collines isolées au-dessus de la plaine côtière.

c) Les séries de Tipam, pléistocène également, constituées par des grès contenant des bois silicifiés.

d) Les couches à charbon, probablement pléistocènes, qui servent de base aux couches de Tipam et qui sont représentées par des bancs coquilliers que l'on voit dans les tranchées naturelles, le long des rivières en particulier. Plus bas, on trouve des couches produisant des sources salées (indosinias ?) qu'utilisent les Pangkhos pour leur ravitaillement en sel. On connaît mal les couches profondes et les secousses sismiques



La cour des Miracles à Chittagong.
Mendiant achéiropode.

demeurent nombreuses dans cette région qui constitue le secteur le plus jeune de la péninsule indochinoise.

On peut aussi supposer que, dans les périodes récentes, il y ait eu des alternances d'érection et d'affaissement. Les *tillas* des environs de Chittagong représentent des terrasses anciennes. Par contre, la profondeur de la Karnafuli, rivière sans delta et que l'on remonte jusqu'au barrage de Kaptai à 50 km de la mer, n'est pas sans rappeler ce que l'on rencontre sur les côtes à *rias* en Europe occidentale.

Il faut lier la question des sols aux problèmes géologiques. La pédogénèse des sols dépend à la fois de la climatologie, actuelle et ancienne, et du substrat géologique et, à notre avis, de rien d'autre. Les maigres grès pléistocènes ne pouvaient fournir dans ce climat tropical que des sols médiocres. En fait, toutes les régions hautes sont formées de latosols podzoliques jaunes. Dans les parties basses, on rencontre des alluvions fluviales et marines, ces dernières provenant du Gange.

Le Relief

Le Chittagong consiste en une bande de territoires formés d'une ligne étroite de plaines côtières et de petits deltas bordant les collines connues sous le nom de « Chittagong and Arakan Hills Tracts », la plaine côtière se terminant sur la falaise de Teknaf à la frontière birmane.

A) *La plaine côtière :*

Elle s'étend sur 267 km de côtes de Ramgarh sur la rivière Fenny, à l'île Saint-Martin, la largeur atteignant environ 25 km. Cette plaine est, en fait, la somme de plusieurs plaines alluviales, celle de la Karnafuli et du Sangu dans la région de Chittagong, delta de la Matamuhari au Nord de Cox's Bazar et à l'embouchure de laquelle on trouve les îles de Kutubia, Kohallar et Makeskhali.

B) *La zone collinéenne :*

Le pays est une succession des chaînes de collines basses, de direction Nord-Ouest/Sud-Est, parallèles à la côte. Les Chittagong Hills



Tracts s'étendant sur le réseau des quatre premières vallées.

Au Nord, les principaux sommets sont dans la chaîne de Sitakund. On trouve le Lakimura au Nord du district avec une élévation de 170 m. Le chaînon atteint son altitude maximum à Sitakund, falaise gréseuse se dressant au-dessus de la plaine à une altitude de 378 m.

Les chaînes s'élevant entre les différentes vallées, entre la Malda et la Chingrikhali, et entre le Sangu et la Matamuhari, culminent

à des hauteurs médiocres, environ 350 m au Nord, peut-être un peu moins au Sud. Sur la frontière de l'Assam, les massifs arrivent à 1 000 mètres.

L'Hydrographie

La principale rivière de la province du Chittagong, la Karnafuli va directement de l'Assam au golfe de Bengale avec une direction perpendiculaire à la côte. Les autres cours d'eau suivent des directions parallèles aux chaînes de collines.

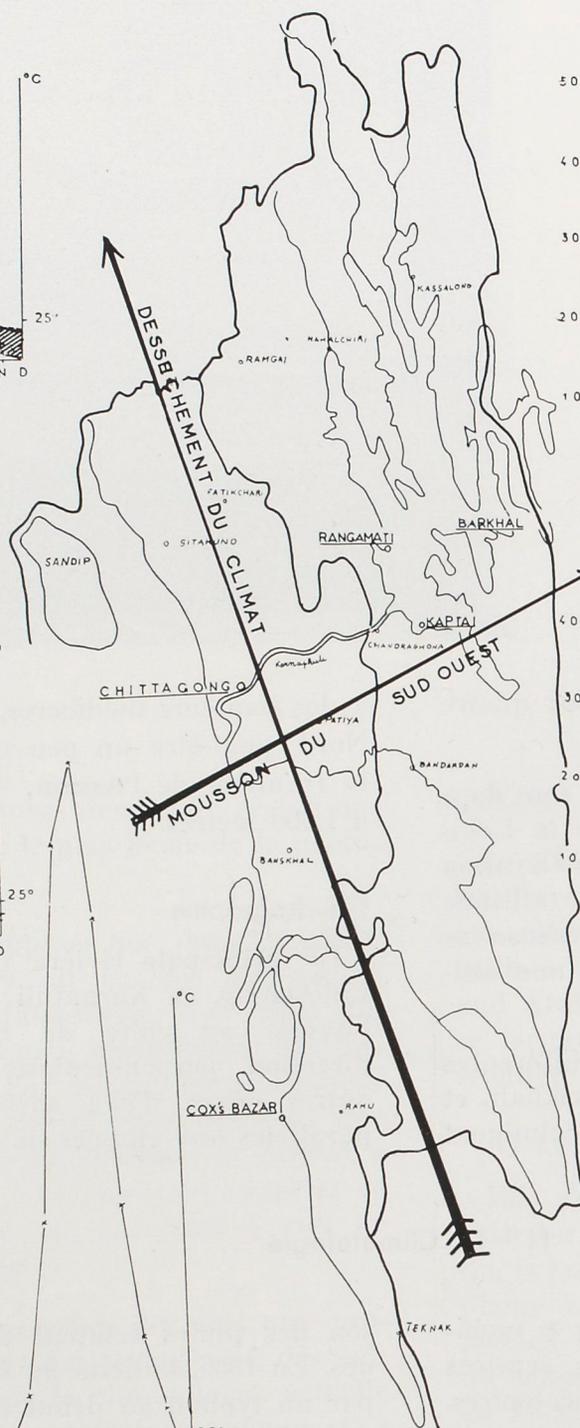
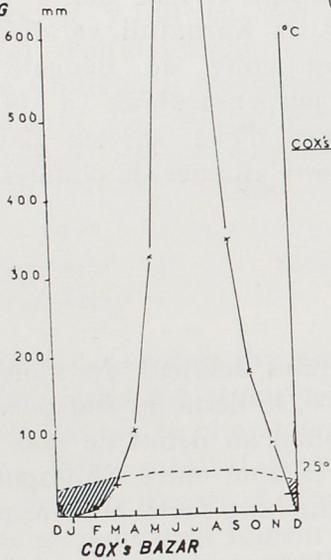
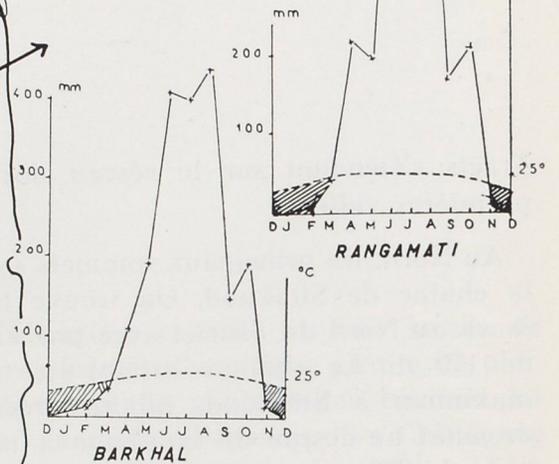
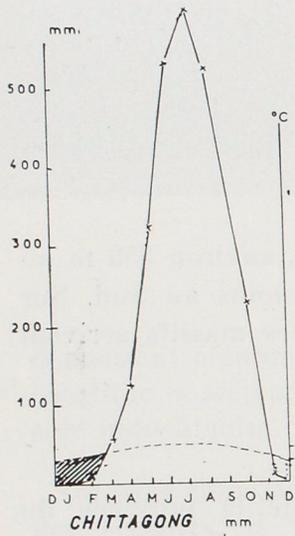
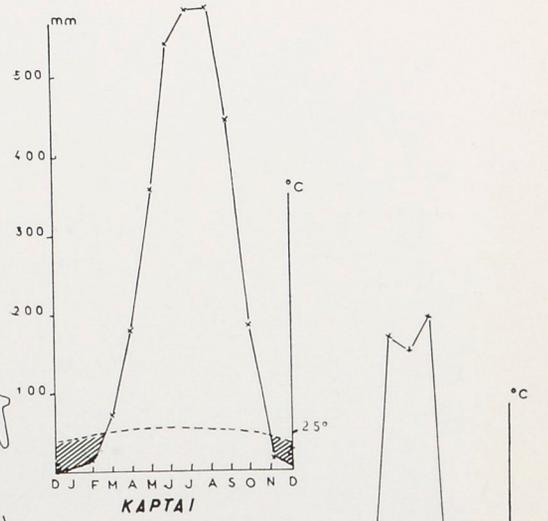
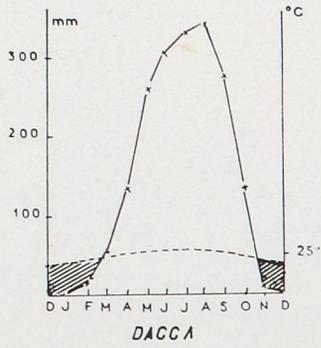
II - La Climatologie

La navigation aérienne moderne a mobilisé les maigres disponibilités des services météorologiques dans les pays décolonisés. La bioclimatologie au sol, si importante pour les spéculations agricoles, et par suite pour les économies de développement, demeure résolument négligée. Il en va au Pakistan comme ailleurs. La côte du Chittagong est soumise durant l'été à la mousson du Sud-Est humide. Au début et à la fin de la sai-

son des pluies éclatent de violentes tornades. En 1965, le delta du Gange a été ravagé par un typhon au début de mai et à la mi-décembre, la côte entre Chittagong et Cox's Bazar a subi une forte bourrasque.

Nous utiliserons plusieurs définitions climatologiques.

Les deux données principales, température et pluviométrie, doivent être liées car ce sont



CLIMATOLOGIE
 du
CHITTAGONG

elles qui règlent les questions d'évaporation, le déficit en eau étant le principal facteur limitant sous les tropiques.

H. GAUSSEN (1957) a relié de façon simple les deux données en définissant le mois écologiquement sec comme un mois où le total des précipitations exprimé en millimètres est égal ou inférieur au double de la température exprimée en degrés centigrades $P \leq 2T$.

Notons, d'ailleurs, que la notion de mois sec est surtout valable pour les végétaux herbacés ou annuels, les arbres possédant avec leur système racinaire les moyens d'atteindre les couches phréatiques profondes. Les hévées trouvent les ressources en eau pour refaire leur feuillage en pleine saison sèche.

Nous ajouterons une autre notion établie par Ch. PÉGUY (1961). Il définit l'indice de concentration saisonnière de précipitations. On isole les trois mois consécutifs dont la somme des hauteurs d'eau moyenne soit la plus grande indépendamment de toute définition *a priori* d'une saison. On calcule ensuite I_3 , l'indice de concentration trimestrielle, c'est-à-dire le rapport du total le plus élevé possible offert par trois mois consécutifs des précipitations tombant pendant les neuf autres mois de l'année.

L'emplacement de cette saison de forte pluie permet l'analyse des climats de mousson. Elle se situe entre juin et août sur la côte du Cambodge, de juin à septembre au Sud-Vietnam.

Biologiquement cette saison correspond à une tranche d'eau en excédent, nocive, provoquant le lessivage du sol, la destruction des germinations, l'éclatement des pollens.

Pour en revenir au Pakistan, l'étude des données climatologiques au Chittagong présente un double intérêt. Le long de la côte on observe le passage d'un climat tropical typique, à Dacca, à un climat subéquatorial dans la région de Cox's Bazar.

D'autre part, on voit s'amortir la mousson dans le sens Sud-Ouest-Nord-Ouest sur les médiocres reliefs des Hills Tracts. Nous allons donc utiliser les données climatologiques selon deux axes : un axe suivant la côte de Dacca à Cox's Bazar et un axe qui lui est perpendiculaire allant de Chittagong sur l'embouchure de la Karnafuli à Barkal sur la frontière de l'Assam.

La variation des températures moyennes entre Dacca et Cox's Bazar est pratiquement nulle : 25°5 C de température moyenne à Dacca, contre 25°1 C pour Chittagong et Cox's Bazar.

La différence d'amplitude thermique garde la même valeur, bien que la côte du Chittagong possède, en hiver et en saison sèche, un degré hygrométrique plus élevé que celui observé dans le delta du Gange.

L'examen de la pluviométrie demeure plus intéressant. De Dacca à Cox's Bazar, la tranche ombrique double, passant de 1874 mm à Dacca contre 3558 mm à Cox's Bazar et la

CLIMATOLOGIE DU CHITTAGONG

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Pluviosité totale Température moyenne
<i>Dacca</i>	T	19,25	21,23	26	28,4	28,5	28,4	28,8	26,8	26,4	22	22	28,03	25,8
	P	8	31,4	60,1	137,1	244,5	314,7	389,4	336,4	274,9	133,8	24,1	5	1874,4
<i>Chittagong</i>	T	19,31	21,4	25	27,9	27,8	27,6	27,5	27,2	27,5	26,6	23,0	20,0	25,1
	P	6	27,9	62,2	150,6	323,6	531,6	597,6	518,9	320	180	55,2	16,2	2731,5
<i>Kaptai</i>	P	16,5	33,0	50	160,3	368,0	545,6	582,4	585	448	185,7	44,7	39,1	3058,4
<i>Manimuku</i>	P	16,1	27,2	50,5	17,65	323,8	474	489,4	477	353,7	171,7	24,3	20,8	2604,7
<i>Barkal</i>	P	—	20,3	35,3	116,9	193,8	416,3	413,2	438,1	141,2	185,4	20,3	—	1981,1
<i>Rangamati</i>	T	17,5	21,1	25,6	28,8	29,7	29,7	22,8	27,8	29,2	27,1	23	18	25,5
	P	—	74	424	226,5	197,1	501,1	481,6	531,4	147,3	204	15	—	2354,0
<i>Cox's Bazar</i>	T	19,9	21,2	24,6	27,2	27,9	27,4	27,8	28,3	27,2	26,8	21,4	19,5	25,1
	P	35	11,33	37,34	106,38	325,6	790,9	902,2	704,8	337,3	181,9	82,8	24,9	3558,5

T : température

P : pluviométrie



Reste de forêt dense au bord de la Karnafuli.

saison sèche ($P \ll 2T$) est de quatre mois à Dacca contre trois mois à Chittagong et Cox's Bazar.

La grande saison des pluies se situe de juin à août et I_3 (indice de concentration trimestrielle) passe de 3,8 à Dacca à 4,5 à Chittagong et 6,1 à Cox's Bazar. Ceci prouve que, si la tranche pluviale double presque de Dacca à Cox's Bazar, c'est surtout grâce à l'augmentation de la pluviosité durant la grande saison des pluies. Sur l'axe Est-Ouest, la pluviosité est de 2 731 mm à Chittagong, elle s'élève à 3 058 mm à Kaptai, à l'entrée des collines, mais elle n'est plus que de 2 604 mm à Manimuku et de 1 981 mm à Barkal, près de la frontière de l'Assam.

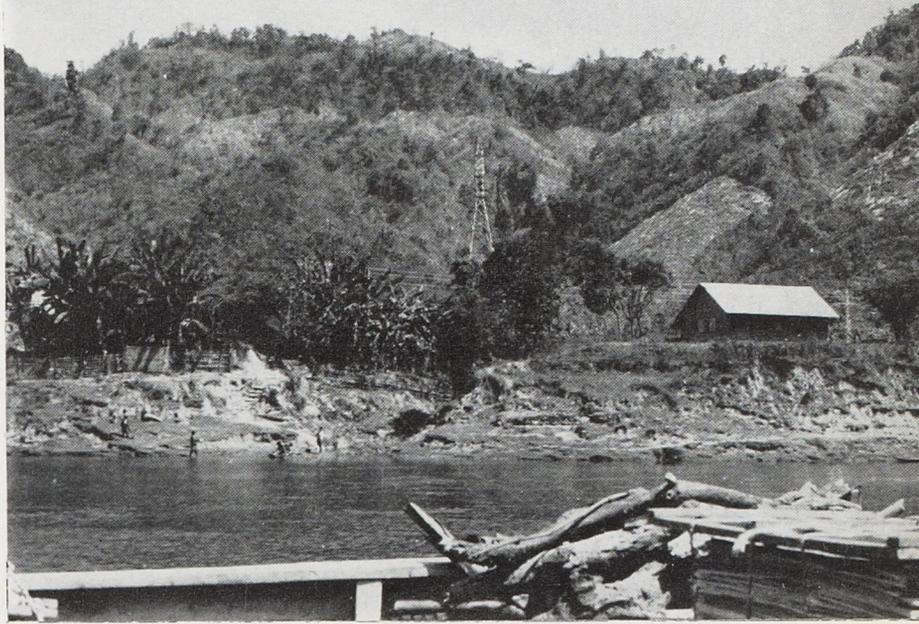
En une centaine de kilomètres, la pluviométrie qui a commencé par s'accroître sur le rebord montagneux (Kaptai) perd environ 28 % de son intensité. I_3 atteint 4,5 à Chittagong, la valeur reste la même à Barkal. Contrairement à ce que nous avons vu le long de la côte, la variation de la pluviométrie correspond à une diminution proportionnelle

de la pluviométrie mensuelle et n'est pas due à une variation brusque de la grande saison des pluies. Ici donc, comme sur la côte d'Annam, la mousson, à mesure de sa pénétration vers l'intérieur, perd rapidement son humidité.

Dipterocarpus obtusifolius, signalé dès la frontière de l'Arakan, annonce l'« Indaing », la forêt claire, formation sèche caractéristique de la Birmanie centrale.

En conclusion, d'une part, la côte de Chittagong demeure moins humide que les données climatologiques brutes le feraient croire; d'autre part, la mousson se dessèche en pénétrant sur l'arrière-pays.

Climatologiquement, le Chittagong ressemble beaucoup à l'Indochine. Dacca possède un climat très proche de celui de Vientiane au Laos (température moyenne, pluviométrie, nombre de mois secs), alors que la région au Sud de Chittagong se rapproche des régions collinéennes du Donnaï sur les frontières du Sud-Vietnam.



III - Végétation

On distingue au Chittagong la série de formations végétales suivantes :

- Evergreen forest
- Tropical mixed evergreen forest
- Deciduous forests
- Bamboos brakes.

La formation primaire, la tropical mixed evergreen forest, correspond à ce que J. VIDAL (1960) a appelé la forêt dense héli ombrophile à Diptérocarpacées au Laos et M. SCHMID (1956) la forêt dense semi-caducifoliée à Diptérocarpacées sur sols podzoliques sablo-argileux au Sud-Vietnam ; l'evergreen forest est le faciès ripicole de la « tropical mixed evergreen forest ». On peut considérer les autres formations comme des stades de dégradation de la forêt primitive due à l'exposition climatologique, à la médiocrité des sols et surtout à l'influence de l'homme qui a, par ailleurs, fait disparaître depuis longtemps du Chittagong la mangrove qui existe encore aux Sundarbans, dans le delta du Gange.

A) Forêt dense Ripicole

C'est une forêt dense humide que l'on trouve dans le fond des vallées à l'abri des collines élevées. On rencontre trois étages, l'étage supérieur atteignant 30 m. Le premier étage est constitué par

- | | |
|-----------------------------------|-----------|
| <i>Artocarpus chaplasha</i> Roxb. | Chapalish |
| <i>Hopea odorata</i> Roxb. | Telsur |

essences fort utilisées dans un pays où les besoins en bois d'œuvre de la batellerie demeurent importants.

- | | |
|------------------------------------|---------|
| <i>Tetrameles nudiflora</i> R. Br. | Chumdul |
| <i>Sterculia alata</i> Blanco | Narikel |

Le second étage contient :

- | | |
|---------------------------------------|----------|
| <i>Anoore rohituka</i> Wight. et Arn. | Pitray |
| <i>Cedrela toona</i> Roxb. ex Rottl. | Toon |
| <i>Protium serratum</i> | Gugutia |
| <i>Turpinia pomifera</i> D.C. | |
| <i>Mesua ferrea</i> L. | Nageuwar |

Noms vernaculaires de quelques essences forestières dans les dialectes des Chittagong Hills Tracts
(la latinisation des noms a été faite à partir de la langue anglaise)

	Bengali	Tangchanya	Chakma	Mogh	Tripura	Pangkro	Murung	Bawn
<i>ARTOCARPUS CHAPLASHA</i>	Chapalish	Jarbuakattawk	Chamani	Topeneband	Charam	Tatpawng	Uinausing	Ta pawng
<i>HOPEA ODORATA</i>	Telsur	Telsaghas	Telsa		Telsabophang		Buitmasing	
<i>DIPTEROCARPUS ALATUS</i>	Garjan	Gajan	Garjang	Garjan	Gitjung	Vailawng	Raimasing	Vailawng
<i>BOMBAX MALABARICUM</i>	Simul	Tulagha	Simei	Sutubang	Biorschuk	Pâwg	Limusing	Tumpâng
<i>QUERCUS</i>	Batna	Badana	Badana	Garangsi	Garang		Nainih	
<i>GMELINA ARBOREA</i>	Gamar	Gamar	Gamar	Remeni	Gamari	Anvawng	Umpang	Thanvuang
<i>LAGERSTROEMIA FLOS REGINAE</i>	Jarulul	Jarul	Jaral	Jarul	Jalui	Do	Tuihir	Do
<i>TECTONA GRANDIS</i>	Teak	Sakgon	Sakkon	Twaibang	Sakban	Sakawn	Prangkereng	Tlawpang
<i>ANISOPTERA GLABRA</i>	Boilam	Boilam		Boilambolong				

On peut encore signaler des Méliacées, des Lauracées, *Eugenia* sp., *Ficus* sp.

Enfin le sous-étage comprend :

Microlemum pubescens Blume
Garcinia tinctoria Dunn.
Clausena excavata Burm.
Maesa ramentacea Wall.
Murrava exotica Reinw. ex Miq.
Glodichion sp.

B) Forêt dense héli-ombrophile à Diptérocarpacées

On rencontre sur les plateaux et sur les pentes, à un état généralement dégradé, la tropical mixed evergreen forest. Nous avons eu l'occasion de visiter en plusieurs endroits (Cox's Bazar, Duhalarza forest) des « forêts » réservées. Ces réserves sont constituées par une futaie non continue, les cimes ne se touchant pas, et un sous-bois secondaire tournant vite aux fourrés à bambou et à eupatoire. Ce fait explique aussi l'existence, dans cette forêt dense, de Bombacacées, arbres que l'on rencontre dans les forêts secondaires ou claires au Vietnam.

L'arbre dominant de ces « forêts » est le Garjan, *Dipterocarpus pilosus* ou *Dipterocarpus turbinatus*. Cependant, le seul *Dipterocarpus* que nous ayons pu identifier dans la région de Cox's Bazar est *D. alatus*.

Les autres éléments de l'étage supérieur sont :

Swintonia floribunda Griff. Civet
Sterculia alata Blanco Narikel
Tetrameles nudiflora R. Br. Chumdal

Il existe encore deux étages dans cette formation, l'étage moyen étant constitué par :

Artocarpus chaplasha Roxb. Chapalish
Mesua ferrea Lin. Nageswar
Lophopetalum fimbriatum Wight Rakham
Bombax malabaricum D.C. Simul
Bombax insigne Wall.
Duabanga sonneratioides Buch. Ham. Banderholla
Cedrela toona Roxb. ex Rottl. Toon

Au-dessous se trouve un étage d'arbrisseaux et arbustes non caducifoliés, les plus fréquents étant :

Quercus et Castanopsis sp. Batna
Eugenia sp. Jam
très fréquents dans les vallées du Haut Kasalong.
Odina wodieri Roxb. Bhavi
Lagerstroemia flos reginae Wall. Jarul
Lagerstroemia macrocarpa Wall.
Anoora ruhituka Wight et Arn. Pitray
Dysoxylum binectariferum C.D.C.
Trewia nudiflora L. Pitali
Calophyllum polyanthum Wall. Kamdob
Pargeza
Dillenia pentagyna Roxb.
Dillenia indica L. Chalta
Stereospermum chelonoïdes D.C. Dharmoua
Bohera



<i>Terminalia belerica</i> Wall.	
<i>Terminalia cheluba</i> Retz	Paritaki
<i>Heynia trijuga</i> Roxb.	Gugantia
<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	Gamar
<i>Schima Wallichii</i> Choisy	Kanak
<i>Artocarpus lakoocha</i> Roxb.	Lakooch
<i>Mangifera sylvatica</i> Roxb.	Uriam
<i>Sterculia villosa</i> Roxb.	Udal
<i>Ptereospermum acerifolium</i> Roxb.	Moos
<i>Diospyros embryopteris</i> Blanco.	Gab.
<i>Garuga pinnata</i> Roxb.	
<i>Ptereospermum semisagittatum</i> Buch. Ham.	Sibhadi Asar
<i>Alstonia scholaris</i> Blume	Cha Tam
<i>Dehassia cuneata</i> Blume	Chiangiri

<i>Bischofia javanica</i> Blume	Kanjai
<i>Calamus viminealis</i> Willd.	Juibeth

Dans les régions du Bas-Kassalong, on rencontre des zones marécageuses ou *dhepas*. L'étage supérieur de la forêt qui borde ces marécages consiste en :

<i>Lophopetalum fimbriatum</i> Wight	Rakhtan
<i>Trewia nudiflora</i> L.	Pitali
<i>Lagerstroemia flos reginae</i> Wall.	Jarul

On trouve des peuplements purs de *Lagerstroemia flos reginae* sur les marécages partiellement asséchés, ces peuplements représentant un des aspects caractéristiques de la forêt du Bas-Kassalong. Ces formations pures de *Lagerstroemia* se retrouvent en piémont de collines dans toute l'Indochine orientale. Nous l'avons rencontrée au Siam, au pied du massif gréseux du Khao Ya, au Laos, à la base du Phou Khao Khouai, enfin au Vietnam sur la face orientale et sur la face occidentale du Massif Sud annamitique.

C) Les formations secondaires

Elles constituent le type de végétation normal au Chittagong. On peut distinguer un faciès arboré, un faciès à bambous et enfin un faciès graminéen.

1°/ Le faciès arboré :

Il n'est pas continu, on le rencontre surtout dans les expositions plus sèches sur les pen-



tes au Sud et à l'Est. On peut signaler dans la strate arbustive les espèces suivantes :

<i>Garuga pinnata</i> Roxb.	Bhadi
<i>Albizzia procera</i> Benth.	Koroi
<i>Albizzia stipulata</i> Bow.	Chakhua
<i>Albizzia odoratissima</i> Benth.	Tetoiija
<i>Bombax malabaricum</i> D.C.	Tula
<i>Callicarpa arborea</i> Miq. ex C.B. Clarke	Bormale

Sterculia colorata Roxb. (Udal), *Chikrasia trilocularis* M. Roem. (Chirikassi), *Micheilia champaca* L., *Cedrela toona* Roxb. ex-Rottl. (Toon), *Spondias mangifera* Willd. (Anira), *Bischofia javanica* Blume, *Semicarpus anacardium* Blanco (Bela), *Trewia nudiflora* L. (Pitali), *Duabangua sonneratioides* Buch. Ham., *Phyllanthus emblica* L. (Bohera).

La composition du sous-bois varie beaucoup. Dans les situations où la formation est plus dense on peut rencontrer : *Glodichion lanceolatum* Voigt. (Keehua), *Holarrhena antidysenterica* Wall. (Kurus), *Maesea ramentacea* Wall. (Naricha), *Stephegyne diversifolia* Benth. et Hook. (Dakrum).

Le sous-bois peut aussi être constitué par des taches de bambou où *Melocanna bambu-soïdes* représente l'espèce la plus connue et aussi, bien entendu, par la Composée conquérante *Eupatorium odoratum* L., plante de la région caraïbe introduite par les pasteurs nord-américains, vers 1903, dans la région de Bangkok. On connaît cet adventice, au Chittagong, sous le nom d'*Assamlota*, nom qui indique que la plante provient de l'Assam.

Cette forêt secondaire (*Bombax*, *Albizzia*, *Phyllanthus*) constitue, à un état plus ou moins dégradé, la formation arbustive la plus répandue, en particulier dans les forêts non classées où l'on pratique le *jhuming* (culture itinérante par écobuage forestier). Elle existe aussi, comme nous avons pu le constater, dans les réserves.

2°/ Les Forêts de bambou :

La forêt de bambou pure ne possède pratiquement pas de sous-bois. Les forestiers britanniques, STAMP en particulier, ont émis l'opinion que le fourré à *Melocanna bambu-soïdes* pouvait éliminer la forêt dense. TROUP considère, par contre, que la principale ori-

“ Kèn ” murung.



gine de ces forêts est le « *jhump* ». On rencontre ces formations surtout sur les argiles peu profondes.

3°/ Les Formations graminéennes :

Elles n'ont guère d'originalité. Il faut distinguer les formations à *Imperata cylindrica* (Sun Grass), formation bien connue dans toute l'Asie du Sud-Est. Ces formations indiquent une fin de série, une dégradation à peu près totale de la couverture végétale par l'homme et, cependant, une certaine fertilité rémanente du sol. En bordure des marais et des fleuves s'installent des fourrés à *Saccharum spontaneum* (Khagra).

Au point de vue floristique, PRAIN a signalé que le Chittagong et l'Arakan constituent une zone de transition entre la forêt subhimalayenne et les formations purement indochinoises. Les influences floristiques des Khasia Hills et du Cochar sont plus fortes au Chittagong qu'en Arakan.

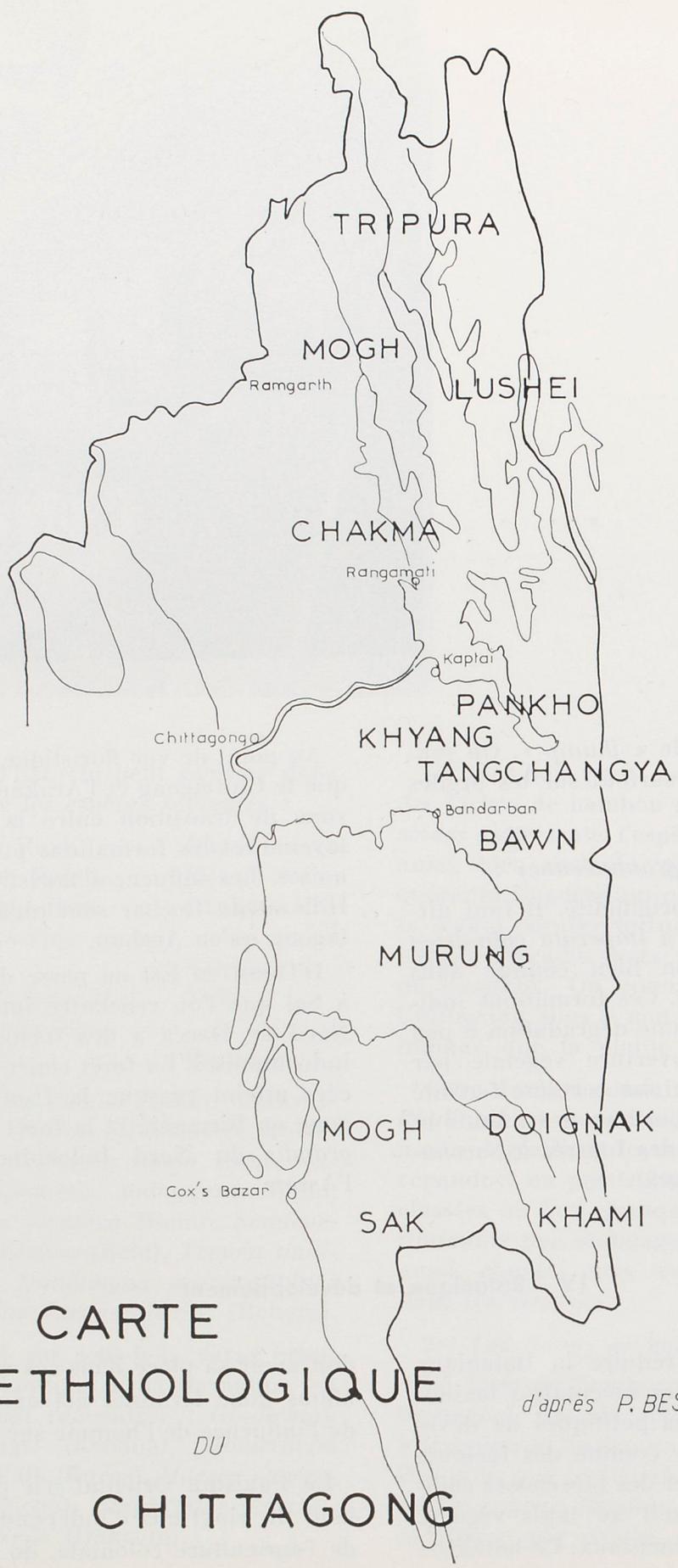
D'Ouest en Est on passe de la forêt claire à Sal que l'on rencontre immédiatement au Nord de Dacca à des formations purement indochinoises. La forêt claire à Diptérocarpées atteint presque la frontière du Chittagong en Birmanie et la forêt à Teck *Tectona grandis* du Nord Indochinois existe dans l'Assam.

IV - Botanique et développement

Il serait injuste de réduire la Botanique tropicale à la science des inventaires taxinomiques. Sur le plan des politiques de développement, il faut tenir compte des facteurs physiques, biologiques et des biocénoses complexes liant l'homme soit au tapis végétal, soit à ses animaux commensaux. Le botaniste

doit avoir sa place dans ces recherches. Nous allons donc terminer cet exposé par l'étude de l'influence de l'homme sur le tapis végétal.

Le Pakistan Oriental n'a pas dépassé, au bout de vingt ans d'indépendance, le niveau de l'agriculture coloniale, de l'agriculture de



CARTE
ETHNOLOGIQUE
DU
CHITTAGONG

d'après P. BESSAIGNET

plantation. Les deux principales spéculations agricoles du Bengale Oriental restent le jute pour le delta et le thé sur les collines du Sylhet. Les jardins de thé sont principalement des implantations britanniques et les « trusts » pakistanais tiennent solidement le commerce du jute.

Le riz culture vivrière occupant 75 % du sol cultivé se poursuit sur des rites antiques et la production à l'hectare ne dépasse guère 10-12 quintaux, un des rendements les plus faibles de l'Asie du Sud-Est.

La pression démographique de toute l'« aile » orientale du Pakistan atteint aussi le Chittagong. La densité de la population y est passée en un siècle de 117 à 425 au km².

Une riziculture médiocre, une natalité « galopante », l'afflux des réfugiés de l'Assam indien ont posé le problème de la mise en valeur des hautes terres du Chittagong. Les populations autochtones des Chittagong Hills Tracts comprennent des populations mongoliques de langues thibéto-birmanes et sont réparties en plusieurs tribus, les plus évoluées appartenant à la religion bouddhique. Les unes, au Nord, les Tauchyongya, les Chakma, les Lushai ayant subi l'influence de l'Assam et du Bengale, les autres plus méridionales, les Mogh de Cox's Bazar appartenant à la culture birmane. En dehors de ces deux courants existent des populations plus primitives, Mogh de la région de Kaptai, Murung résidant vers Bandarban, ces dernières paraissant la population la moins influencée par les civilisations voisines.

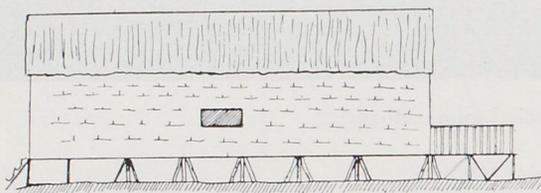
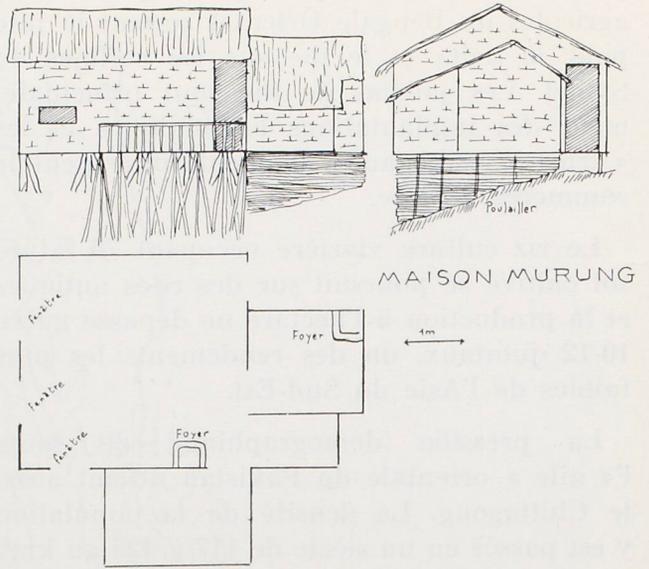
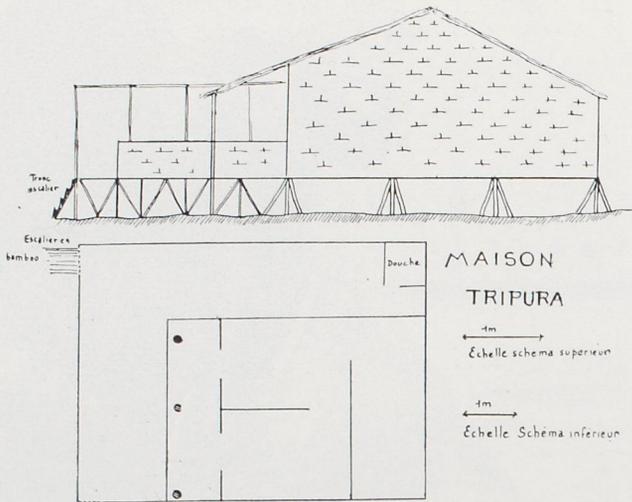
Nous ne donnerons pas de vue d'ensemble sur ces populations que nous n'avons fait qu'entrevoir. Toutes appartiennent aux civilisations du bois : maisons en bambou sur pilotis en bois, outils en bois durs (meules à riz), instruments de musique en bambou et courges, utilisations des résines végétales. Notons aussi que toutes ces civilisations de la Haute Indochine, de l'Himalaya au Pacifique Occidental présentent des caractères communs. Citons, en exemple, la danse des bambous, appelée *tinikling* aux Philippines, que l'on retrouve chez les Lao Yuan de Chieng Mai et que connaissent aussi les Lushai de la frontière du Chittagong.



Coiffure de femme Mogh.

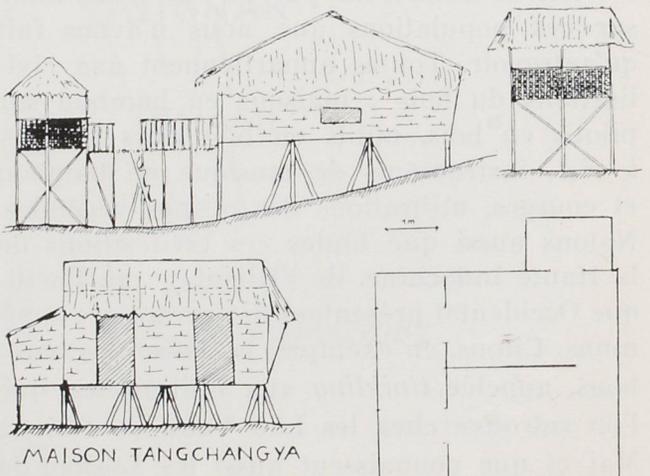
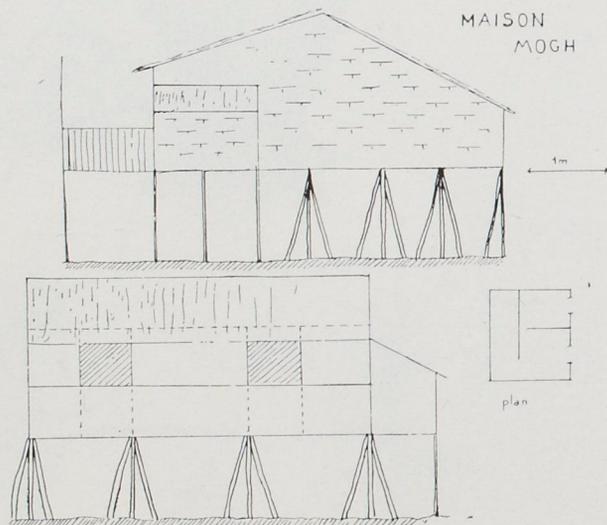
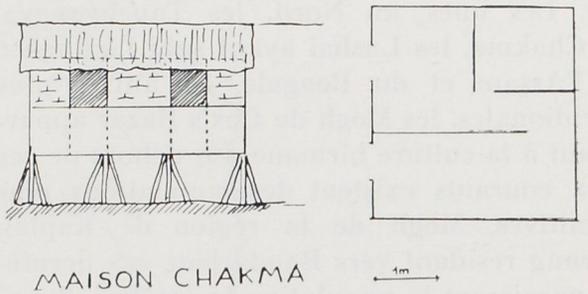
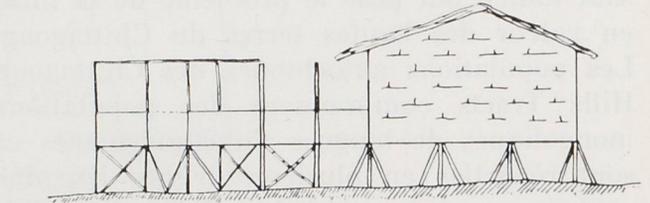
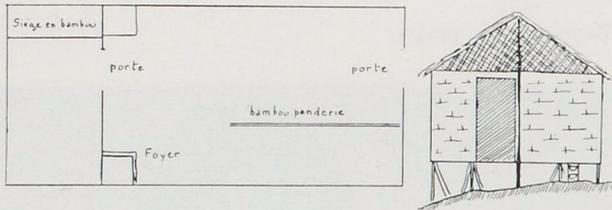
Bracelets en perles.





MAISON PANGKHO

← 4m →



Nous donnons quelques types de ces maisons sur pilotis que l'on retrouve un peu partout et qui sont plus fréquentes que la maison bâtie de plain-pied dans la Haute-Indochine. Ces maisons n'ont guère de mobiliers, en dehors des foyers de glaise et des ficelles - penderies, installations classiques dans toutes ces cultures.

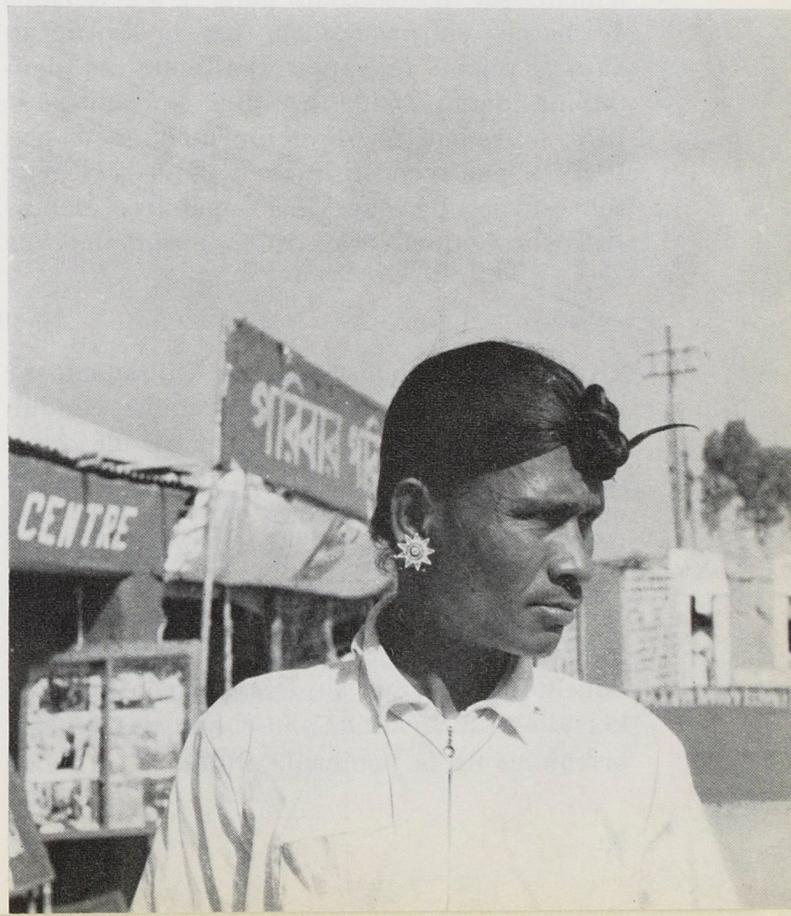
La photo de la p. 13 montre un petit « kèn » murung en action ; nous employons ici le vieux mot indochinois « kèn » qui signifie instrument à vent. Cet instrument que les Murungs appellent « phlong » est constitué par une courge sèche et du bambou. En haut, les tuyaux sonores sont recouverts de nœuds de bambou qui forment caisse de résonance. Cet instrument se retrouve chez les tribus thibéto-birmanes du Nord Thaïlande (Muhsu Kiu) et enfin chez les M'aa, population môn-khmer de la boucle du Donnaï au Vietnam. Il n'est donc pas propre aux Murungs, quoi qu'en pensent certains bons esprits, et se retrouve dans les deux grands courants de civilisation des régions montagneuses du Sud-Est Asiatique, le courant thibéto-birman et le courant môn-khmer. Nous avons aussi tiré le portrait de quelques élégantes de la région. Sur une des photos de la p. 15 (en haut), nous montrons la coiffure des femmes Mogh ; elle rappelle celle des Laotiennes, chignon placé sur le côté de la tête, agrémenté de chaînes d'argent. Le cou de la belle s'orne de ces lourds colliers d'argent des montagnards semblables aux hausse-cols de la Feldgendarmrie allemande de 1940. Les bras des dames des tribus sont ornés de bracelets (photos des pages 15, en bas, et 17, en haut) soit en perles, soit en argent. L'ornementation des bras féminins dans toutes ces civilisations représente probablement une sorte de rituel. Certaines populations comme les Igorots aux Philippines remplacent les bracelets par des tatouages.

Les photos des pages 17 (en bas) et 19 se rapportent aux Pangkho. L'homme porte le chignon sur l'avant de la tête, la femme sur l'arrière. Les chignons sont maintenus par deux grosses épingles à cheveux. Chez la femme, l'extrémité des épingles est ornée de pièces d'argent et d'élytres de bupreste. Il faut aussi noter le disque d'ivoire placé dans le lobe de l'oreille, percé et dilaté, ornementa-



Bracelets en argent.

Homme Pangkho.



tion banale dans toute la Haute-Indochine et que l'on retrouve en particulier chez les femmes Lat de la région de Dalat au Vietnam.

Ces tribus pratiquent la plupart du temps la culture itinérante par écobuage forestier, que l'on appelle en anglais la « shifting cultivation », le « ray » en Indochine. Ici, le nom local est « jhump ». Sur des sols soumis à une rotation accélérée (2 ans), ces populations cultivent riz, sorgho, coton, légumes. Les rendements demeurent faibles, 2 à 3 qx/ha pour le riz. Cependant cette région demeure la principale zone cotonnière de l'« aile » orientale. Dans ce pays surpeuplé, pauvre au point de vue agricole, les politiques de développement ont été pour le moins insensées.

A la fin du siècle dernier, les Britanniques, inquiets de la déforestation dans la région Assam-Bengale, avaient demandé les conseils et les services du forestier allemand BRANDIS.

La reforestation pratiquée à cette époque correspondait à un programme d'agriculture coloniale, la production du bois de teck. On doit, dans les perspectives actuelles, le considérer comme un programme à contre-courant. Dans les anciens programmes, les crêtes dénudées et stériles ont été réservées aux cultures tribales, alors que l'on a installé les replantations forestières en teck, principalement, sur les terrains plats : les terrains de berge, en particulier, sur la Karnafuli dans la région de Kaptai. D'ailleurs ces plantations, datant pour les plus anciennes de 1878, possèdent un développement médiocre. Il n'y a pas reconstitution de sous-bois et le sol est occupé par de l'Eupatoire. Depuis 1947, une autre réalisation a complété ce

tableau déjà peu encourageant. La manie de superposer des structures industrielles modernes à des agricultures surannées a fait construire à Kaptai un des plus grands barrages hydro-électriques de l'Extrême-Orient.

L'électricité produite atteint Dacca d'une part et de l'autre alimente les moulins à papier de Chandraghona qui utilisent le bambou des « forêts » des Chittagong Hills Tracts.

Pour un résultat médiocre, la production du papier ne semblant pas être une réussite totale, les constructeurs du barrage ont, avec leur lac de retenue, noyé les plaines alluviales et les rizières de la plupart des émissaires des Hills Tracts et isolé la marge orientale du district.

Il existe un malaise sur les Chittagong Hills Tracts, brimées par les bigots musulmans parce que bouddhistes, affamées par des programmes de développement irrationnels et les populations montagnardes ne cachent pas leur hostilité aux autorités pakistanaises. Il est vrai qu'avec un optimisme de commande, les brochures touristiques éditées à Karachi affirment : « que les tribus bouddhistes ont une vie d'une extrême simplicité et... qu'elles vivent de peu ». Des soulèvements Mizo et des maquis Naga de l'Assam aux autonomistes Karen de la Haute-Birmanie et, enfin, au mouvement F.U.L.R.O. (Front Uni de Libération des Races Opprimées), né sur les hauts-plateaux du Vietnam, il existe toute une série de nationalismes, sinon de nations, en train d'éclorre, en Haute-Indochine et dont il faudra tenir compte pour l'avenir dans cette Asie du Sud-Est en plein mouvement.

Conclusion

Cette description rapide du Chittagong sur le plan physiographique et botanique, conduit à plusieurs remarques. La flore de cette région, flore de transition, demeure d'une composition relativement pauvre. Elle ressemble, par ailleurs, à la végétation de l'Indochine plus qu'à celle de l'Inde. Certains caractères, la présence de *Dipterocarpus alatus* en particulier, rappellent la végétation du Sud-Indochinois et des régions centrales de la vallée du Mékong, plutôt que des régions orientales de la péninsule situées à la même

latitude et nous pensons, à ce propos, aux plaines tonkinoises.

On peut remarquer que la distribution des zones de végétation dans la péninsule indochinoise n'est pas parallèle à la latitude. Il existe un angle, assez important, entre ces deux directions. La distribution de la forêt claire (Indaing, Padang) constitue un bon exemple, cette formation va de la Birmanie moyenne à la côte du Sud Annam (Vietnam).

Nous pensons, ultérieurement, aborder les



problèmes qui nous sont plus particuliers, à savoir l'étude des collections des Bryophytes que nous avons pu ramener du Chittagong.

Nous tenons à remercier bien chaleureu-

sement les Services Culturels de l'Organisation du Traité de l'Asie du Sud-Est, dont nous avons fait partie au titre de boursier de recherches, et à ce titre seul, en 1965.

BIBLIOGRAPHIE

1964. — AHMAD KAZI S. — A geography of Pakistan. Karachi, 216 p., 11 tab., 12 pl.
1956. — ALIM A. — Rice cultivation in East Pakistan. Dacca, 97 p., 25 photos.
1957. — BAGNOULS F. et GAUSSEN H. — Les climats biologiques et leur classification. *Ann. Géo*; LXVI, p. 194-220.
1958. — BESSAIGNET P. — Tribesmen of the Chittagong Hills Tracts. *As. Soc. Pakistan Publ.*, n° 1, 109 p., 30 photos.
1953. — BERNOT L. — In the Chittagong Hills Tracts. *Pakistan Quarterly* (3), p. 17-61.
1953. — BERNOT L. — Quelques aspects de la vie sociale des Moghs au Pakistan Oriental. C.R. Séances I.F.A., 7°, fasc. XII.
1964. — BERNOT L. — Ethnic groups of Chittagong Hills Tracts. *As. Soc. Pakistan. Publ.* n° 5, p. 137-177.
1954. — BERNOT L. — Les Mrô et leurs orgues à bouche. *Science et Nature*, n° 1, p. 13-16.
1957. — KERMODE C.W., U. THAN, U. TIN HTUT et alia. — The forest types in Burma. *Burm. For.* : 7 (1), p. 6-38.
1943. — MAURAND P. — L'Indochine forestière. Hanoï.
1902. — PRAIN P. — Flora of Sundribunds. *Rec. Bot. Survey India*, vol. 2, n° 4, p. 231-367.
1961. — PÉGUY Ch. P. — Précis de Climatologie. Paris, 347 p., 97 fig., 3 hors-texte.
1956. — SCHMID M. — Note sur les formations végétales des hauts plateaux du Centre Vietnam et des régions limitrophes. *Proc. Kandy Symp.*, p. 183-192.
1964. — SYED MURTAZA ALI. — History of Chittagong. Dacca, 172 p., 14 ph., 2 cartes.
1959. — VIDAL J. — Conditions écologiques, groupements et flore du Laos. *Bull. Soc. Bot. France. Mémoires présentés en 1958*, p. 1-41.
1959. — ZAHIRUDDIN A.S.M. — Working plans of the Chittagong Hills Tracts. Dacca, part. I, p. 1-94 ; part. II, p. 1-328.

MÉDAILLES D'ARGENT DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE 1965 - 1966

Sur propositions du Comité National de la Recherche Scientifique et du Directoire, la Médaille d'Argent du C.N.R.S. a été décernée aux chercheurs suivants, pour l'ensemble de leur œuvre scientifique et pour certains de leurs travaux :

— M. TSEN LI FANG

Chargé de Recherche au C.N.R.S. - Centre d'Etudes Aérodynamiques et Thermiques, Poitiers.

Section : Mécanique Générale et Mathématiques Appliquées.

Pour ses travaux dans le domaine de la mécanique des fluides, et la thèse qu'il a consacrée aux problèmes de la couche limite tridimensionnelle avec transfert de chaleur.

— M. Pierre MERIEL

Ingénieur au C.E.A., Saclay.

Section : Minéralogie et Cristallographie.

Pour ses recherches, au moyen de la diffraction des neutrons, sur les substances magnétiques et la découverte des héliomagnétiques.

— M. Louis BAUD

Géologue en Chef de l'ancien cadre de la F.O.M.

Section : Géologie, Paléontologie, Géologie Appliquée. Pour la contribution qu'il a apportée à la connaissance de la stratigraphie des terrains précambriens de l'Afrique Occidentale et Equatoriale.

— M. Armand HADNI

Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Section : Optique, Physique Moléculaire, Instruments.

Pour ses recherches consacrées à l'étude de l'infrarouge lointain et les résultats théoriques et expérimentaux qu'il a obtenus.

— M. Bruce Bailey GOODMAN

Directeur de Recherche au C.N.R.S., Laboratoire d'Electrostatique et de Physique du Métal, Grenoble.

Section : Mécanique Physique, Thermodynamique.

Pour ses travaux sur les supraconducteurs durs, la découverte d'un 2^e type de supraconducteurs et l'explication quantitative de leur comportement qu'il a su dégager des différentes théories existant en ce domaine.

— M. Pierre LEHR

Directeur de Recherche au C.N.R.S., Centre d'Etudes de Chimie Métallurgique, Vitry.

Section : Chimie Minérale.

Pour ses recherches physico-chimiques et métallurgiques

consacrées principalement aux métaux spéciaux utilisés dans le domaine de l'énergie nucléaire.

— M. Jean RIGAUDY

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Section : Chimie Organique.

Pour ses études sur les réactions photochimiques et de synthèse diénique dans la série de l'anthracène, et pour la mise au point d'une nouvelle méthode de diazotation des amines.

— M. André HAGET

Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

Section : Biologie Animale.

Pour ses recherches sur la morphogenèse des insectes et la détermination du rôle des différentes ébauches céphaliques dans la genèse du crâne et de la tête, chez les Coléoptères.

— M. Jacques RICARD

Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Section : Biologie Végétale.

Pour son étude mathématique, biologique et biochimique du grandissement de la cellule végétale et sur le déterminisme moléculaire de certaines des réactions chimiques qui s'y produisent.

— M. Frédéric ENGEL

Professeur d'Anthropologie à l'Université Nationale Agraire de Luna - Pérou.

Section : Anthropologie, Préhistoire, Ethnologie.

Pour son activité consacrée à l'archéologie américaine qui a révolutionné la connaissance de l'époque précéramique du Pérou.

— M. Frédéric MAURO

Professeur à la Faculté des Lettres et Sciences Humaines de Toulouse.

Section : Histoire Moderne et Contemporaine.

Pour son étude de l'espace maritime de l'Atlantique au 17^e siècle vu à travers les intérêts anciens du Portugal.

— M. Roger DUMOULIN

Directeur Adjoint du Cabinet du Préfet de la Seine pour les Affaires Economiques.

Section : Sciences Economiques et Financières.

Pour ses recherches théoriques, et leur mise en œuvre, sur l'économie et la sociologie des pays sous-développés, l'économie générale, l'aménagement du territoire, la décentralisation industrielle.

UN SECOURS FINANCIER PLUS IMPORTANT POUR LA PROTECTION DE LA NATURE ET LA RECREATION DE PLEIN AIR AUX PAYS-BAS

A partir du 14 avril 1965 a été institué le Ministère des Affaires Culturelles, des Loisirs et de l'Action Sociale. Ce Ministère, dont la base est constituée par l'ancien Ministère de l'Action Sociale, prend maintenant aussi en charge les affaires culturelles et récréatives qui entraient autrefois dans les attributions du Ministère de l'Education Nationale, des Beaux Arts et Sciences (aujourd'hui : le Minis-

tère de l'Education Nationale et des Sciences). Le nouveau Ministère veille non seulement aux intérêts des Arts, mais encore à la protection de la nature et aux loisirs du peuple hollandais.

Le fait que la politique pour le « bien-être général » du peuple hollandais, a été confiée maintenant à un Ministère spécialement équipé à cet effet, a eu immédiatement comme conséquence heureuse que des fonds plus importants furent inscrits au budget de ce Ministère pour la protection de la nature et les loisirs.

Le stockage souterrain du gaz

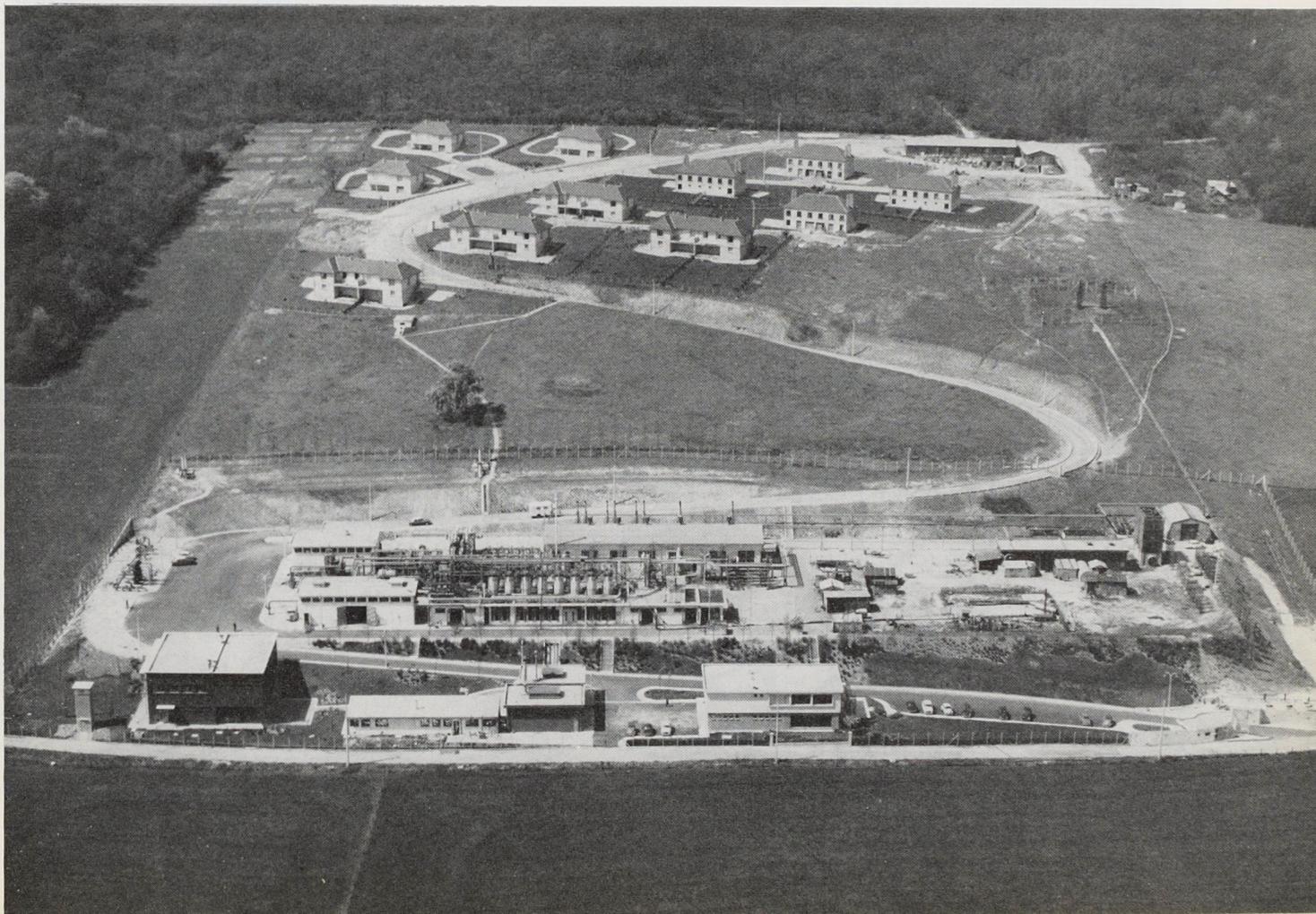
La Direction Générale du Gaz de France a toujours eu à résoudre le délicat problème posé par le passage des pointes de consommation.

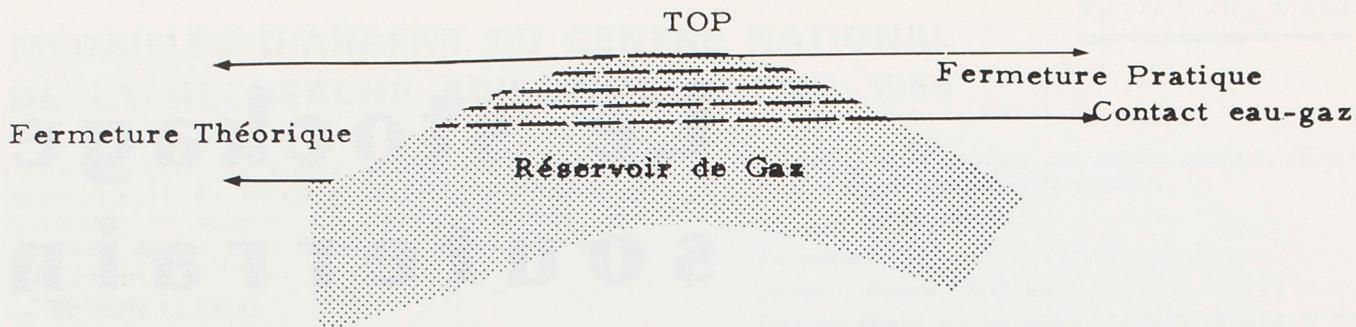
Autrefois, ces pointes correspondaient aux heures du déjeuner et du dîner et il était facile de les absorber en utilisant les gazomètres. Aujourd'hui, les nouvelles utilisations du gaz font que l'on observe dans les courbes de consommation des variations impor-

tantes liées aux jours ouvrables ou fériés, aux saisons froides ou chaudes. Il était donc nécessaire de rechercher des moyens de stockage très importants capables de s'adapter aux brutales variations de la demande. Pour la Région Parisienne, on a calculé que la consommation journalière varie de 2 millions de mètres cubes entre le 15 juillet et le 31 août à 6 ou 7 millions de mètres cubes en hiver et près de 10 millions pendant les

Vue générale des installations de Beynes.

Photographie Spirale - Document Gaz de France.





Fermeture théorique et pratique.

périodes les plus froides (dans la Région Parisienne, une baisse de 1° C de la température diurne oblige la mise immédiate sur le marché de 225 000 mètres cubes).

Depuis une dizaine d'années, la concentration des centres de production et l'utilisation de produits issus du pétrole (propane, butane) et du gaz de Lacq ont obligé la Direction Générale du Gaz de France à procéder à une modification des structures de diffusion. Ces dernières se sont enrichies de centrales, de gazoducs de liaisons dont le coût élevé d'amortissement nécessite une utilisation à plein temps et un stockage de grands volumes.

Cet ensemble de conditions nouvelles a obligé le Gaz de France à utiliser le stockage souterrain, comme il est pratiqué dans divers pays du Monde. Aux Etats-Unis, on emmagasine ainsi 58 milliards de mètres cubes de produits de diverses natures, de même en

Tchécoslovaquie, en Russie et en Allemagne (300 millions de mètres cubes).

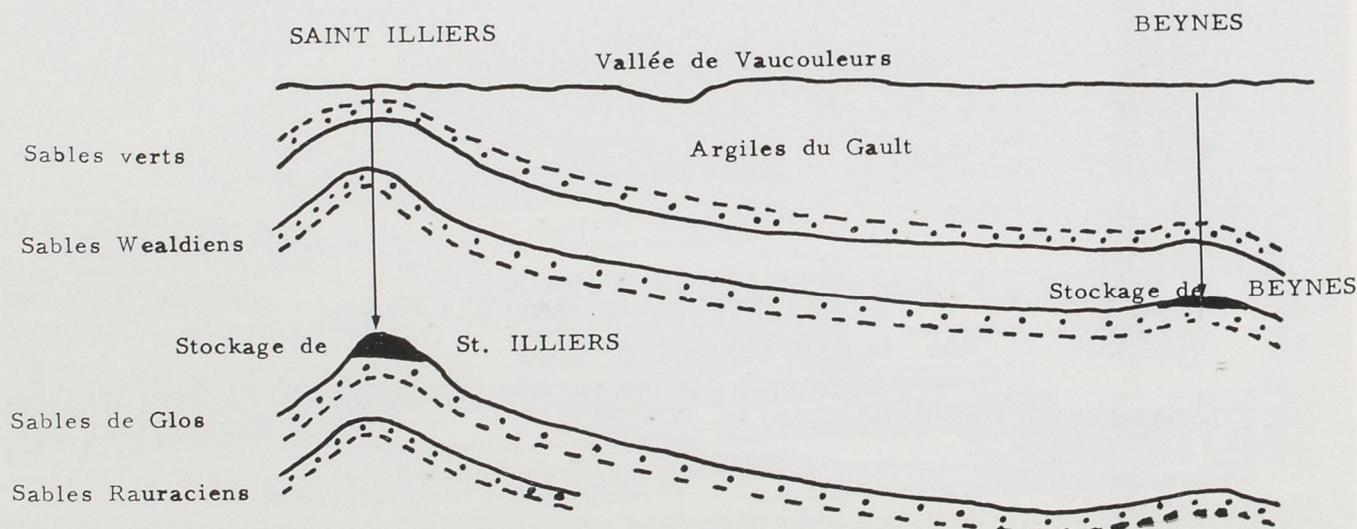
Il existe actuellement deux manières de mettre en réserve sous terre des volumes de gaz importants :

— S'il existe près du lieu d'utilisation un gisement de gaz naturel ou de pétrole épuisé on peut lui faire jouer le rôle de réservoir, les problèmes d'équipement et d'étanchéité sont alors résolus. C'est le cas des Etats de l'Est des Etats-Unis.

— Si l'on est dans une région dépourvue de tels gisements, on se lancera à la recherche d'une structure géologique aquifère présentant les conditions requises par un réservoir de gaz. Ces conditions sont au nombre de trois :

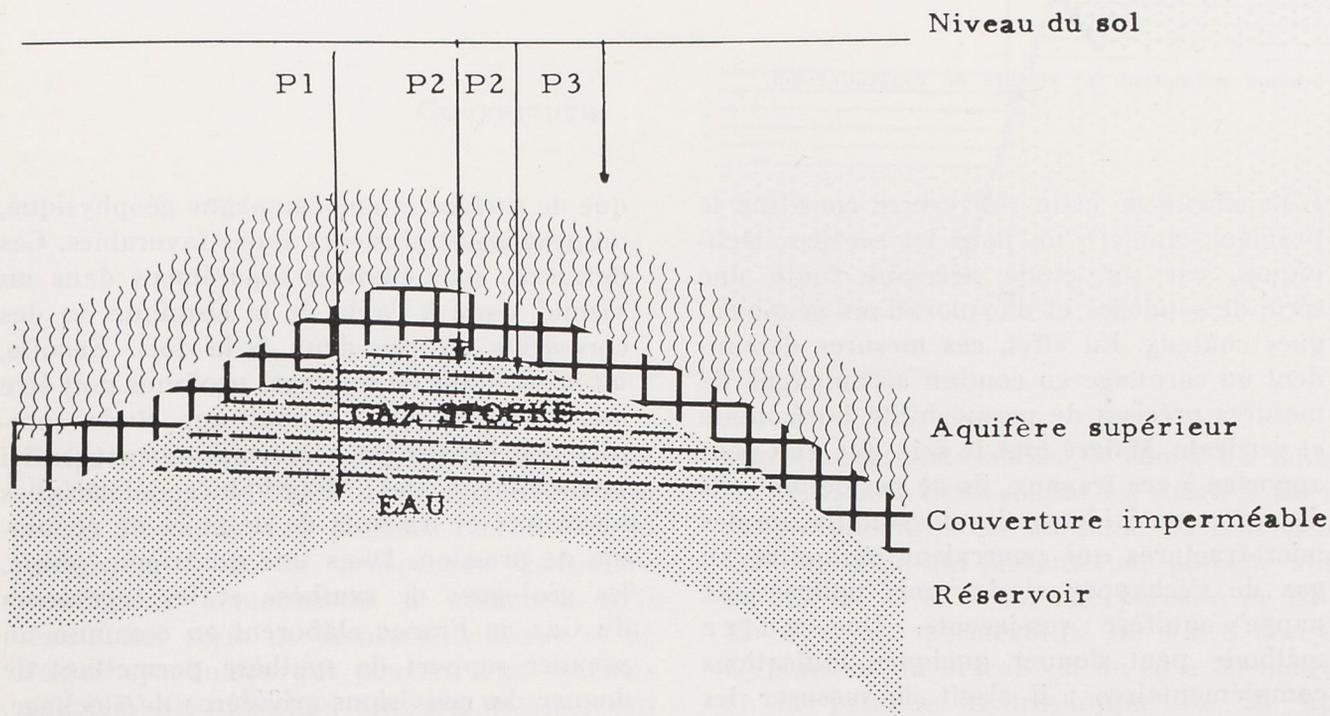
1) Cette structure doit être constituée par un anticlinal de fermeture suffisante. On peut donner deux définitions légèrement différen-

Schéma géologique des stockages de Beynes et de Saint-Illiers.



tes de ce terme : la fermeture théorique et pratique. La fermeture théorique (ft) est sur la carte structurale la dénivelée existante entre le sommet de l'anticlinal et la couche de niveau la plus basse se fermant autour de lui. La fermeture pratique (Ft) correspond à la dénivelée entre le sommet et le plan, généralement horizontal, formant le contact huile — eau ou gaz — eau. C'est en réalité cette dernière qui compte dans l'évaluation d'un gisement.

de circulation de l'eau dans la masse sableuse : on la donne en millidarcy ou en darcy. Dans le cas qui nous intéresse, elle varie de 100 millidarcys à 10 darcys. Lorsque l'on veut injecter du gaz dans ce milieu contenant de l'eau, on est obligé non seulement de tenir compte de la perméabilité, mais aussi de la « tension superficielle » et de la « pression capillaire ». En effet, il n'est pas possible de déplacer toute l'eau contenue dans le sable ; il en reste une certaine quantité liée



Différents types de puits : P₁ puits de contrôle des eaux du Réservoir.
P₂ P₃ puits de soutirage et d'injection.
P₄ puits de contrôle des eaux sous-jacentes.

2) Elle doit nécessairement comprendre un réservoir poreux et perméable de caractéristiques bien définies : il s'agit d'une structure aquifère. Le niveau ainsi considéré est généralement formé de grains de sable assimilables à un empilement de sphères séparées par des vides où peuvent circuler le ou les liquides, ou les gaz. Le rapport des volumes de vide au volume total de sable, exprimé en pourcentage, est appelé « la porosité totale ». Pour être utilisable dans le stockage du gaz les niveaux doivent posséder un coefficient variant de 10 à 30 %. La perméabilité désigne d'autre part la plus ou moins grande facilité

aux grains et dépendant de leur morphologie, que l'on nomme « eau interstitielle ». Cette dernière a pour résultat de diminuer considérablement le volume mis à la disposition du gaz, et modifie aussi la perméabilité du gaz lui-même.

3) Enfin, la troisième condition concerne la couverture du réservoir. Pour que la couche de sable garde son gaz, il est nécessaire qu'elle soit encadrée par deux niveaux imperméables. Le niveau sous-jacent, le toit, doit avoir la forme d'une cuve renversée pour pouvoir jouer le rôle de piège et éviter la montée du gaz vers les niveaux supérieurs.

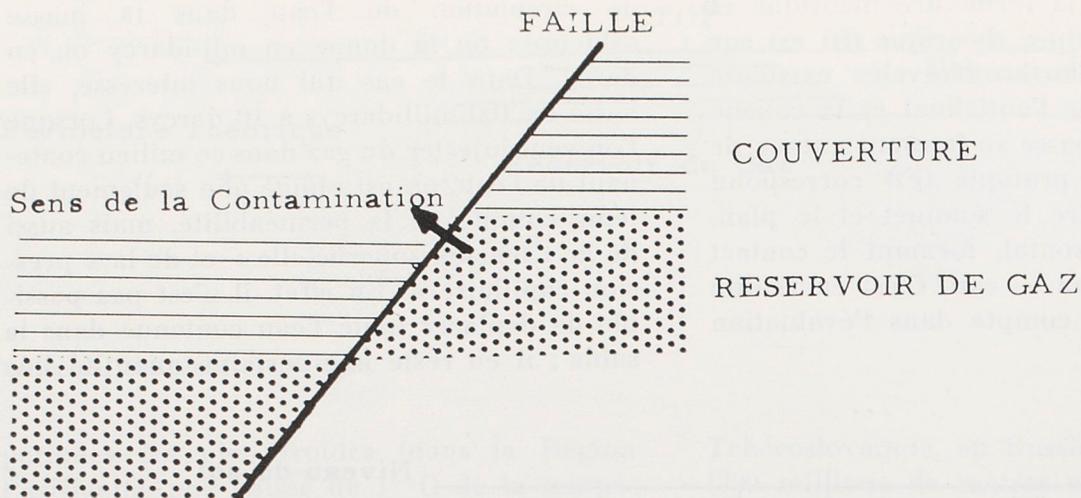


Schéma présentant les risques de contamination.

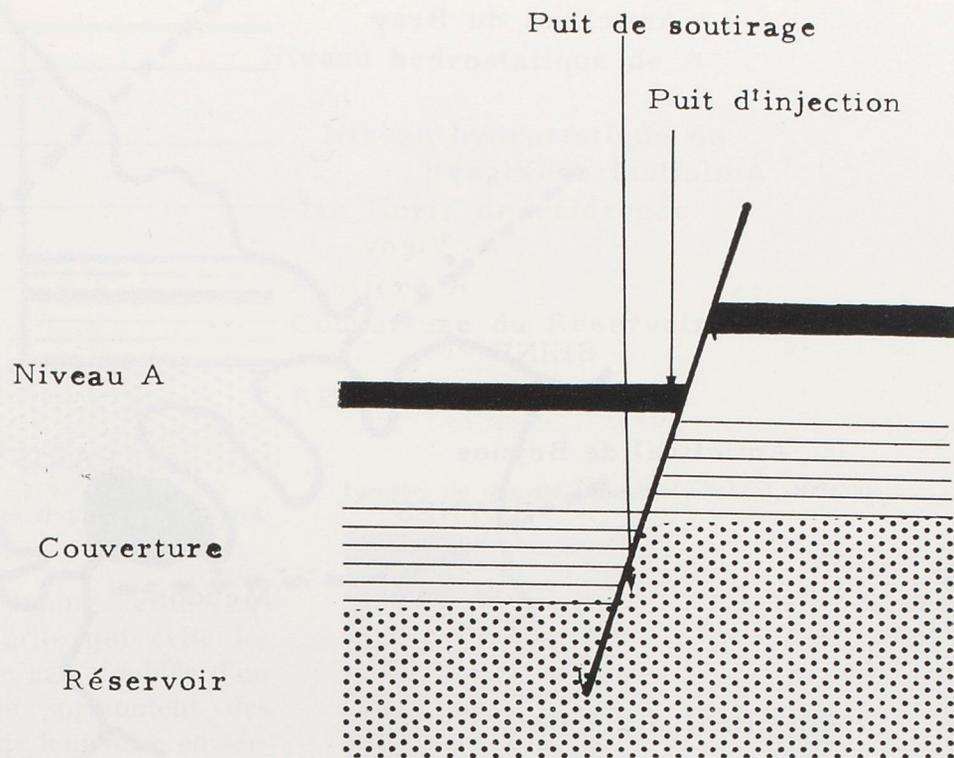
L'étanchéité de cette couverture constitue le problème numéro un pour les services techniques, car son étude nécessite toute une série de sondages et d'explorations géophysiques coûteux. En effet, ces mesures demandent un carottage en continu accompagné de mesures précises de perméabilité horizontale et verticale. Malgré tout le soin que l'on peut apporter à ces travaux, ils ne permettent pas de mettre en évidence des microfailles ou des microfractures qui pourraient permettre au gaz de s'échapper et de venir polluer une nappe aquifère sus-jacente. Une autre méthode peut donner quelques indications complémentaires : il s'agit de mesurer les différences de pressions hydrostatiques de la couche réservoir et d'un niveau aquifère (Na) situé au-dessus du réservoir.

Si h-h' dépasse 10 mètres, on peut admettre que l'étanchéité de la couverture est suffisante. A ces données, il est possible d'ajouter les analyses chimiques des eaux du réservoir et de l'aquifère, si elles sont très différentes, il y a tout lieu de penser que la couverture est étanche. Une dernière méthode peut donner de bons résultats : il s'agit d'injections contrôlées d'air ou d'eau dans la structure qui permettent de se rendre compte de l'existence probable de failles ou de microfractures.

La recherche d'un réservoir de stockage dans une région donnée doit s'effectuer, pour être efficace, en cinq stades et de façon progressive. Après une reconnaissance géologi-

que de surface et une campagne géophysique, on peut isoler plusieurs zones favorables. Ces dernières sont étudiées séparément dans un second stade à l'aide de la sismique ou des core-drills ou des deux à la fois. Ensuite, un programme de sondages profonds doit être mis au point pour donner une étude complète de l'ensemble réservoir-couverture. Ici interviennent les diagraphies électriques nucléaires et les tests de débit et de remontée de pression. Dans une quatrième phase, les géologues de synthèse et les ingénieurs du Gaz de France élaborent en commun un premier rapport de synthèse permettant de donner des prévisions grossières de stockage. Enfin, on réalise un certain nombre de sondages de contrôle accompagnés de mesures de porosité et de perméabilité. L'ensemble de ces démarches doit aboutir à la découverte d'une ou de plusieurs structures intéressantes. Les critères géographiques et géologiques permettent aux spécialistes de procéder aux choix définitifs.

C'est en suivant cette méthode que les Services Techniques du Gaz de France et l'Institut Français du Pétrole ont isolé le réservoir souterrain de Beynes. Situé à 26 km à l'ouest de Versailles, dans le département des Yvelines, le dôme anticlinal de Beynes appartient à un ensemble tectonique qui couvre tout le Bassin de Paris. Autrefois, les géologues admettaient que le fond de la cuvette parisienne était comparable à une tôle ondulée présentant des anticlinaux et des synclinaux



Disposition des puits de soutirage et d'injection.

dirigés NW-SE. Les principaux anticlinaux étaient ceux de Bray, de Vigny, de Beynes et du Roumois. Les données récentes de la géophysique et la prospection pétrolière conduisent actuellement à admettre qu'il existe une série de dômes anticlinaux et de fosses synclinaux qui peuvent être orientés soit NW-SE (direction dite armoricaine) soit SW-NE (direction dite varisque). Beynes est donc un dôme situé sur l'axe jalonné par Arcueil, Meudon et Beynes.

La carte géologique établie par l'Institut Français du Pétrole montre une très grande régularité dans la superposition des diverses couches sédimentaires et révèle aussi à divers niveaux plusieurs couches de sables aquifères. Dans l'Albo Aptien (Crétacé Inférieur) les sables verts contiennent une importante réserve d'eau potable, plus bas les sables du Wealdien (Crétacé Inf.) renferment des eaux non consommables et enfin, dans le Jurassique Supérieur, les sables de Glos séquaniens sont aussi aquifères. Une dernière couche sableuse, parallèle aux précédentes, se trouve dans le Rauracien.

Parmi ces quatre niveaux, le Gaz de France, en regard des conditions d'étanchéité, de

porosité, de perméabilité, a choisi les sables du Wealdien. Cette couche est située à 450 m de profondeur, c'est un sable fin homogène non consolidé qui présente une porosité utile au gaz de 20 à 25 %, une porosité de 30 à 35 % et une perméabilité de 4 à 8 darcys. L'épaisseur du niveau est de 30 à 35 mètres et la pression hydrostatique de 38 hpz (comptée à partir du niveau de la mer). On y trouve des intercalations de bancs argilo-sableux à différents niveaux. La couverture est constituée par 7 mètres d'une argile très plastique (Barrémien) assurant l'étanchéité suffisante sur toute la surface intéressée par le stockage.

Les travaux comportèrent deux phases : des reconnaissances (core-drills) jusqu'au contact Tertiaire-Crétacé et une campagne de 12 forages de petit diamètre traversant le Wealdien. L'ensemble des résultats permit de dresser une carte structurale qui donna la forme générale du réservoir. Il s'agit d'une cuvette très aplatie, dont le grand axe est orienté NW-SE. Sa longueur utile est de 3,500 km et sa largeur d'un peu moins de 2 km ; sa surface utile est d'environ 6 km². La fermeture est de 31 m (mesurée du " top "

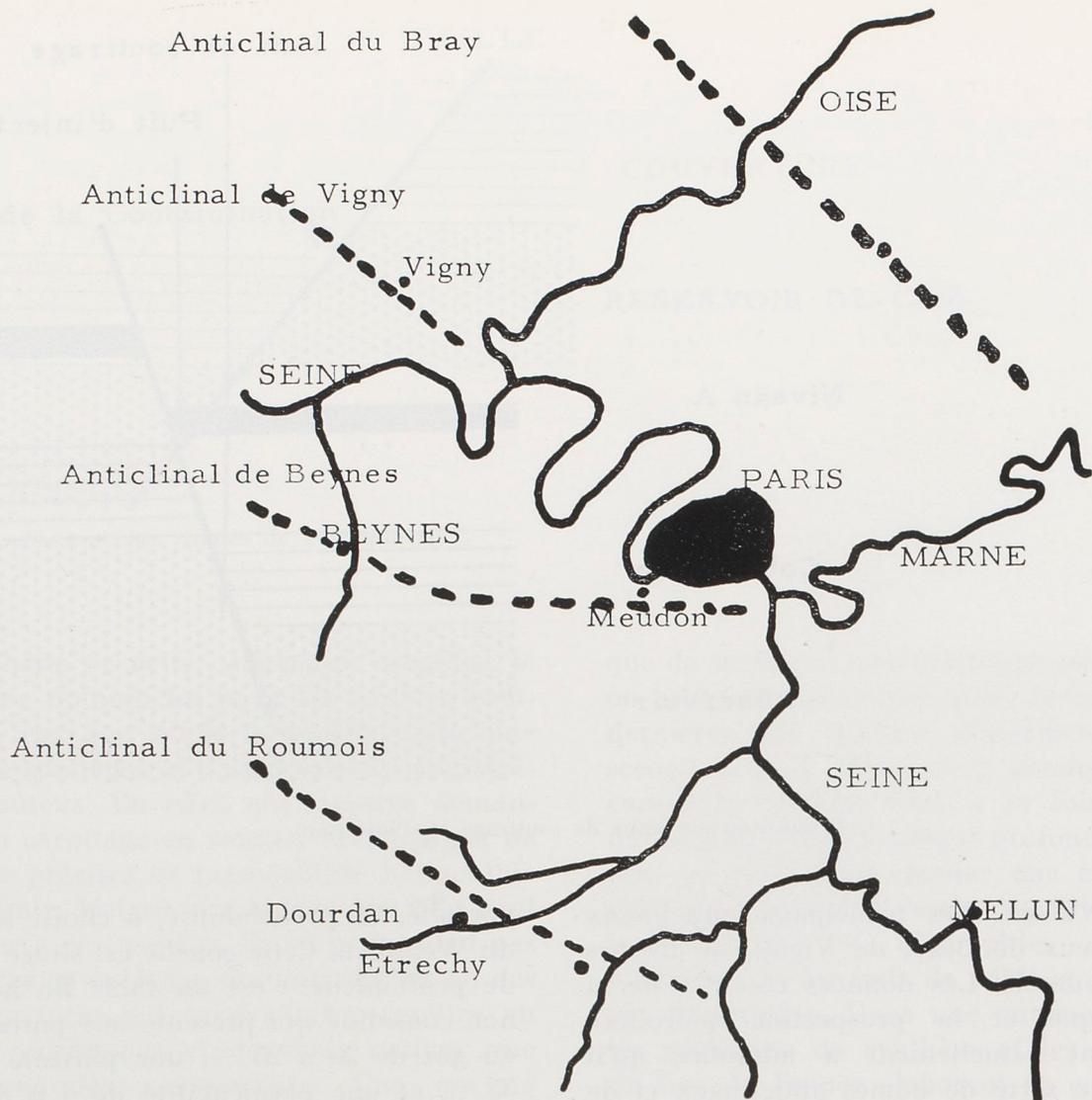


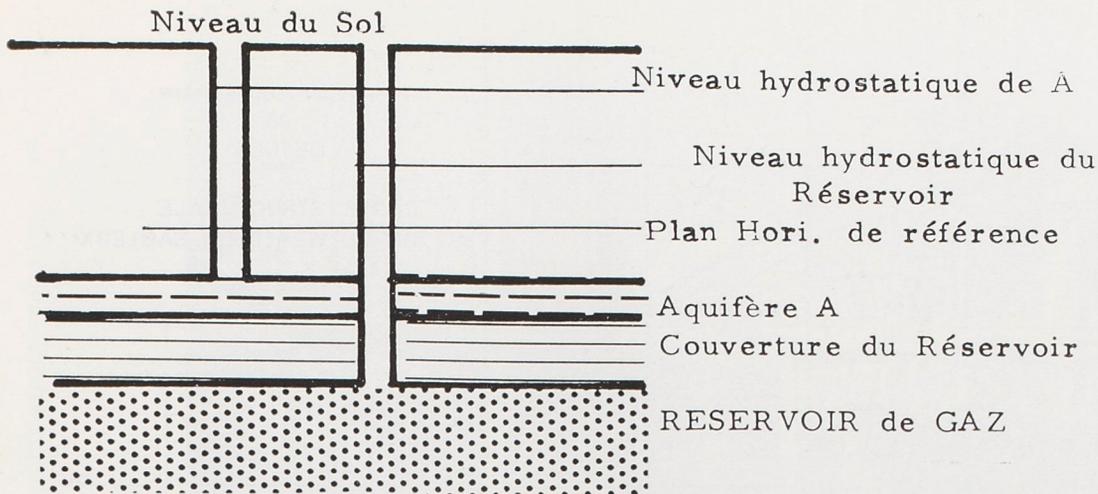
Schéma tectonique du Bassin de Paris.

à la partie la plus élevée de " l'ensellement " N-W).

La géologie de la structure ayant été explorée, les Services Techniques du Gaz de France procédèrent à des essais d'injection. Leur caractéristique est d'avoir été menés de façon progressive dans le temps, les quantités injectées au début étant plus faibles que celles mises en œuvre à la fin des essais. Les contrôles, tant sur le plan des nappes phréatiques que sur celui du réservoir, ont abouti à la conclusion que l'on avait des conditions d'étanchéité parfaites. Dès lors, il était possible de mettre en place les installations techniques pour le stockage (ceci à partir de 1956).

Il était tout d'abord nécessaire de procé-

der à l'installation des puits dits d'exploitation utilisés pour l'injection et le soutirage du gaz. Ils sont au nombre de 13, répartis sur toute la surface utilisée et sont tous équipés de vannes télécommandées depuis la station. Leur implantation comprend les mêmes phases que celles qui procèdent à l'installation d'un puits de pétrole. On met en place tout d'abord, après le forage, un tube métallique, le " casing " qui jouera le rôle de puits. On le double ensuite extérieurement d'une couche de ciment assurant l'étanchéité. Pour permettre le passage du gaz on pratique en tête du " casing " des explosions qui déterminent l'apparition de perforations. On glisse alors à l'intérieur de ce puits le tube de production ou " tubing ". Pour éviter les accidents



Disposition des différentes couches et niveaux aquifères dans la structure de Beynes.

Torchère de sécurité à Beynes (cliché J. Métron).

on met en place entre le " tubing " et le " casing " une vanne de sécurité qui évite les remontées inopportunes de gaz, doublée d'un obturateur annulaire que surmontent des boues de colmatage. Lors de leur mise en service, il est indispensable de procéder à des soutirages par paliers de manière à permettre à l'équilibre gaz-pression d'eau de se réaliser. Dans ces puits d'exploitation, la différence de pression par rapport à celle d'origine de l'aquifère est de 9 hpz. Deux autres puits permettent le contrôle de la position de la bulle de gaz, c'est-à-dire de l'interface réalisée par le contact aquifère-gaz.

A la périphérie du dôme anticlinal de Beynes se trouvent quatre puits dont la fonction est de contrôler les eaux de la couche réservoir pour se rendre compte si la pression joue toujours et s'il ne se produit pas de fuite. Enfin, deux puits allant jusque dans le niveau barrémien assurent la surveillance de l'étanchéité du toit.

Ces puits sont reliés entre eux et au gazoduc Le Havre-Beynes par un réseau de collecte comportant des vannes de sectionnement pour parer à tout incident technique.

Le gaz que l'on injecte dans le réservoir provenait, à l'origine, des cokeries de l'Est et il réclamait des traitements très poussés en vue d'éliminer les matières polymérisables qui auraient pu colmater les puits, ainsi que les produits toxiques risquant de souiller l'eau de la nappe aquifère. Aujourd'hui, on ne traite plus le gaz de Lacq car il est craqué au préalable et mélangé ensuite avec



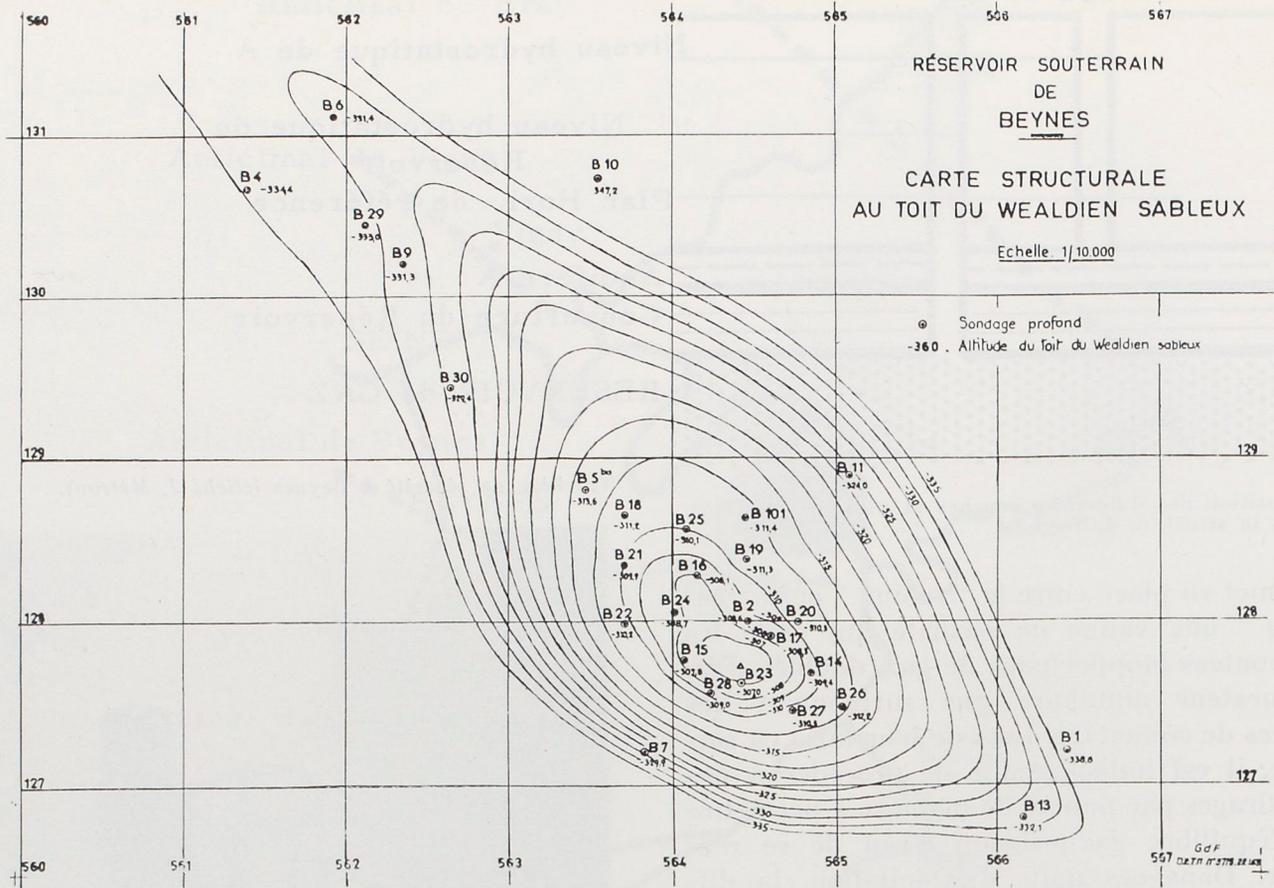


Fig. 1.

Carte structurale du toit de Wealdien (*Document Gaz de France*).

le « saharien » provenant du Havre. La seule opération avant le stockage est la compression de 17 hpz à 45 hpz de la masse de gaz dans une station comprenant 5 groupes de compression de 800 et 400 CV. Cet ensemble permet l'injection continue d'un million de mètres cubes par jour.

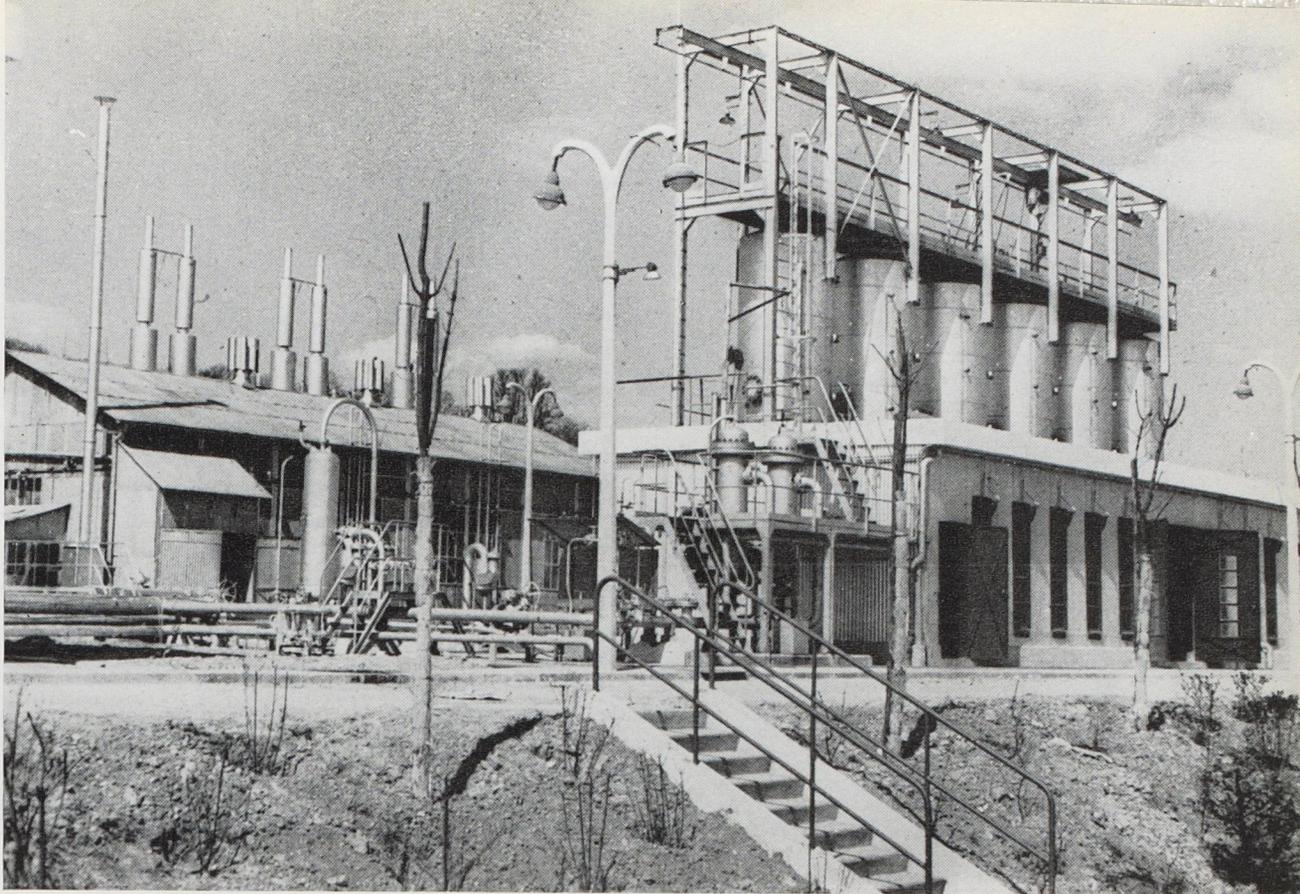
Remarquons que le Gaz de France désirent éviter au maximum de troubler ses voisins a procédé à la mise en place de plaques mobiles dans la station de compression destinées à éviter la transmission des ondes. Après avoir subi cette compression, le gaz est injecté puis stocké dans les sables du Wealdien.

Il doit subir, lors du soutirage, un certain nombre de traitements permettant d'éliminer les composés indésirables ayant pris naissance dans le réservoir à la suite de réactions chimiques entre les constituants du sable et le gaz. Tout d'abord il passe dans le circuit des séparateurs horizontaux où il abandonne les gouttes d'eau qu'il véhicule

des profondeurs. Ensuite, après une injection d'air sous pression, il se sépare de l'hydrogène sulfuré sur des filtres à terre spéciaux. Après un certain nombre de séchages et de chauffages, il passe sur des colonnes de charbons actifs afin d'éliminer les métaux carbonyles. Ces derniers proviennent de la réaction entre le CO du gaz, le fer et le nickel des pyrites présentes dans les niveaux sableux du Wealdien. Enfin, après avoir franchi la zone des filtres à poussières, il peut être livré à la consommation par l'intermédiaire des canalisations.

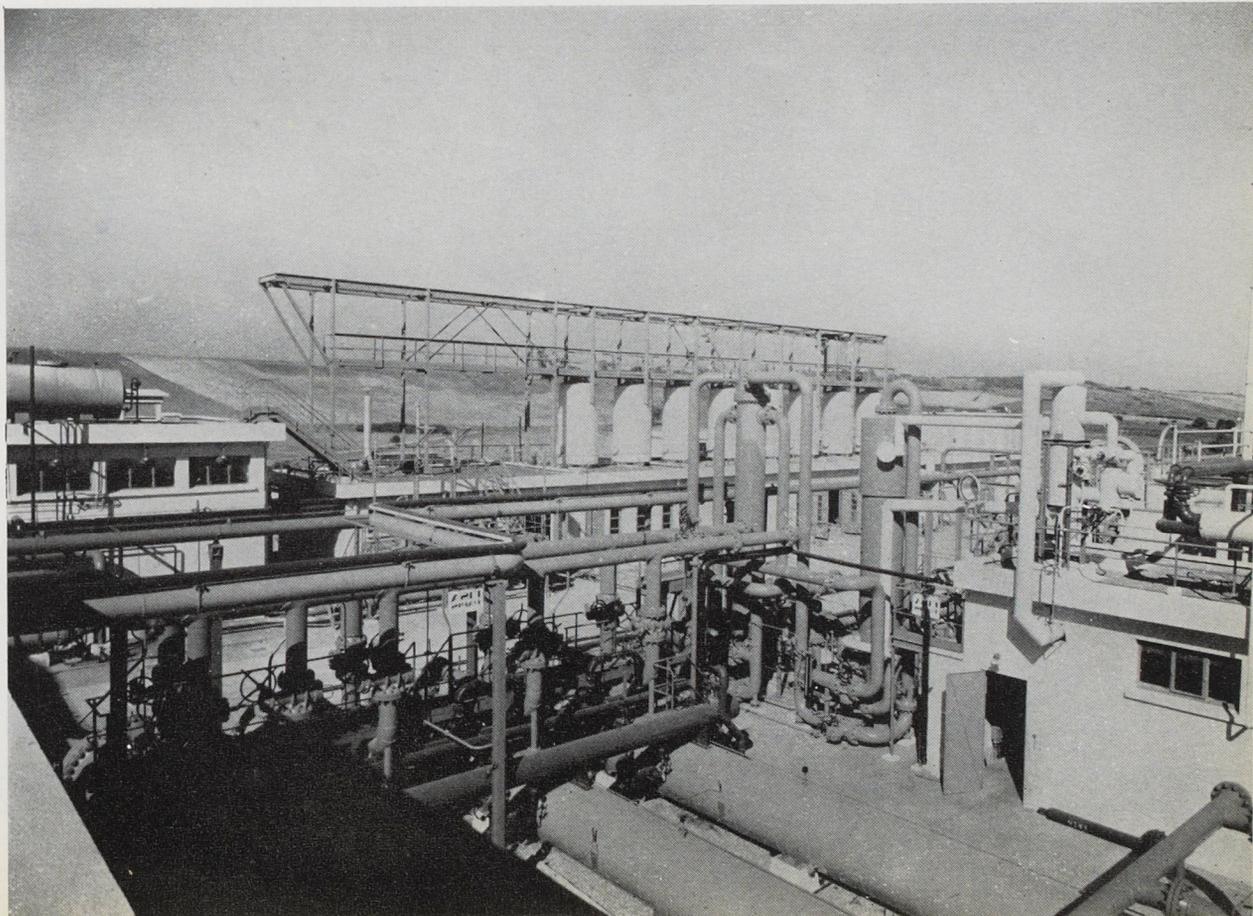
Parmi les multiples précautions de sécurité, il faut citer l'existence de nombreuses torchères tout autour de la station qui, en cas d'accident, permettent d'éviter tous risques d'explosion.

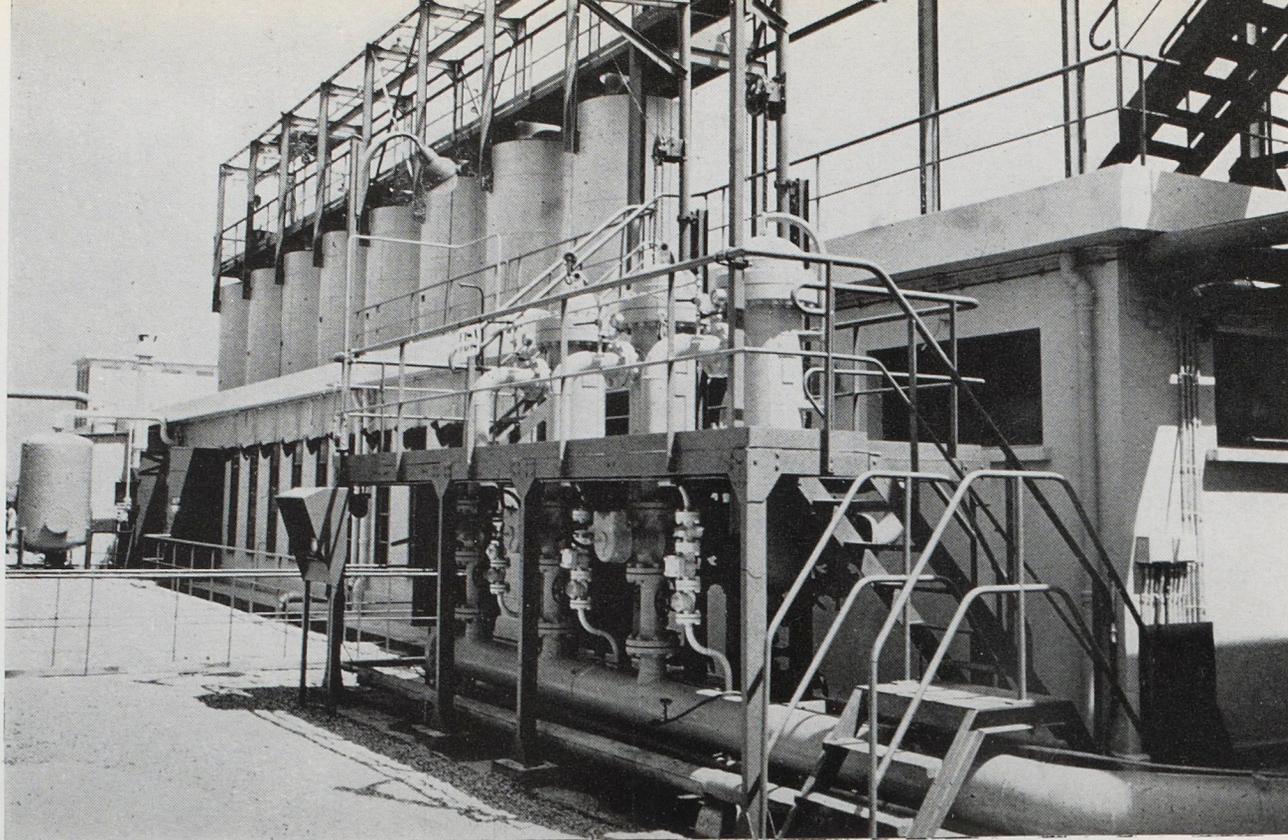
Toute cette organisation technique permet à Beynes d'être l'un des principaux pourvoyeurs en gaz de la Région Parisienne. En effet, la capacité utile du réservoir est de 160 millions de mètres cubes, représentant



Installations de traitement de gaz à Beynes (*cliché J. Métron*)

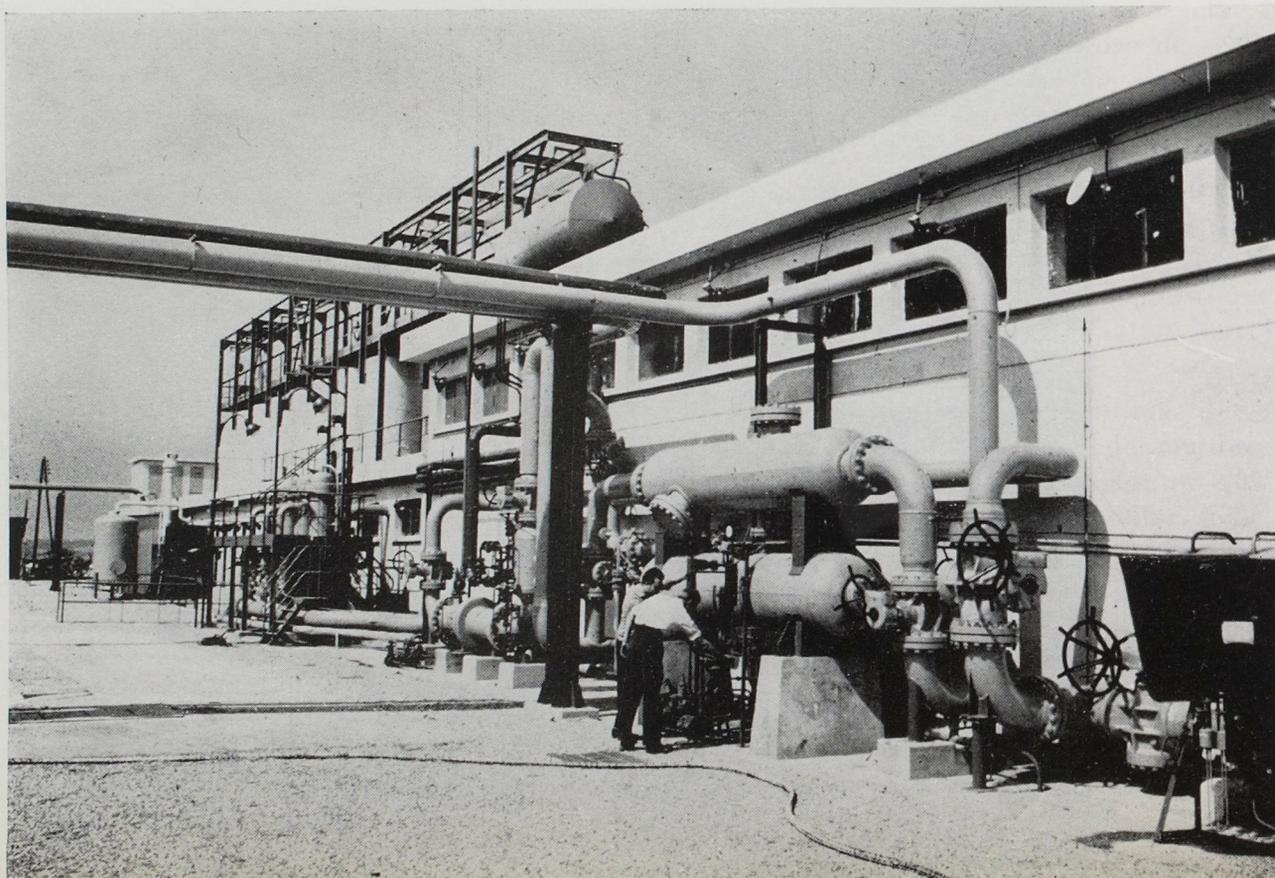
Ensemble des Stations d'épuration et de compression (*cliché Gaz de France*).

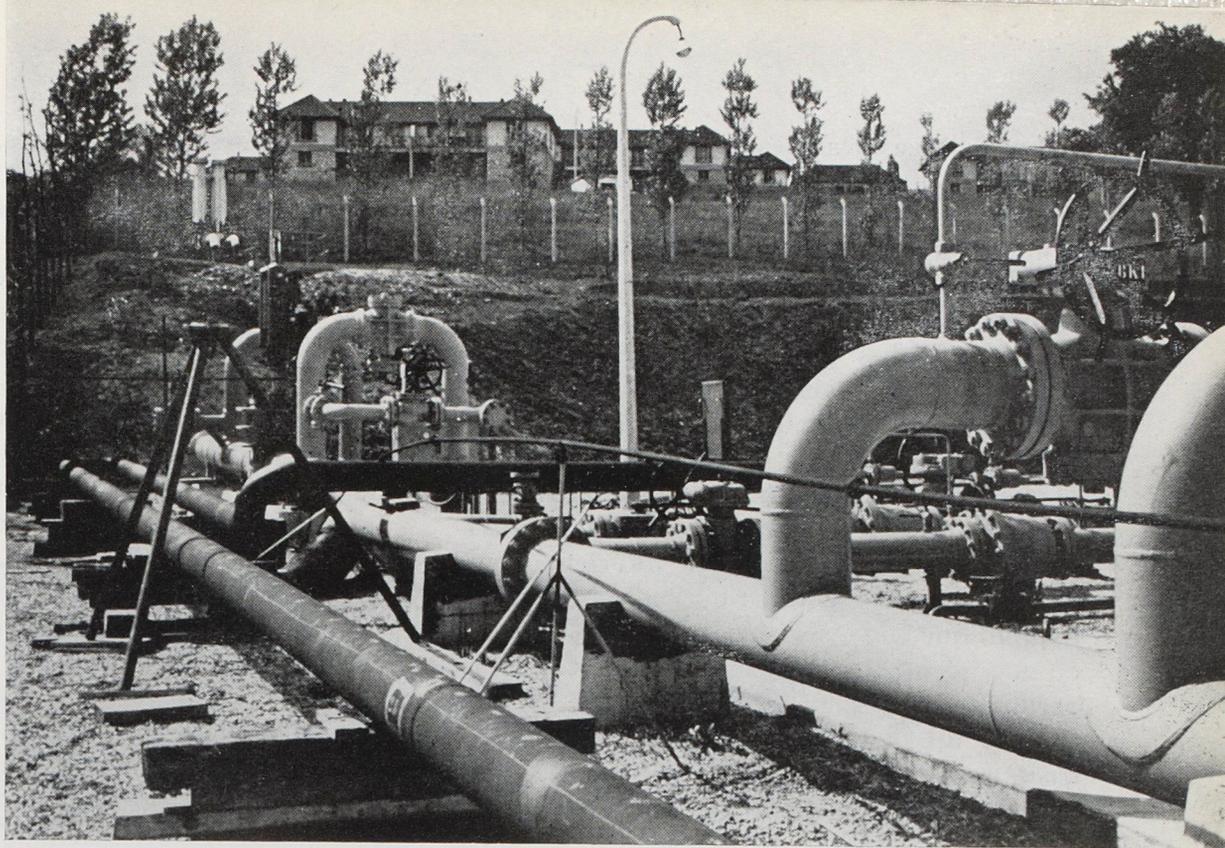




Station de traitement et colonnes à charbon actif (*cliché Gaz de France*).

Séparateur d'eau poste soutirage (*cliché Gaz de France*)



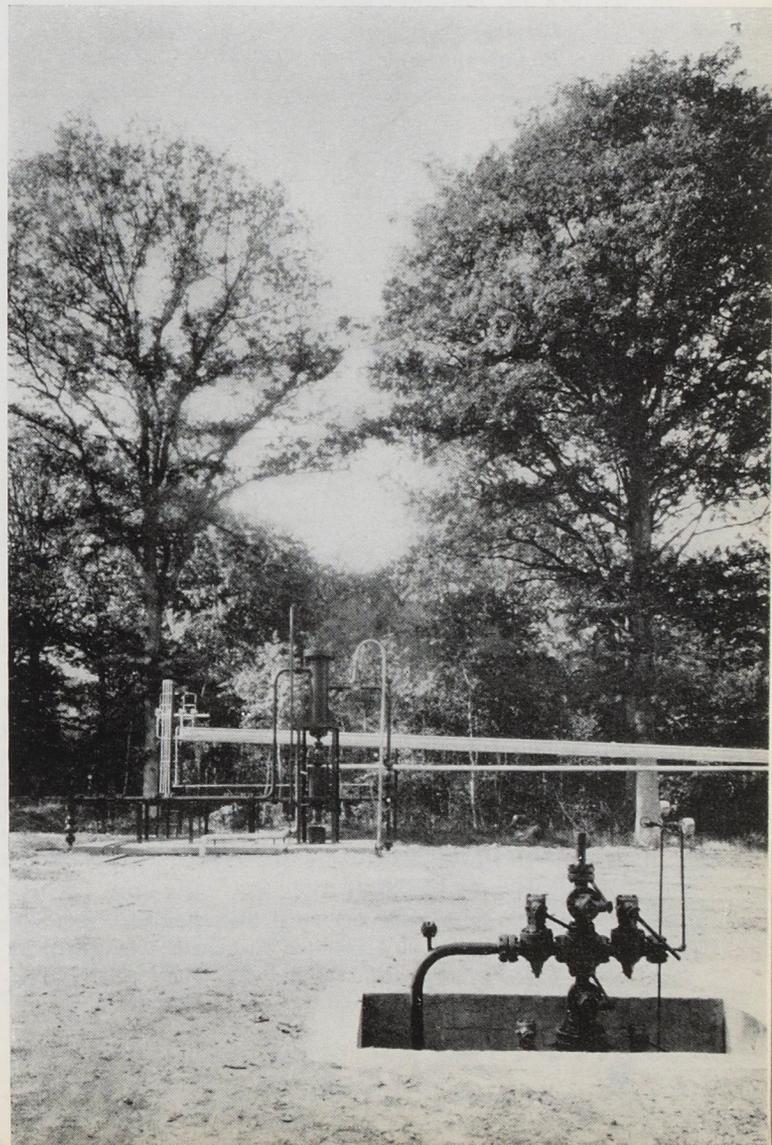


Arrivée du feeder Le Havre-Beynes (cliché Gaz de France)

720 millions de thermies et il peut fournir jusqu'à 3 millions de m₃ par jour, ce qui correspond à 13,5 millions de thermies. Lorsque l'on sait que la consommation journalière de Paris (1964) est comprise entre 5,6 et 7,8 millions de thermies, on comprendra aisément que Beynes doit être suivi d'autres réservoirs semblables si le Gaz de France veut répondre aux besoins de ses usagers parisiens.

C'est pour cela que les Services Techniques du Gaz ont procédé à des études dans la région de Saint-Illiers-la-Ville (confins Eure et Eure-et-Loir). Cette structure fut reconnue favorable en juillet 1965 et mise dès lors en exploitation. Le réservoir est constitué par les sables de Glos du Séquanien de porosité 20 % et de perméabilité 1 darcy. Ces sables, d'une épaisseur de 30 m, contiennent un aquifère dont les eaux ne sont pas exploitables. Le toit est constitué par toute une série de terrains imperméables épaisse de 300 mètres. Ce nouveau réservoir relié aux gazoducs Le Havre-Beynes a une capacité de 700 millions de mètres cubes.

Ci-contre : Tête de puits (cliché Gaz de France).



Le Service des Réservoirs souterrains a poursuivi aussi des études dans la région de Vernon. Un réservoir dans le Séquanien, dont la capacité est de l'ordre de 1 milliard de mètres cubes, permettrait un stockage et un soutirage journalier de 3 à 4 millions de mètres cubes. A côté de Lyon (en Bresse) des recherches sont effectuées en accord avec la Régie Autonome des Pétroles. En Lorraine, la structure de Cercueil pose des problèmes en ce qui concerne l'étanchéité du toit. Ce dernier est constitué par 80 m environ d'argiles du Muschelkalk inférieur, composées de trois niveaux : un ensemble argilo-dolomitique, une série d'argiles à anhydrite et une série d'argiles silteuses. Si les deux dernières séries plastiques sont étanches, rien ne dit que la troisième série n'est pas fracturée. Il s'ensuit qu'en cas de faille dont le rejet serait supérieur à 40 m, on ne peut prouver l'étanchéité de la couverture qu'en procédant à une injection d'essai.

L'auteur tient à remercier particulièrement M. TOCH, Sous-Directeur à la Direction des Réservoirs souterrains du GAZ DE FRANCE, qui lui a procuré l'importante documentation qui a servi de base à cet article.

Dessins de l'auteur.

Photographies et Documents du GAZ DE FRANCE, sauf les clichés des pages 27 et 29 (en haut).

COUPE de
" L'HOMME ET L'OISEAU "
OFFERTE au

MEILLEUR FLASH
CINÉMATOGRAPHIQUE

sur l'OISEAU LIBRE de FRANCE

Le format est libre.

Les films devront être remis au siège de la L.P.O. avant le 15 Octobre 1966.

Pour tous renseignements : S'adresser à la LIGUE FRANÇAISE pour la PROTECTION des OISEAUX, 129, Bd St-Germain, PARIS-VI

LES LIVRES

CHEZ FERNAND NATHAN :

— **MINÉRAUX ET ROCHES**, par Karen Calissen, adapté en français par Jean Orcel et André Ph. Sandrea. Format 12 x 18. 143 pages.

L'étude du monde minéral paraît souvent d'un abord difficile. Pourtant le minéral est le constituant fondamental des Roches.

Dans la collection « Les Nouveaux Guides du Naturaliste », vient de paraître un nouveau recueil de textes et planches en couleurs (266 illustrations) qui permettent d'identifier les Minéraux et les Roches.

L'ouvrage débute par un tableau des corps simples ; puis une série de clichés et leur légende, particulièrement réussis. Ces échantillons sont groupés par famille. Suit le texte proprement dit. Une introduction illustrée de croquis rappelle les connaissances fondamentales. La description des minéraux et des roches s'attache tout particulièrement à en faciliter l'identification pratique par un examen de l'aspect extérieur (nombreux croquis). Des notions sur les gisements, l'évolution, les applications industrielles, donnent au lecteur un complément d'information. Enfin, un tableau de classement analytique par nom, planches, texte, facilite la recherche au lecteur.

Ainsi, ce petit guide est aussi bien destiné à initier à l'étude des Roches qu'à faciliter aux chercheurs, amateurs, la récolte d'échantillons ou la visite d'une galerie d'exposition.

L'Arbousier



Plan général *Arbutus unedo* L.

Lorsque l'on a l'occasion de circuler à l'arrière-saison et en hiver dans les maquis de notre littoral méditerranéen non encore décimés par le feu, on ne peut manquer dans certains secteurs, d'être attiré par l'aspect insolite d'un arbuste dont le beau feuillage rappelle vaguement celui du Laurier et qui offre la particularité en ces périodes de l'an-

née d'être à la fois en fleurs et en pleine fructification, cette dernière se présentant sous l'aspect de baies d'un beau rouge vif, couvertes de protubérances émoussées et dont l'allure générale les fait ressembler quelque peu aux fraises.

Cet arbuste, bien connu des enfants qui en recherchent les fruits, est tout simplement



Arbutus unedo L. Fruits, Le Lavandou (Var).

l'Arbousier, plus communément appelé Arbre aux fraises, c'est le « Darboussié » des Provençaux, l'*Arbutus Unedo* L. des botanistes, appartenant à la famille des Ericacées.

Pouvant atteindre jusqu'à 5 m de hauteur, il se présente sous l'aspect d'un petit arbre, parfois d'un buisson plus ou moins ramifié et souvent dégingandé car il croît souvent sous le couvert des Pins ou des Chênes-Liège. Les branches principales sont recouvertes d'une écorce écailleuse, rougeâtre se détachant par plaques; ses feuilles persistantes, coriaces, longues de 5 à 8 cm sur 2 à 4 cm, sont ordinairement dentées en scie sur leur pourtour, parfois entières et d'un beau vert foncé dessus, plus pâle en dessous. Les fleurs apparaissent à l'extrémité des rameaux, elles sont réunies en petites grappes ressemblant vaguement à celles du Muguet, sont d'un blanc ver-

dâtre et ne présentent qu'un intérêt ornemental assez discutable; en fait, elles se succèdent d'une façon presque continue et l'on peut dire que l'Arbousier fleurit toute l'année; sécrétant un nectar assez abondant, ces fleurs sont assidument visitées par les abeilles, surtout dans le Midi. Les fruits, disposés en grappes pendantes, sont des baies à pulpe jaune, fade, farineuse, farcies de graines et peu agréables à consommer.

L'*Arbutus Unedo* L. est une espèce méditerranéo-atlantique que l'on rencontre dans tout le bassin méditerranéen, sans toutefois s'élever au-dessus de 600 m d'altitude; elle remonte çà et là le long de notre littoral atlantique jusqu'en Bretagne et de là, traversant l'Atlantique, se retrouve jusqu'en Irlande; chez nous, en outre, elle existe aussi dans la Drôme et la Lozère, ailleurs ce n'est qu'une subspontanée probablement échappée des jardins.

L'Arbousier (du mot celtique *Arbois* qui signifie astringent, allusion aux propriétés astringentes de l'espèce) affectionne les sous-bois, les maquis, les lieux arides, etc.; mais uniquement sur les sols dépourvus de calcaire. Dans notre Midi il est surtout fréquent dans les massifs siliceux des Maures et de l'Estérel, sur les formations cristallines de l'île de Port-Cros. Aux environs de Menton il en existe également de fort belles stations à l'Annonciade près du sanatorium de Gorbio, sur les grès.

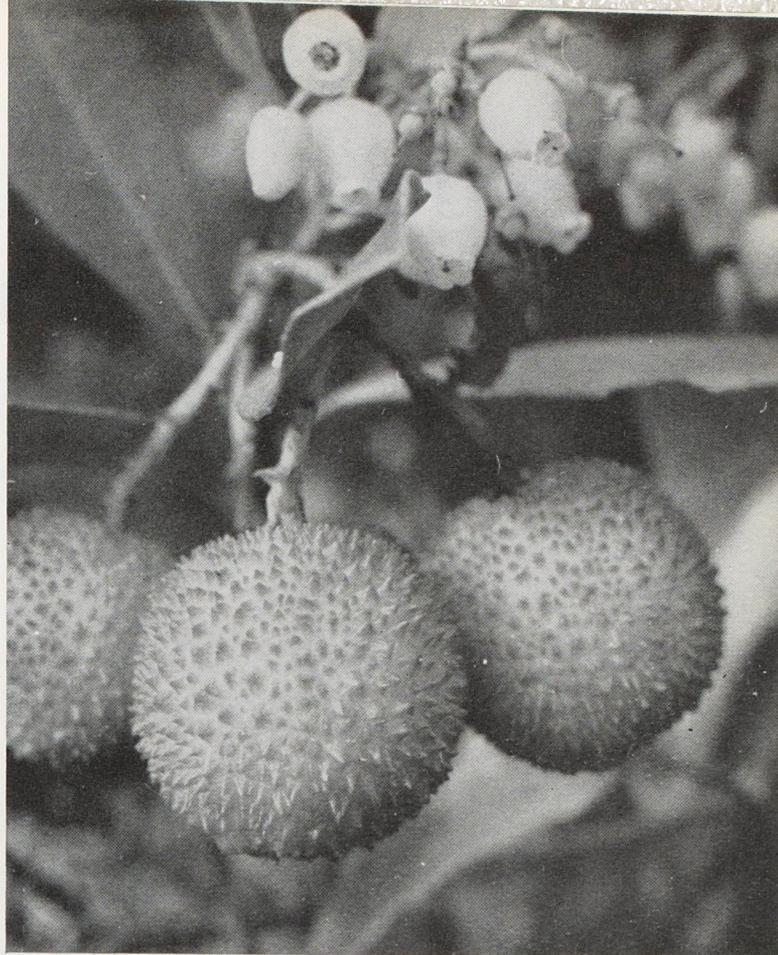
De croissance plutôt lente, il est susceptible d'atteindre un âge avancé pour un arbuste de cette taille, environ 200 ans; extrêmement résistant, il s'accommode des sols les plus ingrats et résiste fort bien aux incendies, repartant de la souche avec la plus extrême facilité; toutefois il craint les gelées, ce qui explique pourquoi il ne s'éloigne guère du littoral méditerranéen et atlantique.

Suivant les régions, l'Arbousier est encore connu sous les noms de Fraisier en arbre, Frole, Olonnier, Arbousier-fraisier, etc. Ses fruits : arbouses, arbousses ou arbonotes, comestibles, sont récoltés et offerts aux consommateurs, sans grand succès d'ailleurs, certaines personnes ne pouvant les digérer. Il y a une trentaine d'années, il était encore possible à Paris d'en rencontrer en novembre-décembre sur les petites voitures des marchands de quatre saisons qui devaient avoir quelques difficultés à écouler normalement ces fruits, à peu près inconnus des Parisiens. Signalons en outre qu'en certaines régions de

Corse, on retirait des Arbouses, par fermentation, une espèce de liqueur dite « Vin d'Arbouses » et qu'en Italie, par distillation, on obtenait une « Eau de vie d'Arbouses » réputée comme ayant des propriétés stomachiques et digestives; elles servaient aussi, dit-on, à faire des confitures !

Au point de vue utilitaire l'Arbousier fournit un bois très dur, à grain fin, susceptible d'acquiescer un beau poli, utilisé en tabletterie et très apprécié des tourneurs. Ses propriétés ont été utilisées en médecine populaire contre la dysenterie, les affections intestinales, les coliques néphrétiques, l'hypertrophie de la prostate, etc.; à cet effet ce sont les feuilles et les racines qui étaient employées sous forme de décoction, mais de nos jours ce remède est tombé en désuétude. Par ailleurs, sa richesse en tanin a été mise à profit dans certains pays, c'est ainsi qu'en Grèce on utilisait ses rameaux et ses feuilles pour le tannage des cuirs.

Enfin en horticulture, lorsque le climat et la nature du terrain le permettent, on l'emploie pour former des massifs et même des haies car il supporte assez bien la taille. Les entomologistes n'ignorent point non plus l'Arbousier, dont les feuilles nourrissent, de novembre à mars et de nouveau en été, la chenille d'un superbe papillon « le Jason »



Gros plan de fruits (baies) et de fleurs.

(*Charaxes jasius*) qui apparaît en mai-juin, puis en automne, de la fin août à octobre.

Société de Photographie d'Histoire Naturelle

Le 22 avril s'est tenue, sous la présidence de M. G. Colas, la séance de la Société de Photographie d'Histoire Naturelle. M. Zigliara a tout d'abord projeté quelques photos de Bryophytes, prises en forêt de Rambouillet. Ont été photographiées les Mousses suivantes : **Bryum capillare**, **Ceratodon purpureus**, **Polytrichum piliferum** et **formosum** ainsi qu'une Sphaigne, **Sphagnum cymbifolium**. M. Rousseau a ensuite commenté de très belles photos de chenilles et d'Arachnides. Parmi ces dernières, notons une magnifique araignée sud-américaine, **Gasteracanta versicola**, vivement colorée et dont l'abdomen est orné de pointes latérales. Citons également une Mygale sud-américaine, une Salticide et deux Scorpions femelles portant leurs jeunes. Mme Blier avait amené ses clichés, pris au flash, du Salon de l'Aquariophilie. Ils étaient bien réussis, compte tenu des difficultés de ce genre de prise de vue.

M. Barrau, sous-directeur au Laboratoire d'Ethnobotanique, a pris ensuite la parole. Il a précisé tout d'abord que sous le titre « Hommes et plantes d'Océanie », il entendait donner un premier aperçu, une vue d'ensemble de cette

région qu'il connaît si bien. En effet, nous avons droit à de magnifiques paysages, à une description photographique des différents types humains... sans oublier bien sûr l'Ethnobotanique. M. Barrau parle longuement des végétaux et de leur utilisation par l'homme, non seulement comme source de nourriture, mais aussi comme matière première pour la confection des voiles de bateaux ou l'édification des cases par exemple. Nous voyons également les décorations peintes, souvent magnifiques, de ces habitations. Puis le conférencier nous fait participer à une expédition en Nouvelle-Guinée, nous montrant différents types humains, les habitations et les incroyables travaux d'irrigation effectués à l'aide du seul pieu à fouir.

Pour ce qui est de la technique photographique, notons enfin que M. Barrau utilise fréquemment, en expédition, un appareil photo demi-format, ce qui lui permet un plus grand nombre de clichés pour un encombrement réduit.

M. Colas termine ensuite la séance en remerciant, au nom de tout l'auditoire, M. Barrau pour cette présentation en tout point réussie.

M. Zigliara.

Production des océans en protéines animales et besoins de l'humanité

E. POSTEL

Océanographe à l'ORSTOM

L'océan, réserve illimitée de matières alimentaires ! Combien de fois n'a-t-on pas lu, même sous des plumes autorisées, cette contre-vérité. Il y a peu de temps en effet que, passant des affirmations fantaisistes aux évaluations méthodiquement échafaudées, on s'est réellement et sérieusement penché sur le problème des protéines animales non seulement produites au sein des eaux, mais encore accessibles à l'humanité dans l'état actuel ou prévisible de la technique et de l'économie. Deux méthodes ont été employées. La première fait intervenir la notion de chaîne alimentaire, la seconde extrapole simplement les résultats obtenus

par la pêche commerciale en quelques points du globe. L'une et l'autre imposent une schématisation drastique des phénomènes en cause. On appréciera que, dans une matière où l'approximation et l'interprétation personnelle jouent un rôle considérable, les ordres de grandeur des chiffres communiqués par les différents chercheurs qui ont abordé le problème ne soient jamais très éloignés, ce qui, sans entraîner une certitude, laisse entrevoir une forte probabilité pour qu'ils approchent d'assez près la réalité. Seule l'utilisation de l'énergie nucléaire pourrait peut-être les remettre en question.

I - Méthodes faisant appel à la chaîne alimentaire

La chaîne alimentaire en milieu aquatique :

La notion de *chaîne alimentaire* est maintenant suffisamment vulgarisée pour qu'on puisse l'employer sans avoir besoin d'explications préliminaires. On sait notamment que la *photosynthèse* en fabrique le premier

maillon — la matière végétale — sur lequel tous les autres vivent en parasites directs ou indirects. Les parasites directs sont appelés *phytophages*, les parasites indirects *carnivores*. Mais alors que tous les phytophages occupent le même maillon, les carnivores

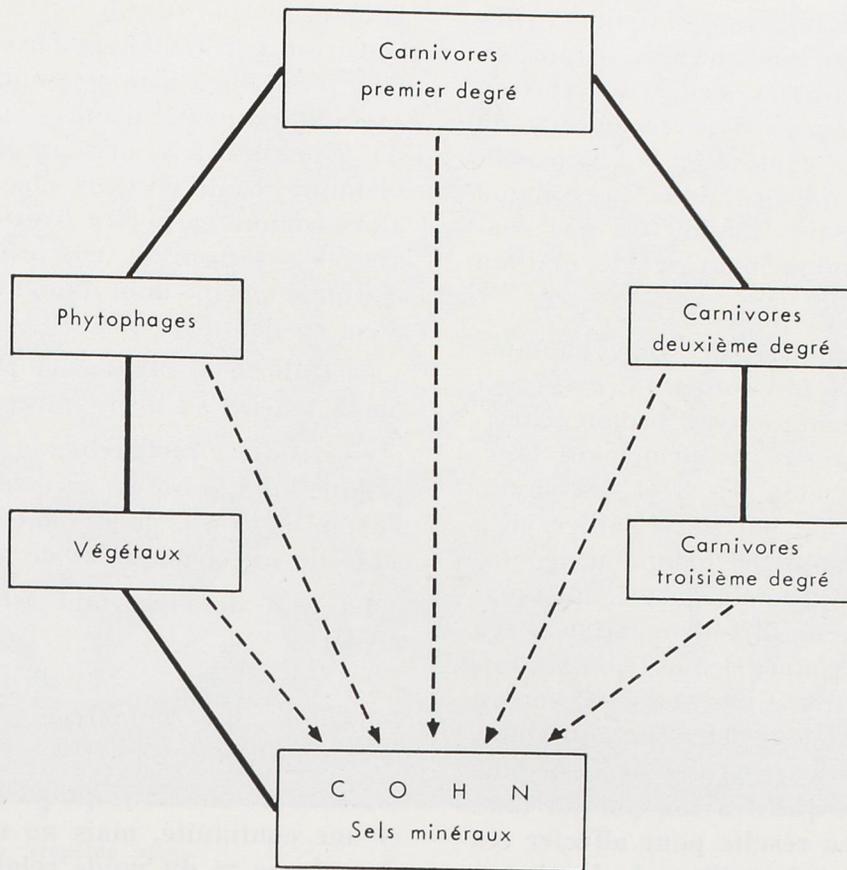


Fig. 1 - La chaîne alimentaire (très schématisée et arbitrairement)

sont distribués en un chapelet dans lequel la position d'un élément quelconque est conditionnée par celle de sa proie. Un consommateur de phytophages est un *carnivore au premier degré*, un consommateur de carnivore premier degré est un *carnivore au second degré*, etc... Un carnivore ayant un régime mixte devient difficile à situer. Un omnivore pose des problèmes insolubles.

Si au lieu de raisonner sur les degrés on fait appel aux niveaux (on dit souvent *niveaux trophiques*), on constatera que les phytophages constituent le niveau 1 des protéines animales, les carnivores suivant dans l'ordre de leur distribution avec les niveaux 2, 3, etc... Il y a toujours une différence d'une unité entre degré et niveau.

L'édification de matière vivante de plus en plus spécialisée porte le nom d'*anabolisme*. Ce processus aurait rapidement fait d'épuiser les ressources minérales qui se trouvent à l'origine du premier maillon si un phénomène inverse, le *catabolisme*, ne venait le

compenser. A tous moments et à tous niveaux des matières organiques sont démantelées par actions diastatiques ou bactériennes, et leurs composants minéraux inutilisés dans les synthèses anaboliques qui suivent cette démolition font retour au fond commun. La chaîne alimentaire ne part donc pas d'un point pour aboutir en ligne droite à un autre point, mais s'infléchit sur elle-même en une succession de cycles de plus en plus complexes (fig. 1) qui lui confèrent cette allure de continuité probablement ressentie par le coureur tournant autour d'une piste. Son infini est celui du cercle, ou plus exactement celui d'un ensemble de figures fermées.

Malgré le nombre de ses voies et de ses bifurcations, le schéma général de synthèse et de destruction de la matière vivante est *qualitativement* facile à saisir. Les difficultés surgissent dès qu'on cherche à passer au *plan quantitatif*, autrement dit à évaluer la production aux différents niveaux de l'immense usine biochimique constituée par l'*écosys-*

tème terrestre. Il faut alors simplifier, avec tout ce que cette mesure entraîne d'approximations et d'incertitudes, mais cette fois en connaissance de cause. Les écologistes en sont ainsi arrivés à considérer la chaîne alimentaire comme *linéaire* dans sa fraction anabolique, c'est-à-dire à admettre que chaque maillon vit uniquement sur le maillon qui le précède.

Suivant cette manière de voir, l'homme s'inscrit au *degré 1 carnivore* en ce qui concerne son alimentation en protéines animales d'origine terrestre, ses principaux fournisseurs de viande étant en effet des phytophages : bovins, ovins, porcins, volailles, etc... Le problème se complique lorsqu'on pénètre dans le domaine des protéines d'origine aquatique. Non seulement le régime alimentaire des poissons (*sensu lato*) (1) que l'homme fait habituellement figurer à son menu est encore mal connu, même pour les plus communs, mais le régime de leurs proies ne l'est dans la plupart des cas, quant à lui, pas du tout. L'incertitude qui en résulte pour affecter ces dernières à tel ou tel maillon de la chaîne alimentaire se répercute évidemment sur la suite du chapelet. Une erreur d'un maillon est parfaitement possible. On verra par la suite qu'elle revient à décupler ou, au contraire, à diviser par dix l'évaluation des ressources à la disposition de l'homme. L'insertion de ce dernier dans la hiérarchie des niveaux trophiques apparaît comme le point

le plus faible de l'édifice laborieusement construit par les chercheurs spécialisés. On leur fera néanmoins confiance, en admettant avec la majorité d'entre eux que, passant du domaine terrestre au domaine marin, l'homme recule de deux places pour s'établir alors comme *carnivore troisième degré*. Estimer les ressources en protéines animales d'origine marine dont il peut disposer consiste donc en définitive :

— d'abord à évaluer la production d'animaux marins au *degré 2 carnivore* ;

— ensuite à rechercher la fraction de cette production qui lui est accessible, comme nous l'avons déjà dit, dans l'état actuel ou prévisible de sa technique et de son économie.

La part de l'incertain est encore là bien mesurée.

Pyramide des biomasses. Disponibilité et accessibilité :

L'idée de chaîne implique une dépendance et une continuité, mais ne rend pas compte du volume et du poids relatifs des maillons successifs les uns par rapport aux autres. Or aucune machine, fût-elle très perfectionnée, ne fonctionne jamais avec un rendement de 100 %, et l'on sait que les êtres vivants sont d'assez mauvais transformateurs. Les maillons vont donc en s'amenuisant et, plus qu'à celle d'une chaîne qui *qualitativement* suffit, c'est à l'image d'un entassement de solides

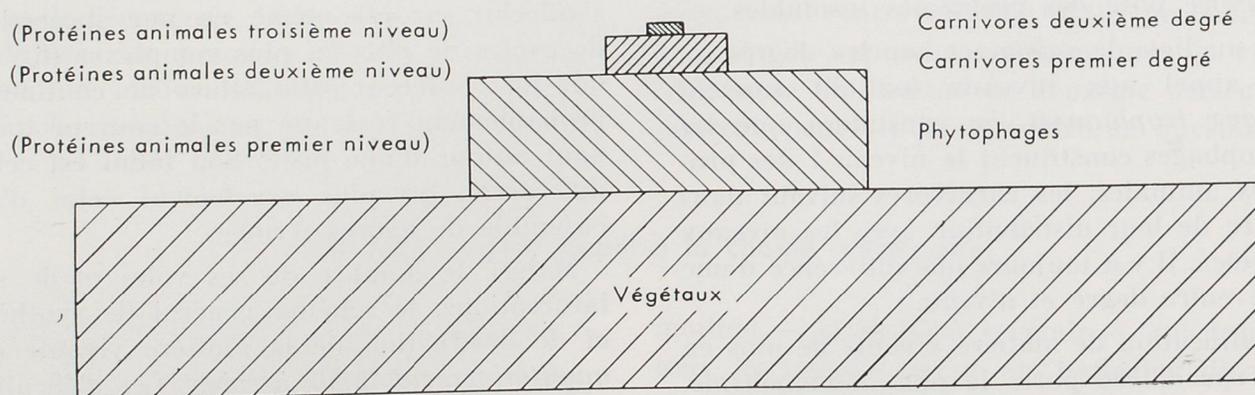
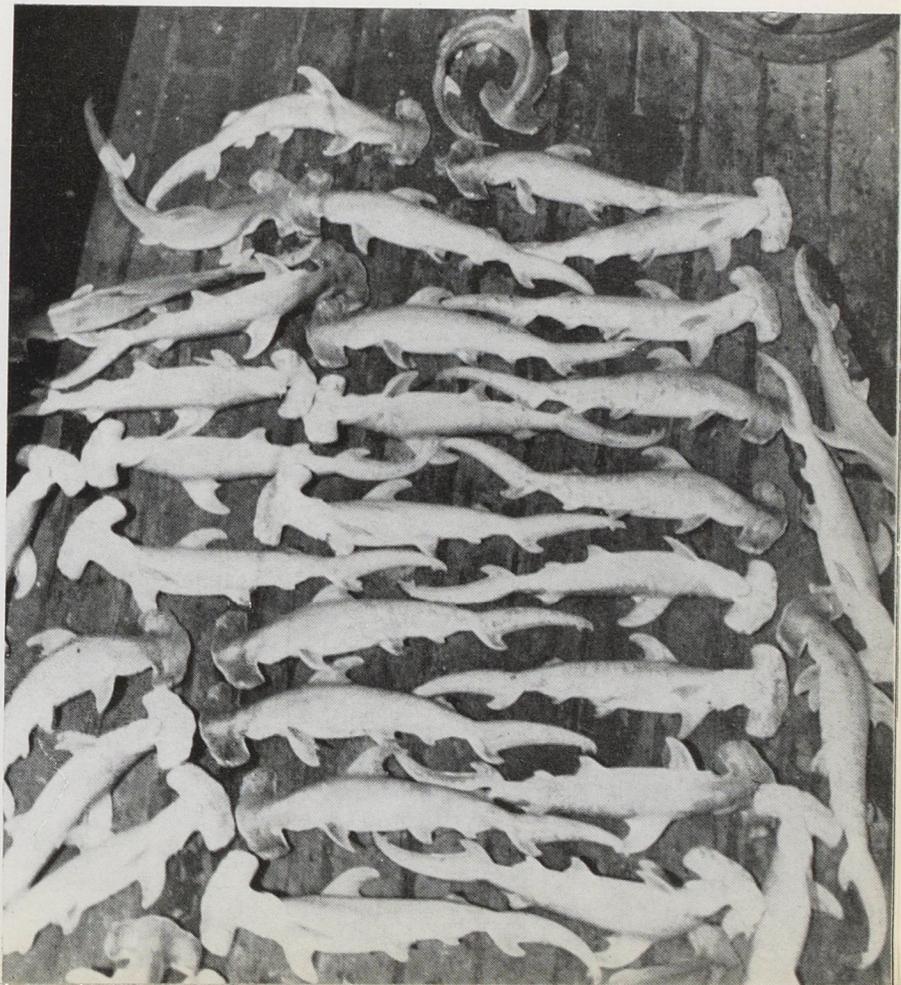


Fig. 2 - Pyramide des biomasses.

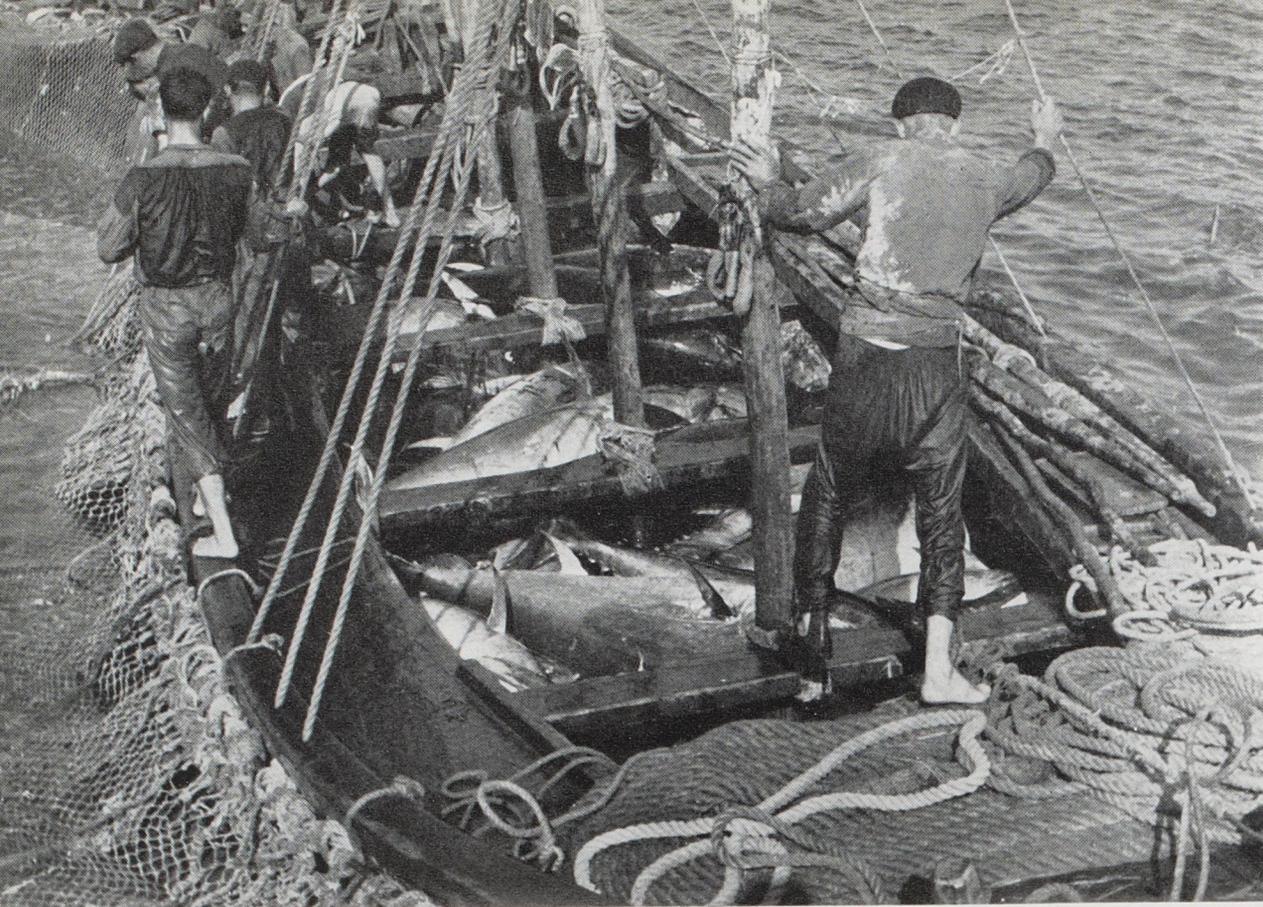
(1) Le mot poisson sera pris, sauf mention contraire ou adjectif le précisant (ex. : poissons osseux = Téléostéens) dans le sens que lui donnent pêcheurs et mareyeurs, c'est-à-dire dans celui d'animaux marins comestibles ou industrialisables.



Ethmalosa fimbriata, clupéidé abondant, planctonophage, par conséquent intéressant au point de vue écologique mais difficile à atteindre sur le plan industriel en raison de sa prédilection pour les zones d'estuaire et de mangrove.



Fœtus de requin marteau (genre *Sphyrna*), prédateur qui entre souvent en compétition alimentaire avec l'homme mais que ce dernier inscrit néanmoins parfois à son menu.



Le Thon rouge (*Thunnus thynnus*), l'un des poissons les plus estimés par l'industrie de la conserve, se situe malheureusement à un niveau élevé de la pyramide des biomasses (au minimum, degré 2, Carnivores).

Les poissons côtiers apportent aussi leur tribut à la consommation humaine. Ici, des *Pagellus mor-myrrus* de Méditerranée.



de plus en plus petits qu'il convient de faire appel pour figurer *quantitativement* les différents niveaux de la synthèse anabolique. On réalise ainsi ce que les écologistes appellent le *pyramide des biomasses* (fig. 2).

De nombreux travaux ont pris comme thème de recherche l'étude du passage d'un niveau au suivant. On conçoit en effet l'importance que représentent les taux retenus pour les rendements sur l'estimation des chiffres avancés. Sans être absolument concordants, ces taux n'excèdent jamais 20 % et ne descendent pas généralement au-dessous de 10 %.

La base de départ, c'est-à-dire la quantité de matière végétale synthétisée dans les océans par unité de temps (1) et désignée sous le nom de production primaire, est presque toujours empruntée, parfois avec de légères retouches, à Steeman-Nielsen (1960). Exprimée en carbone elle varie suivant les auteurs de $1,2$ à $1,9 \times 10^{10}$ tonnes (2).

C'est à Graham et Edwards (1961) et à Schaefer (1965) qu'il faut s'adresser pour trouver les mises au point les plus récentes et les mieux documentées sur l'ensemble du problème posé.

Pour les premiers, une production primaire (annuelle) de $1,2$ à $1,5 \times 10^{10}$ tonnes de carbone entraînerait une production végétale de 5×10^{11} tonnes (le coefficient 37 par lequel le poids de carbone est multiplié pour obtenir le poids de phytoplancton humide — forme très largement dominante dans la production végétale — est tiré de Sverdrup et coll. 1946), qui donnerait successivement :

- 10^{11} tonnes de phytophages.
- 10^{10} tonnes de carnivores premier degré.
- 10^9 tonnes de carnivores second degré.

(Taux de rendement 20 %, 10 %, 10 % empruntés à Odum 1959).

Pour le second, une production primaire de $1,9 \times 10^{10}$ tonnes de carbone conduirait aux résultats consignés dans le tableau 1.

Le taux de rendement uniforme de 10 % est emprunté à Slobodkin (1961), celui de

TABLEAU 1

Production en carbone et production totale (en tonnes)

Niveaux trophiques	Taux de rendement			
	10 %		15 %	
	Carbone	Poids total	Carbone	Poids total
Phytoplancton	$1,9 \times 10^{10}$		$1,9 \times 10^{10}$	
Phytophages	$1,9 \times 10^9$	$1,9 \times 10^{10}$	$2,8 \times 10^9$	$2,8 \times 10^{10}$
Carnivores 1	$1,9 \times 10^8$	$1,9 \times 10^9$	$4,2 \times 10^8$	$4,2 \times 10^9$
Carnivores 2	$1,9 \times 10^7$	$1,9 \times 10^8$	$6,4 \times 10^7$	$6,4 \times 10^8$
	20 %			
	Carbone	Poids total		
Phytoplancton	$1,9 \times 10^{10}$			
Phytophages	$3,8 \times 10^9$	$3,8 \times 10^{10}$		
Carnivores 1	$7,6 \times 10^8$	$7,6 \times 10^9$		
Carnivores 2	$15,2 \times 10^7$	$15,2 \times 10^8$		

(d'après Schaefer 1965).

15 % « would not seem an unreasonable guess » et celui de 20 % « should be possible ». On remarquera que les calculs sont basés sur le transfert du carbone, que le poids de matière végétale n'a pas été évalué et que le coefficient de conversion du poids de carbone en poids vif de matière animale est constant et égal à dix.

Les calculs ainsi conduits supposent que chaque maillon est entièrement consommé par le maillon qui lui fait suite. Or nous savons, ne serait-ce que par l'examen de la figure 1, que tel n'est jamais le cas. Les pertes en route ne sont pas négligeables. Graham et Edwards estiment que 70 % seulement de la matière formant la masse de chaque niveau trophique se trouvent entraînés dans les phases ultérieures de synthèse, ce qui au bout des trois transferts nécessaires pour passer des végétaux aux carnivores deuxième degré ne laisse plus subsister que $343/1\,000$ ($0,7 \times 0,7 \times 0,7$) du poids précédemment avancé. Le tonnage théorique de poisson (*sensu lato*) produit par les océans à ce dernier niveau serait donc de 343 millions de tonnes.

Produit ne veut pas dire *disponible*. Il faut épargner les géniteurs qui assureront l'avenir. *Disponible* ne signifie pas *utilisable*. Il faut éliminer les animaux qui pour des raisons

(1) Ici, comme dans le reste du texte, l'unité de temps est et sera, sauf mention contraire, l'année.

(2) Voir E. Postel : Fertilité et production végétale des océans. *Science et Nature*, n° 48 Décembre 1961.

quelconques (toxicité par exemple) ne sont pas consommables. Il faut renoncer à capturer ceux qui vivent dans des conditions telles qu'on ne peut et qu'on ne pourra sans doute jamais les atteindre, si ce n'est pour des buts scientifiques et sans tenir compte de leur prix de revient (trop grande profondeur ou trop grande dispersion). C'est là qu'intervient la notion d'*accessibilité*, étroitement liée non seulement aux caractéristiques écologiques des espèces exploitées (ou qu'on cherche à exploiter), mais aussi à l'état d'avancement des techniques et aux avatars des structures économiques. Déplacer un chalutier-usine pour récolter quelques Stomiati-dés dans les couches bathypélagiques de n'importe laquelle de nos mers, fût-elle très rapprochée, serait actuellement aberrant et continuera probablement à l'être pendant au moins plusieurs générations. Il est sage de se

faire à l'idée qu'une fraction de la faune restera toujours, et quoi que nous fassions, hors de notre atteinte.

Au terme d'un raisonnement analogue à celui que nous venons de développer, Graham et Edwards ont finalement retenu le chiffre de *115 millions de tonnes* comme poids de *poissons osseux accessible chaque année à l'humanité et compatible avec la conservation des stocks*. Sans être aussi explicite, mais à l'issue d'un dosage solidement justifié entre ses différents taux de rendement, Schaefer avance le chiffre de *200 millions de tonnes pour l'ensemble des animaux marins*. Poissons osseux d'un côté, totalité des animaux marins de l'autre, 115 millions contre 200 millions, il faut avouer que les deux estimations présentent une remarquable concordance.

2 - Méthodes faisant appel à l'extrapolation des résultats de la pêche commerciale

La production des océans est loin d'être homogène. Il existe en mer comme sur terre des zones fertiles et des zones infertiles, des régions riches et des régions pauvres. Les importantes pêcheries sont associées, à de rares exceptions, soit au plateau continental, soit à des aires d'instabilité hydrologique dont on connaît maintenant assez bien la répartition sinon la structure.

Le tableau 2 montre, d'après Graham et Edwards (loc. cit.), les rendements obtenus par la pêche en différents points du globe. Il faut entendre par *poissons pélagiques* ceux qui vivent en pleine eau, par *poissons démersaux* ceux qui vivent au contact ou à proximité du fond. Les rendements sur les premiers sont beaucoup moins stables que les rendements sur les seconds. Cette instabilité, qui se reflète bien entendu sur les rendements globaux, rend difficile l'adoption d'une moyenne. Graham et Edwards ont néanmoins tenté l'opération.

Réduisant la surface productive des océans à celle de leur seul plateau continental (approximativement 275×10^7 hectares), ils ont admis un rendement moyen de 20 livres

TABLEAU 2
Captures en livres/acre/an
sur ou au-dessus du plateau continental
en différentes régions du globe

Régions	Poissons démersaux	Poissons pélagiques	Totaux
Gd Banc (Ter. Neuve)	11,8	0,2	12
Nouvelle Ecosse	10,8	2,8	13,6
Golfe du Maine	12,7	4,7	17,4
Côte Atlant. U.S.A.	7,7	54,2	61,9
Mer du Nord	10	16,6	26,6
Baltique	4,1	3,5	7,8
Mer de Barents	15,7	0,8	16,5
Islande	29	5,3	34,3
Adriatique	2,5	2,1	4,6

(d'après Graham et Edwards, 1961).

par acre et par an (sensiblement 20 kg/ha). La multiplication des deux chiffres l'un par l'autre leur a donné une production globale de *55 millions de tonnes*.

Leurs approximations ont été réfléchies. Elles n'en restent pas moins discutables. Négliger les aires d'instabilité hydrologique dont nous avons parlé, passer purement et



Lagocephalus laevis des côtes du Sénégal, exception assez extraordinaire dans un groupe généralement considéré comme toxique, celui des Tétrodons. Le Lagocéphale est vendu sous le nom de lotte sur le marché de Dakar et très prisé par les Européens.

L'huître des palétuviers (*Ostrea parasitica*) est commune en régions intertropicales mais, comme la plupart des mollusques testacés, offre peu de matière consommable par rapport à l'ensemble de sa masse.



simplement sous silence les exceptions à la règle des pêcheries associées au plateau continental conduisent à la sous-estimation. Revenons plus en détail sur chacun de ces points.

Difficile à éliminer apparaît la haute mer, relativement désertique bien sûr, mais dont la surface compense en partie la stérilité et qui fournit dès maintenant une importante fraction des grands pélagiques capturés par la pêche mondiale (400 000 tonnes au minimum prises aux palangres flottantes — long lines — en majorité par les Japonais).

Difficiles à éliminer apparaissent également les régions de divergence dont on connaît, notamment à la limite de l'Antarctique, l'énorme productivité. Les champs de « krill » (*Euphosia superba*) sur lesquels s'alimentent les troupeaux de cétacés, sont devenus un des leitmotivs des ouvrages d'océanographie.

Difficiles à éliminer apparaissent enfin le talus continental qu'on commence à chaluter depuis quelques années, et surtout les eaux qui le surplombent peuplées souvent d'une faune riche et assez concentrée. Pour s'en tenir au seul cas de la France, les chalutiers boulonnais « descendent » à 800 mètres dans les parages du Seuil de Wyville Thompson et les thoniers basco-bretons opèrent dans la frange qui borde extérieurement le plateau guinéen.

Il semble donc bien que Graham et Edwards soient cette fois très en dessous de la réalité.

Tonnage possible. Tonnage réel :

Trois chiffres sont proposés à notre choix. Nous venons de voir que le dernier est très sous-estimé. La conversion du premier qui, rappelons-le, ne porte que sur des poissons osseux en animaux marins totaux, le rapproche sérieusement du second qu'on peut en tout état de cause considérer comme *valable en ordre de grandeur*. Mais ce choix n'épuise pas le sujet que nous nous sommes fixé.

Supposant exactes toutes nos hypothèses, l'homme pourrait donc extraire chaque année *deux cent millions de tonnes* de carnivores deuxième degré — il faut encore une fois insister sur le niveau trophique — des océans du globe. Cette quantité cou-

vrirait-elle tout ou seulement une partie de ses besoins en protéines animales ? Autrement dit, l'humanité peut-elle compter sur la mer (dans quelle proportion et jusqu'à quelle asymptote) pour faire face à un inquiétant courant démographique ?

Il en extrait *quarante millions*. La pêche mondiale fonctionne-t-elle déjà au cinquième de sa capacité maximale ? Autrement dit n'entrevoit-on aucun moyen de repousser le plafond ?

Telles sont les questions capitales qu'il faut maintenant chercher à élucider.

Les besoins de l'humanité en protéines animales :

Le monde est actuellement peuplé d'environ *trois milliards de personnes*, chacune d'elles devant, pour rester en bonne santé, recevoir une ration journalière de protéines égale au moins à 54 grammes, dont 40 % en protéines d'origine animale (Chapman, 1965). En admettant une répartition équitable au niveau du minimum nécessaire (1) un calcul rapide montre que les besoins de l'humanité s'élèvent à *24 millions de tonnes*.

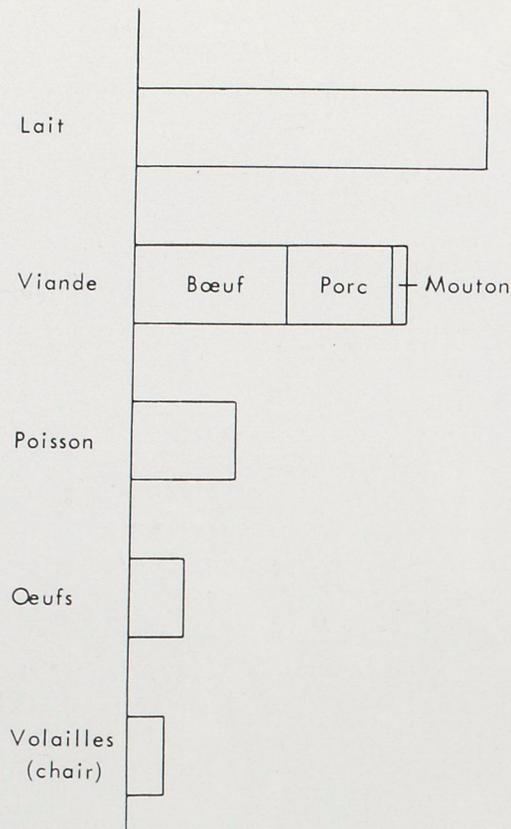
La teneur du poisson en protéines est de l'ordre de 20 % (moyenne établie sur les données de Stansby, 1961). Les quarante millions de tonnes de poisson pêchées actuellement correspondent donc à *8 millions de tonnes* de protéines d'origine animale, soit *le tiers des besoins mondiaux*, les deux cents millions de tonnes possibles à *40 millions de tonnes* de protéines animales, soit presque *le double des besoins mondiaux*. On peut considérer comme parfaitement plausible un système de planning alimentaire dans lequel les ressources des océans seraient prévues comme pouvant répondre aux exigences d'une population égale ou dépassant légèrement *cinq milliards de personnes*. Il ne serait pour cela besoin d'aucune révolution dans les méthodes de pêche, mais simplement de leur extension et d'une *consommation directe de tous leurs produits*.

Une parenthèse est ici nécessaire. Dans les conditions actuelles, l'humanité tire les protéines animales qu'elle consomme pour 43 %

(1) Ce qui n'est pas le cas, et de très loin.



Préparation du poisson pour la conserverie



du lait, 35 % de la viande, 12 % du poisson, 6 % des œufs et 4 % de la chair de volaille (Meseck 1961, fig. 3). Le pourcentage du poisson est loin du tiers indiqué ci-dessus. Ceci est dû : d'abord à un certain gaspillage, ensuite à l'élimination soit dans la vente en frais, soit dans le traitement en conserves, d'une partie de la matière première (entrailles, queue, nageoires et parfois tête chez les poissons, céphalothorax chez les crustacés, coquille chez les mollusques testacés) pouvant aller jusqu'à 50 % chez les premiers, 70 % chez les seconds, encore plus chez les troisièmes, enfin dans la transformation en farines d'environ 25 à 30 % des produits bruts de la pêche mondiale. Ces farines ne reviennent à l'homme que par l'intermédiaire d'une bretelle artificielle de la chaîne alimentaire et ne devraient être en réalité créditées que pour 10 % du poids de poisson brut qu'elles représentent. Le million de tonnes de poulets — destinataire privilégié — qu'on trouve au bout des trois millions de tonnes

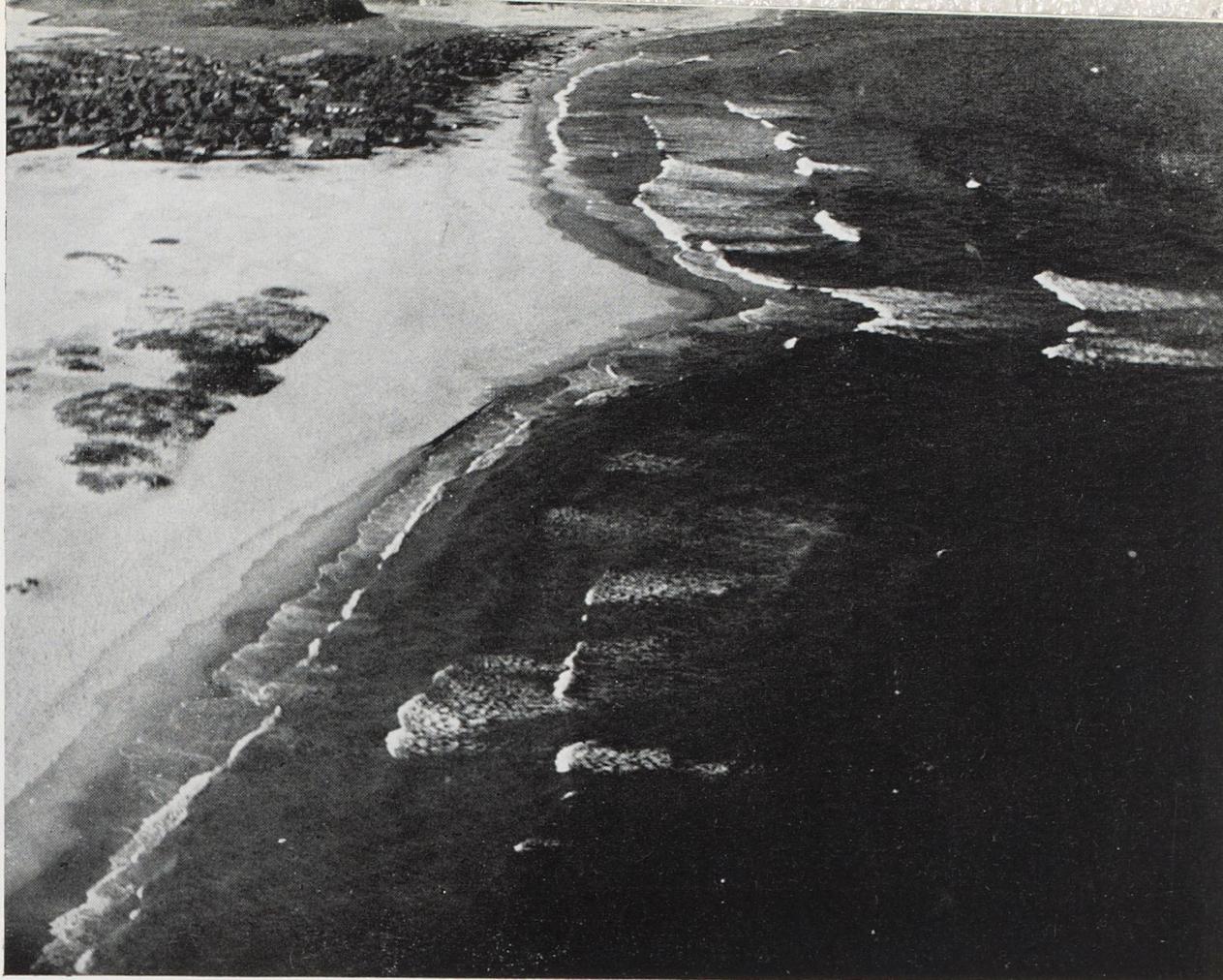
de farines de Clupéidés (poids en frais = dix millions de tonnes pour raisonner sur des chiffres ronds) est probablement un million de tonnes de thon en moins dans la mer. On n'a fondamentalement rien gagné, sinon amélioré l'accessibilité en changeant de prédateur.

Lui faire consommer directement tous les produits de sa pêche reviendrait donc à imposer à l'homme certains changements radicaux dans ses habitudes alimentaires. Ceux qui ont tenté l'expérience en pays dits en voie de développement — et j'en suis — savent combien c'est difficile. Seule sans doute une impérative nécessité de survie collective pourrait y parvenir, à condition encore qu'un sentiment d'œcuménisme prévaille un jour sur celui beaucoup plus répandu de farouche égoïsme, espoir qui paraîtra bien faible à la piétaille qui a vécu — et j'en suis — dans les camps de prisonniers, où l'alignement à la base a rapidement fait place à une hiérarchie solidement implantée dans l'inégalité.

Les problèmes organoleptiques, psychologiques et moraux ainsi esquissés étant supposés solubles et résolus, on peut se laisser aller à d'optimistes considérations sur le report de l'asymptote et le recul du plafond.

Revenons pour cela à un examen plus approfondi de la pyramide des biomasses et de ses constituants. L'hypothèse de départ, celle sur laquelle nous avons raisonné tout au long de cet exposé — après avoir insisté sur sa fragilité — fixe au degré 2 carnivore le niveau exploité par l'homme. Or les Clupéidés qui représentent un bon tiers de la pêche mondiale sont souvent planctonophages, et ne sont pas les seuls poissons dans ce cas (1). En les attaquant on transpose l'action sur le plan des carnivores premier degré, c'est-à-dire au niveau d'une réserve dont la « productivité » et l'« accessibilité » calculées sur les données de Graham et Edwards seraient

(1) Il s'agit de zooplanctonophages. Il existe aussi des phytoplanctonophages et des macrophytophages, tous les deux beaucoup plus rares.



La mer, réservoir important, mais non illimité de ressources alimentaires. Ici, l'une des régions les plus riches du globe : les abords de la Fosse de Cayar, au Nord de la presqu'île du Cap Vert (Sénégal).

respectivement de 5×10^9 ($P = 10^{10} \times 0,7^2$) et 2×10^9 ($A = P \times 0,4$) tonnes, et l'« exploitabilité » prise directement chez Schaefer de $1,9 \times 10^9$ tonnes. Raisonnant en statisticien, on repousserait ainsi à près de deux milliards de tonnes le plafond d'exploitation. Mais le monde ne vit pas que sur les statistiques. On remarquera en bon écologiste que la mise en application des conceptions ci-dessus supprimerait entièrement les carnivores deuxième degré et engendrerait un bouleversement tel qu'il aboutirait probablement au dysfonctionnement puis à la paralysie de tout l'écosystème. L'homme n'a que trop tendance à jouer les apprentis sorciers. Limitons donc son champ d'action en l'autorisant à n'agir comme bon lui semble que sur la moitié des planctonophages. Il en tirera approximativement neuf cent millions de tonnes, réduisant par là même à cent millions la rentabilité des carnivores deuxième degré qui n'auront plus à leur disposition que 50 % de leur approvisionnement habituel. *Un milliard de*

tonnes, voilà bien le plafond le plus élevé qu'on puisse raisonnablement fixer à une industrie des pêches *indifférente au choix* et "shuntant" une partie du cycle actuel de la matière vivante, mais sans intervenir sur les bases de sa pyramide. Cette masse de matière première couvrirait les besoins d'une population de 20 à 25 milliards d'êtres humains *indifférents à ce qu'ils mangent* et fraternellement unis dans la *simple satisfaction des exigences biochimiques de leur organisme*.

Au delà des chiffres :

Encore un effort, d'imagination cette fois, et l'on arrive en mettant en jeu l'énergie nucléaire, à envisager la création de geysers artificiels ramenant en surface d'une façon permanente et sur un rythme accéléré les ressources minérales contenues dans les couches aphotiques (1), à attaquer ainsi les

(1) Situées hors d'atteinte de la lumière, ces couches sont riches en sels dissous qui s'y accumulent progressivement et restent inutilisés par suite de l'absence de photosynthèse, elle-même liée à l'absence de lumière.



Lot de *Fardinella*, genre encore peu exploité dans une famille qui constitue pourtant la plus grosse part de apports de la pêche mondiale : celle des clupéidés.

bases mêmes de la pyramide et, sans qu'il soit besoin — ce qui est remarquable — d'intervenir sur les autres niveaux, d'entretenir selon les termes de Pérès (1966) « des fontaines jaillissantes d'engrais sous-marins autour desquelles se développeraient en chaîne le phytoplancton, le zooplancton, les poissons,

et bien entendu les pêcheurs... dotés d'un statut international et coiffés de chapeaux de paille bleus aux armes des Nations Unies ». Utopie ? Pas forcément, mais anticipation pour le moment située au delà des chiffres, sans pour cela atteindre à l'illimité.

BIBLIOGRAPHIE

1965. — CHAPMAN W. M. — Food from the sea. Address to N.A.S. Washington (Agriculture Research Institute). Mimeo.
1961. — GRAHAM H.W. and R.L. EDWARDS. — The world biomass of marine fishes. *In* : Fish in nutrition. FAO and Fishing News Ltd., London (1962).
1961. — MESECK G. — Importance of fisheries production and utilization in the food economy. *In* : Fish in nutrition. FAO and Fishing News Ltd., London (1962).
1959. — ODUM E.P. — Fundamentals of ecology, 2^e edit. Saunders, Philadelphia.
1966. — PERES J.M. — La vie dans l'océan. Edit. du Seuil, Paris.
1954. — POPOVICI Z.Y., V. ANGELESCU. — La Economía del mar (T. I, II), Coni, Buenos-Aires.
1961. — POSTEL E. — Fertilité et production végétale des océans. *Science et Nature*, 48.
1965. — SCHAEFER M.B. — The potential harvest of the sea. *Trans. Amer. Soc. Fish.*, 94, 2.
1961. — SLOBODKIN L.B. — Growth and regulation of animal populations. Holt, Rinehart and Winston, New York.
1961. — STANSBY M.E. — Proximate composition of fish. *In* : Fish in nutrition. FAO and Fishing News Ltd, London (1962).
1960. — STEEMAN-NIELSEN E. — Productivity of the oceans. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 11.
1946. — SVERDRUP H.U., JOHNSON M.W. and R.H. FLEMING. — The Oceans. Prentice-Hall, inc., New York.

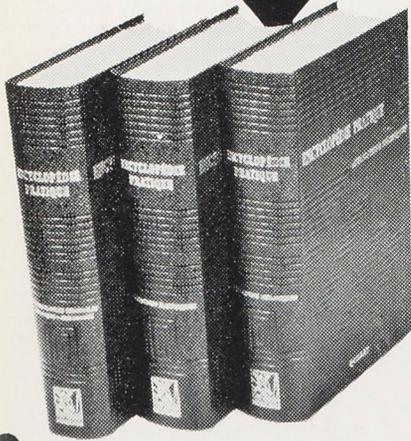
au



même de la technique

avec

L'ENCYCLOPEDIE PRATIQUE DE MECANIQUE ET D'ELECTRICITE



Rédigée pour vous,

Sous la direction de Monsieur Henri Desarces, Ingénieur des Arts et Manufactures, par une élite de techniciens et de praticiens, qui vous feront bénéficier de leurs connaissances scientifiques et professionnelles et de l'expérience acquise au cours de leur carrière. Suivant la méthode autodidactique **QUILLET**, claire et simple, qui permet de comprendre vite et bien grâce à son enseignement par l'image.

Vous découvrirez dans ces 3 volumes

- Le moyen d'acquérir des connaissances étendues et approfondies pour tous les professionnels qui ont l'ambition de se perfectionner afin d'améliorer leur situation matérielle. A tous ceux qui s'intéressent aux tout derniers progrès de la technique, elle fournit l'explication lumineuse d'une foule de problèmes de prime abord obscurs et compliqués.
- L'anatomie des machines. Des modèles démontables en couleurs, articulant tous les organes mécaniques et électriques d'une machine, présentant d'une façon vivante son agencement et son fonctionnement.
- Des renseignements techniques immédiats. De la plus simple installation électrique au fonctionnement complexe des turbo-alternateurs de 75 000 K.V.A. Du poste de télévision au radar. Du moteur de voiture à l'utilisation de l'énergie nucléaire.
- Les méthodes les plus modernes, au service des toutes dernières créations de l'industrie. Depuis la guerre, des réalisations considérables, des matériaux, des noms nouveaux frappent chaque jour vos yeux et vos oreilles : Cybernétique, Electronique, Electro-metallurgie, Radioactivité, Détection électrique, etc... vous trouverez l'explication de ces sujets passionnants dans cet ouvrage, ainsi que les renseignements qui vous permettront de démonter un moteur, d'installer votre éclairage domestique, de suivre la tarification de vos compteurs et les caprices de votre téléphone.
- Un guide pratique, quotidien, pour vos travaux de mécanique et d'électricité.

3 forts volumes

artistiquement reliés
sous couverture extra-
rigide vert foncé
format 20 x 28

3 818 pages

7 316 photos, schémas,
coupes, abaques, plans gra-
phiques, diagrammes, etc...

nombreuses illustrations
in-texte en typographie
hors-texte en héliogravure

Des hors-texte couleurs en
offset

Des modèles démontables
en couleurs.



$$Z_x = \sqrt{\frac{R+j\omega L}{C+j\omega C}}$$

LES SCIENCES A VOTRE PORTÉE

BULLETIN DE COMMANDE S. N.

Je soussigné, déclare acheter un exemplaire de **L'ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE DE MÉCANIQUE ET D'ÉLECTRICITÉ en 3 volumes** que je m'engage à payer (*)
C.C.P. Paris 91.01

a) au comptant: 292 F; b) 297 F en 3 versements mensuels de 99 F; c) à terme:
306 F en 9 versements mensuels de 34 F; 320 F en 16 versements mensuels de 20 F.

Nom Prénoms

Domicile, rue Département

Ville A livrer au domicile - à l'emploi (*)

Profession Adresse de l'emploi

(*) Rayer les mentions inutiles • Date Signature

BON gratuit S. N.
de documentation
sur les trois volumes de

**L'ENCYCLOPÉDIE
PRATIQUE
DE MÉCANIQUE
ET D'ÉLECTRICITÉ**

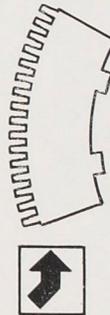
Nom

Prénoms

Domicile, rue

Ville

Département



Découper simplement ce bulletin ou ce bon et l'envoyer à la

LIBRAIRIE ARISTIDE QUILLET

SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉDITION AU CAPITAL DE 3 960 000 FRANCS
LA MAISON DES ENCYCLOPÉDIES

278, boulevard Saint-Germain — PARIS (VII^e)





Photos de
Robert Magnan

FÉERIE DES BOIS

Texte de
Marie Mauron

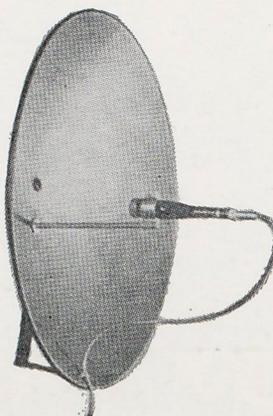
Le miracle de l'Art Brut...

un album de 128 pages, dont 82 en
hélio - broché 50 F. - hélio 60 F.

ÉDITIONS DU MONT-BLANC - GENÈVE

Grampian

MATÉRIEL PROFESSIONNEL D'ENREGISTREMENT



AMPLIFICATEURS,
TÊTES ET STYLETS DE
GRAVURE

MICROPHONES
ÉLECTRODYNAMIQUES
ET A RUBAN
(Omnidirectionnels et semi
cardioides)

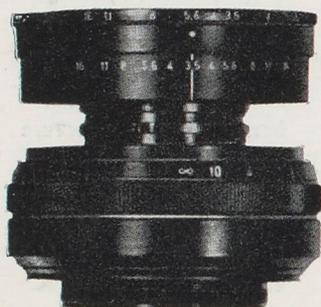
RÉFLECTEURS
PARABOLIQUES

MIXERS 3 ET 6
ENTRÉES

UNITÉS DE RÉVERBÉRATION
BONNETTES, GIRAFES,
SOCLES, ATTÉNUATEURS,
etc...

Documentation sur demande

I.T.I. 59, rue Bayen — PARIS-17^e
Tél. GAL 63-81



UTILISATEURS DE REFLEX 24/36 avec objectifs interchangeables

Voici le nouvel objectif NOVOFLEX « **NOFLEXAR 3,5** »
de 35 mm étudié spécialement pour la Macrophotographie

Objectif **4 lentilles**, angle de champ 63°. Diaphragme jusqu'à **F : 16**.
Grâce à son tirage réglable, complété d'une mise au point hélicoïdale,
ce nouvel objectif permet les prises de vue de l'infini à 7 cm.

Le diaphragme se complète d'une échelle de profondeur de champ.

Fabriqué actuellement avec monture spéciale pour les appareils suivants :

Edixa, Praktica, Pentax, Yashica reflex, Code COWEIT	F : 435
Exacta, Exa, Topcon, Code EXWEIT	F : 435
Nikon-F, Nikkorez, Nikkomat, Code NIKWEIT	F : 435
Canonflex, Code COWEIT + bague Canco	F : 481

Importateur :

PHOTO - SERVICE

R. JULY

68, RUE D'HAUTEVILLE - PARIS - X

Notice spéciale franco sur demande

NOVOFLEX

