



ANNALES

INSTITUTI GEOLOGICI PUBLICI HUNGARICI

ЕЖЕГОДНИК ВЕНГЕРСКОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ANNALES DE L'INSTITUT GÉOLOGIQUE DE HONGRIE
ANNALS OF THE HUNGARIAN GEOLOGICAL INSTITUTE
JAHRBUCH DER UNGARISCHEN GEOLOGISCHEN ANSTALT
VOL. LIV. FASC. 1.

100 — YEAR CELEBRATIONS OF THE
HUNGARIAN GEOLOGICAL INSTITUTE

THE DAY OF THE GEOLOGICAL INSTITUTES
Budapest, September 10, 1969

ДЕНЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИНСТИТУТОВ
Будапешт, 10 сентября 1969 г.

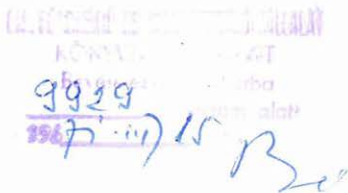
MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST

Editor:

DR. ELEMÉR NAGY
cand. sci.

Co-Editors:

B. KECSKÉS
J. KOVÁCS-DERECSKEY
B. MÉSZÁROS-ALEKSZEJEVA



Felelős kiadó: DR. KONDA JÓZSEF

Megjelent a Műszaki Könyvkiadó gondozásában

Azonossági szám: 0235

Példányszám: 1140 — Ívterjedelem: 21,5 (A/5) — Papír: 120 gr műnyomó
70.4248 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Janka Gyula igazgató

CONTENTS — СОДЕРЖАНИЕ

Introduction	5
Введение	11
* * *	
FÜLÖP, J.: The Day of the Geological Institutes (Surveys). Opening adress	17
Фюлѐп, Й.: Речь, произнесенная при открытии Дня геологических институтов ..	21
BODELLE, J.: La cartographie géologique en France au Bureau de Recherches Géologiques et Minières; evolution et perspectives	25
Бодданов, А. А.—Хаин, В. Е.: Геологический факультет Московского государственного университета — один из центров подготовки геологов и развития геологических научных исследований в СССР	49
Боровиков, Л. И.—Марковский, А.—Шаталов, Е. Т.: Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт Министерства геологии СССР (ВСЕГЕИ) и проблема комплексного геологического картирования	57
DUNHAM, K. C.: Methods and aims of the Institute of Geological Sciences of Great Britain	65
Горбунов, Г. И.: Основные направления научных исследований Министерства геологии СССР	69
KÜPPER, H.: The geologist — on the road towards the year 2000	77
Меннер, В. В.: Геологический институт АН СССР (итоги работ и перспективы) ..	81
OSIKA, R.: Programme of complex regional geological research and reconnaissance of geology of Poland	87
PECORA, W. T.: The influence of modern life on the work of the geological survey ..	99
REMÉNYI, K. A.: Logic, theory and practice of the unification of geoinformations ..	105
RICOUR, J.: Le Bureau de Recherches Géologiques et Minières	115
ROBINSON, S. C.: The role of the Geological Survey of Canada in storage and retrieval of geological data	131

RÓNAI, A.: Geological and hydrological investigations in Hungary: Relations and authority problems	141
ROY, B. C.: The tasks of the Geological Survey of India	151
ROY CHOWDHURY, M. K.: Role of the geological survey in the light of the task imposed by science policies and national development programme	163
SCHMIDT, K.: Das Zentrale Geologische Institut Berlin des Staatssekreterats für Geologie der Deutschen Demokratischen Republik	181
SZABOLCS, I.: Geology and pedology	191
Семеновко, Н. П.: Институт геохимии и физики минералов	199
THIADENS, A. A.: The geological survey of the Netherlands	209
SELLI, R.: Les Institutions Géologiques Italiennes et la nouvelle carte géologique d'Italie	223
* * *	
After-word	237
* * *	
List of registrants — Список участников	239

INTRODUCTION

In selecting topics for the celebrations of this 100-year-old Institute in 1969, the organizers took into consideration those fields of geological research which could demonstrate the most significant results of the 100 years of the Institute's existence and were particularly characteristic of the state of Hungarian geology. At this point the idea generated that an international conference on the tasks of national geological surveys on the matters of organization, management and financial support of geological research would be most appropriate for the occasion.

This became a question of topical interest by the fact that there are a great number of developing countries in which, as they have recently gained independence, the organization of the national geological survey is under way or scheduled before long.

Proper development of the organizations of scientific research and their adaptation to the demands changing with modern times is at present very much on the carpet in the highly developed countries, too. There is a need for principled resolutions and decisions on different levels. It was given rise to the question of regional delimitations, circumscription of the scope of tasks and activities of national and regional institutions, as well as the arguments for the centralization and decentralization of scientific research, respectively. It is a commonly apparent problem how to ensure adequate conditions for both the specification and complexity of scientific research.

Although in almost every modern state the scope of action of the state-owned scientific research bodies shows a gradual increase. They take over, slowly or rapidly certain lines of enterprise, society, private institution and funds activities. However, it still remains an academic problem what kind of feasibilities are to be saved for individual initiative in relation to the launching and management of research work.

As to the question of financial support, the hows and whys of "fundamental" and "profitable" research and their relation are to be settled, as the first yields no immediate practical results and the latter is a directly "payable" one.

The offer for an international conference on the organizational problems of geological research made by an institute of rich traditions may be considered a proper thing to do, especially because of the fact that a considerable number of political and social changes has come over together with the continually varying demands and conditions of scientific development and that the Institute has been always adaptable in its working programme, but constant in its inner structure.

On grounds of expedience the suggestion of organizational problems by a country with a relatively small area is deemed advisable and offers more opportunity to direct attention to the problems of countries of small and medium-size territory in addition to the organizations of those larger in area.

Prompted by these ideas in its first circular delivered on December 1, 1967, the Hungarian Geological Institute invited all geological surveys and institutes of the world to devote a day-session to the discussion of organizational and management problems of geological research pending the Centenary celebrations.

A definite plan for the meeting was submitted to the central office of UNESCO by the representatives in Hungary and succeedingly gained its moral and financial support is for the publication of the proceedings.

This invitation included a sessional meeting an international exhibition of geological maps.

An intention was to emphasize the tasks of geological mapping as a most significant activity of geological research organizations which should be coordinated on the international level.

This invitation found a valuable response. Of 12 countries 18 geological organizations and scientific institutions announced their participation and promised to give contributions on matters such as the determination of the principles of geological research, the direction and organization of geological mapping, the relation between scientific and practical aims as well as matured and projected patterns of collecting, recording and processing of scientific information.

Including those of presenting papers at this meeting, the number of participants coming from 22 countries totaled 191.

The papers received exemplify the adequate patterns of geological organizations and their scope of activity in both the larger and smaller for countries; they demonstrate the different ways of development and particular needs of various continents and countries.

From the USSR leading representatives of five prominent organizations and institutions were delegated. Official delegates of Great Britain, France, the United States, Canada, India, and Austria, Poland, Italy as well as those of German Democratic Republic from the neighbouring countries of Central Europe, and of the Netherlands, representing the small nations of Western Europe, arrived to attend the meeting.

Beside reports on the conditions in Hungary, a rather manifold over-all picture of the international conditions was portrayed.

Papers on the Day of the Geological Institutes, September 10, 1969 were presented in the Institute's Assembly Hall as follows:

Morning sessions

at 9 h a.m.

FÜLÖP, J.: Opening adress.

GORBUNOV, G. I.: On the main trends of scientific research of the Ministry of Geology, USSR.

DUNHAM, K. C.: Methods and aims of the Institute of Geological Sciences of Great Britain.

RICOUR, J.: On the organization of the Office of Geological and Mining Researches (BRGM).

BODELLE, J.: Modern methods of geological cartography at the BRGM.

Break

at 11.30 h

BOROVIKOV, L. I.—MARKOVSKY, A.—SATALOV, E. T.: On the problems of complex geological mapping in the Soviet Union (VSEGEI). Lectured by Director ZHAMOIDA, A. I.

KÜPPER, H.: The geologist — on the road towards the year 2000. Lecturer: Director RÜTTNER, A.

SCHMIDT, K.: Central Geological Institute of the Geological Under-Secretariat of the G.D.R. — its main tasks and role in geological research of the G.D.R.

THIADENS, A. A.: The Geological Survey of the Netherlands.

The sessions after lunch were held in two sections:

Ceremonial hall

at 15 h

ROY, B. C.: The tasks of the Geological Survey of India.

MENNER, V. V.: The Geological Institute of the Academy of Sciences of USSR. Results and future prospects.

OSIKA, R.: Programme of complex regional geologic research and reconnaissance of geology of Poland.

Break

BOGDANOV, A. A.—HAIN, V. E.: Department of Geology of the University of Moscow as the centre of higher education of geologists and scientific research.

SELLI, R.: Geological research and mapping in Italy.*

PECORA, W. T.: The United States Geological Survey. (The influence of modern life on the work of the Survey.) Lecturer: MCKELVEY, V. E.

RÓNAL, A.: Geological and hydrological research in Hungary: relations and authority problems.

DUNHAM, K. C.: A short summary of the papers.

Room "A"

at 15 h

ROY CHOWDHURY, M. K.: Role of the geological Survey in the light of the task imposed by science and programme national development.

SEMIENENKO, N. P.: Main trends and tasks of the Geochemical and Mineralogical Institute of the Academy of Sciences (Ukrainian S.S.R.).

ROBINSON, S. C.: The role of the Geological Survey of Canada in storage and retrieval of geological data.

SZABOLCS, I.: Geology and pedology (in absence of the author — not lectured).

* The manuscript of this paper was submitted, in French, to the Editor with considerable delay. Therefore, for technical reasons, it has been inserted as last item of the present volume.

The presentation of the geological research institutes and the All-Union Geological Institute as well as other institutions organized under the supremacy of the Academy of Sciences in the Soviet-Union appeared to have a great interest. On the one hand, in this country of immense extension and varied geological structure, geological explorations are highly significant and, on the other hand, directed exclusively by the State so that the only task was to separate applied and fundamental research work according to the sphere of activity and competence of the Geological Survey (VSEGEI) and the Academy of Sciences of the Soviet-Union. However, as confirmed by the lecturers, there is a close relationship between fundamental scientific research and applied geological investigations. Significance of geology is indicated by the existence of a Federal Ministry of Geology in USSR as well as Faculty of Geology at the University of Moscow. Particularly remarkable are the data on methods of mapping and various types of geological maps because the Soviet-Union has achieved formidable results in the fields, of surveying, preparation and publication of geological maps.

The study of the developments of geological research and mapping divisions in Great Britain and France offers a good opportunity to make some comparisons. The Geological Survey of Great Britain was founded as early as 1835, while in France there was no geological organization until the Bureau de Recherches Géologiques et Minières was established in 1959. Established as a result of amalgamation of different organizations, the BRGM acted on behalf of various private companies even after its founding so that it has been a central state organization (Service Géologique National) and mapping centre only since 1967.

The United States Geological Survey took its first steps for the better knowledge of uninhabited areas in order to promote their development. The experiences obtained here were helpful and could be applied to other areas to develop. This report on the American conditions brought about the idea of utilization of all the experiences of mineral resources exploration. At the same time, the lecturer reminded those negative incidents when human intervention into nature may prove harmful.

In analysing present and for future tasks, the lecturer suggested to consider the geological aspects of space-research together with the duties to be done in order to make geological maps clearly understandable and widely applied.

Among the larger countries, Canada was the first to organize a geological survey in 1842. Its representative called attention upon some current problems by mentioning up-to-date methods for storage and retrieval of geological data.

With the largest population among the participating countries and having been operated since 1851, on the conference the representative of India outlined the detailed tasks of modern management and financial support on a new basis.

On the part of smaller and medium-sized countries, Austria, the Netherlands, the German Democratic Republic, Italy and Poland together with Hungary, the organizing country, participated in the meeting. Among them the presentation of the Geological Survey of the Netherlands and its geological

mapping methods was greatly appreciated. A programme of geological investigation was carried out just in the last decades, resulting in a rapid and significant progress in the studies of lowland areas with basins filled with young loose sediments. In this respect, the Netherlands are outstanding. As regards Central Europe, geological research and its management are of high standard in Poland. However, even though the geologists of Poland have gained reputation in Central Europe for their pioneering in to this branch of knowledge the State Geological Survey and the Geological Institute of Poland are founded as late as after World War I, and reorganized after World War II, (1919 and 1952 are long remembered events in connection with the founding and reorganization of the Geological Survey and Institute of Poland). The paper on this organization gave a tangible evidence of the distribution of central and regional geological tasks such as the coordination and management of scientific research management.

Hungary reported on the development of pedological and hydrological organizations being in close connection with geology. Additional details were presented on the organization and working programme of the Hungarian Geological Institute and the Central Geological Office.

A summary of the papers presented on the Day was made by Director K. DUNHAM, President of the International Union of Geological Sciences, who, in conclusion, stressed that this was the first opportunity for the leading representatives of geological organizations to meet and discuss organizational problems.

* * *

The Hungarian Geological Institute did not intend to start a series of international meetings with this conference of geological institutions and organizations. However, suggestion on the part of the participants was announced to open and develop on this idea. After the first general information and inquiries further conferences with tangible topics would follow and provide with all-round development.

On the occasion of the Day of the Geological Institutes an exhibition was organized in order to present different kinds of geological maps, methods and recent geological mapping results. The participating countries were as follows: Albania, Australia, Bechwanaland, Czechoslovakia, France (with maps made of its own state territory and of African territories), Canada, Great Britain, Hungary, India, Italy, Morocco, Nepal, New Zealand, Poland, Rumania, the Soviet Union, Switzerland. An especially rich material was exhibited by Canada, France, India, Italy and the Soviet Union. Hungary presented 54 map-sheets of different scale (10 000–1 000 000), one among these has been published in several versions (6–9–21) and can be called atlas.

DR. A. RÓNAI

ВВЕДЕНИЕ

Когда директор Венгерского геологического института составлял научную программу юбилейных мероприятий, посвященных празднованию 100-летия института, было обращено особое внимание на геологические исследования тех территорий, на которых на протяжении 100 лет институтом были достигнуты наиболее значительные результаты и которые в отношении геологических условий в Венгрии являются наиболее характерными. При этом возникла мысль, что следовало бы провести такую международную конференцию, на которой можно было бы провести дискуссию по вопросам своих геологических организационных задач, все возникающих новых и новых проблем, организации и руководства исследованиями и их финансового обеспечения. Особую актуальность этому мероприятию придадо то, что в странах, ставших самостоятельными в недавнем прошлом, геологические научные исследования только начали организовываться или будут организованы в ближайшем будущем. Но и в развитых странах также актуальны вопросы правильной организации научных исследований и приспособления к постоянно изменяющимся требованиям. Возникает необходимость в принятии принципиальных решений и постановлений в плане различных ведомств по вопросам геологического районирования стран, установления области деятельности и круга обязанностей институтов и организаций государственного и регионального значения, при этом выдвигаются доводы в пользу централизации и децентрализации научных исследований. Всюду возникает проблема профилирования научно-исследовательских организаций и обеспечения комплексности научных исследований.

Хотя сфера деятельности государственных научных организаций в каждом современном государстве расширяется, и медленно или быстро она охватывает часть области работ промышленных, общественных, частных организаций и работ, осуществляемых за счет различных фондов, но также и в дальнейшем остается открытым принципиальный вопрос — какие возможности следует им оставить в области частного предпринимательства и организации разведочных работ. В вопросе финансового обеспечения (финансирования) следует решить каким путем необходимо распределить расходы на «фундамен-

тальные научные исследования», не приносящие непосредственной практической пользы, с одной стороны, и на «приносящие прибыль» геологоразведочные работы, с другой, и каким должно быть соответствие между ними.

Вполне естественно, что международную дискуссию по вопросам организации геологических научных исследований поднял геологический институт с большим прошлым, такой институт, который, гибко приспосабливаясь в своей рабочей программе, при постоянно изменяющихся возможностях и условиях научного развития пережил ряд политических и общественных перемен и при этом в организационном отношении остался не сломленным. Также не выглядит нецелесообразным, что организационные вопросы поднимает одно в территориальном отношении небольшое государство, т. к. при этом может быть большее внимание уделено проблемам небольших и среднего размера государств.

Исходя из этих соображений, Венгерский геологический институт в первом циркуляре от 1 декабря 1967 г. обратился к геологическим службам и организациям мира с известием, что один день юбилейных мероприятий 1969 г. будет посвящен дискуссии по проблемам организации, координирования и руководства геологическими исследованиями.

План этого мероприятия венгерское представительство в ЮНЕСКО сообщило руководству ЮНЕСКО и в ответ получило моральную и — на издание материалов докладов — материальную поддержку этой международной научной организации.

Это обращение связало намеченную дискуссию по геологическим организациям с планом проведения международной выставки геологических карт.

Этим хотели придать особое значение задачам геологического картирования, которое является одним из самых важных международных, нуждающихся в координации видов деятельности геологических научно-исследовательских организаций.

На это обращение были получены положительные отклики. 18 геологических организаций или научных институтов из 12 стран заявили о своем участии и выразили желание дать свои соображения по намечаемым направлениям в геологических исследованиях, управлению и организации геологического картирования, взаимосвязи научных и практических задач и по выработанным или намечаемым способам организации, сбора, регистрации и обработки геологической информации.

Наряду с организаторами на доклады этого мероприятия сделал заявку 191 участник из 22 стран мира.

Полученные доклады соответствующим образом отражают организационные формы деятельности научных учреждений больших и малых стран, а также свое собственное, отличающееся друг от друга развитие и особые нужды различных континентов и стран.

Из Советского Союза пять крупных организаций и институтов прислали своих представителей, чтобы ознакомить с деятельностью и целенаправленностью своих учреждений. Прислали своих официальных представителей Великобритания, Франция, США, Канада, Индия, соседние страны и из средне-европейских стран — Австрия, Польша, Италия и ГДР, из западноевропейских малых стран — Голландия.

Таким образом, наряду с характеристикой условий в Венгрии была полу-

чена довольно разнообразная картина о международной обстановке в области геологии.

10 сентября 1969 г. во время проведения Дня геологических институтов в Конференц-зале Венгерского геологического института были заслушаны следующие доклады:

Утреннее заседание

9 час. утра

Йожеф Фюлёп: Вводный доклад

Г. И. Горбунов: Основные направления научных исследований Министерства геологии СССР.

К. С. Данэм: Методы и цели работы Института геологических наук Великобритании.

Ж. Рикур: О работе Управления геологических и горно-промышленных исследований Франции (БРЖМ).

Й. Боделл: Современные средства и методы составления геологических карт в БРЖМ (Франция).

Перерыв

11 час. 30 мин.

Л. И. Боровиков — А. П. Марковский — Е. Т. Шаталов: Проблема комплексного геологического картирования в СССР (ВСЕГЕИ). Зачитал: А. И. Жамойда, директор.

Х. Кюппер: Геолог на пути к 2000-му году. Зачитал: А. Рюттнер, директор

К. Шмидт: Центральный геологический институт Государственного секретариата по геологии Германской Демократической Республики; его основные задачи и роль в области геологических исследований в ГДР.

А. А. Тхиаденс: Геологическая служба Голландии.

Послеобеденное заседание проходило по 2-м секциям:

Конференц-зал

15 часов

Б. Ч. Рой: Задачи Геологического института Индии.

В. В. Меннер: Геологический институт АН СССР (итоги работ и перспективы).

Р. Ошика: Программа и результаты комплексных геологических исследований Польской Народной Республики.

Перерыв

А. А. Богданов — В. Е. Хаин: Геологический факультет Московского университета как центр высшего геологического образования и научно-исследовательской работы.

Р. Селли: Геологические исследования и картирование в Италии.*

У. Т. Пекора: Геологическая служба Соединенных Штатов Америки. (Влияние современной жизни на работу геологического института) Зачитал: Мэк Кельви В. Е.

А. Ронаи: О связях и проблемах компетентности в области геологических работ на территории Венгрии.

К. С. Данэм: Подведение итогов по заслушанным докладам.

* Рукопись данного доклада была получена с опозданием на французском языке. В связи с этим, по техническим причинам, он включен в настоящий сборник последней статьей.

Зал «А»
15 часов

- М. К. Рой Чоудри: Роль геологических исследований в свете выдвинутых задач в области научных исследований и программы развития национального хозяйства.
- Н. П. Семеновко: Основные направления и задачи Института геохимии и физики минералов АН УССР.
- С. К. Робинсон: Роль Геологической службы Канады в хранении и отыскивании геологической информации.
- Й. Сабольч: Геология и почвоведение. (Ввиду отсутствия автора доклад не был зачитан.)

Показ советских учреждений в рамках научно-исследовательских институтов, государственной геологической службы и Академии наук СССР был интересен тем, что, с одной стороны, в этой огромной стране с наиразнообразнейшим и очень изменяющимся геологическим строением геологические исследования имеют очень большое значение, и, с другой, потому что здесь все геологические работы осуществляются государственными организациями, проблема разделения работ по сферам деятельности сводится только к разделению между системами Министерства геологии СССР и Академии наук СССР. Однако, советские докладчики подчеркнули, что у них научные исследования и геологические работы практического уклона находятся в тесной связи друг с другом. Отдельно заслуживают внимания сообщенные данные о видах геологических карт и методах картирования, так как Советский Союз добился показательных успехов в области съемки, составления и издания геологических карт.

Хорошее сопоставление дает путь развития геологических исследовательских и геологосъемочных организаций Великобритании и Франции. В Великобритании уже в 1835 г. была основана государственная Геологическая служба, во Франции же только в 1959 г. слиянием различных организаций возникло Bureau de Recherches Géologiques et Minières (БРЖМ), которое после возникновения также служило интересам различных предприятий и, собственно говоря, только с 1967 г. стало центральной государственной организацией (Service Géologique National) и центром геологического картирования.

Во время своего образования геологическая служба Соединенных Штатов Америки была призвана служить изучению и описанию еще не заселенных территорий в интересах их развития. Полученный таким образом опыт можно использовать и для других территорий, ожидающих своего развития. Американский докладчик предлагает использовать достигнутый опыт при вскрытии месторождений полезных ископаемых, но вместе с тем он обратил внимание на тот отрицательный опыт, когда вторжение человека в природу шло с вредным воздействием на нее. Наряду с анализом ближайших и будущих задач американский докладчик обратил внимание на геологические задачи космических исследований и вместе с тем и на то, что необходимо приложить еще много усилий, чтобы геологические карты стали общедоступными и повсеместно применимыми.

Представитель Канады, родины одной из старейших геологических служб (была основана в 1842 г.), обратил внимание на новейшие проблемы, когда предложил современное решение вопроса сбора и отыскивания геологических данных. Докладчик из Индии, по количеству населения самой большой из вы-

ступавших стран, начало геологической службы которой относится к 1851 г., на совещании обрисовал детальные задачи организации и финансирования геологических исследований в свете новой современной обстановки.

Наряду с Венгерской Народной Республикой малые и средние по величине и населению страны на совещании были представлены Австрией, Голландией, Германской Демократической Республикой, Италией и Польской Народной Республикой. При этом обратило на себя внимание описание организационной структуры геологической службы и методов геологического картирования Голландии. В равнинных условиях, в бассейнах, заполненных молодыми рыхлыми осадками, геологические исследования получили значение и размах только в последние десятилетия. Голландия в этом отношении относится к числу ведущих стран. На территории Средней Европы Польша также является ведущей страной в области геологических исследований и организации геологических научно-исследовательских работ. Хотя польские ученые занимают видное место среди первых геологов-пионеров Средней Европы, государственная геологическая служба и национальный геологический научно-исследовательский институт были организованы только после первой мировой войны (годы 1919 и 1952 являются важными датами, соответственно знаменующими учреждение и реорганизацию Геологического научно-исследовательского института). Доклад представителя Польши приводит хороший пример о распределении центральных и региональных задач и координации управления научными исследованиями.

Наряду с характеристикой организационной структуры рабочей программы Венгерского геологического института и Центрального геологического управления, представители Венгрии на совещании показали развитие организации работ в области тесно связанных с геологией дисциплин почвоведения и гидрологии.

Итоги оглашенных на совещании Дня геологических институтов докладов были подведены председателем заседания, директором Института геологических наук (Лондон), председателем Международного союза геологических наук К. С. Данэмом, который подчеркнул факт первой встречи на этом совещании руководителей геологических служб разных стран для обсуждения вопросов организации геологических научно-исследовательских работ.

* * *

Организацией встречи представителей геологических научно-исследовательских институтов и организаций Венгерский геологический институт не хотел положить начало какой-либо новой серии международных совещаний. Участники Дня геологических институтов все же выдвинули идею о продолжении и расширении этой инициативы. После такой первой ориентировки и обмена информацией могут быть проведены дальнейшие совещания с более уточненной программой, предназначенные для общего развития организации геологических работ во всех странах.

В выставке геологических карт, организованной по случаю Дня геологических институтов и предназначенной для показа различных видов геологических карт, а также методов и новейших результатов геологического картоиро-

вания, приняли участие следующие страны: Австралия, Албания, Бечуаналэнд, Великобритания, Венгрия, Индия, Италия, Канада, Марокко, Непал, Новая Зеландия, Польша, Румыния, СССР, Франция (с картами территории самой Франции и Африки), ЧССР, Швейцария. Особенным богатством карт-экспонатов отличились Франция, Канада, СССР, Индия и Италия. Венгрией были выставлены 54 листа карт различных масштабов (от 1 : 10 000 до 1 : 1 000 000), в том числе несколько листов, оформленных в виде ряда вариантов (6—9—21), которые могут называться даже атласами.

Д-р А. Ронаи

**THE DAY OF THE GEOLOGICAL INSTITUTES (SURVEYS)
OPENING ADDRESS**

by

J. FÜLLÖP

On behalf of the staff of the Centenary-celebrating Hungarian Geological Institute I take the opportunity to welcome the representatives of the geological surveys or institutes of 48 nations, as well as the geologists, scientists and experts delegated by various academies of sciences, universities and geological organizations.

We are glad that our invitation to an international meeting of geological institutes and surveys has found a response. With the present meeting we wish to fill a gap. The geological congresses, conferences, and symposia regularly sum up and discuss the results obtained in geological sciences, and the various international commissions and committees ensure permanent collaboration in all the major branches of the geological sciences. However, there are a wide inventory of problems which have not yet been resolutely analysed on international level. I mean here problems such as the organization of geological researches; inner structure and external relations of institutions concerned with geology; the central or decentralized management direction and control of investigations; financial sources and allocation of money; advisable own equipment of a geological survey and the research, prospecting and laboratory facilities provided by co-operating organizations; cadre policy and problems of specializations; republication of results; relations with domestic, foreign and international organizations.

I believe that it is timely to discuss these problems on the international level. There are two reasons to warrant this. On the one hand, the geological organizations have increased in number, their scope of activity has been amplified, their staff and equipment have increased to the multiple of what they were a few decades ago. Economic-geological projects have increased in number and exaction. Modern economy cannot dispense with scientific background and control. Competency and modernity have become decisive material factors which can be expressed in money. The second reason responsible for the organization of the present meeting is the actuality of organizational problems. Economic, social and scientific organizations are becoming more and more complex mechanisms whose good or bad functioning does depend

not only on the material and intellectual forces put into their service, but also on the selected working methods, on the arrangement of working operations and on the principles of management and supervision.

In earlier times when somebody was charged with a leading function in a major scientific institute or with the organization of a new institution, it was enough for him to go abroad for a short study tour, in order to collect experiences there and to get acquainted with the international standard in the respective branch of knowledge.

Nowadays, though the necessity for such an inquiry still exists one would need years rather than months in order to have a good grasp of the situation abroad. And because of the accelerated progress, any information picked up during a study tour may soon become outdated. Therefore, it is necessary to find opportunities (facilities) for regular, international meetings for the scientific review and discussion of organizational problems.

We have not the slightest intention to expect any resounding or rapid success from the first meeting of this kind, nor from the publication of the proceedings of this meeting. We have pretended to give impetus to an exchange of views and it is the continuation rather than the initiative that is expected to yield results. We hope that, after the first step on this road, the geological surveys and institutes will find opportunities to rediscuss the most important problems in the years to come. And it is hoped that later an international forum, devoted to organize such meetings, may be established, possibly under the auspices of UNESCO or the International Union of Geological Sciences, a forum which would provide information and give advices on matters of organization to the geological officials of countries seeking to organize or reorganize their geological survey.

It is not easy to make comparisons between geological surveys and research bodies in different countries. These institutions were established at different times, under different conditions and they were entrusted with different tasks. There are countries, where geological investigations are conducted by one centralized organization; in some other countries the geological investigations are decentralized, being conducted by separate organizations in the different regions of the country or in the different branches of national economy. There are geological surveys entrusted with investigations of immediate practical aim such as prospecting *etc.*, too; on the other hand, there are geological surveys which conduct only regional geological investigations and reconnaissance and methodological studies. Some geological organizations have their drilling and laboratory facilities and printing shops of their own; others have such work done by subcontractors. There are institutions embracing, beyond the scope of geology, other sciences, too (geography, hidrology, oceanography, astronomy, geodesy, and geophysics); others have restricted their activities to certain domains within the scope of geology itself.

Should the historical background be taken into consideration, so we can conclude that there are institutes — and epochs in the history of certain institutes — where and when the development of geological sciences was defined or largely influenced by a master mind; in case of other institutes or at some other time this development was influenced by external factors, economic requirements or by achievements, inventions in some other branches of knowledge.

However difficult a comparison may be, the number of common problems is great and, putting aside the natural and intrinsic divergencies, we may suppose to be able to find the optimal, or at least desirable, common trend of development.

As concerns *the organizational pattern of Hungarian geology*, it can be resumed as follows:

I. The governmental functions in the domain of geology are administered by the Central Geological Office. This body is subordinated to the Council of Ministers and personally to the Minister of Heavy Industry. Under its direct management are the Hungarian Geological Institute and the Roland Eötvös Geophysical Institute. The geological services of the individual industrial branches and the prospecting-and-drilling enterprises are only co-ordinated by the Central Geological Office or they act as executors of exploration projects financed to the debit of the governmental budget. The Office is backed by a Geological Council whose members are the directors of the research institutes, the geology professors of the universities and representatives of the industrial geological services. This is how the Hungarian Academy of Sciences and the universities are enabled to join management in geological research. For the greater part of the past one hundred years there was no such central co-ordinating body and the Hungarian Geological Institute alone provided the governmental functions in geological investigations.

II. Till the end of the First World War the Hungarian Geological Institute's activities encompassed all branches of geology including prospecting for mineral resources and soil sciences (agrogeology). For the last-mentioned discipline, a separate organization was provisionally established in 1919 and definitively in 1942. Till 1964 the Hungarian Geological Institute was responsible for the cultivation of hydrology, in general, and for providing expert opinions on matters of artesian drilling, in particular. Since the afore-mentioned date the National Hydrological Office has taken over a part of the duties connected with the observation of subsurface waters, inclusive of the control of water-economy measures.

III. The activities of the Hungarian Geological Institute cover the entire state territory. Regular geological surveying and mapping of the country's area are carried out by the Institute alone. The geological services of individual industrial enterprises may undertake mapping for local projects only.

IV. The Institute has its own library, museum, map depository, archives, laboratories (chemical, geochemical, sediment-petrographical, X-ray analytical) and an ample paleontological section. It has no facilities for large-scale exploration or drilling. It has had such operations performed by other enterprises. During the past one hundred years the Institute's leading officials tried several times to obtain technical exploratory and drilling facilities of its own, but these attempts did not prove efficient enough.

V. The Institute is financed from the state budget, but it also undertakes work on contract paid by its Clients. These services are to extend the Institute's scope and help it contribute to the solution of current problems and to the execution of various practical projects.

VI. The Institute has its headquarters in Budapest. In addition, it has representations (agencies) at four different localities in the country; these are under the direct management of the Budapest centre.

VII. At present the Institute's staff includes 135 university-graduated members and 311 other employees. Its inner structure is divided into 3 departments: 1. *Geological Mapping*, 2. *Laboratories*, and 3. *Documentation*. The Geological Mapping Department consists of five mapping teams, each of which is devoted to a geological unit of the country's territory.

VIII. The Institute publishes regular serial journals and maps, and special monographs, treatises and simple maps. They are printed by the Publishing House of Technical Literature, but small edition maps and brochures and other papers for domestic use are printed in the Institute's own Printing Shop.

IX. The Institute's international relations are satisfactory. The Library has exchange relations with 740 organizations (institutions) in 80 countries. In 1909 it was the Institute that organized the First International Agrogeological Congress. And it housed (accomodated) a number of geological conferences, commission meetings, and symposia ever since. The members of the staff regularly attend the relevant international meetings and took part in the activities of the international geological organizations.

Our efforts for international collaboration are manifested by the fact that in connection with our Centenary we have organized a couple of special international conferences.

* * *

Before calling upon the next speaker, may I anticipate your valuable efforts to back our initiative which the UNESCO has found worth of support, for which I take the opportunity to extend my best thanks to the leading officials of that organization.

РЕЧЬ, ПРОИЗНЕСЕННАЯ ПРИ ОТКРЫТИИ ДНЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИНСТИТУТОВ

Й. Ф ю л ё п

Разрешите мне от имени Венгерского геологического института, отмечающего столетие со дня основания, горячо приветствовать представителей геологических институтов 48 стран. Приветствую всех геологов, ученых и специалистов академий наук, университетов, геологических организаций и предприятий.

Мы рады, что наше предложение организовать международное совещание геологических институтов и организаций получило отклик. Тем самым мы желаем заполнить пробел в ряду международных мероприятий. Геологические конгрессы, конференции, симпозиумы систематически подводят итоги результатам, достигнутым в области геологических наук, ставят их на обсуждение, различные геологические комитеты обеспечивают непрерывное сотрудничество во всех основных отраслях геологии. Организационные же вопросы самих геологоразведочных работ, внутренняя организация и внешние отношения учреждений, занимающихся геологией, централизованный или децентрализованный порядок направления исследований, управления ими и контроля за ними, изыскание средств, способ их использования, желательная собственная вооруженность институтов, средства разведочной, эксплуатационной работы и опробования, обеспечиваемые за счет сотрудничества, проблемы выбора персонала и их специализации, опубликование достигнутых результатов, отечественные и заграничные связи и отношение к международным организациям — все эти целеустремленные вопросы во всеобъемлющем порядке пока не подвергались международному обсуждению.

Назрело время считать актуальной необходимость рассмотрения этих проблем на международном уровне.

Актуальность вытекает из двух источников. С одной стороны, геологические организации возросли, круг их деятельности расширился, численность персонала и вооружение выросли во много раз по сравнению с состоянием нескольких десятилетий тому назад. Задачи экономического характера умножились и стали более требовательными. Современная экономика не может обойтись без научной подготовки и проверки. Научная обоснованность и актуальность стали решающим материальным фактором, выражающимся в деньгах. Вторая причина, по которой наши обсуждения являются актуальными — это

выступление на первый план организационной проблемы. Экономические, общественные и научные организации становятся все более сложными механизмами, хорошая или плохая работа которых зависит не только от имеющихся в их распоряжении материальных и умственных сил, но и от выбранных методов работы и от принципиальной структуры управления и контроля.

Если в старые времена кто-то получал руководящую должность в научном институте или ему была поручена организация нового учреждения, ему хватало пройти более или менее длительную командировку за границей, чтобы приобрести личный опыт и ознакомиться с международным уровнем в области данной отрасли науки и в области организации.

В настоящее время, хотя все еще существует необходимость подобного рода ориентировки, для получения полного обзора требуются не месяцы, а годы. И между тем, в связи с ускоренным развитием приобретенный опыт может легко оказаться устаревшим. Следовательно, необходимо создать условия для систематического и широкого проведения встреч, в интересах научного обзора и обсуждения организационных проблем.

Мы далеки от предположения, что первая подобная встреча, прочитаемые здесь доклады и публикации представленных работ сразу же смогут принести особый и быстрый успех. Нам хотелось бы завязать просто обмен опытом, и успеха мы ожидаем скорее от его продолжения, чем от инициативы. Надеемся, что сделав первый шаг, геологические институты найдут возможность и в будущем для обсуждения основных вопросов, и, может быть, позднее будет создана международная трибуна возможно под эгидой ЮНЕСКО или Союза геологических наук, которая будет считать своей задачей способствовать подобным мероприятиям и к которой могут обращаться за организационной ориентировкой специалисты отдельных стран, желающих ориентироваться, организовать или возобновить свои геологические службы.

Не легко делать сопоставление геологических институтов и исследовательских организаций, работающих в различных странах. Эти организации были созданы в весьма различные периоды, в различных условиях и с отличающимися между собой целевыми установками. Имеются страны, в которых геологическими работами управляет единственная центральная организация; в других же странах исследования проводятся децентрализованно по территориям или отраслям. Существуют геологические институты, в рамках которых проводятся и разведочные работы практического характера, но существуют и такие, которыми проводятся только научно-исследовательские и методические работы. Одни из геологических организаций имеют свои собственные эксплуатационные отделения, буровое оборудование и лаборатории; сами печатают и издают свои публикации, другие же работают с подрядчиками. Имеются организации, охватывающие кроме строго взятой тематики геологии также и другие отрасли науки (географию, гидрологию, океанографию, австрономию, геодезию, геофизику); другие же ограничиваются более узкой областью даже в рамках геологии.

И если подходить к вопросу с исторической точки зрения, то можно сказать, что имеются институты — а в жизни самих институтов периоды — где и когда отдельные выдающиеся личности наложили отпечаток на культивирование геологической науки и определили направление развития; в других же местах или в другие периоды развитие было определено в основном внешними

условиями, экономическими потребностями или достижениями, изобретениями в других областях науки.

Как бы трудно ни было делать сопоставление, все же имеется большое количество общих проблем, и, помимо естественных, неустранимых различий, вытекающих из специфических условий, по всей вероятности существует общее оптимальное, или по крайней мере — желательное направление развития.

Наши организационные условия сводятся к следующему:

1. Исполнение государственных функций геологических работ входит в задачу Центрального геологического управления. Это учреждение работает под надзором Совета Министров, под личным надзором министра тяжелой промышленности. Непосредственно этому Управлению подчиняются Венгерский геологический институт и Геофизический институт им. Л. Этвеша. Геологические службы отдельных производственных организаций и буровые разведочные предприятия имеют лишь координационную связь с Центральным геологическим управлением, т. е. они фигурируют в качестве исполнителей разведочных работ, выполняемых за счет государственного бюджета. При Геологическом управлении работает Геологический совет, членами которого являются руководители исследовательских институтов, профессора по геологии университетов и представители геологических организаций производственных учреждений. Таким путем включаются в управление геологическими работами Академия наук и университеты. В большей части истекшего столетия подобная центральная управляющая организация не существовала; Геологический институт сам исполнял ведомственные функции общегосударственного характера, связанные с геологическими работами.

2. До конца первой мировой войны работа Венгерского геологического института охватывала всю область геологии, включая и работы практического характера, а также почвоведение (агрогеологию). Последняя была выделена в самостоятельную организацию в 1919 г. во временном, а в 1948 г. — в окончательном порядке. До 1964 г. вся тематика гидрогеологии, с проведением экспертизы в ее рамках по эксплуатации подземных вод, входила в круг деятельности Геологического института. Начиная с этого времени, выполнение части работ по наблюдению за глубинными водами поручено Государственному гидрогеологическому управлению, которое, посредством собственных органов, осуществляет и ведомственный надзор над хозяйством подземных вод.

3. Деятельность Венгерского геологического института распространяется на территорию всей страны. Систематическая работа по региональному геологическому картированию выполняется только институтом. Геологические службы отдельных производственных организаций проводят картирование лишь локального характера.

4. Институт имеет собственные библиотеку, музей, картохранилище, геофонд, собственные лаборатории (химическую, геохимическую, осадочно-петрографическую, рентгенологическую), а также крупный палеонтологический отдел. Для проведения значительных поисково-разведочных, буровых работ институт в настоящее время не оснащен. Эта работа передается другим предприятиям. За истекшее столетие Институт не раз пытался создать собственную техническую базу, но эти попытки не привели к соответствующим успехам.

5. Содержание Института идет за счет государственного бюджета, но для расширения круга своей деятельности и чтобы участвовать в решении различных современных и практических задач, институт выполняет работы по договорам.

6. Местонахождением Института является Будапешт, но в четырех местах страны он имеет филиалы, работой которых непосредственно управляет будапештский центр.

7. В настоящее время в штат Института входят 135 дипломированных сотрудников и 311 сотрудников без диплома. С точки зрения внутренней организации институт разделяется на три главных отдела: 1. *геологического картирования*; 2. *лабораторный*; 3. *документационный*. Главный отдел по геологическому картированию состоит из 5 отделов в соответствии с 5 основными геологическими регионами страны.

8. Институт издает систематически появляющиеся серии изданий, серии карт, отдельные монографии, работы и карты. Его публикации издаются Издательством технической литературы, но для издания внутренних работ, карт и брошюр, появляющихся в небольшом тираже, институт имеет собственную типографию.

9. В отношении международных связей положение может считаться, удовлетворительным. Наша библиотека имеет отношения по обмену литературой с 740 организациями 80 стран. В 1909 г. институтом был организован Первый Агрогеологический конгресс. С тех пор в его рамках был проведен ряд геологических конференций, заседаний, комиссий, симпозиумов. Наши сотрудники систематически участвуют в работе международных мероприятий и международных геологических организаций.

Наше стремление к сотрудничеству и установлению связей выражается и в том, что по случаю столетия со дня основания института организован ряд международных совещаний.

* * *

Передавая теперь слово нашим уважаемым гостям, я хотел бы выразить свою надежду, что наша инициатива, которую ЮНЕСКО нашло нужным поддержать, за что руководству Организации приношу искреннюю благодарность, для всех нас будет полезной.

LA CARTOGRAPHIE GÉOLOGIQUE EN FRANCE AU BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES. EVOLUTION ET PERSPECTIVES

par

J. BODELLE

France

L'Institut Géologique de Hongrie fête en septembre 1969 le centenaire de sa création. Il fut donc créé, à quelques mois près, à la même époque que le Service de la Carte Géologique de la France, que l'Empereur NAPOLÉON III institua par décret du 10 octobre 1868. Et si le Service de la Carte Géologique de la France est actuellement fusionné avec le Bureau de Recherches Géologiques et Minières, les développements des 2 services n'en furent pas moins comparables, du moins en ce qui concerne une activité particulièrement importante pour le développement d'un pays, la cartographie géologique. C'est à cette activité qu'est consacrée la présente note et nous tenterons tout d'abord de faire le point des résultats acquis, puis de tracer les quelques perspectives d'évolution qu'il est possible d'entrevoir actuellement.

I. LA CARTOGRAPHIE GÉOLOGIQUE EN FRANCE. — LE BILAN

Depuis le décret qui décida le fusionnement au 1^{er} janvier 1968, du Service de la Carte Géologique et du Bureau de Recherches Géologique et Minières, c'est ce dernier organisme, établissement public à caractère industriel et commercial, qui est chargé en France du lever et de l'édition des cartes géologiques régulières.

Le tableau d'assemblage des publications, mis à la disposition de l'acquéreur éventuel d'une carte géologique, lui montre qu'il existe 4 types de cartes:

La carte à l'échelle du millièmième. Carte de synthèse d'où se dégagent les grands traits de la structure géologique du pays; elle est particulièrement utile pour l'enseignement de la géologie. La 5^{ème} édition de cette carte fut réalisée à l'occasion du centenaire du Service de la Carte Géologique de la France, en 1968.

La carte géologique à l'échelle du 320 000^{ème}. Constitue encore un document de synthèse intéressant, très utile pour la découverte rapide de la géologie d'une région à l'occasion, par exemple, d'excursions ou de congrès. La couverture de la France représente 21 coupures. Toutes ont été éditées au moins 1 fois. Plusieurs d'entre elles étant épuisées, un effort de réédition a été entre-

pris il y a quelques années, et, actuellement, 11 feuilles sont disponibles, les autres devant l'être dans un délai rapproché.

La carte géologique au 80 000^{ème}. Elle a constitué pendant très longtemps la carte la plus moderne dont disposait la France et nous aurons l'occasion de revenir sur ce point dans un rapide survol de l'histoire du Service de la Carte Géologique.

La quasi-totalité des 263 coupures qui constituent la couverture du territoire sont actuellement disponibles, et depuis plusieurs années de très nombreux feuilles ont été rénovées à l'aide de levés nouveaux. Malgré fond topographique en hachures qui reste un grave inconvénient, cette carte géologique est un instrument de travail utile et elle le restera encore pendant plusieurs années, avant que ne soit assuré son remplacement par la carte au 50 000^{ème}.

La carte à l'échelle du 50 000^{ème} est celle à laquelle le B.R.G.M. accorde maintenant la priorité. Établie sur un très bon fond topographique, en courbes de niveau, elle est naturellement plus précise que la carte au 80 000^{ème}. Sa réalisation n'en est cependant qu'à ses débuts, et le travail consistant à lever et à éditer plus de 1200 coupures n'est que par une petite entreprise.

Après cet exposé des différents types de cartes existant actuellement, il convient de faire un retour en arrière pour voir comment, au cours des années, leur réalisation fut décidée puis menée à bien.

Rappel historique

C'est en fait il y a plus de 2 siècles que fut entreprise en France la 1^{ère} carte géologique; carte géologique n'est d'ailleurs pas le terme exact puisque l'Atlas Minéralogique de GUETTARD et MONET était essentiellement destiné à recenser les richesses du sous sol national en matière de minerais, de matériaux de construction, de substances utiles à l'agriculture.

De nombreux et très illustres hommes de science participèrent à son élaboration et parmi eux LAVOISIER, célèbre à bien d'autres titres.

Les travaux ont été financés par les deniers publics puisqu'une lettre de BERTIN, Ministre de LOUIS XV, avait décidé la prise en charge par le Trésor des frais d'établissements et de gravure. Ce fut un travail étonnant pour l'époque — sans doute un des premiers entrepris au monde en cette matière — mais l'Atlas Minéralogique ne fut malheureusement pas achevé et seul le Nord de la France fut publié à une échelle voisine de 1/170 000.

Si intéressante qu'elle fut, cette entreprise manquait cependant des bases théoriques nécessaires à la réalisation d'une véritable carte géologique au sens où nous l'entendons actuellement, bases qui furent acquises vers la fin du 18^{ème} siècle en Angleterre. En France, la période troublée des guerres de la Révolution et du 1^{er} Empire ne fut guère favorable à l'avancement de la cartographie géologique, et ce n'est qu'en 1825 que s'imposa l'idée d'une cartographie systématique du territoire.

Le travail en fut confié à 2 jeunes ingénieurs des mines, DUFRENOY et ELIE DE BEAUMONT, qui achevèrent en un temps record, compte tenu de la faiblesse des moyens mis à leur disposition, une carte géologique de la France en 6 coupures à l'échelle du 1 — 500 000^{ème}. On reste d'ailleurs confondu devant

la somme de travail effectuée en un aussi court laps de temps. Et pour bien des régions, en particulier pour les bassins sédimentaires, la carte de DUFRENOY et ELIE DE BEAUMONT reste un document tout à fait acceptable malgré son ancienneté.

Parallèlement à cet effort centralisé, certains départements firent établir des cartes géologiques départementales, qui elles aussi furent souvent d'une si grande qualité qu'elles restent encore utiles.

Le territoire français ne fut cependant pas totalement couvert par celles-ci.

Après le succès rapporté par la carte de DUFRENOY et ELIE DE BEAUMONT, et à mesure que s'établissait un fond topographique au 1 — 80 000^{ème}, excellent pour l'époque, on songea à réaliser une couverture géologique de la France à cette échelle.

ELIE DE BEAUMONT fut le promoteur actif de cette idée et il fit présenter pour les Expositions Universelles de 1855 et 1867 de vastes assemblages de cartes géologiques au 80 000^{ème}, coloriés à la main.

À la vue de ce travail, les pouvoirs publics de l'époque décidèrent de créer le 1^{er} octobre 1868 le Service de la Carte Géologique, chargé en particulier de lever et de l'édition de la carte géologique au 80 000^{ème}.

Dans l'esprit des créateurs du service, cette oeuvre ne devait guère nécessiter plus d'une dizaine d'années. En fait la dernière des cartes au 80 000^{ème} à recevoir une première édition fut réalisée en 1963. Il faut dire cependant que de nombreuses autres coupures avaient entre temps reçu 2 ou 3 rééditions successives et que, parallèlement, la couverture au 320 000^{ème} avait beaucoup avancé, tandis que la carte au millionième recevait 4 éditions successives.

Quant à l'échelle du 50 000^{ème}, la décision fut prise il y a une trentaine d'années d'en réaliser quelques coupures à titre d'essai, et les feuilles de LANSLEBOURG et FERRETTE par exemple virent le jour dans les années 1930 à 1935. Mais ce n'est qu'à partir de 1961 le Service de la Carte Géologique puis le B.R.G.M. reçurent les moyens en crédits et en personnel nécessaires pour assurer un véritable démarrage de cette échelle.

Pourquoi l'échelle du 50 000^{ème} ?

Il est certain qu'au moment où furent décidés le lever et l'édition d'une couverture géologique complète de la France au 1 — 50 000^{ème}, soit plus de 1200 coupures, les responsables ont longuement examiné les raisons qui pouvaient motiver le choix de cette échelle plutôt que d'une autre. Car il fallait savoir pour cette oeuvre de longue haleine, qui mobiliserait l'équivalent d'une soixantaine de géologues, à temps plein, pendant plus de 20 ans, et des sommes d'argent considérables, si l'échelle choisie était bien adaptée aux besoins du pays.

Le choix devait d'abord être guidé par la nature des fonds topographiques existants. Or l'Institut Géographique National français édite actuellement, à partir de photos aériennes, une couverture au 25 000^{ème}, une autre au 50 000^{ème} et enfin une couverture au 100 000^{ème} (avec d'ailleurs différentes autres cartes, dont certaines à plus grande ou plus petite échelle, mais qui ne concernent pas notre propos).

L'édition d'une couverture géologique au 100 000^{ème}, aurait certes pu

être réalisée très rapidement. Mais il est certain que l'amélioration par rapport au 80 000^{ème} existant n'aurait découlée que de la meilleure qualité du fond topographique, sans que la précision soit beaucoup supérieure.

Certains pays éditent une couverture complète de leur territoire au 25 000^{ème} (échelle topographique normalisée pour la plupart des pays d'Europe Occidentale). Mais ce qui est possible pour la Suisse, aurait constitué pour la France, étant donné sa superficie, une oeuvre gigantesque. Une telle échelle aurait sans doute apporté beaucoup de précisions dans les pays montagneux, mais aurait risqué d'être bien monotone dans la plupart des grands bassins sédimentaires. C'est donc la solution de l'échelle du 50 000^{ème} qui fut retenue, au moins pour l'édition, puisque les levés correspondants sont faits au 25 000^{ème}. Échelle de synthèse et de détails à la fois, elle maintient, avec les 1200 coupures représentant la couverture totale du territoire, l'effort de levés et d'éditions dans des limites acceptables pour le pays.

Il faut d'ailleurs insister sur le fait que si cette décision de principe a été prise, des aménagements n'en sont pas moins possibles et même souhaitables. C'est ainsi tout d'abord que différentes régions, à la géologie particulièrement monotone — les Landes, la Bresse, la Crau, la Champagne — ne justifieront pas l'établissement du 50 000^{ème}. Pour elles, une carte au 100 000^{ème} suffira, tandis que d'autres documents (coupes de sondages, isobathes des certains niveaux repères) complèteront l'information. A l'inverse, de régions très compliquées ou qui présentent un intérêt géologique particulier, pourront être levées et éditées au 25 000^{ème}; ceci a d'ailleurs été réalisé en marge de plusieurs cartes au 50 000^{ème} des Alpes, avec des agrandissements des zones les plus complexes.

L'établissement de la carte au 1/50 000

Les géologues:

En examinant l'origine des levés géologiques au cours des années, on constate qu'il y eut plusieurs périodes.

La première fut celle des géologues amateurs; souvent membres des professions libérales, ils consacraient une partie de leurs loisirs aux levés géologiques.

Vint ensuite l'époque où les grands corps de l'Etat intéressés au sol et au sous sol consacrerent une part importante de leur activité à la cartographie des régions dépendant de leur autorité.

On se souvient par exemple que M. M. DUFRENOY et ELIE DE BEAUMONT, auteurs de la carte synthétique au 500 000^{ème}, étaient ingénieurs au corps des Mines.

Les chercheurs universitaires apportèrent ensuite une contribution qui fut et reste extrêmement importante. Il n'y a pas plus de 5 ou 6 années encore, les levés des cartes éditées par le Service de la Carte Géologique étaient pour leur quasi-totalité l'oeuvre des collaborateurs du service. Et parmi ceux-ci (au nombre d'environ 500) une grande majorité sont des membres de l'enseignement supérieur.

C'est que le lever géologique, permettant à la fois d'acquérir une connaissance régionale, de mettre en oeuvre une grande quantité de techniques de

la géologie et enfin d'approcher un bon nombre des problèmes qui se posent habituellement aux géologues, constitue une excellente « école ».

Un système de contrat de collaboration avec un collaborateur responsable pour chacune des coupures est actuellement en vigueur et apporte une contribution très efficace aux levés de la carte au 50 000^{ème}. Ces levés bénéficient d'ailleurs de la qualité et du caractère souvent original et novateur des études entreprises à propos des thèses de doctorat. En contrepartie il est évidemment difficile d'établir des prévisions quantitatives précises, quant à la remise des levés. D'autre part, les collaborateurs pour la carte géologique ont tendance à lever en priorité les cartes des régions qui intéressent le plus leur travail et par conséquent en premier lieu des régions de montagne. Or, et nous aurons l'occasion de souligner ce point par la suite, les besoins en cartes géologiques se font sentir de façon prioritaire dans les plaines et les zones en voie de développement industriel rapide. Ceci, joint au fait que l'accroissement du rythme de sorties du 50 000^{ème}, qui fut décidé, nécessitait un volume de travaux de levés supplémentaires, a amené le Service de la Carte Géologique d'abord, puis le B.R.G.M., à recruter des géologues pour les affecter sinon à plein temps du moins pour une grande partie de l'année aux levés de cartes géologiques; ils représentent actuellement plus de 30 géologues. Les uns opèrent à partir d'Orléans où est installée la direction du Service Géologique National du B.R.G.M. (au sein de laquelle le département carte géologique et géologie générale est chargé des levés de cartes); les autres sont affectés dans les 11 centres géologiques régionaux du B.R.G.M.

En quelques années la proportion des cartes réalisées par les géologues du Service de la Carte Géologique, puis du B.R.G.M., est passée à près de 40 % en 1968 et environ 50 % en 1969. Cette modification résulte d'ailleurs de l'augmentation du nombre de cartes éditées, les levés effectués par les collaborateurs pour la carte géologique étant eux aussi en augmentation. On peut estimer que cette répartition ira en se stabilisant autour de 60% pour les géologues du B.R.G.M. contre 40 % pour les collaborateurs, dans les années à venir.

Les méthodes de lever:

Les méthodes utilisées pour le lever de la carte géologique sont dans leurs grandes lignes tout à fait classiques et il serait sans doute malaisé d'innover notablement en la matière. Aussi serons-nous assez brefs à ce sujet et nous nous bornerons à signaler quelques points très particuliers des méthodes utilisées par les géologues du B.R.G.M. pour leur travail de cartographie géologique.

Il faut tout d'abord souligner que ceux-ci ont à faire essentiellement dans les régions de plaines où, malgré le caractère souvent un peu monotone de la géologie, le lever présente un intérêt économique très grand et immédiat, particulièrement dans les zones en voie d'urbanisation ou d'industrialisation rapide.

Les levés de base sont effectués, avons-nous dit, à l'échelle du 25 000^{ème}. L'examen des photos aériennes constitue une phase préliminaire importante et absolument nécessaire, à la fois pour le repérage des affleurements possibles et pour obtenir une première idée des grands traits structuraux de la région.

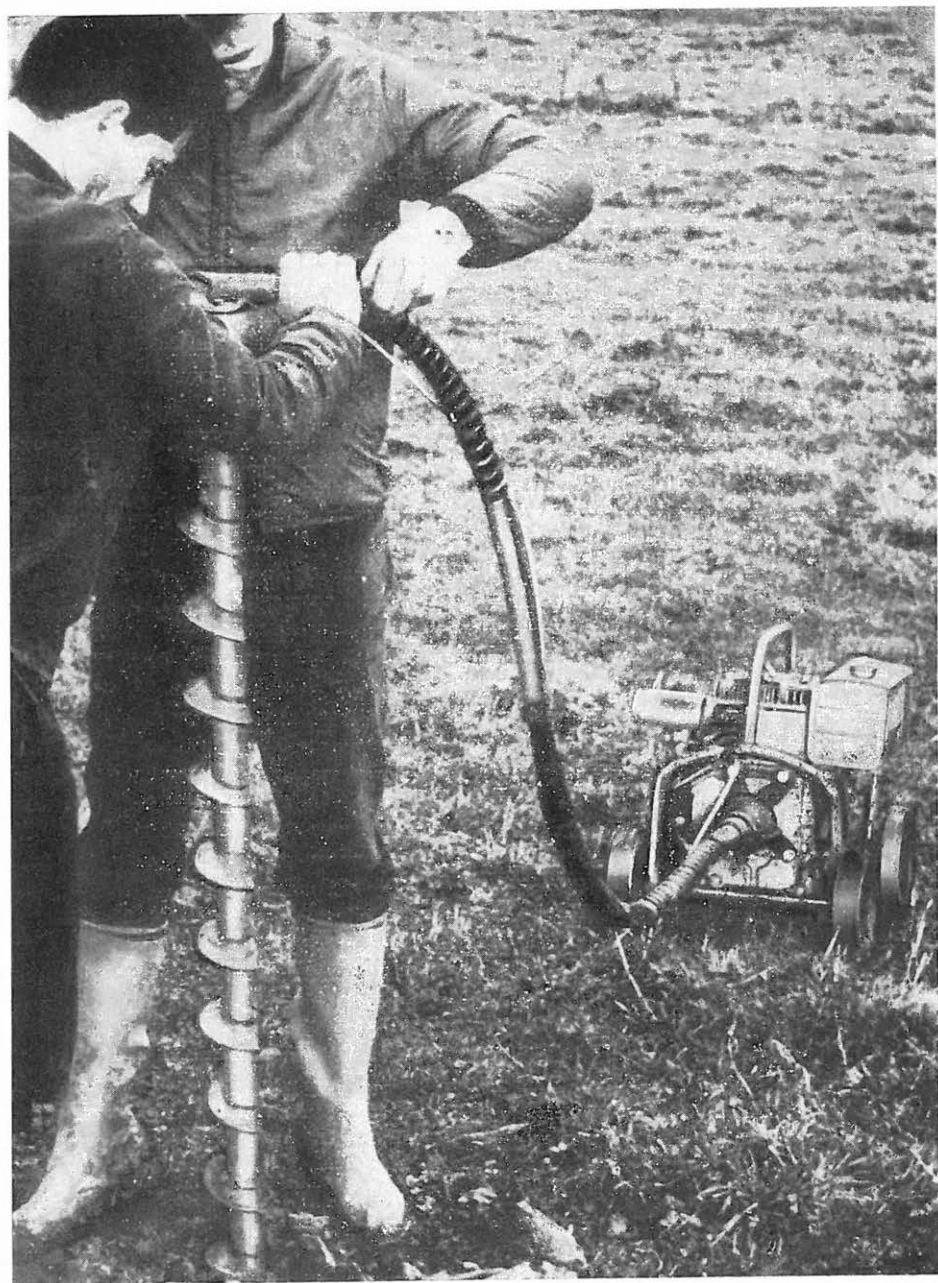


Fig. 1. Tarière mécanique utilisée pour des sondages très peu profonds

Le B.R.G.M. possède un service de photogéologie qui peut apporter aux géologues cartographes son appui dans les cas les plus complexes.

Les renseignements que l'on peut tirer des travaux de subsurface effectués dans la région du lever sont ensuite utilisés au maximum. Une loi française, le Code Minier, oblige en effet toutes les entreprises qui effectuent des excavations profondes de plus de 10 mètres, à le signaler à l'Administration et à communiquer tous les renseignements d'ordre géologique géophysique ou géochimique, qui ont pu en être tirés; et c'est le B.R.G.M. précisément qui est chargé d'archiver ces renseignements. Dans ses services géologiques régionaux, des dossiers (100 000 environ, actuellement) sont établis pour chaque ouvrage déclaré, sondages pour recherche d'eau ou d'hydrocarbure, puits, fouilles pour constructions, etc... C'est là une source d'observations très importante et très précieuse car ces excavations sont le plus souvent rebouchées rapidement et, sans cette mesure, il y aurait perte définitive de nombreuses informations. Un système est actuellement mis en place pour permettre de porter en mémoire d'ordinateur ces renseignements, ce qui permettra par la suite une consultation rapide et aisée et l'établissement de documents de synthèse dans les meilleures conditions.

Après la phase du lever de terrain proprement dite, les géologues du B.R.G.M. disposent, pour les analyses dont ils ont besoin, de laboratoires bien équipés. La micropaléontologie, la palynologie ainsi que les études granulométriques et la confection de lames minces sont effectuées directement au département chargé de la carte géologique. Les autres moyens d'analyses physico-chimiques sont regroupés au département laboratoires. Celui-ci peut mettre en oeuvre aussi bien des méthodes d'analyses chimiques classiques que des méthodes d'analyses physiques plus complexes (Absorption atomique, photométrie, diffraction de rayons X, analyses isotopiques par la méthode potassium-argon...).

Les contours géologiques portés sur la carte par le géologue après que celui-ci ait confronté ses données de terrain et les résultats de ses analyses, sont essentiellement des limites de formation qui ne correspondent pas nécessairement avec des limites chronostratigraphiques. Celles-ci sont en effet sujettes à des changements possibles d'interprétation, alors que la formation est une entité, qui, du moins est-il permis de l'espérer, sera à l'avenir toujours conçue de la même façon. Un effort tout particulier est fait pour préciser la lithologie des formations, de façon à apporter aux utilisateurs le maximum d'informations directement utilisables.

Dans ce même ordre d'idée, sont reportés systématiquement tous les éléments qui permettent d'apporter à l'utilisateur des éléments d'information à propos de l'exploitation possible des ressources minérales du sous-sol. Les emplacements des carrières sont relevés et figurent sur la carte avec la nature de la roche exploitée. Les ouvrages effectués pour diverses recherches (puits, sondages pour eau ou hydrocarbure...) sont mentionnés avec référence à leur numéro d'ordre dans la classification du B.R.G.M.; ce numéro permettra de retrouver dans les fichiers les éléments recueillis au sujet de cet ouvrage, au titre du Code Minier. Si une coupe de sondage profond est disponible, elle sera portée en marge de la carte avec toutes les indications pétrographiques, paléontologiques ou micropaléontologiques qui la concernent.

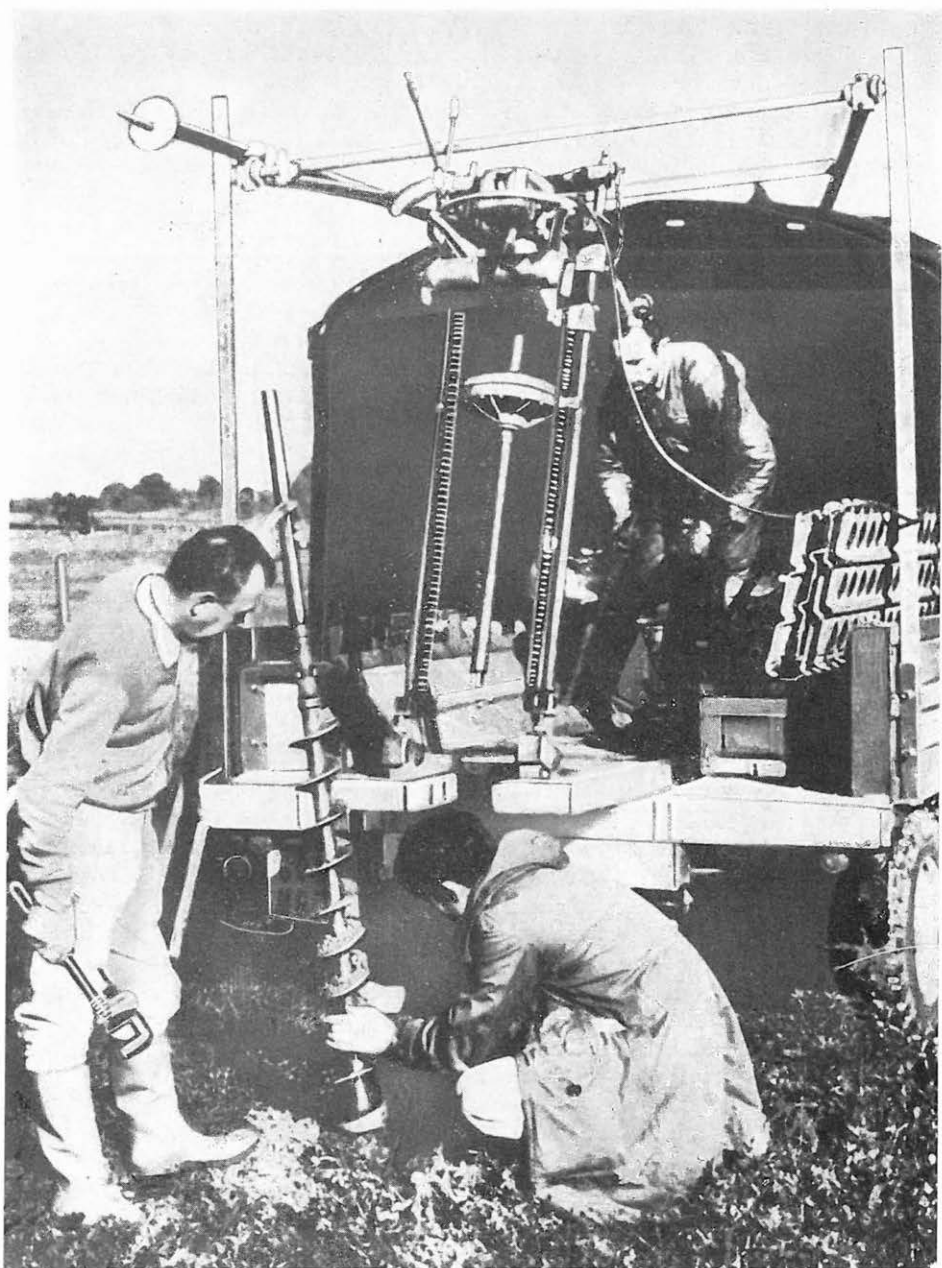


Fig. 2. Tarière à moteur, montés sur camion, permettant de forer jusqu'à une profondeur d'une dizaine de mètres

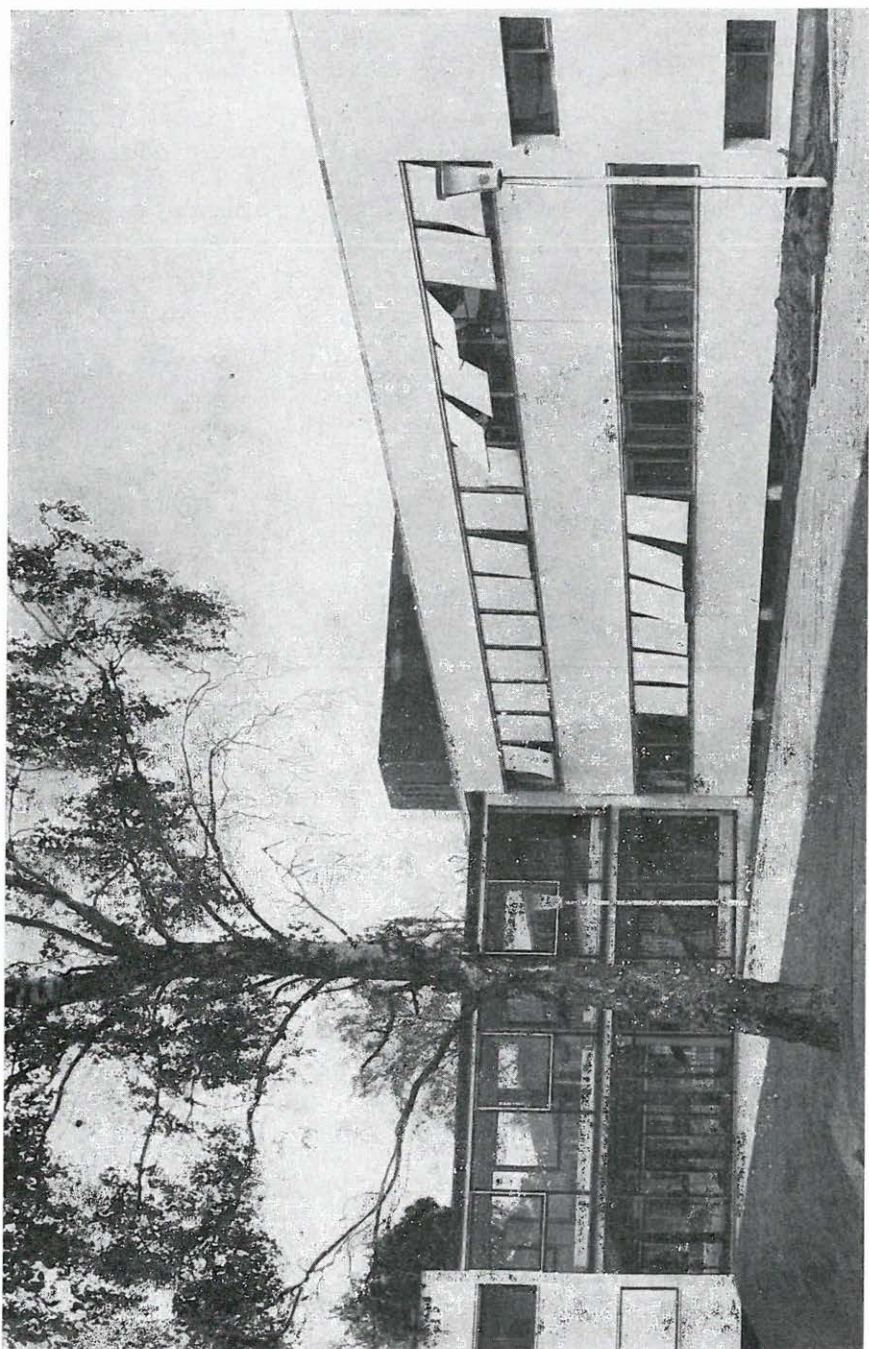


Fig. 3. Une vue d'un des bâtiments du B.R.G.M., à Orleans-la-Source



Fig. 4. Le procédé du tracé sur couche employé pour le dessin des contours géologiques

Enfin, lorsque des études géophysiques, suffisamment précises, ont été réalisées, elles sont utilisées sous la forme par exemple d'une figuration des isobathes d'un horizon repère particulier. Ceci a été fait notamment dans les régions où des travaux de recherches d'hydrocarbures ont été réalisées (Sud Ouest de la France, Sud-Est de Bassin Parisien ...).

Muniède ces indications, la minute ou document original de l'auteur, est dessinée et l'on passe alors à la phase suivante, l'édition des cartes géologiques.

L'édition des cartes géologiques

L'édition des cartes géologiques de la couverture régulière de la France et tout particulièrement des cartes au 1-50 000^{ème} est réalisée à la Division des arts graphiques du B.R.G.M. Cette division, qui regroupe la plus grande partie des moyens que le B.R.G.M. met en oeuvre pour le dessin et l'impression des documents qu'il publie, édite également d'autres cartes, telles que les cartes de substances utiles, les cartes hydrogéologiques, géotechniques, géophysiques et gîtologiques; elle effectue également différents travaux photographiques.

Il y a 5 ans environ, la quasi-totalité des cartes géologiques (réalisées à cette époque par le Service de la Carte Géologique de la France) était confiée pour l'ensemble des opérations graphiques à des entreprises extérieures qui travaillaient à partir de la minute de l'auteur. L'expérience a montré qu'il

était intéressant, sinon indispensable, que le Service de la Carte Géologique de la France puis le B.R.G.M. puissent effectuer eux-mêmes une partie au moins de ces travaux graphiques. Les prix et la qualité des travaux sont ainsi mieux suivis car les techniciens chargés des éditions de cartes, ayant eux-mêmes mis en oeuvre les procédés de dessin et d'impression, contrôlent avec une meilleure efficacité les entreprises extérieures. L'effort a commencé à porter tout d'abord sur les opérations de dessin proprement dites, à l'exclusion de l'impression. Et c'est ainsi que 1968, soit moins de 3 ans après la création d'un atelier de cartographie, 25 coupures ont été menées jusqu'au stade de l'impression, ce qui représente environ 45 % des travaux de dessin consacrés aux cartes géologiques. Cette proportion restera pratiquement la même pour



Fig. 5. Machine à photocomposer les textes horscadre des cartes géologiques

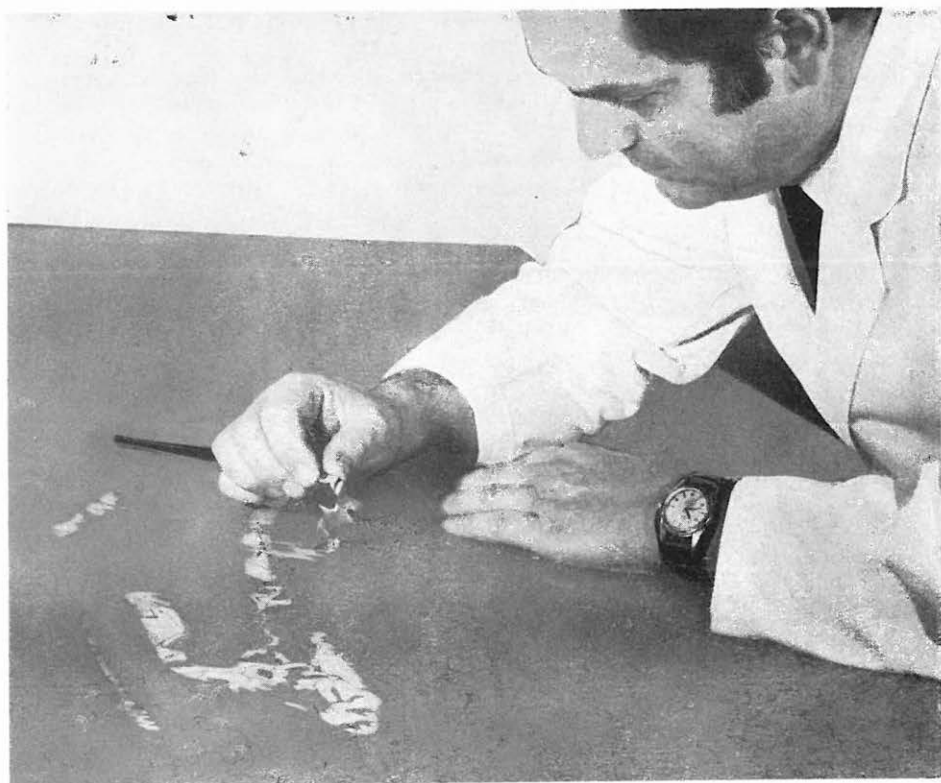


Fig. 6. La réalisation des masques de couleur par le procédé des couches pelliculables

1969. En 1968, d'autre part, une presse offset a été achetée et les premières impressions ont porté sur des cartes simples, autres que les cartes géologiques proprement dites. Ce n'est qu'en 1969 qu'un programme d'impressions a été lancé, portant sur 11 coupures.

Dans les lignes qui vont suivre, nous évoquerons donc essentiellement l'expérience acquise par les propres cartographes du B.R.G.M., en matière de cartographie géologique, les procédés utilisés par les entreprises extérieures travaillant sous contrat pouvant être parfois différents.

La mise en forme de la minute d'auteur :

Un bureau de préparation commence par examiner la minute et vérifie que sa présentation est conforme aux normes adoptées: symboles en accord avec la légende générale de la carte, textes hors-cadre correctement rédigés, raccords effectués avec les coupures voisines, etc. ... Une fiche est établie, qui suivra la carte jusqu'à son achèvement, en permettant en particulier de suivre la durée (et dont le coût) des diverses opérations.

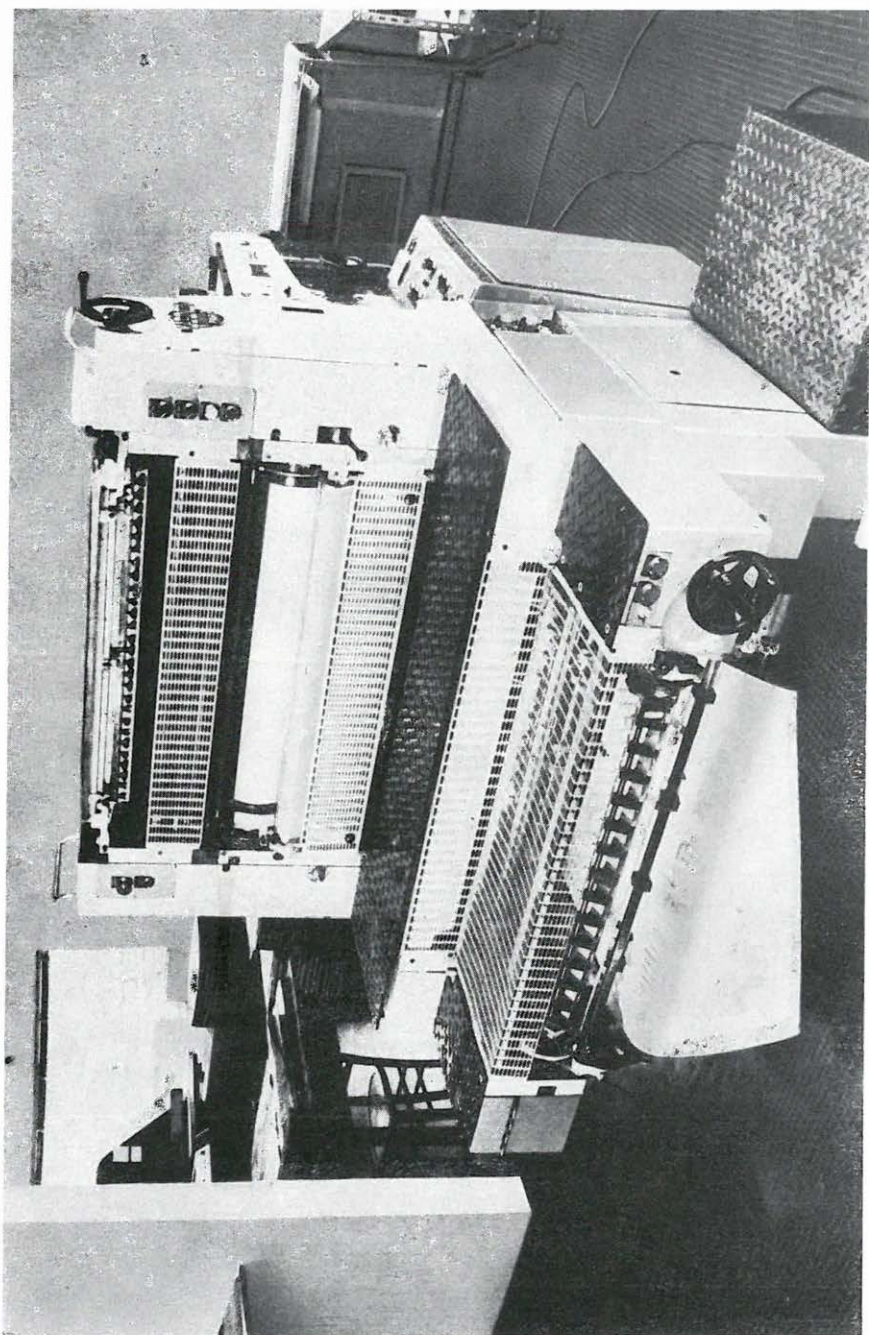


Fig. 7. Presse offset utilisée par la division des arts graphiques du B.R.G.M.

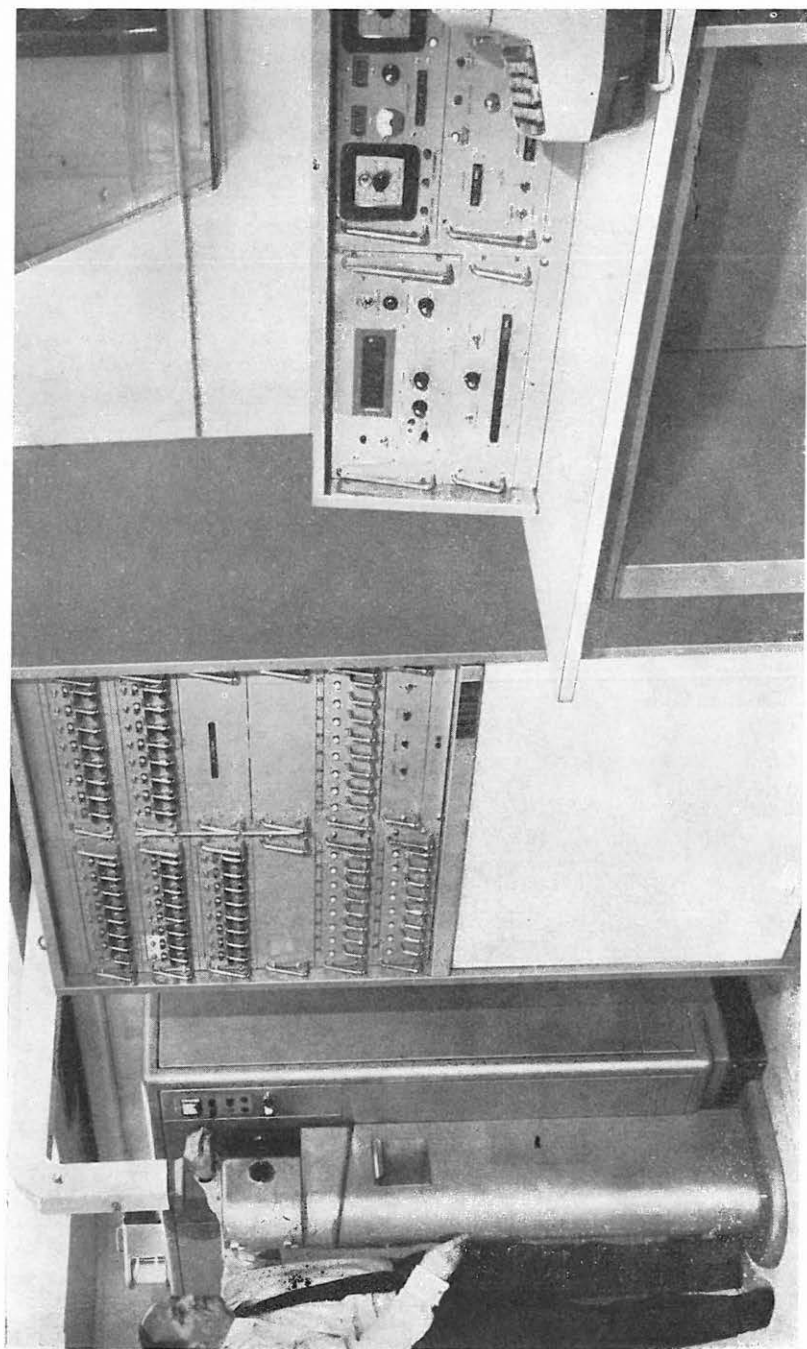


Fig. 8. Le quantomètre du B.R. G.M.

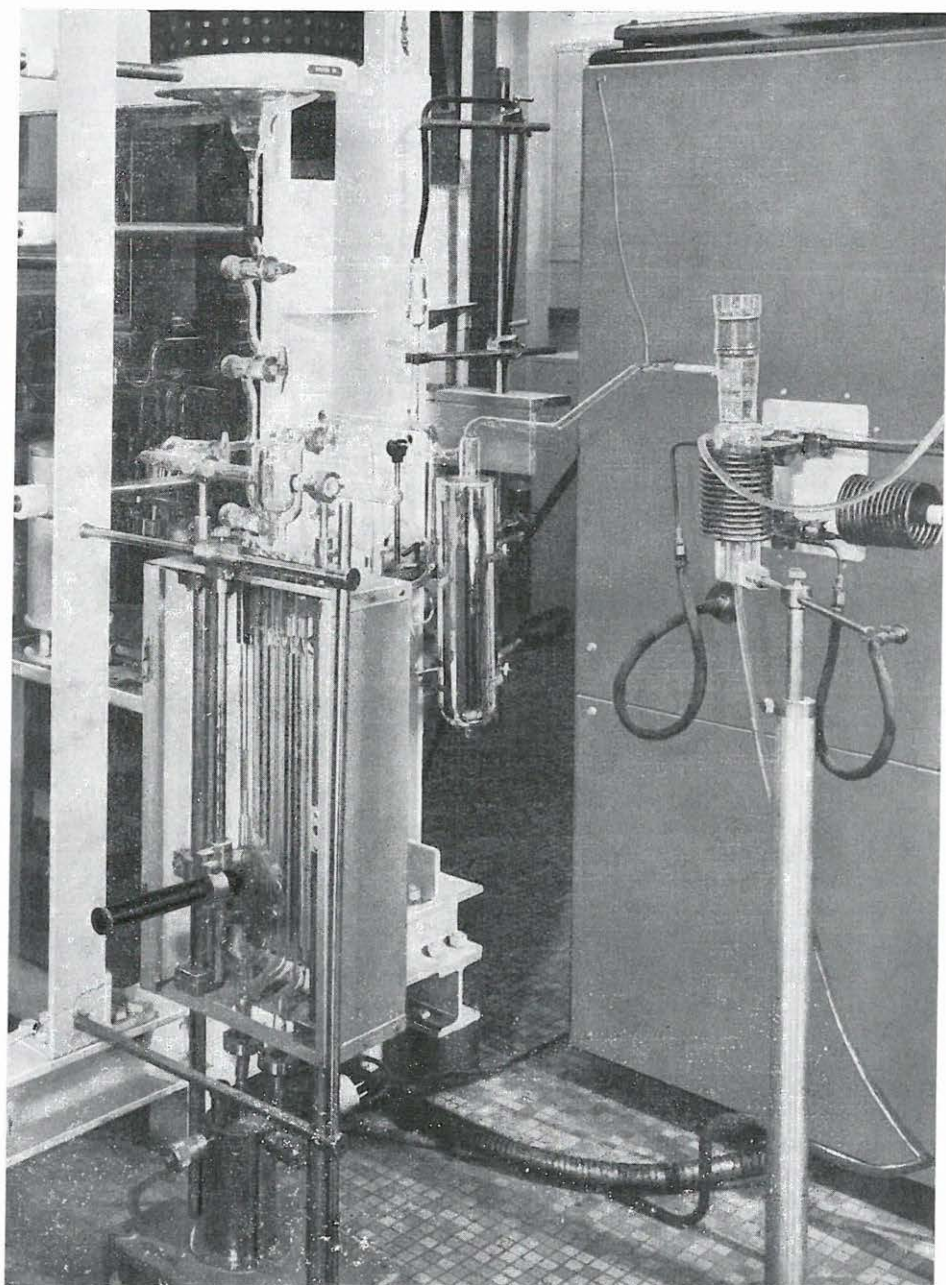


Fig. 9. Une vue de la ligne d'extraction de l'argon radiogénique dans les roches pour leur étude géochronologique

Le dessin des contours géologiques:

Ils proviennent de la minute du géologue. Celle-ci était jusqu'à ces dernières années rédigée sur un fond topographique monocouleur sur papier. Le papier se déformant parfois de façon très importante en fonction des variations de température et surtout d'hygrométrie, il fallait reporter ces contours sur un support plastique stable en dimension (nommé cronaflex), sur lequel était également figurée la topographie. Le trait était réalisé le plus rapidement possible dans le seul but qu'il fût correctement disposé par rapport à la topographie, sa qualité graphique étant sans importance, puisqu'il serait ensuite repris par le procédé du tracé sur couche. Une telle opération nécessitait cependant un travail important, et introduisait obligatoirement des erreurs ou des déformations par rapport au tracé original de l'auteur; pour éviter ceci, il est maintenant instamment demandé aux auteurs de dessiner directement leurs contours sur un support cronaflex. Il leur est indiqué que ce qui est essentiel est la position de leur trait et non pas sa régularité. De très nombreux auteurs se sont maintenant adaptés, de bonne grâce, à cette technique. Les erreurs de tracé qu'ils peuvent faire sont aisément corrigées au cours du travail, par le fait que l'encre utilisée est facilement ôtée du support plastique, à l'aide d'un coton imbibé d'eau. A partir de ce tracé le géologue peut faire des tirages héliographiques bon marché, qu'il lui est possible ensuite de colorier.

Les contours, dessinés sur cronaflex, sont ensuite reportés par un procédé diazoïque sur une couche à tracer.

Le procédé de tracé sur couche est devenu maintenant trop classique et trop largement répandu pour que nous insistions sur ce sujet. Disons cependant que la pointe à tracer est préférée à l'anneau, moins maniable en cas de carte compliquée; l'épaisseur du contour géologique sera de 1/10 de millimètre (2/10 pour les failles). Un film positif du « trait » est alors tiré par insolation en châssis à travers la couche à tracer.

L'habillage de la carte:

Il s'agit de réaliser la seconde planche du noir (après celle des contours) qui regroupera les textes hors-cadres et les notations.

Les textes hors-cadres (indication des auteurs, des documents consultés, légende des terrains rencontrés, légende technique . . .) sont composés sur une petite photocomposeuse Diatype. Le film obtenu est reporté sur un film pelliculable. Une colle est transférée au dos de ce film et les textes sont collés ligne par ligne.

Les notations sont en général trop complexes pour être réalisées directement par la Diatype. Le B.R.G.M. dispose d'un alphabet complet qu'il a dessiné. Chaque notation est composée par collage de ses divers éléments. L'ensemble des notations d'une même carte est alors cliché et les notations définitives sont réalisées sur film pelliculable, chacune en nombre approximativement proportionnel à sa fréquence dans la carte; plusieurs dimensions sont d'ailleurs retenues, pour permettre de caractériser les affleurements même les plus restreints en surface. Une carte géologique de difficulté moyenne peut comporter de l'ordre de mille à deux mille notations.

Dès que les textes hors-cadres et les notations sont collés on en réalise un film sans offset, sur film autositif.

L'établissement de la «liste des couleurs»:

C'est sans aucun doute l'opération la plus délicate, celle qui demande la plus longue habitude. Nous n'avons pas établi une charte des teintes qui soit généralement applicable à toutes les cartes: cela nous semble être un cadre trop rigide dont il faudrait de toutes façons sortir pratiquement à chaque coupure; car il est impossible de prévoir, pour une carte de détail comme la carte à 1/50 000, tous les cas qui peuvent se présenter: regroupements de terrains, transitions entre deux natures pétrographiques voisines. Et d'autre part, les couleurs ne prenant leur valeur que les unes par rapport aux autres, il faut admettre une certaine souplesse, la possibilité de faire ressortir un affleurement de faible surface, d'atténuer la teinte d'une plage trop importante...

Les teintes sont établies par référence aux cartes déjà imprimées, ce qui permet de rester dans une gamme définie, avec des variations possibles. Les trames (75 %, 50 %, 25 %) et les superpositions de teintes sont largement utilisées.

La liste des teintes indique en définitive le nombre de couleurs, à plat ou tramées, dont l'assemblage donnera leurs couleurs aux différentes plages.

En moyenne les cartes à 1/80 000 comportent de quinze à vingt passages alors que les cartes à 1/50 000 n'en comportent que dix à douze.

Toujours en moyenne, du fait des superpositions et des trames, un passage en machine permet la réalisation de trois teintes.

L'établissement des masques de couleurs:

Un premier stade consiste à réaliser des « pochades partielles », teinte par teinte (donc zinc par zinc). Sur des tirages (ozalids) de la planche des contours, le cartographe porte une couleur conventionnelle sur chacune des plages qui recevra la teinte correspondante (cette couleur conventionnelle variant selon que la teinte sera à plat, tramée à 75 %, 50 % ou à 25 %). Ces documents serviront de guides lors du pelliculage des « peel-coats ».

Ceux-ci, après sensibilisation, sont insolés et développés à l'alcool. Nous utilisons le procédé du pelliculage en négatif, la plage à colorer étant alors un « trou » après pelliculage. Ceci permet d'obtenir un masque positif englobant l'épaisseur du contour géologique, donc évitant les liserés blancs que l'oeil est si habile à repérer. De plus, ce procédé permet de préparer avec une même couche pelliculable plusieurs masques, lorsque les plages correspondantes sont séparées les unes des autres. Une feuille plastique rouge (cut and strip) est appliquée sur la couche pelliculable pour éviter que les contours géologiques n'apparaissent en noir lors de la confection des masques positifs. Elle est rapidement découpée autour des plages pelliculées.

L'essai des couleurs:

L'essai des couleurs est encore, pour la majorité des cartes, et surtout pour celles qui nécessitent plus d'une douzaine de zincs, réalisé sur machine (offset ou presse à contre-épreuve).

Mais de plus en plus, pour les cartes réalisées dans nos ateliers, la tendance est d'éviter le délai important dû au passage en machine et le coût élevé correspondant, en fabriquant en laboratoire un essai en couleurs par un procédé photomécanique. Il consiste à teinter une surface de plastique blanc sur

	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
TOTAL	4	2	3	12	12	14	5	15	22	36	46	46	53	58
1/50 000	3	1	1	7	8	8	4	4	6	14	17	12	31	40

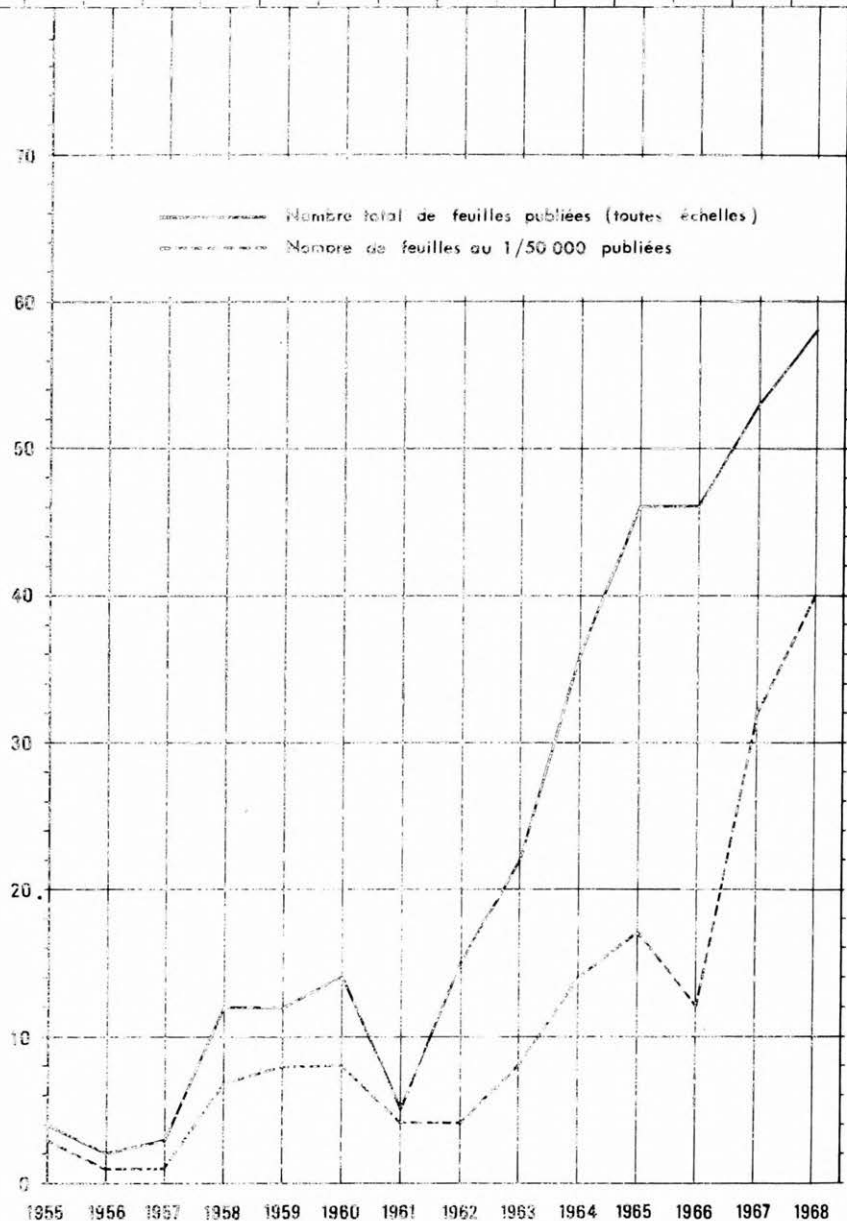


Fig. 10. Evolution du nombre de cartes éditées par le Service de la Carte Géologique, puis le B.R.G.M., au cours des dernières années

laquelle, pour chaque couleur, une couche est coulée, insolée, développée et teintée. On arrive ainsi, pour un prix de revient intéressant et dans des délais très courts (en deux jours ou moins), à obtenir une image colorée très approchante de ce que sera la carte. Cette image permet de repérer les blancs, superpositions et autres défauts des masques de couleurs. Certes, il n'est pas possible d'obtenir exactement les teintes définitives, mais ceci ne présente que peu d'inconvénient lorsque la carte à réaliser s'insère dans un ensemble déjà réalisé et pour lequel les teintes ont déjà été imprimées en machine.

L'impression:

Elle est réalisée pour la quasi-totalité des cartes, par le procédé offset. Deux des entreprises de l'extérieur travaillant pour le B.R.G.M., impriment sur des machines offset à 2 couleurs, les autres utilisant des offset monocolores. Le support employé pour l'impression est pratiquement toujours un support synthétique, le marinil ou le marilon, fabriqué à partir d'un mélange de fibres cellulosiques et de nylon. Ceci lui confère une exceptionnelle résistance au pliage et à la déchirure. De plus les cartes peuvent être mouillées sans qu'il y ait le moindre dommage pour les couleurs et ceci est particulièrement apprécié des géologues de terrain. Ce support présente certes des difficultés d'impression dûes au comportement des encres, mais également à une instabilité dimensionnelle qui peut être assez grande dans certaines conditions. Les ateliers qui l'impriment doivent être très soigneusement climatisés et en particulier le degré d'hygrométrie ne doit pas descendre au-dessous de 60 %.

Les machines impriment en général à une cadence de 1500 à 2000 passages à l'heure. Quant au chiffre de tirages, il varie de 2000 à 20 000 exemplaires (chiffre assez exceptionnel, retenu pour la dernière édition de la carte au millionième).

Une fois stockées au B.R.G.M. les cartes sont pliées à la main pour une partie d'entre elles et insérées dans une pochette de plastique, avec le texte de la légende. Ceci permet au service des ventes des envois beaucoup plus commodes qu'avec la présentation à plat qui nécessitait l'emploi de rouleaux de carton (Fig. 10.).

II. EVOLUTION ET PERSPECTIVES

Un effort de réflexion s'est imposé ces dernières années, face à une demande croissante en cartes géologiques, pour tenter de définir de la meilleure façon possible les perspectives d'évolutions de l'activité de cartographie géologique. On peut dire que le souci constant qui a animé les responsables de B.R.G.M. a été, après avoir cherché à définir de façon précise les besoins réels des utilisateurs de cartes géologiques, d'infléchir au maximum les programmes et les objectifs dans le sens d'une meilleure satisfaction de ces besoins.

Le rythme d'édition de la carte au 50 000^{ème}:

Il a été communément admis qu'après la fin de l'impression de 80 000^{ème} qui est pratiquement disponible pour sa quasi-totalité, l'effort maximum, serait porté sur le 50 000^{ème}. Une telle échelle existe dans certains pays, plus

ou moins complète. En France, il a paru nécessaire de la réaliser rapidement, pour que la géologie puisse apporter sa contribution au développement économique du pays. Mais si le rythme d'édition devait être rapide, il était nécessaire qu'il restât compatible, d'une part avec l'effort que le pays pouvait consentir, d'autre part avec la nécessité de maintenir une qualité optimale.

Certains géologues ont émis il y a plusieurs années le désir que, pour permettre un rythme d'édition plus rapide, les contours géologiques des cartes au 80 000^{ème} existantes soient reportés sur le fond topographique au 50 000^{ème}. Ce projet n'a pas été retenu. Il aurait en effet négligé le problème principal, qui était de faire progresser la connaissance du sous sol français par de nouveaux levés orientés vers une plus grande rentabilité pour les utilisateurs.

L'objectif adopté en définitive a été l'achèvement de la couverture au 50 000^{ème} en 20 années environ, ce qui nécessite un rythme de sorties de 50 à 55 coupures par année. Ce rythme n'a pas été atteint, pour l'instant, puisque les années 1967 et 1968 n'ont vu la sortie respectivement que de 30 et 40 coupures. Le seul obstacle qui puisse empêcher d'atteindre ce rythme est d'ordre budgétaire car à la fois les géologues et les moyens d'édition existent maintenant.

Les régions à lever en priorité:

Si l'on examine la carte de l'avancement des levés au 50 000^{ème}, on constate que les coupures déjà réalisées sont bien loin d'être disposées au hasard sur la surface du territoire. Et pour saisir les raisons qui ont présidé à leur distribution, il faudrait même comparer cette carte d'avancement à ses différents stades depuis quatre ou cinq années.

Il y a quatre ou cinq ans, en effet, les levés géologiques au 50 000^{ème} étaient réalisés presque exclusivement par les collaborateurs extérieurs pour la carte géologique. Il est donc normal que leur effort ait porté avant tout sur les régions qui présentaient pour eux un grand intérêt, celles où des problèmes géologiques fondamentaux se posaient, telles que les Alpes et le Jura. C'est ainsi qu'une part importante du Sud-Est de la France, entre le Rhône la Méditerranée, et la frontière italo-française, et couverte par le 50 000^{ème}. Une autre région a été levée assez rapidement, celle de l'Est de la France, plus exactement de la Lorraine; et ce, du fait de l'existence de nombreux travaux de terrain liés à la présence des bassins houiller et ferrifère de Lorraine. Enfin, une troisième tâche s'étalait, autour de Paris, car la géologie du Bassin parisien, l'un des berceaux de la géologie française et même mondiale, a toujours attiré de nombreux chercheurs.

Depuis cette époque, la carte de répartition des levés effectués s'est assez notablement modifiés. C'est qu'en effet, tout d'abord, l'instauration d'un système de contrats entre les collaborateurs extérieurs et le Service de la Carte géologique, puis le B.R.G.M., a permis d'orienter la répartition de leurs levés. Bien évidemment, il ne s'agit que d'une orientation, puisque la contribution des collaborateurs restant bénévole, ceci implique qu'une assez grande liberté leur soit laissée. Par ailleurs, et nous l'avons déjà souligné, un nombre croissant de cartes a été réalisé par les géologues du B.R.G.M. Dans ces conditions, une répartition des levés dans des zones prioritaires

était possible. Une enquête a donc été faite, pour déterminer quelles étaient ces zones. Il est apparu que les besoins en cartes géologiques étaient liés très étroitement aux problèmes d'Aménagement du Territoire. C'est-à-dire qu'ils étaient plus urgents dans les régions à développement économique et urbain rapide, dans les grandes plaines, les grandes vallées, là où les problèmes géologiques posés n'auraient d'ailleurs pas incité les chercheurs à porter leur intérêt en priorité. Cinq zones prioritaires ont donc été définies, en fonction de ces considérations :

- la région du Nord de la France;
- l'axe de la vallée de la Seine;
- l'axe de la vallée de la Loire;
- l'axe de la Garonne;
- l'axe Saône-Rhône.

Et il est permis de constater, après quelques années, que la carte d'avancement des levés reflète l'orientation ainsi prise.

L'amélioration de la qualité des cartes géologiques :

Il ne fait pas de doute que l'effort consenti par le pays pour la réalisation d'une couverture géologique moderne ne se justifie que si les cartes géologiques sont adaptées aux besoins des utilisateurs. Ces derniers sont en fait très différents, selon qu'il s'agit de géologues universitaires, d'hydrogéologues, de carriers, d'urbanistes, de mineurs etc. . . . Et cette multiplicité de leurs points de vue interdit de spécialiser exagérément la carte géologique en fonction de tel ou tel besoin particulier. Le meilleur moyen d'apporter au maximum d'entre eux des formations utiles, est sans doute de veiller, avant tout, à la qualité des renseignements figurés. Chacun pourra alors trouver dans la carte géologique, les éléments de base qui lui sont nécessaires, pour résoudre tel ou tel problème particulier.

L'amélioration des techniques des levés :

Il serait prétentieux de songer à innover beaucoup en matière de techniques de levé géologique sur le terrain, car celles-ci ont fait depuis bien longtemps leurs preuves. On peut cependant apporter quelques améliorations sur des points particuliers.

Tout d'abord et autant que possible, les géologues sont affectés au levé d'un groupe de cartes voisines, ce qui leur permet d'utiliser au mieux la connaissance régionale qu'ils ont pû acquérir. Les contacts avec les géologues locaux, universitaires en particulier, sont activement recherchés, car ils sont souvent source de connaissances nouvelles. Et cela est grandement facilité par l'existence des services géologiques régionaux de B.R.G.M.

Sur le terrain, les affleurements ne sont pas toujours suffisants pour obtenir une idée précise de la structure géologique. Pour y remédier, il est fait appel au maximum aux données recueillies au titre de la loi sur le Code Minier, données relatives aux travaux souterrains déjà exécutés dans la région. D'autre part, le B.R.G.M. dispose maintenant de quelques moyens de forages légers, tarières mécaniques portatives ou montées sur véhicules et même

foreuses, qui permettent d'avoir rapidement et avec en prix de revient assez faible une connaissance de la nature de la roche, sous les recouvrements superficiels (limon, couches d'altération, etc. . . .).

L'amélioration par les analyses de laboratoires:

La panoplie des techniques que le géologue peut utiliser couramment pour préciser, soit la nature pétrographique exacte des roches, soit leur âge, s'est considérablement enrichie depuis une vingtaine d'années.

L'étude des argiles, par exemple, est devenue maintenant aisément réalisable, à un coût assez bas. Les laboratoires du B.R.G.M. sont bien équipés pour effectuer rapidement de telles analyses. La connaissance géochimique des roches est également grandement facilitée par des appareils tels que le quantomètre, qui permettent l'analyse simultanée d'une quinzaine d'éléments, contenus l'état de traces. Des déterminations aussi précieuses que la teneur en carbone ou en soufre des sédiments s'effectuent avec des analyseurs automatiques d'un emploi particulièrement commode. D'autres techniques, telle que l'analyse isotopique de certains éléments, son appelées, elles aussi, à jouer un rôle considérable dans l'établissement des cartes géologiques futures. Elles permettent, pour des roches sédimentaires, d'envisager l'établissement de corrélation entre des dépôts assez éloignés. Pour des roches éruptives, elles sont sans aucun doute l'un des seuls moyens d'apporter à la cartographie des terrains anciens l'aspect chronologique qu'elle n'avait pas eu jusqu'ici.

L'amélioration par la coordination avec des disciplines voisines des sciences de la terre:

On constate le plus souvent que les spécialistes des diverses disciplines des Sciences de la Terre ignorent chacun les travaux de leurs collègues. Cette ignorance réciproque est assez fréquente entre géologues cartographes et géophysiciens. Or, la géophysique a maintes fois prouvé son utilité pour résoudre des problèmes variés. Cette discipline n'a cependant que très rarement été mise à contribution pour des levés géologiques à grande échelle. Des efforts sont faits actuellement au B.R.G.M. pour remédier à cet état de fait; on envisage, par exemple, la mesure de l'épaisseur de certains recouvrements de la roche (limon ou formations d'altérations), par des méthodes géophysiques. Il ne faut cependant pas se cacher le fait que l'emploi de la géophysique alourdira sensiblement le prix de revient total des cartes géologiques.

La géologie doit, elle aussi, être mise à contribution. En effet la qualité des renseignements que donne la carte géologique dans sa légende technique, en ce qui concerne les substances exploitables, est assez hétérogène, certains géologues cartographes étant peu versés en cette matière. Or, au B.R.G.M., un inventaire des indices et des gîtes minéraux est réalisé systématiquement; il y a donc tout intérêt à ce que l'effort de l'inventaire porte en priorité sur les régions qui sont en cours de levés géologiques, de façon à valoriser au mieux ces derniers.

Des contacts, enfin, sont entretenus avec les pédologues qui dépendent en France du Ministère de l'Agriculture. Leur connaissance de la couche superficielle, le nombre important des analyses chimiques, qu'ils effectuent, peuvent

dans certains cas apporter à la carte géologique des compléments précieux. Certaines cartes ont d'ailleurs été réalisées en commun par les pédologues et les géologues du B.R.G.M. (carte de Laon au 50 000^{ème}, en particulier).

L'objectivité de la carte géologique:

Nous aborderons enfin une question, toujours liée au souci d'une qualité de plus en plus grande, celle de l'objectivité des cartes géologiques et de la part d'interprétation qu'elles recèlent. Le géologue part, en effet, de l'observation des points où la roche affleure, pour extrapoler ou interpoler et donner ainsi une interprétation de ce qui se passe sous la couche d'altération ou de recouvrement superficiel. Cette interprétation est nécessaire, car qui, mieux que le géologue qui a levé la carte, pourrait le faire ? Mais il faut bien maintenir son caractère d'interprétation et bien indiquer le degré d'incertitude qui pèse sur elle. Une première méthode, pour cela consiste à faire figurer sur la carte les endroits où la roche a été effectivement observée, les points d'affleurement. Cette précaution, tout à fait superflue dans les régions montagneuses, est particulièrement nécessaire en plaine. Sur de nouvelles feuilles, dans la vallée de la Seine par exemple, ces points d'affleurements figurent sous forme de petites étoiles qui ne nuisent en rien à la lisibilité de la carte. On peut imaginer ensuite de garder en archives la carte d'affleurement du géologue, à l'échelle du lever, c'est-à-dire au 25 000^{ème}, les affleurements qui ont été étudiés renvoyant à une fiche de description. Ceci aura l'avantage que, pour effectuer à l'avenir une révision de la carte géologique, le géologue connaîtra immédiatement ce qui a été vu par ses prédécesseurs, sans être obligé de tout revoir et de tout réétudier. Un autre document devra également être gardé en archives, la carte d'itinéraires, qui permet de préciser encore à partir de quels éléments a été faite l'interprétation.

Second moyen d'améliorer l'objectivité de la carte, représenter au mieux les formations superficielles. En effet, très souvent les cartes géologiques constituent des «écorchés» qui montrent comment apparaîtrait la géologie sous le manteau d'altération ou de recouvrement. Ceci risque de causer des désagréments à l'utilisateur lorsque la couche d'altération est assez épaisse. De même, des épaisseurs parfois importantes de limons ou de loess recouvrent souvent le substratum dans les plaines; et cela présente une grande importance, tant pour celui qui cherche à exploiter le limon (pour briques ou tuiles), que pour le cultivateur ou pour l'ingénieur qui doit par exemple établir le coût du creusement d'une tranchée pour gazoduc. Le problème de la cartographie des formations superficielles est apparu dans toute son ampleur depuis trois ou quatre ans; des colloques ont eu lieu, des solutions sont proposées; et si la méthodologie n'en est pas encore bien définie, on peut penser que les trois ou quatre années à venir verront des progrès très nets dans ce domaine.

Le B.R.G.M., quant à lui, a édité 2 cartes des formations superficielles au 50 000^{ème} (feuilles de Creil et de St Bonnet de Joux).

De telles éditions ont évidemment un caractère méthodologique et il est tout à fait exclu que l'on publie systématiquement, pour chaque coupure, une carte de l'écorché et une carte des formations superficielles. L'expérience

ainsi acquise permettra cependant de mieux représenter sur les cartes géologiques les formations superficielles.

En Guise de Conclusion, nous insisterons tout d'abord sur le souci constant que nous avons d'aller au devant de l'utilisateur éventuel de cartes géologiques: des enquêtes sont faites pour qu'il puisse préciser ses besoins, des documents lui sont régulièrement envoyés pour qu'il sache quelles sont les cartes disponibles et les programmes de levés dans les années à venir. Une exposition a été faite à propos du centenaire du Service de la Carte Géologique, spécialement consacrée à la cartographie géologique. Itinérante, elle a déjà reçu à Orléans, à Paris et à Nantes, une centaine de milliers de visiteurs, et ce nombre ira en augmentant dans les mois à venir, puisqu'elle sera présentée dans plusieurs autres grandes villes de France. Car l'effort de cartographie géologique ne se justifie que si le développement du pays en profite. Traditionnellement considérée comme un instrument scientifique, la carte géologique a vu depuis quelques années son rôle économique mis en valeur. Et il est permis de penser que ce rôle ira en croissant. Ce double rôle ne manque pas de provoquer, parfois, des impératifs contradictoires. Nous nous efforçons de trouver une voie moyenne en insistant sur la qualité, meilleur garant d'une oeuvre durable au service du plus grand nombre.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА—ОДИН ИЗ ЦЕНТРОВ ПОДГОТОВКИ ГЕОЛОГОВ И РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СССР

А. А. Богданов—В. Е. Хаин

СССР

Нам оказана честь и мы имеем большое удовольствие приветствовать и поздравить Вас от имени старейшего и крупнейшего университета Советского Союза, от имени его 2800 профессоров и преподавателей, 2100 научных сотрудников и 28 тысяч студентов.

Мы поздравляем наших венгерских коллег со столетним юбилеем национальной Венгерской геологической службы, со столетним юбилеем знаменитого Венгерского Геологического Института, сыгравшего столь большую роль в развитии мировой геологической науки, в частности привившего ей точные методы исследований, наблюдения над силой тяжести.

В текущем году мы у себя отмечали 200-летие начала преподавания геологических наук в Московском университете и 20-летие со дня образования самостоятельного геологического факультета.

Еще в дореволюционные годы, среди профессоров Московского университета трудились и творили многие крупнейшие ученые, составившие славу и гордость русской геологии. Упомянем Г. Е. Щуровского и К. Ф. Рулье — русских эволюционистов — предшественников Дарвида, замечательных палеонтологов-эволюционистов В. О. Ковалевского и М. В. Павлову, основателя московской школы геологов академика А. П. Павлова широко известного своими трудами по стратиграфии мезозоя и кайнозоя, а также тектонике Русской платформы, основоположника современной геохимии и крупнейшего минералога академика В. И. Вернадского, его ученика известного минералога Я. В. Самойлова. В послереволюционные годы им на смену пришли талантливые ученики А. П. Павлова академик А. Д. Архангельский, профессора А. Н. Розанов, Г. Ф. Мирчинк, А. Н. Мазарович, Е. В. Милановский, приумножившие достижения московской геологической школы в области стратиграфии, региональной геологии и тектоники, а также их младшие современники, продолжающие успешно трудиться в университете и в наши дни.

В настоящее время геологический факультет — один из 14 факультетов Московского университета — насчитывает в своем составе более 130 profes-

соров и преподавателей, из них 52 доктора наук, а также 440 научных сотрудников, 1650 студентов и 225 аспирантов.

570 преподавателей и научных сотрудников это большая сила, ведущая не только преподавательскую, но и весьма значительную научно-исследовательскую работу. Эта работа ведется как по бюджету Министерства высшего и среднего специального образования СССР, так и на средства, выделяемые Министерствами геологии, нефтяной промышленности и др. Факультет имеет возможность направлять экспедиции в самые различные и притом нередко весьма отдаленные районы нашей обширной страны.

В текущем — 1969 году экспедиции и отдельные исследовательские партии университета работают практически на всем пространстве Советского Союза, от Карпат на западе до Чукотки на востоке и от севера Западной Сибири до Туркмении на юге.

В составе факультета работает 13 кафедр, охватывающих весь спектр геологических наук в самом широком смысле этого слова — от геофизики и геохимии до инженерной геологии и мерзлотоведения, от палеонтологии до кристаллохимии. Кроме того, в составе географического факультета успешно работают кафедры геоморфологии и палеогеографии, а в составе физического факультета — кафедра физики Земли, разрабатывающая главным образом проблемы строения и развития мантии. Лаборатории факультета оснащены вполне современным как отечественным так и зарубежным оборудованием, позволяющим выполнять наиболее строгие и углубленные научные исследования. Столь широкая палитра наук о Земле, представленных в одном коллективе, наличие авторитетных специалистов практически во всех областях геологических наук создают исключительно благоприятные условия для проведения комплексных исследований, для интеграции наук, что особенно важно в наш век все усиливающейся их дифференциации и специализации.

Эти возможности далеко не всегда используются и организационно закрепляются, но постоянное общение несомненно обуславливает благотворное взаимное влияние специалистов разного профиля.

В настоящее время геологический факультет Московского университета готовит специалистов по следующим шести специальностям: 1. геологическая съемка и поиски месторождений полезных ископаемых; 2. геология, геохимия и разведка месторождения полезных ископаемых (гл. обр. рудных); 3. геология, геохимия и разведка нефтяных, газовых и угольных месторождений; 4. геофизические методы исследования земной коры и поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; 5. геохимия, кристаллография, минералогия и петрография; 6. гидрогеология, инженерная геология и геокиология.

Кроме того, на географическом факультете Университета ведется подготовка геоморфологов, и на физическом — геофизиков-теориков. В 1969 г. геологический факультет окончило более 330 молодых специалистов. Большинство из них направлено на работу в территориальные геологические управления Министерства геологии СССР, некоторая часть — в научно-исследовательские институты, а наиболее способные и проявившие себя студенты оставлены в факультетской аспирантуре. Следует еще добавить, что на факультете работают постоянные курсы повышения квалификации преподавателей периферийных вузов (3-х месячные) и руководящих работников Министерства геоло-

логии СССР (месячные), на которых ежегодно проходят переподготовку до 100—150 высококвалифицированных специалистов.

Каковы же основные направления, в которых развивается исследовательская деятельность геологов, геофизиков и геохимиков Московского университета?

Одним из таких направлений является *изучение глубинного строения земной коры и верхней мантии* с целью выяснения влияния процессов в мантии на развитие коры. При этом особое внимание привлекают зоны наиболее активного современного тектогенеза: зоны перехода от континентов к океанам, в частности в области дальневосточных окраин СССР, срединно-океанические хребты, рифтовые зоны континентов, в частности Восточно-Африканская зона, в пределах которой в последние годы работала экспедиция под руководством профессоров МГУ В. В. Белоусова, Е. Е. Милановского. Геофизики университета (д-р С. А. Ушаков и др.) подтвердили своими исследованиями в Антарктиде существование изостазии и теоретически обосновали присутствие в верхней мантии слоя резко пониженной (на два порядка) вязкости — астеносферы или волновода. Проф. В. А. Магницкий высказал оригинальные взгляды на физическую природу волновода и развил с геофизических позиций гипотезу акад. А. П. Виноградова (заведующего кафедрой геохимии в университете) об образовании коры из мантии путем т. н. зонной плавки. Исследования университетских геофизиков в различных областях океана указали на горизонтальную неоднородность мантии, ее блоковое строение, причем эта неоднородность может служить причиной образования различного типа структур, в частности островных дуг и глубоководных желобов в пограничных зонах между блоками разной плотности.

Известный советский геолог, профессор МГУ В. В. Белоусов опубликовал в прошлом году вторую часть своего труда, посвященного земной коре и верхней мантии континентов и океанов, их строению и развитию в процессе тектогенеза.

Другое направление, отчасти смыкающееся с первым, это *работа по региональной тектонике* — созданию тектонических карт континентов и океанов, возглавляемая проф. А. А. Богдановым и проводимая с Подкомиссией Международного геологического конгресса по тектонической карте мира и комиссией по международным тектоническим картам Академии Наук СССР. В настоящее время эта работа сосредоточена на решении двух главных задач — составления 2-го издания Международной карты Европы и подготовки первой Международной тектонической карты Мира.

К этим исследованиям примыкают конкретные исследования отдельных крупных тектонических регионов. Наибольшие усилия ученых МГУ сконцентрированы на изучении альпийского пояса Евразии — от Карпат до Афганистана (проф. В. И. Славин, В. Е. Хайн и др.), а также палеозоид Урала, Казахстана и Тянь-Шаня. Составлена сводка по геологии и полезным ископаемым Африки и начата работа по аналогичной сводке по территории Ближнего и Среднего Востока. В течение ряда лет ведутся исследования в районах Средней Сибири.

Геологический факультет МГУ является крупным центром по разработке проблем неотектоники и сейсмотектоники. На факультете действует возглавляемая проф. Н. И. Николоевым лаборатория неотектоники, в которой

производится обобщение всего материала по новейшим движениям и структурам территории Советского Союза, Европы и мира, поступающего в результате международного сотрудничества. Исследования по сеймотектонике, проводимые проф. Г. П. Горшковым, также опираются не только на отечественный материал, но и на данные, собранные Г. П. Горшковым в различных странах по заданию ЮНЕСКО.

Самостоятельное значение приобрели структурно-геоморфологические исследования в нефтегазоносных областях, направленные на выявление специальными методами слабо или почти не выраженных в рельефе молодых антиклинальных поднятий (проф. А. Ф. Якушова и др.). Эти работы дали ценные практические результаты.

Геологи Московского университета издавна играли видную роль в изучении *стратиграфии, фауны и палеогеографии мезозоя Европейской части СССР*. Это традиционное направление исследований ныне развивается трудами проф. В. В. Друщица, Г. П. Леонова, М. М. Москвина, Д. П. Найдина, обогащаясь новыми методами — микропалеонтологическими, палеотемпературными и др. Д-р Н. И. Маслакова недавно закончила монографию по меловым глуботрунконидам.

Работы биостратиграфического направления не ограничиваются, однако, в настоящее время мезозоем. Многого делается в области изучения палеозоя — от ордовика до карбона — в основном на богатом материале Центрального Казахстана (проф. Н. В. Литвинович, Г. Т. Ушатинская и др.).

Кафедру палеонтологии МГУ в течение длительного времени возглавлял крупнейший советский палеонтолог акад. Ю. А. Орлов, который развивал в ее работах эволюционное направление. После кончины акад. Ю. А. Орлова его сменил на этом посту известный биостратиграф акад. В. В. Меннер.

В тесном сотрудничестве с кафедрами динамической геологии, исторической и региональной геологии и палеонтологии ведет свои исследования кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, возглавляемая известным геологом-нефтяником проф. Н. Б. Вассоевичем. Ранее усилия И. О. Брода и его учеников были направлены на разработку *учения о нефтегазоносных бассейнах*: с приходом в университет Н. Б. Вассоевича наряду с этим начали развиваться исследования по развитию *теории органического происхождения нефти* (осадочно-миграционная теория, по Вассоевичу), прежде всего методами органической геохимии. На этой же кафедре разрабатываются и вопросы геологии угольных месторождений; проф. А. К. Матвеев в последние годы создал ряд обобщающих трудов по мировым залегам углей.

Видное место на факультете занимают исследования *минералого-петрографо-геохимического направления*, весьма разнообразные по своему конкретному содержанию. На кафедре кристаллографии и кристаллохимии, руководимой крупнейшим советским ученым акад. Н. В. Беловым, ведутся работы по синтезу кристаллов (проф. Н. Н. Шефтал), на кафедре петрографии — по экспериментальной петрографии, на кафедре полезных ископаемых — по изучению газовых и жидких включений в минералах с целью выявления термодинамических условий их образования (проф. Н. П. Ермаков).

Из собственно петрологических проблем ученых МГУ привлекает проблема гранитов (проф. В. С. Коптев-Дворников) и вулканогенных, в том числе особенно порфиритовых формаций (доц. Т. И. Фролова). Первая разрабатывается в основном на казахстанском и кавказском материале, вторая — на уральском и кавказском.

Как на кафедре петрографии, так и на кафедре геохимии ведутся значительные работы по разработке методов так называемой *абсолютной геохронологии*. На первой из этих кафедр проф. Е. А. Кузнецовым разработан новый оригинальный метод определения возраста магматических пород по дисперсии двупреломления некоторых минералов. На второй кафедре широко используются методы радиоизотопной геохронологии (калий-аргоновый, рубидий-стронциевый, свинцовый).

Значение работ, проводимых на кафедре *полезных ископаемых*, определяется прежде всего тем, что ее возглавляет крупнейший специалист в этой области в Советском Союзе акад. В. И. Смирнов, автор ряда общих руководств по данной отрасли геологических наук. Специальное внимание уделяется В. И. Смирновым и его учениками колчеданным месторождениям, для которых на примерах Урала, Алтая, Кавказа доказываются преимущественно экзальационно-осадочный генезис.

Одним из крупных отделений факультета является также отделение, объединяющее кафедры *гидрогеологии, инженерной геологии и мерзлотоведения*. Кафедра гидрогеологии в течение многих лет возглавлялась одним из крупнейших советских гидрогеологов и старейших профессоров университета О. К. Ланге, разработавшим учение о природной зональности грунтовых вод. О. К. Ланге продолжает успешно трудиться и в настоящее время. Наряду с изучением зональности грунтовых вод СССР, в последние годы сотрудники кафедры (проф. А. И. Силин-Бекчурин) внесли существенный вклад в исследование гидрогеологии аридных зон земного шара, прежде всего Северной Африки.

Несколько позже на кафедре гидрогеологии оформилось и ныне активно развивается второе направление — *динамика подземных вод* (А. И. Силин-Бекчурин, В. М. Шестаков). Работы этого направления получают все более строгое математическое обоснование. Наконец третье направление работ кафедры, которое успешно развивается ее руководителем проф. Б. И. Куделиным, состоит в разработке методов оценки ресурсов подземных вод, в тесной связи с изучением поверхностного стока и других факторов.

Геологический факультет МГУ являлся центром развития советского *грунтоведения* (проф. М. М. Филатов, С. С. Морозов, Е. М. Сергеев). В работах ученых университета грунтоведение развивается прежде всего как геологическая дисциплина; проблемы технического использования грунтов разрабатываются на основе представлений о геологических условиях их формирования.

В области инженерной геологии, объединенной с грунтоведением в одну кафедру (заведующий кафедрой проф. Е. М. Сергеев), следует отметить создание учеными МГУ (проф. И. В. Попов) *региональной инженерной геологии*, которая также основывается на собственно геологических данных и, в частности, широко использует учение о литологических формациях. В ком-

плекс исследований по региональной инженерной геологии входит составление карт инженерно-геологического районирования.

Крупные инженерно-геологические изыскания были проведены этой кафедрой в связи с проектированием или строительством гигантских гидроэлектростанций на крупных реках Сибири — Енисее, Амуре, Оби, а в последние годы многие ученые кафедры заняты решением сложных задач, возникших в связи с созданием гидроузлов в горных высокогорных районах — на р. Нарын в Тянь-Шане, на р. Ингури — на Кавказе (проф. Г. С. Золотарев).

Значение исследовательских работ, проводимых в области *мерзлотоведения* (геокриологии) (заведующий проф. В. А. Кудрявцев), определяется прежде всего тем, что 47 % территории СССР покрыто вечной мерзлотой. В пределах зоны вечной мерзлоты находятся ныне активно осваиваемые крупнейшие нефтяные и газовые месторождения севера Западно-Сибирской низменности, крупнейший промышленный район Норильска — центр добычи и переработки цветных металлов, алмазный край Якутии, золотые прииски Колымы. Во всех этих районах ныне ведется огромное промышленное и гражданское строительство, которое возможно лишь при условии глубокого изучения свойств вечномерзлых грунтов. Исследования кафедры направлены главным образом на выяснение физической стороны процесса формирования и деградации вечной мерзлоты. С этой целью широко используется, как и в работах по инженерной геологии, грунтоведению и гидрогеологии, моделирование природных явлений.

В последние годы на факультете усиливаются исследования по *морской геологии и геофизике*, для чего создана специальная лаборатория и получены экспедиционные корабли, используемые на Черном море. При этих работах в частности испытываются новые методы морских геофизических исследований мощных толщ горных пород, лежащих ниже морского дна.

Стремление к возможно более широкому и глубокому внедрению новейших методов — моделирования, обработки данных на электронно-вычислительных машинах, использования математической статистики и т. п. — характерно сейчас почти для всех направлений исследовательских работ, проводимых в университете, вплоть до палеонтологии (математическая статистика), тектоники (моделирование в лаборатории, руководимой В. В. Белоусовым) и петрологии (экспериментальная петрология, петрохимия на статической основе). Вместе с тем ученые университета стараются не забыть, что геология является по своей природе естественно-исторической наукой и что физические, химические, математические методы исследований должны использоваться лишь в полном соответствии с этим основным характером нашей науки, а не становиться самоцелью.

Об общем объеме научной продукции геологического факультета Московского университета могут дать представление следующие цифры. В 1968 г. ученые факультета опубликовали 650 работ, в том числе 27 учебников, учебных пособий и монографий. Кроме того, в том же году на ученых Советах факультета защищено 7 докторских и 71 кандидатских диссертаций. Работы университетских ученых неоднократно удостоивались Ленинских и государственных премий. Многим из них также присвоены различные почетные научные звания и отмечены различными иностранными научными геологическими учреждениями, академиями, университетами и обществами.

Московский университет и его геологический факультет поддерживает широкие международные связи. Только за последние 2—3 года гостями факультета были американские ученые Ф. Б. Кинг, Дж. М. Кэй, Дж. Роджерс, наш общий друг, австралийский ученый Э. Ш. Хиллс, французский — профессор П. Лаффи́т, польские профессора В. Пожары́ский, недавно неожиданно скончавшийся Генрих Свидзи́нский, немецкий профессор Г. Кау́тч (ГДР) и многие другие.

Выступая перед Вами в роли посланцев Московского Университета, мы рады пригласить к себе в гости для ведения научных исследований, для прочтения научных докладов или проведения научных дискуссий своих венгерских коллег и всех присутствующих на нашем общем празднике именитых ученых!

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ МИНИСТЕРСТВА ГЕОЛОГИИ СССР (ВСЕГЕИ) И ПРОБЛЕМА КОМПЛЕКСНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ

Л. И. Боровиков — А. Марковский — Е. Т. Шаталов
СССР

Всесоюзный геологический институт Министерства геологии СССР (ВСЕГЕИ) — старейшее специальное геологическое учреждение страны. Начало деятельности относится к 1882 году, когда в России в Петербурге была создана первая государственная геологическая организация — Геологический комитет с задачей общего регионального геологического изучения территории России.

После реорганизации Геологического комитета в 1928—1930 гг. и перенесения его административных и планово-финансовых функций в Москву в созданное там Главное геологоразведочное управление, оставшиеся в Ленинграде научно-исследовательские подразделения бывшего Геологического комитета продолжали свою деятельность в качестве нескольких отраслевых научных учреждений, объединенных в 1931 г. в единый институт под названием Центрального научно-исследовательского геологоразведочного института (ЦНИГРИ). В 1937 г. этот институт был переименован в связи с некоторыми изменениями его профиля во Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ).

В настоящее время ВСЕГЕИ — крупный научный геологический центр Советского Союза, ведущий институт Министерства геологии СССР в области регионального геологического изучения территории СССР и закономерностей размещения на ней полезных ископаемых. Здесь работает большой коллектив ученых, высококвалифицированных специалистов, знатоков геологии и полезных ископаемых территории СССР в целом и его отдельных крупных регионов. В составе ВСЕГЕИ 376 человек, имеющих ученые степени доктора и кандидата наук.

Здесь работали многие выдающиеся деятели науки нашей страны, например, А. П. Карпинский, Ю. А. Билибин, А. А. Борисьяк, А. П. Герасимов, И. Ф. Григорьев, А. Н. Заварицкий, Ю. А. Жемчужников, Н. П. Кассин, В. К. Котульский, А. Н. Криштофович, Н. Ф. Погребов, П. И. Преображенский, С. С. Смирнов, П. О. Степанов, М. М. Тетяев, Я. С. Эдельштейн, Н. Н. Яковлев и др. Здесь работают ведущие ученые Советского Союза — В. И. Яворский, В. Г. Гру-

шевой, Б. К. Лихарев, Д. В. Наливкин, В. П. Нехорошев, Ю. Ир. Половинкина, Н. В. Шабаров и др.

В соответствии с задачами, стоящими перед институтом, в его структуре имеются разнообразные научно-исследовательские подразделения — отделы и секторы. В их числе: отделы регионального профиля; по геологии и полезным ископаемым крупных регионов СССР; отделы предметные, по отраслям геологической науки; отделы по разным полезным ископаемым; методические отделы, в частности, отдел методики геологической съемки и поисков полезных ископаемых, отдел математических методов в геологии и др.

Институт располагает многочисленными современными лабораториями, в том числе имеются, например, лаборатории физических свойств горных пород, петрографических методов исследований, абсолютного возраста, углепетрографическая, природных вод и газов, термическая, рентгено-структурного анализа и электронной микроскопии, спектрального анализа, химико-аналитическая лаборатория и др. Создана специальная лаборатория электронно-вычислительной и информационной техники, оборудованная современными электронно-вычислительными машинами.

Обширный отдел научной и технической информации обеспечивает своих специалистов и других геологических организаций научной информацией на основе анализа и обобщения отечественной и зарубежной информации и составления обзоров по ведущим проблемам деятельности института.

Имеется обширная Всесоюзная библиотека, где собрана специальная геологическая литература на 23-х языках мира в количестве около миллиона книжных единиц. Многочисленные и разнообразные коллекции ученых института составляют основу коллекционного фонда Центрального музея, находящегося в здании ВСЕГЕИ. Здесь экспонировано 80 тысяч образцов, иллюстрирующих геологическое строение и полезные ископаемые территории Советского Союза. В монографическом отделе хранятся оригиналы коллекций, описанных в палеонтологических монографических работах, выполненных со времени начала деятельности Геологического комитета по настоящее время. Общий коллекционный фонд музея насчитывает более одного миллиона специальных музейных экспонатов.

При ВСЕГЕИ осуществляет свою деятельность ряд межведомственных научных советов и комитетов, в частности: Межведомственный стратиграфический комитет, научный совет по региональному геологическому изучению территории СССР, научно-редакционный совет по апробации геологических карт и др.

При институте работают постоянные курсы повышения квалификации специалистов геологической службы Союза в области геологической съемки. В аспирантской группе занимаются систематически 60—70 специалистов, командированных из различных, главным образом, производственных организаций.

В разное время на базе некоторых научных подразделений и кадров института возникал ряд новых научно-исследовательских учреждений, например, Всесоюзный нефтяной институт (ВНИГРИ), Всесоюзный институт разведочной геофизики (ВИРГ) и др.

Институт осуществляет разнообразные научные связи с Международными геологическими организациями и зарубежными геологическими научными

кругами. Ученые института неизменно принимают участие в работах сессии Международного геологического конгресса, его постоянных комиссий и симпозиумов, а также других международных научных конференций и совещаний по проблемам профиля института, активно участвуют в составлении многих международных геологических карт (геологическая и металлогеническая карты, карты четверичных отложений Европы, Атлас Мира и др.), выполняют многие совместные научные работы по линии Совета экономической взаимопомощи (СЭВ), широко обмениваются опытом с зарубежными учеными, принимая их в своих лабораториях и выезжая за границу.

Основными направлениями деятельности ВСЕГЕИ в настоящее время являются:

а) комплексное изучение геологического строения территории Союза в целом и его отдельных регионов с разработкой научной основы геологического картирования, с обобщением геологических материалов, составлением геологических карт разного содержания;

б) изучение закономерностей размещения металлических, неметаллических, твердых горючих полезных ископаемых с составлением металлогенических и прогнозных карт;

в) разработка новых и совершенствование существующих методов геологических исследований, в частности геологического картирования.

В соответствии с указанными направлениями институтом выполняются широкие экспедиционные исследования в различных районах Советского Союза и разнообразные камеральные работы.

Не будет преувеличением сказать, что имеющиеся существенные успехи Советского Союза в изучении геологического строения его территории, в расширении его минеральных ресурсов, в развитии геологической науки тесно связаны с деятельностью Геологического комитета — ЦНИГРИ-ВСЕГЕИ. На различных этапах истории этого научного учреждения здесь возникали и развивались многие новые направления в геологической науке, создавались и плодотворно работают научные школы по важнейшим геологическим проблемам.

В «Трудах», «Материалах», «Сборниках» института, а также в геологических научных журналах печатаются многочисленные научные материалы ученых института по различным вопросам и проблемам геологической науки, по вопросам геологии и полезных ископаемых крупных регионов СССР. ВСЕГЕИ систематически создает капитальные всесторонние обобщения по геологии и полезным ископаемым территории Советского Союза в целом, таких, например, как «Геологическое строение СССР» в трех томах (1958 г.), «Геологическое строение СССР» в пяти томах с атласом геологических карт (1968—1969 гг.), многие тома серии «Геология СССР» и др. Специалисты института принимают участие во всех общесоюзных обобщающих трудах по отдельным проблемам геологии: «Стратиграфия СССР», «Палеонтология СССР», «Петрография СССР», «Тектоника СССР», «Закономерности размещения полезных ископаемых на территории СССР» и т. п. Выполняя свою задачу научно-методического куратора геологического картирования страны, институт обеспечивал и обеспечивает методическими инструкциями и необходимыми пособиями геологосъемочные и поисковые работы геологической службы Союза.

Геологический комитет — ЦНИГРИ-ВСЕГЕИ — исторически сложившийся центр геологической картографии. Здесь создавались и создаются крупнейшие отечественные геологические картографические труды. Здесь были составлены первые листы общей геологической карты Европейской части страны и ее первая сводная карта, составлена первая сводная карта Азиатской части Союза. Во ВСЕГЕИ были созданы первые геологические карты всей территории Союза в масштабах 1 : 5 000 000, 1 : 2 500 000, впоследствии трижды обновлявшиеся и переиздававшиеся. Созданы и создаются многочисленные геологические карты в различных более крупных масштабах для всех крупных регионов страны. В институте составлялись и составляются разнообразные по своему содержанию и масштабам специальные геологические карты: четвертичных отложений, палеогеографические, геоморфологические, тектонические, литолого-фациальные, гидрогеологические и др. Во ВСЕГЕИ создаются новые типы геологических карт, например, карты металлогенические, магматических и осадочных формаций, карты глубинного строения и др. Все это позволило институту составить единый широкий комплекс взаимоувязанных геологических карт территории СССР в целом в масштабах 1 : 7 500 000, 1 : 5 000 000 и 1 : 2 500 000, включающий геологическую карту, тектоническую, геоморфологическую, карту четвертичных отложений, гидрогеологическую, гидрохимическую, металлогеническую, ряд геофизических карт и др.

Под методическим руководством и при большом участии специалистов ВСЕГЕИ выполнен многолетний капитальный труд — полистная геологическая карта СССР в миллионном масштабе и приступлено к новому второму более расширенному ее составлению. Выполняется еще более грандиозная и капитальная работа по созданию полистной геологической карты СССР в среднем масштабе.

Основными направлениями геологической картографии в Советском Союзе в настоящее время являются следующие:

1. Систематическое повышение детальности, точности собственно геологических карт, расширение их содержания, уточнение методики составления и оформления

Это можно хорошо видеть, например, при рассмотрении геологических карт территории СССР в целом масштаба 1 : 7 500 000, 1 : 5 000 000, 1 : 2 500 000, а также ряда карт отдельных регионов страны. Повышение детальности и точности карт естественно является в первую очередь результатом быстрого увеличения детальности регионального изучения страны и широкого применения многих современных методов. В части расширения содержания карт можно отметить тенденции показа, например, состава магматических пород и их возраста в единой шкале с осадочными образованиями, а также их генезиса, естественных ассоциаций, формационной принадлежности, показа разнообразных проявлений контактового и регионального метаморфизма, проявлений экзогенных процессов, разделение на картах дизъюнктивных нарушений по возрасту, происхождению и глубинности и многое другое.

2. Широкое составление специальных геологических карт разного содержания, совершенствование имеющихся принципов и методов их составления

Все большая специализация геологических карт, необходимых для решения многих практических и теоретических вопросов, является важной характерной чертой геологической картографии в Советском Союзе. Различные специальные карты обобщают сложный комплекс геологических явлений, не находивших отображения явлений, не находивших отображения на собственно геологических картах. С каждым годом разнообразие этих карт возрастает. Идя по линии специализации геологическая картография ищет приемы наиболее выразительного показа различных данных, важных в той или иной отрасли геологических знаний. Наша страна является, родиной первой обзорной карты четвертичных отложений, созданной в масштабе 1 : 2 500 000 для обширной территории Европейской части СССР. Современные карты этого типа имеют сложную нагрузку. В качестве примера можно указать — второе издание карты Европейской части СССР, карты всего Советского Союза в масштабе 1 : 5 000 000, 1 : 7 500 000.

Геоморфологические карты относятся к одному из молодых разделов геологической картографии. В принципах и методах их составления еще нет единства мнений. Существуют несколько направлений, с стремлением найти наилучшие способы изображения особенностей геоморфологии различных районов. Среди таких карт можно отметить геоморфологические карты всей территории СССР в масштабе 1 : 5 000 000, 1 : 7 500 000.

Из специальных карт особенно широкое развитие получили тектонические карты, являющиеся основой для разнообразных обобщений важного практического и теоретического значения. Существует несколько различных принципов и методов составления тектонических карт. Примером карт, в основу которых положен принцип выделения тектонических областей по времени окончания главной складчатости, является тектоническая карта СССР в масштабе 1 : 5 000 000. На более поздних тектонических картах СССР масштаба 1 : 2 500 000 и 1 : 7 500 000 районирование территорий проведено по типу их развития. Имеются сводные тектонические карты, составленные на принципе детального изображения разнообразных морфоструктур. Например, тектоническая карта нефтегазоносных областей Советского Союза в масштабе 1 : 2 500 000.

Многочисленные работы выполняются в области составления литолого-фациальных, палеогеографических карт различных масштабов для разных отрезков геологического времени. Капитальным трудом последнего времени в этом направлении является атлас литолого-фациальных карт территории СССР, состоящей из большого числа карт разного масштаба, отражающих палеогеографические условия на всей площади СССР для большинства веков всех геологических периодов.

Гидрогеологические карты среди специальных видов картографических работ обособились давно. В настоящее время в части основного содержания этих карт нет разногласий. Главными элементами их содержания являются водоносные горизонты и комплексы. Но в изображении этих элементов существуют два направления. На одних картах цветом показывается возраст водо-

содержащих геологических образований, а на других типы подземных вод, что можно видеть на карте грунтовых вод Европейской части СССР и на гидрогеологических картах территории СССР в целом.

Данные о месторождениях минерального сырья систематизируются, как известно, на специальных картах полезных ископаемых. Они начали составляться давно. Первые карты давали представление только о географическом размещении месторождений полезных ископаемых. Затем содержание этих карт стало усложняться. В настоящее время они составляются на специальной сложной геологической основе, что позволяет видеть приуроченность месторождений к определенным геологическим образованиям, показываются размеры месторождений, их генезис и многие другие данные. Все это значительно обогатило содержание этих карт. Вместе с тем на таких картах в полной мере не могут решаться многие вопросы прогнозирования месторождений полезных ископаемых. В связи с этим возникла необходимость в разработке теоретических и методических основ составления и создания нового типа карт — специальных прогнозов карт на различные виды полезных ископаемых, гидрохимических и др.

3. Создание новых типов специальных геологических карт разного содержания, разработка принципов и методов их составления

Сюда относятся, например, такие карты, как металлогенические, гидрохимические, магматические и осадочных формаций, карты, освещающие глубинное строение и др. Одной из самых молодых отраслей советской геологической картографии является составление металлогенических карт. Их основная задача заключается в том, чтобы отразить закономерности образования и распределения в пространстве и на глубине месторождений минерального сырья. В этой области имеется несколько исследовательских направлений и естественно еще нет единых картографических принципов для составления карт. Металлогенические карты различных районов Советского Союза составляются в разных легендах. Сводные металлогенические карты территории СССР и его отдельных крупных регионов составляются во ВСЕГЕИ исходя из положения о тесной связи процессов рудообразования с закономерностями геологического развития земной коры. В основу этих металлогенических карт положен исторический принцип, учитывающий, что образование минеральных месторождений надо рассматривать как одну из сторон сложного процесса геологического развития земной коры в тесной взаимосвязи со всеми другими процессами в их историческом развитии.

Важным новым направлением советской геологической картографии является составление гидрохимических карт. Принципы и методы их составления можно видеть в легендах гидрохимических карт СССР в масштабе 1 : 5 000 000 и в масштабе 1 : 7 500 000.

В последние годы много внимания уделяется созданию карт геологических формаций, как основы для металлогенических построений и решений многих научных и практических вопросов и проблем. Это явилось возможным благодаря успехам, имеющимся в области формационного анализа в области регионального изучения строения территории страны. Надо сказать, что в классификации формаций и в частности магматических еще нет пока полного

единства мнений и в этом отношении ведутся необходимые исследования. Подробно с принципами и методом составления таких карт можно познакомиться при рассмотрении карты магматических формаций СССР в масштабе 1 : 2 500 000, а также карт геологических формаций отдельных крупных регионов Советского Союза, составленных в масштабе 1 : 1 500 000.

Проблема познания строения глубинных зон земной коры вызвала развитие работ по созданию специальных карт глубинного строения с разработкой принципов и методов их составления. Важное значение приобрели карты, на которых сняты покровы отложений того или иного возраста вплоть до фундамента. В качестве примера таких карт можно привести серию карт масштаба 1 : 2 500 000 для Русской платформы, включающих карту кристаллического фундамента.

На основе широкого использования разнообразных геофизических исследований создан ряд карт глубинного строения всей территории СССР. Это свидетельствует о больших успехах, достигнутых в области комплексных геологических исследований, проникающих в недоступные ранее для изучения большие глубины земной коры.

4. Создание единого широкого комплекса взаимосвязанных карт для всей территории Союза и его отдельных регионов

Стремление систематически давать комплекс карт разного содержания, освещающих все наиболее важные стороны геологии страны и минеральных богатств ее недр, является характерным для современной советской геологической картографии.

Уже говорилось о комплексе карт территории СССР в масштабах 1 : 7 500 000, 1 : 5 000 000, 1 : 2 500 000. Еще более сложный и разнообразный комплекс картографических материалов предусматривается в новой полистной серии геологической карты СССР в более крупном масштабе. Этот комплекс отражает результаты разнообразных геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических и др. исследований на территории Союза.

Возможность создания широких комплексов геологических карт обобщающего характера является результатом реализации принципа комплексного геологического картирования при систематическом региональном геологическом изучении страны, рационального комплексирования при этом различных методов геологических исследований. Комплексность региональных исследований и их методов является обязательным требованием при их выполнении, что предусматривалось во всех соответственных методических руководствах, инструкциях и методических пособиях, разрабатываемых во ВСЕГЕИ. В кратком сообщении нет возможности развить вопросы, связанные с проблемой рационального комплексирования геологических исследований при региональном картировании.

Можно отметить, что по мере перехода геологического картирования страны по все более и более детальным масштабам комплекс этих исследований и их методов неуклонно расширяется и усложняется. И в настоящее время при детальной геологической съемке Советского Союза в соответствии с основными положениями этой съемки, разработанными ВСЕГЕИ, предусматриваются исследования для освещения с необходимой полнотой всех элементов.

геологического строения, всех видов полезных ископаемых с их перспективной оценкой, а также и всех необходимых вопросов гидрогеологии, инженерной геологии, т. е. предусматривается охват всех вопросов, могущих так или иначе интересовать народное хозяйство и геологическую науку.

В связи с этим в комплекс геологосъемочных работ входят, помимо собственно геологической съемки и поисков с соответственными наблюдениями, геофизические, геохимические, гидрогеологические, инженерногеологические исследования, горные работы. Комплексование применяемых методов естественно зависит от особенностей геологического строения изучаемого района и поставленных дополнительных задач. Соответственно предусматривается и набор обязательных и дополнительных карт разного содержания, как необходимой научной основы для решения практических и теоретических вопросов и проблем.

Изложенное позволяет еще раз подчеркнуть — комплексность является ведущим принципом при региональных геологических исследованиях в Советском Союзе и обобщении их результатов.

METHODS AND AIMS OF THE INSTITUTE OF GEOLOGICAL SCIENCES OF GREAT BRITAIN

by

K. C. DUNHAM

Great Britain

It is pleasant to have this opportunity to congratulate the Hungarian Geological Institute on attaining its hundredth year and wish the Director and all his colleagues the good fortune they deserve in the future. The achievements of the Institute have been considerable as the maps and other exhibits indicate. The organization must have been one of the earliest state enterprises devoted to the sciences in Hungary. This was also true of the Geological Survey of Great Britain which, when it was founded in 1835, was the first British government scientific organization other than the Royal Greenwich Observatory. Its first Director was HENRY DE LA BECHE and among its sponsors were CHARLES LYELL, WILLIAM BUCKLAND and ADAM SEDGWICK, great names in the early history of our science. A report by LYELL defined the aims of the Geological Survey as:

“an undertaking, not only calculated to promote geological science, which alone would be a sufficient object, but also as a work of great practical utility, bearing on agriculture, mining, roadmaking, the formation of canals and railroads, and other branches of national industry.”

The aims were therefore both practical and academic and so they remain today. There may have been times when it seemed that the object was to make geological maps irrespective of their possible usefulness; but if this impression was given it was a false one, the result of poor public relations. Experience throughout the 134 years of its existence has shown most clearly the immediate advantages of having active geological surveying in progress, and the Survey has always been to a large extent, the interpreter of its maps to great numbers of enquirers from the mineral and fuel industries, agriculture, water enterprises, civil engineers, and other government departments.

The Geological Survey of Great Britain and the Museum of Practical Geology were incorporated with the Overseas Geological Surveys (an organization set up after World War II to unify and service the Geological Surveys in overseas territories administered by Britain) to form the Institute in 1965.

Geological surveying both onshore and offshore remains at the centre

of its operations. In the United Kingdom, field mapping was begun at the scale of 1/63,360 and this remains the standard publication scale. However, with the appearance of the 1/10,560 topographic maps in 1854 this became the mapping scale and, apart from very small areas surveyed on 1/25,000, remains the standard scale today. Complete cover at the 1/63,360 scale for England and Ireland was achieved by 1884, and only a small area of the Scottish mainland and Ireland remains without one-inch maps. However, of the 241,000 sq.Km of land area about 41,400 sq.Km remain for primary 1/10,560 survey. Extensive revision of some of the earlier maps is necessary as a result of the development of new methods and the availability of new subsurface information.

As circumstances have allowed, memoirs summarizing the field information and giving interpretations of the geology have been issued as explanations of the one-inch sheets, but the cover in this respect is not complete for all 1/63,360 maps.

The 1958 United National Convention on the Sea Bed, and the international agreements which have followed have brought an area of the continental shelf roughly twice as large as its land area under United Kingdom control. Active geological surveying of the shelf, rich in economic potential, is in progress. It is expected that the publication scales for the geological maps will be 1/200,000 and 1/100,000 on the transverse Mercator grid. Substantial preliminary gravity and magnetic surveys financed by the Natural Environment Research Council and its predecessors have been carried out on the shelf by university departments, particularly those of Cambridge, Bristol, Durham, Birmingham, London and Hull. The Institute is carrying out more detailed gravity and magnetic surveys as its first line of attack on the geology of the shelf. It is also engaged in sea-bottom sampling by means of garvity corer, vibra corer and other devices, and is experimenting with the use of a sea-bed diamond drill. A programme of offshore drilling is now contemplated.

The Overseas Division of the Institute supplied geologists for British Technical Aid not only in the territories formerly administered by Britain but in many other developing countries. During 1968 its parties were active in nineteen countries, chiefly engaged in photogeology and primary mapping, and in mineral reconnaissance supported by geochemical and geophysical techniques.

The Mineral Resources Division of the Institute is undertaking a quantitative study of domestic mineral resources, especially those of any bulk materials sand and gravel, limestone, certain kinds of clay, which are required in large quantities but which may exist in only limited amounts. This Division also has units dealing with world-wide mineral intelligence and assembling mineral statistics.

Two newly-formed divisions of the Institute cover geochemistry and geophysics respectively. The Geophysical Division in addition to its field work at home and overseas, on land and offshore, is also responsible for a project in global seismology and for the international work on the earth's magnetism. It maintains three observatories with geomagnetic equipment and one with seismographs. A laboratory for engineering geology also comes under the control of the Geophysical Division.

The Geochemical Division engages through its Radioactive and Rare Minerals Unit, in investigations for uranium resources on behalf of the United Kingdom Atomic Energy Authority. It is also equipped with the latest devices for physical as well as chemical analysis of rocks in very large numbers. Special investigations in this Division include a world-wide study of carbonatites, and there are laboratories for isotope geology.

The Geological Museum opened on its present site in South Kensington, London, in 1935, forms a link between the work of the Institute and the general public. At present the average number of visitors is 400,000 annually. The Museum not only has exhibits dealing with British geology, but covers economic geology in general and has a fine collection of gemstones on show. It houses in such a way that they are accessible to all *bona fide* researchers, the national collections of fossils (approximately five million) and of sliced rocks. These are respectively the responsibility of the Palaeontological and Petrographical departments which also undertake service work in connection with the field surveys and research on their own account. Also housed at the Museum is the Hydrogeology Department undertaking reasearch on all aspects of underground water. The main Library of the Institute, one of the most complete in Europe, is attached to the Museum.

The present authorized strength of the Institute is 700, including over 400 scientists. Thanks to the growing interest of government in natural resources and to other factors the numbers of staff are at present tending to grow. The Institute aims to offer as comprehensive a service in the earth sciences as the needs of the government and industry dictate; and it expects in the course of its work to advance materially both the fundamentals and the detail of our knowledge of the earth.

In earlier times there has been regrettably little contact between British geology and geology in Hungary. The hope may be expressed here that this visit will lead to the establishment of very cordial relationships between our two Institutes.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МИНИСТЕРСТВА ГЕОЛОГИИ СССР

Г. И. Горбунов

СССР

Геологической службой СССР за годы Советской власти создана прочная минерально-сырьевая база, обеспечивающая высокие темпы развития черной и цветной металлургии, химической и топливной промышленности, промышленности стройматериалов и т. п.

По разведанным запасам угля, железных и марганцевых руд, природного газа, меди, никеля, свинца, кобальта, вольфрама, молибдена, сурьмы, серы, апатита, асбеста и некоторых других полезных ископаемых Советский Союз вышел на первое место в мире.

Но перспективными планами развития народного хозяйства страны предусматривается дальнейший рост производства промышленной продукции. Поэтому советским геологам предстоит подготовить новые минерально-сырьевые ресурсы, открыть новые нефтегазоносные бассейны, рудные районы и месторождения.

Характерной особенностью геологоразведочного производства в СССР является его теснейшая связь с наукой, где неразрывно сочетаются глубокий научный поиск и индустриальные методы ведения поисковых и разведочных работ. Геологическая служба в нашей стране по существу является научно-производственной отраслью народного хозяйства.

Постоянная связь теоретических исследований с геологической практикой, научная обоснованность и смелость геологических прогнозов обеспечили советской геологии успех в решении многих сложных минерально-сырьевых проблем.

Поэтому на всех этапах социалистического строительства в СССР одновременно с развитием геологоразведочных работ непрерывно увеличивался объем сопутствующих им научных исследований. В центре и на периферии страны создавалась широкая сеть научно-исследовательских институтов, являющихся составной частью геологической службы страны.

Особенно бурно строились новые институты в период с 1944 по 1957 гг., в период восстановления разрушенного войной народного хозяйства, когда в системе Министерства геологии и в других промышленных министерствах дополнительно к пяти довоенным научно-исследовательским институтам —

ВСЕГЕИ, ВИМС, ВСЕГИНГЕО, ВНИГРИ и ЦНИГРИ — создано еще однанадцать: ВНИИгеофизика и ВНИГНИ в Москве, ВИРГ, ВИТР и НИИГА в Ленинграде, КазИМС в Алма-Ате, нефтяные институты в Ташкенте и Львове, институты минерального сырья в Иркутске и Тбилиси.

В 1957 г. в связи с реорганизацией геологической службы страны все эти институты были объединены в системе Министерства геологии СССР. Для более оперативной связи центральных научных учреждений с геологоразведочным производством организованы их филиалы в городах Перми, Охе, Хабаровске, Туле, Баку, Октябрьском, Краснодаре, Алма-Ате и др. городах.

Сеть научно-исследовательских учреждений Министерства геологии СССР значительно пополнилась в 1963 г., когда из Академии наук СССР и союзных республик были переданы Министерству 13 институтов.

В последние годы созданы Западно-Сибирский научно-исследовательский геологоразведочный нефтяной институт (ЗапСибНИГНИ) в Тюмени, Всесоюзный научно-исследовательский институт экономики минерального сырья и геологоразведочных работ (ВИЭМС) в Москве и Всесоюзный научно-исследовательский институт морской геологии и геофизики (ВНИИМОРГЕО) в Риге.

В настоящее время в системе Министерства геологии СССР имеется 36 научно-исследовательских институтов, где работают свыше 28,5 тыс. человек, из них более 10.000 научных сотрудников и инженеров, в том числе 244 доктора и 2140 кандидатов наук. Очень важную научно-исследовательскую работу непосредственно на местах проводят более 1100 тематических экспедиций и партий территориальных геологических управлений, насчитывающих в своем составе более 9700 инженеров и техников, из них 7 докторов и 160 кандидатов наук.

Таким образом, всего на исследовательской работе в системе Министерства геологии СССР занято свыше 38 тыс. человек, т. е. около 7,8 % от общего числа работников геологической службы.

Министерство геологии ежегодно выделяет на проведение научно-исследовательских работ около 10 % от общего объема бюджетных ассигнований на геологоразведочные работы.

Научно-исследовательские институты и тематические экспедиции, осуществляющие научное обслуживание геологоразведочного производства, проводят исследования по широкому кругу геологических и технических проблем, которые можно объединить в 10 крупных направлений:

1. Регионально-геологическое изучение территории СССР, государственное геологическое картирование. (Головной институт ВСЕГЕИ.)

Центральное место в регионально-геологических исследованиях занимают разработка и совершенствование методов геологического картирования, широкое внедрение в практику геологической съемки наземных геофизических, геохимических и аэрогеологических методов, составление и издание государственных геологических карт и обобщающих трудов, включая фундаментальные издания «Геологии СССР», «Стратиграфии СССР» и др. По этому направлению ежегодно разрабатывается 350 тем.

В геологической съемке и геологической картографии достигнуты значительные успехи. Если в 1917 г. было закартировано преимущественно в мелких масштабах только 10 % территории России, то в 1959 г. полностью завершена мелкомасштабная геологическая съемка всей территории СССР.

Геологическая служба и другие отрасли народного хозяйства полностью обеспечены сводными геологическими картами всей территории СССР в масштабах 1 : 5 000 000, 1 : 2 500 000 и 1 : 7 500 000. Геологические карты сопровождаются серией специальных карт того же масштаба — карты четвертичных отложений, геоморфологические, гидрогеологические, гидрогеохимические, геофизические, металлогенические и другие, отображающие выявленные закономерности размещения полезных ископаемых, в том числе нефти, углей и т. д.

Для дальнейшего научно-технического прогресса в региональной геологии требуется значительное увеличение глубинности геологического картирования, углубленное изучение истории развития территории, установление основных эпох рудообразования и выявление тектонических структур, контролирующих размещение месторождений полезных ископаемых, с составлением карт кристаллического фундамента платформ и плит, топографических карт поверхностей «раздела» между различными структурными ярусами; при этом планируется осуществить комплекс геологических, геофизических и геохимических исследований с использованием опорного и картографического бурения, аэрометодов.

Из общих проблем региональной геологии особого внимания заслуживают изучение соотношений пограничных структур платформ и плит с окружающими их складчатыми поясами; изучение четвертичной геологии и геоморфологии, геологии акваторий и дна внутренних морей.

Институты Министерства вместе с институтами Академии наук ведут работы по изучению геологических формаций (осадочных, осадочно-вулканогенных, метаморфических, магматических) и связанных с ними полезных ископаемых. Формационный метод все более входит в практику региональных геологических исследований, сопровождающихся составлением карт формаций и на этой основе — карт полезных ископаемых.

Институтом геологии Арктики достигнуты определенные успехи в изучении Арктики и Субарктики. Составлены карты полярных областей — геологическая, тектоническая и четвертичных отложений — в масштабе 1 : 5 000 000, отображающие геологическое строение дна Северного Ледовитого океана и северных морей Атлантического и Тихого океанов. С 1965 г. непрерывно ведутся геологические исследования в Антарктике.

2. В области *геологии полезных ископаемых* усилия ученых Министерства направлены на решение научных проблем, связанных с расширением минерально-сырьевой базы нефти и газа, угля и горючих сланцев, различных металлов, нерудного сырья и строительных материалов. Научные исследования, как правило, охватывают весь круг вопросов от разработки теории формирования залежей нефти, газа и угля, региональной металлогении и рудообразования, методов промышленной и прогнозной оценки отдельных месторождений и районов, до анализа состояния сырьевой базы промышленности всей страны. Результаты таких исследований служат основой для разработки научно обоснованных направлений геологоразведочных работ. По этому направлению ежегодно разрабатывается около 1060 тем.

Исследования, проведенные нефтяными институтами во главе с ВНИГНИ и ВНИГРИ, охватывают широкий круг вопросов нефтяной геологии, научного обоснования направлений и методики поисково-разведочных работ на нефть, горючие газы и гелий. Открытие Волго-Уральской, Западно-Сибирской, За-

падно-Казахстанской, Средне-Азиатской, Белорусской, Якутской и Восточно-Сибирской нефтегазоносных провинций стало возможным после обобщения геологических материалов и в результате глубокой научной разработки теоретических и прикладных проблем нефтяной геологии.

В настоящее время составлен прогноз нефтегазоносности для всей территории СССР с выделением перспективных нефтеносных и газоносных земель и с количественной характеристикой запасов по тектоническим и стратиграфическим комплексам. Эта работа легла в основу генерального планирования дальнейших поисково-разведочных работ и позволила наметить пути развития добычи нефти и газа в стране на большие сроки.

Институтами минерального сырья во главе с ВИМС, ЦНИГРИ и ИМГРЭ совместно с производственными геологическими организациями разрабатываются научные основы прогноза и оценки рудных месторождений, проводятся весьма важные исследования, обеспечившие неуклонное улучшение минерально-сырьевых баз промышленности страны по всем металлам и целому ряду неметаллических полезных ископаемых.

Коллективом ВСЕГЕИ составлена металлогеническая карта СССР в масштабе 1 : 2 500.000, отображающая закономерности распределения месторождений в различных типах металлогенических зон и районов. Составлены металлогенические и прогнозные карты по целому ряду рудных провинций и на отдельные виды полезных ископаемых.

Проводится дальнейшая типизация и классификация рудоносных площадей в металлогенических зонах. Диапазон металлогенических исследований значительно расширился и охватывает сейчас не только эндогенную, но также экзогенную и метаморфогенную металлогению. Металлогенические исследования осадочных комплексов успешно развивают ЛОПИ, СНИИГГИМС, ВСЕГЕИ и другие институты.

Проводятся в большом объеме детальные исследования геологии, геохимии и структур рудных полей и месторождений, минерального состава и технологических свойств руд. Изучаются явления зональности месторождений, окolorудные изменения, история процессов рудообразования. На основе полученных результатов подготовлен ряд крупных научных трудов.

3. Институты минерального сырья, в особенности ВИМС, ЦНИГРИ, КазИМС, КИМС, ИМР и др. ведут большие работы по развитию *теории обогащительных и технологических процессов, а также технологическому изучению и анализу минерального сырья, оценке разведываемых месторождений.*

Разработаны и внедрены новые флотационные, ядернофизические, гравитационные и гидрометаллургические методы и аппаратура для обогащения комплексных руд, цветных металлов, разработаны технологические схемы обогащения руд золота, схемы обогащения титаноцикрановых россыпей, железных и марганцевых руд.

Институтами вместе с производственными лабораториями изучена обогатимость и дана технологическая оценка руд соген новых месторождений.

Эти исследования преследуют цель более полного использования минерального сырья и вовлечения в сферу производства новых типов месторождений.

4. В области *анализа минерального сырья* исследования направлены на создание современных экспрессных ядерно-физических методов и аппаратуры.

Сконструированы приборы «Минерал-2» и «Минерал-3» для рентген-радиометрического анализа на большое число элементов; «Берилл-2» — для определения бериллия фотонейтронным методом; лазерная приставка к микроскопу МИН-8 для спектрального анализа микровключений в шлифах; прибор «Феррит» для экспресс-анализа железных руд. Разработан комплекс аппаратуры типа «Дятел» для определения элементов от лития до урана. Нейтронный и активационный методы, а также и аппаратура типа «Нейтрон-2» и другие приборы созданы во ВНИИЯГГе.

В будущем такие разработки и лабораторные исследования будут значительно расширены и подняты на более высокий научно-технический уровень.

5. В последние годы успешно развиваются *Исследования по синтезу важнейших для народного хозяйства минералов*. Институтом синтеза (ВНИИСИМС) разработана и внедрена технология выращивания искусственных кристаллов кварца, по своим качествам конкурирующих с лучшими природными сортами, а по себестоимости в 20—25 раз дешевле природных.

Ведутся исследования по синтезу оптического кварца, аметиста, слюды — фтор-флогопита, тугоплавких минералов, асбеста, кальцита и др.

Внедрена в производство новая технология получения искусственных алмазов марки «САМ» (синтетический алмаз монокристалльный).

В дальнейшем начнутся работы по технологии синтеза крупных кристаллов слюды и алмазов.

6. Министерством геологии осуществляется по существу полный комплекс *гидрогеологических и инженерно-геологических* исследований на территории страны. Институтами (ВСЕГИНГЕО, ВСЕГЕИ, ГИДРОИНГЕО) совместно с территориальными геологическими организациями составлены: гидрогеологическая карта СССР масштаба 1 : 2 500 000, карта минеральных, естественных и эксплуатационных ресурсов подземных вод. Близится к концу составление сорокаосьмилетней сводки «Гидрогеология СССР».

В институтах разрабатываются и совершенствуются методы гидрогеологического и инженерно-геологического картирования, поисков, разведки и охраны подземных вод, изучаются гидрогеологические условия месторождений полезных ископаемых, в особенности нефтегазовых. Ведутся исследования водно-солевого баланса орошаемых территорий, разрабатываются принципы гидромелиоративного районирования с выделением конкретных площадей и даются рекомендации по рациональным режимам орошения. Развиваются теоретические и экспериментальные исследования по палеогидрогеологии, теории формирования, геохимии, составу, режиму и ресурсам подземных вод, механике грунтов, оползням, карсту и геокриологии. Внедряется в практику комплекс пенетрационно-каротажных экспрессметодов определения механических свойств рыхлых горных пород без бурения скважин и отбора проб.

7. *Геофизические исследования* являются неотъемлемой частью геологических работ. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по геофизике ведутся в 23 институтах, во всех филиалах и опытно-методических экспедициях. На них расходуется примерно одна треть всех ассигнований. Совершенствуются существующие, разрабатываются и внедряются новые геофизические методы и аппаратура.

Дальнейший научно-технический прогресс в области геофизических методов должен идти по пути создания аппаратуры для регистрации и обработки

данных всех (в первую очередь сейсморазведочных) методов в цифровой форме; методики и аппаратуры сейсморазведки с применением невзрывных источников упругих волн, в том числе волн, возбуждаемых землетрясениями; аппаратуры и методики гравиметрических работ, обеспечивающих точность при наземных съемках до 0,05—0,1 мгл, при морских набортных — не менее чем до 1 мгл; высокоскоростных методов с использованием самолетов и автомобилей. Кроме того, планируются работы по повышению глубинности методов, позволяющих установить нефть и газ на глубине до 5000—10 000 м и рудные тела на глубине до 200—500 м; совершенствованию всех видов каротажа с целью исследования скважин в процессе бурения, созданию термостойких технических средств для исследования сверхглубоких скважин, созданию и внедрению комплексных ядерно-физических методов поисков и разведки нефтегазовых и рудных месторождений, а также методов и аппаратуры для опробования руд и пород в естественном залегании и в технологическом потоке.

8. В геологической практике достаточно широко используются, особенно при поисках скрытых рудных месторождений, *геохимические методы*. Однако эффективность этих методов пока остается низкой из-за недостаточной работанности теоретических аспектов и невысокого методического уровня проводимых работ. В связи с этим ИМГРЭ совместно с производственными организациями проводится целая серия специальных тематических и опытно-методических исследований.

Разрабатываются теория и методические основы производственного использования прямых геохимических методов поисков нефтяных и газовых месторождений на базе достижений ядерной и атомной физики, хроматографии и масс-спектрометрии. Необходимо в короткий срок обеспечить внедрение в производство наиболее прогрессивных наземных и аэрогеохимических методов поисков месторождений; глубже развить теорию образования первичных и вторичных ореолов рассеяния и геохимических аномалий вокруг месторождений, в частности изучить вопросы зональности ореолов и проявления этой зональности в различных геологических и климатических условиях; разработать математические методы для обработки и интерпретации геохимической информации.

9. В связи с нарастающим потоком геологической информации и необходимостью ее наиболее полного научного обобщения Министерство уже в течение нескольких лет систематически развивает исследования *по применению в геологии математических методов и вычислительной техники*. Математические ячейки организованы в 22 институтах. В ряде институтов разработаны алгоритмы и программы для обработки геологических и геофизических данных. Так, СНИИГГИМСом совместно с ИГГ СО АН СССР разработана методика прогнозирования сернистости нефтей, выделения продуктивных структур по гравиметрическим и сейсмическим данным. В ИМГРЭ опробован статистический метод выбора поисковых признаков. В ЦНИГРИ получен опыт механизированного подсчета запасов и т. д.

10. Непрерывный рост объемов геологоразведочных работ требует совершенствования существующих и разработки новых *технических средств и технологий разведки*. Все организации Министерства геологии — ВИТР, САИ-ГОГИМС, ЦНИГРИ, конструкторские бюро, производственные управления — прилагают много усилий в деле разработки и внедрения новых типов алмаз-

ных и твердосплавных коронок, шарошечных долот, новых скоростных буровых станков, комплекса горнопроходческих механизмов и другого оборудования.

Каждое научное направление подразделяется на несколько разделов, которые включают в себя конкретные темы. Всего научными учреждениями ежегодно разрабатывается около 3000 тем. Кроме того, почти такое же количество тем разрабатывается тематическими партиями геологоразведочных организаций, которые являясь промежуточным звеном между институтами и производством, выполняют конкретную тематику, связанную с выполнением геологических заданий.

В целях более полного использования результатов научных работ в геологоразведочном производстве Министерством ежегодно составляется план внедрения, которым предусматривается комплекс всех необходимых мероприятий для реализации научных разработок в геологической практике, включая издание геологических карт, монографий, методических указаний, справочников и т. д.

Для апробации и внедрения новых методик и аппаратуры в некоторых институтах организованы опытно-методические партии.

Таким образом, деятельность научно-исследовательских институтов и тематических партий Министерства геологии СССР направлена на решение актуальных проблем современной геологии, на создание устойчивой минерально-сырьевой базы страны, на всемерное ускорение научно-технического прогресса в геологоразведочных работах и обеспечение высоких темпов роста производительности труда.

Главной задачей геологической науки, поставленной XXIII съездом КПСС, является «расширение научных работ по изучению земной коры и закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых для лучшего использования природных ресурсов».

THE GEOLOGIST—ON THE ROAD TOWARDS THE YEAR 2000.

by

H. KÜPPER

Austria

The following is to be considered as a short essay on the present situation of the geosciences; not a fully worked out study, but touching upon a few selected items, which after years of geologists activities and travelling seem to the author relevant for the future development.

(I) Although geology some 150 years ago had its roots in the fascination for the earth of a small group of naturalists, mostly not connected with social and economic development of those days, today geosciences have evolved into a field, which, through its applied branches, influences the economic and social structure, especially, where on the basis of new approaches, new raw materials come within the grasp of modern technical and technological possibilities. Therefore a brief look on the *world situation* is for a geologist advisable, in order to enable him to see his admittedly localized activities within a wider frame. In this respect we are inclined to follow the thoughts outlined by G. BARRACLOUGH (1964); he points out that "*between 1955 and 1960 the world moved into a new historical period, with different dimensions and problems of its own — the major questions will not be European questions but the relationships between Europe, including Russia, and America and the peoples of Asia and Africa*". "*Between the Suez crisis of 1882 and the Suez crisis of 1956 the wheel turned full circle*", "*the age of coal and iron was succeeded after 1870, by the age of steel and electricity, of oil and chemicals*", changing in our mid-century into the "*strategic or thermonuclear revolution*". Against this background the development of the geosciences should be evaluated.

(II) Just as the geognostic naturalists of 1820 have changed into the geologists of 1900 and they again are changing now into the geoscientists of today, we notice a constant process of transformation on our road towards the future.

A. P. VINOGRADOV in his lecture on "Earth Sciences and their future", Prague Aug. 19th, 1968, has given an outline of this development; according to him all so called classic trands in geoscience will retain their importance. New methods will grow during the attac on the deeper parts of the Earth crust (Upper Mantle), of the bottom of the oceans, and also of the surface of the

moon. The trend of this development includes more and more methods, more and more instruments, different from those, which were applied originally by the geologist. Still if we want to encourage progress in geosciences, it is not only the question to promote specialisation, but it becomes equally important, not to lose a language, common for mutual understanding among the geoscientists. One approach in this direction might be the field of modern data-storing-technology. As it is quite impossible to digest the constantly increasing stream of new facts by reading, the help of "remembering" — "reproducing" — and eventually "semi-thinking" — machines might become inevitable.

(III) Behind all specialized and theoretical investigations one new group of problems commences to take shape around our mid-century situation, which will become of dominant importance during the next decades; *geoscience conditions controlling human environment*. The impact of the increase of the world populations—so far up to the year 2000 certainly not under control—will not only be influencing our spiritual-, social- and technological environment, even the basic background of our natural environment, clean water, clean air and uncontaminated soil will become more and more precious and therefore will have to be handled with more and more respect. Taking care of one of these fields will not be adequate, a joint approach by joint units of geosciences sections will become a necessity.

Certainly one of the main problems will be environmental geology of large cities; even today different types of cities can be distinguished according to their different geological setting, as *f.i.* New York or Stockholm on crystalline hardrock, Calcutta or Amsterdam on slightly consolidated soft rocks, Tokio and San Francisco with earthquake problems, just to mention a few of many types. If municipal settlements are evolving into larger and larger units of densely populated areas, the present localized problems will merge into larger and more complex ones. Any progress recorded by geologists might result in an improvement of living conditions of larger and larger populations. This should not be overlooked as a possible major contribution of geosciences.

(IV) *Geological maps* of any scale cover more data per square unit of surface than any printed text can provide. Still its astonishing, that this extremely effective and diversified instrument of documentation is but rarely treated in geology textbooks, that it often seems to be evaluated as simple professional craftsmanship only. Geoscience theories, as effective or as far reaching they might be, always will be reflected within, and always will have to be checked by geological maps.

Geological maps are a means of successful data storing in geosciences. Still we feel some facts would deserve closer attention; as *f.i.* not only to distinguish geological maps according to their content in synoptic maps and detailed maps, as it is done usually; but also from a functional point of view to differentiate into maps used primarily for decision making and maps serving as basis for research only; further one has to consider the stages along which maps are prepared, which disclose, that absolutely perfect maps are an inapproachable aim, due to the fact, that the unavoidable imperfection of any observer somehow multiplies, if more investigators are involved and therefore must enter the map. Finally its worth while remembering that the

present highly developed geoscience maps are certainly due to the skill of the scientists; but they are partly also due to the patience of the taxpayer, who paved for a large part the way for the scientist by his humble contribution.

The outlook towards the coming decades will be different for large expanding countries like Brasil, Canada or India on the one hand, and for the smaller countries of central Europe on the other hand. The above considerations therefore cannot in all respects be complete or valid on a world scale. Still we believe the common trend is and will be, that geosciences as a whole will deserve closer recognition and might be expected to contribute more and more for the development of mankind within the coming critical decades.

SELECTED READING

- BARRACLOUGH, G. 1967: *An Introduction to Contemporary History*. — Pelican Books.
DOXIADIS, C. A. 1968: *Ecumenopolis, Tomorrows City*. — Britannica, Book of the Year.
HARRISON, J. M. 1963: *Nature and Significance of Geological Maps*. — Fabric of Geology. Freeman & Cooper, Stanford.
VINOGRADOV, A. P. 1968: *Earth Sciences and their Future*. — Intern. Geol. Congr. Prague.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АН СССР (ИТОГИ РАБОТ И ПЕРСПЕКТИВЫ)

В. В. Меннер

СССР

Разрешите мне от лица одного из старейших геологических коллективов Советского Союза — Геологического института Академии наук СССР горячо приветствовать геологов Венгерской Народной Республики в день 100-летнего юбилея Венгерской геологической службы и поблагодарить организаторов этого совещания за представленное мне право выступить на нем.

Геологический институт АН СССР возник из Геологического музея, созданного на базе организованной еще в 1716 году кунсткамеры П е т р а I. Сейчас Геологический институт возглавляет в системе Академии наук СССР работы по стратиграфии, четвертичной геологии, литологии, тектонике и истории геологических знаний. Исследования института направлены на решение кардинальных проблем геологии, определяющих уровень науки и способствующих повышению эффективности геологических и геологоразведочных работ. Внедрение в практику результатов проводимых в Институте исследований осуществляется путем публикации законченных работ, консультаций в процессе совместных исследований, а также в дискуссиях на совещаниях и конференциях. Это обеспечивает живую связь института с научными и производственными организациями и проверку получаемых им результатов. Практическое значение выполняемых институтом работ выражается и в том влиянии, которое оказывают работы института на развитие геологических знаний и насколько используются разработанные в институте методы при решении практических задач.

Не останавливаясь более подробно на организационной стороне деятельности института я попытаюсь на трех примерах показать из чего вытекают, как развиваются и как используются на практике результаты исследований Геологического института и в чем мы видим залог успеха его работ. Краткость настоящего сообщения исключает рассмотрение в нем даже основных законченных в институте исследований по микропалеонтологии и спорово-пыльцевому анализу, по основам литогенеза, по глубинным разломам и тектоническим картам — которые многим известны и результаты которых широко используются в мировой практике. Остановлюсь только на трех вопросах, сейчас волнующих умы сотрудников института, результаты по которым хотя и

публиковались, но пока еще не могут считаться общепризнанными и введенными.

До последнего времени в стратиграфии основное внимание привлекали наиболее молодые фанерозойские толщи, историю которых мы научились расшифровывать более полутора столетия назад. Вопросы планетарной стратиграфии докембрия почти не поддавались дешифровке, и при изучении докембрийских толщ исследователи пользовались в основном только местными стратиграфическими шкалами.

В то же время широкое распространение докембрийских образований и приуроченность к ним основных мировых запасов железа, марганца, меди и др. важнейших полезных ископаемых, все настойчивее выдвигало вопрос о разработке таких методов, которые помогли бы в дешифровке и этого этапа геологической истории. Среди таких методов, на первом месте, долгое время стоял историко-геологический метод. Однако, уже первые данные по абсолютной геохронологии показали иллюзорность и недостаточность для планетарных корреляций, получаемых с его помощью данных. Абсолютная геохронология, сделавшая за последние годы колоссальные успехи, дала в пятидесятых годах первую серьезную основу для подобных построений. Однако ряд преобладающих моментов не позволяют считать этот метод достаточно надежным. Именно из-за этого ряд международных совещаний по геологическим картам в конце пятидесятых годов отказался от составления легенд в абсолютных датах.

В этой связи, естественно, встал вопрос о переоценке и биостратиграфических данных, так как к пятидесятым годам в толщах верхнего докембрия уже были известны многочисленные находки органических остатков, стратиграфическая ценность которых считалась нулевой. Именно в силу сказанного, в Геологическом институте была поставлена под руководством Б. М. Келлера тема по стратиграфии позднего докембрия, в которой предполагалось обобщить данные, получаемые палеонтологическим и историко-геологическим методами и радиоактивной геохронологией.

Первые работы по спороподобным формам акритарх и рифенидам С. Н. Наумовой доказали распространение этих форм по всем толщам верхнего докембрия. Однако, они не принесли ожидавшихся результатов в силу того что комплексы форм этих групп сильно варьируют в разрезах удаленных районов Русской платформы, Урала и Сибири, что позволяло пользоваться ими для региональных построений, но исключало возможность проводить по ним планетарную корреляцию.

Другой группой были строматолиты и онколиты. Эти образования были известны уже давно. Они описывались Уолкотом в конце прошлого века. У нас они изучались В. П. Масловым, — но считалось, что строматолиты тесно связаны с фациями и не имеют никакого стратиграфического значения, так как сходные формы встречаются в самых разновозрастных отложениях. Однако, первые же работы, осветившие конкретное распределение строматолитов и онколитов в сплошных разрезах, сразу же выявили тождественность смен их во времени на Урале, Анабарском массиве и Алдане, что заставило усомниться в правильности существовавших выводов. По глаукониту удалось датировать интервалы, выделенные по строматолитам, а увязка их с историко-геологическими этапами развития отдельных регионов связали воедино

все эти факты и впервые в 1966 г. позволили подойти к составлению палеогеографических карт для докембрия всей территории СССР.

На этой стадии полученные данные уже стали входить в практику съемочных работ. Изучение докембрийских и нижнепалеозойских акритарх стало проводиться спорово-пыльцевыми лабораториями промышленности, а в ряде учреждений началось изучение строматолитов.

В итоге была доказана возможность применения биостратиграфических методов к позднему докембрию — рифею. Появилась возможность не только картировать, но и коррелировать разрезы докембрия Северной Евразии, но еще не было уверенности в планетарности выделяемых подразделений. В решении последнего вопроса нам очень помогли геологии других стран, которым мы пользуемся случаем выразить свою глубокую благодарность. М. А. Глесснер прислал материалы из Австралии, от Н. Н. Меншикова и М. А. Карпова мы получили сведения об африканских строматолитах, но особенно большая информация была получена от П. Э. Клауда, который подготовил к приезду М. А. Семихатова в США большую коллекцию хорошо датированных строматолитов из Австралии, Южной и Центральной Африки, США и Канады и попросил его определить «что выше, и что ниже», не показывая при этом этикеток. Когда более 90% образцов были правильно датированы М. А. Семихатовым, то этим оказался апробированным в международном масштабе уже и сам метод. Аналогичные работы начаты сейчас во Франции, в Канаде, в США и Австралии. Это позволяет говорить уже о действительно широком — мировом внедрении этой методики. Я думаю, что сейчас нет надобности заострять внимание на практическом значении этих работ.

Второй группой проблем, разрабатываемых в Геологическом институте под руководством И. В. Хворовой, являются вопросы вулканогенно-осадочного породообразования. До 60-х годов большинство литологических работ у нас было направлено на освещение общих закономерностей литогенеза и его особенностей в различных климатических зонах, которым посвящены хорошо известные монографии Н. М. Страхова. Работы последних лет, и особенно океанологические, со всей очевидностью показали недоучет в существовавших ранее представлениях роли вулканических процессов. Этому особенно содействовало быстрое развитие у нас учения о формациях, как о естественных парагенезах горных пород и связанных с ними полезных ископаемых, развитое в 50-х годах акад. Н. С. Шатским, позволяющее легко вскрывать реальные связи между отдельными типами пород. В связи с этим во весь рост встала проблема пересмотра с этих позиций и условий формирования месторождений полезных ископаемых.

Если в 40-х годах и раздавались редкие голоса о возможности вулканогенного происхождения геосинклинальных бокситов и богатых месторождений фосфоритов, то на них все смотрели как на интересные, но мало вероятные догадки для объяснения редких исключений; но чем больше изучались океаны, тем ярче вскрывалась исключительная роль в их осадках вулканических продуктов. Все яснее выявлялась прямая связь солевого состава вод океана с вулканами.

Большую перестройку в существовавших воззрениях произвело открытие К. К. Зеленовым громадного вноса в море рекой Юриной на Курилах

гидратов алюминия выщелачиваемых кислыми вулканическими водами их излившихся горных пород. Это было подтверждено и наблюдениями в Индонезии. Эти факты, как и выявление четкой приуроченности бокситов и железорудных месторождений типа Ландиль к вулканогенным областям прошлого, а также установление одновозрастности с вулканическими породами ванадиеносных и фосфоритоносных толщ Евразии, приуроченных к границе кембрия и докембрия, заставили более критически подойти к существовавшим представлениям о природе геосинклинальных фосфоритов и бокситов, железных и марганцевых руд, так как в вулканических районах реально были найдены те кислые воды, которых не хватало А. Д. Архангельскому для окончательного утверждения его гипотезы о происхождении бокситов, и была изучена их работа.

Все это открыло новые горизонты для поисков рудных районов. И конечно, кому как не практике поисковоразведочных работ было оценить практическое значение этих положений.

Конечно, никто не представляет себе, что руды названных типов месторождений прямо отлагались из рудоносных эксгалаций или при поствулканических процессах. Но несомненно, что массовый вынос в определенные моменты из земных недр металлов и обогащение ими не всего, но отдельных небольших участков мирового океана в ряде случаев был основной предпосылкой образования громадных месторождений.

Третьей группой проблем, над которыми работает институт — тектонического, характера являются проблемы общей структуры орогенических зон и их палеогеографии.

Хорошо известны работы института в области тектонических карт, начатые еще А. П. Карпинским и А. Д. Архангельским. Это направление привело к составлению тектонических карт, уже не отдельных областей и стран, но целых континентов, а на карте Евразии, вышедшей под редакцией А. Л. Яншина — также океанических пространств. Хорошо известно какую колоссальную роль играют сейчас тектонические карты для направления поисково-разведочных работ и оценки перспектив как металлоносности, так и нефтеносности отдельных регионов. Но еще большим оказалось их значение в решении кардинальных проблем геологии. Эти исследования как и сильно продвинувшееся за последние годы изучение глубинных зон земной коры, с одной стороны, и исследования океанических пространств, с другой, вплотную подвели исследователей к дешифровке палеогеографии орогенических зон и их соотношений с океаническими бассейнами.

Уже давно всех геологов, занимавшихся альпийской зоной, интересовали вопросы покровной тектоники, а в последние годы брекчий-меланжа и их происхождения. Сейчас, выяснилось, что входящие в состав меланжа породы очень близки к составу океанической коры, представляют собой глыбы кремнистых или афанитовых известковистых пород, сходных с осадками современных океанических впадин. Это последнее приобрело значение той ниточки, взявшись за которую можно приподнять покрывало, скрывающее от нас сложнейшую историю орогенических зон. Обобщение этих материалов по Армении, Турции, Ирану и Балканскому полуострову, проведенное А. В. Пейве, с очевидностью показало резкое несоответствие между характером развитых в альпийской зоне осадков юры и нижнего мела и представлениями об узких геосинкли-

нальных отрогах, в которых, якобы, происходило их накопление. Близость основных пород меланжа с ультраосновными породами океанической коры и верхов мантии, а пород осадочных глыб с осадками океана, а также малые мощности подобных толщ в случаях когда удавалось наблюдать их разрезы, заставляют предполагать совсем иную палеогеографию мезозойских бассейнов альпийской зоны, чем это представлялось совсем недавно, и еще раз подчеркивают грандиозность горизонтальных перемещений масс в альпийской зоне, подтверждающуюся и большими смещениями границ биогеографических поясов прошлого.

Эти построения находят свое подтверждение и в новых буровых данных, доказавших значительно более широкое распространение покровных структур не только в альпийской зоне, но и в более древних складчатых поясах, а также — и в геофизических данных, говорящих об изменениях физических свойств горных пород на глубинах в 4—5 км под кристаллическими массивами альпийского пояса, долгое время считавшихся автохтонными.

Эти данные привлекают сегодня внимание широчайших кругов геологов, так как они в совершенно новом свете представляют не только строение и историю развития геосинклинальных зон, но и особенности распространения в них полезных ископаемых. Они открывают колоссальные перспективы для переоценки нефтегазоносности и рудоносности районов. Большие изменения они влекут за собой во всех теоретических построениях. Но я должен еще и еще раз подчеркнуть, что придавая этим построениям исключительно большое значение, никто из нас не считает их истиной в последней инстанции. Нужна еще очень большая работа по дальнейшей детализации и проверке этих представлений, которые открывают совершенно исключительные возможности для практики.

На этом разрешите закончить мое краткое сообщение, из которого с очевидностью следует, что действенность итогов работ нашего института, в первую очередь, определяется концентрацией усилий его сотрудников на немногих, но исключительно важных как для теории, так и практики, проблемах, позволяющих привлекать к их проверке и освещению тысячи специалистов, благодаря и тесной связи работ института с практикой социалистического строительства на грандиозных просторах Советского Союза, которая является основным потребителем и лучшим контролером выдвигаемых в институте положений, что и определено действительностью работ.

PROGRAMME OF COMPLEX REGIONAL GEOLOGICAL RESEARCH AND RECONNAISSANCE OF GEOLOGY OF POLAND

by

R. OSIKA

Poland

INTRODUCTION

The work of the Geological Institute started in 1919. Since then, the Institute has been engaged in geological research with the aim of geological exploration of the country, prospecting for mineral deposits, and carrying out regional hydrogeological and engineering-geological investigations.

The Institute's staff comprises over 1100 employees including about 460 scientific-research workers 30 of whom are professors and assistant professors. In addition to the central office in Warsaw, the Institute has 4 regional branches located at Kielce, Cracow, Sosnowiec and Wroclaw and two departments of marine geology at Szczecin and Gdansk.

The major development of the Geological Institute began in 1952 with the unification of the Geological Survey of Poland, the establishment of the Central Office of Geology and the creation of several geophysical, geological and hydrogeological enterprises responsible for the technical services for investigations conducted by the Institute. Since then, the geological structure of the country has been intensely investigated at depth with the result that numerous rich deposits of sulphur, copper, zinc and lead, hard coal, brown coal, natural gas, potassium salt, barytes and magnesite were discovered.

The Geological Institute is entitled to confer doctorate degrees and to elevate doctors to the status of Assistant Professor. In the last decade, the Institute conferred over 70 doctorates and elevated 7 doctors to the status of assistant professors.

The Geological Institute exchanges its publications with over 500 scientific institutions around the world.

I. OUTLINE OF THE GEOLOGY OF POLAND

Three main tectonic units occur in the area of Poland (*Fig. 1*):

- 1 — Pre-Cambrian Platform of East Europe;
- 2 — Palaeozoic Platform of Middle and West Europe, subdivided into the Świętokrzyskie Mountains, the Western Sudeten Mountains with the Fore-Sudeten block, the Intra-Sudeten and North-Sudeten depressions, and the Eastern Sudeten and the Silesian-Cracow basins;
- 3 — Alpine and Miocene Carpathian Foredeep.

1. *The pre-Cambrian Platform* consists of two structural stages:

- The lower stage (platform basement) consists of strongly folded and eroded metamorphic Archean and Lower Proterozoic rocks with numerous masses of intrusive rocks. These formations do not outcrop anywhere in Poland.
- The upper stage (sedimentary cover) consisting of Wendian, Palaeozoic, Mesozoic and Cainozoic formations. The sedimentary cover is only slightly disturbed and may rest horizontally. Its thickness ranges from 380 to over 5000 metres.

The tectonic units of the pre-Cambrian platform shown on *Figure 1* are distinguished according to the morphology of the top of the lower structural stage.

2. *The Palaeozoic Platform* is built up of two stages:

- A lower structural stage that corresponds to the folded, eroded formations of the Palaeozoic orogenies (Caledonides and Hercynides). These formations are exposed in the areas of the Sudeten-Mountains, the Świętokrzyskie Mountains, and Upper Silesia.
- An upper structural stage that consists of feebly disturbed Permian, Mesozoic and Cainozoic deposits. The platform cover varies from several metres up to 12,000 metres in thickness. The units shown on the map within the Palaeozoic Platform Area are distinguished by the tectonic character of the upper structural stage.

3. *The Alpine orogeny* within Poland is represented mainly by an external zone of Carpathian flysch of Cretaceous and Paleogene age, whereas both the Tatra Mountains and the Pieniny Klippen Belt represent internal zones of the orogeny. In the Carpathian foreland, the Carpathian foredeep was formed during the final development phase of the orogeny during the Tortonian and is filled mainly with molasse formations up to 3000 metres in thickness. Its basement is built up of folded formations of the uppermost pre-Cambrian and the Lower Palaeozoic as well as of Upper Palaeozoic and Mesozoic deposits of platform type.

II. DEGREE OF GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL RECONNAISSANCE

80% of the area of Poland is covered by the Quaternary formations which vary from several metres to over 250 metres in thickness. Pre-Quaternary formations rest horizontally or are only slightly disturbed over the most part of the area. Therefore the exploration methods applied in Poland depend largely on these geological characteristics. Hence exploratory work is carried out by geophysical methods, particularly gravimetric and seismic, and by deep drilling.

70% of the area of Poland is covered by semi-detailed gravimetric surveys (1 measuring point per 0.25 to 0.5 sq. kilometres). The remainder is covered by general gravimetric surveys only (1 measuring point per 4 to 6 sq. kilometres). In addition, more detailed surveys are carried out in certain selected areas.

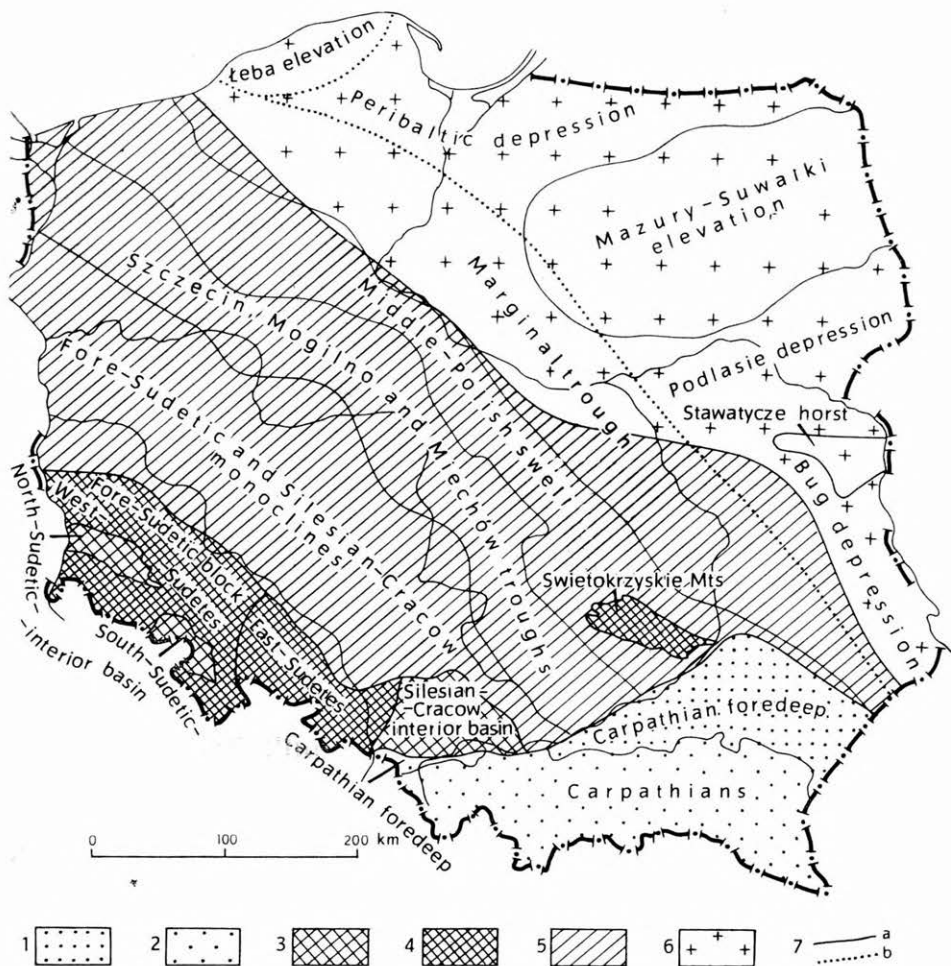


Fig. 1. Tectonic units of Poland — according to J. Znosko

1—Alpine foredeeps; 2—Alpids; 3—Palaeozoic intermountain basins; 4—Palaeozooids (Caledonids and Variscids); 5—Palaeozoic platform; 6—Pre-Cambrian platform; 7—boundaries (a) and supposed boundaries (b) of tectonic units of platform cover

General magnetic surveys (vertical component “z”) have been made for the entire country but in the north-eastern regions of Poland and within several selected regions of South Poland, semi-detailed and locally detailed surveys have also been made.

Exploratory work conducted by seismic methods and deep drilling is carried out mainly in the areas of interest for crude oil and natural gas deposits.

The most valuable studies have been made within the area of the Miocene Carpathian foredeep where one bore-hole deeper than 500 metres has been

drilled per 25 sq. kilometres. The area of the Carpathian foredeep is characterized also by the densest net of seismic profiles (1 kilometre of seismic profile per sq. kilometre). In the other areas of the country, the density of seismic profiles is approximately 0.15 kilometres per sq. kilometre and of drilling approximately one borehole of 500 to 5000 metres per 200 sq. kilometres. The deepest borehole ever drilled in Poland has been completed at a depth of 5016 metres.

III. CONDITIONS OF REGIONAL MINERAL CONCENTRATION

Taking into consideration the diastrophic development, the present-day geostructural picture and the mineralogical aspects of the country, Poland may be subdivided into 7 major regions. Three of them are Palaeozoic regions (Lower Silesian, Upper Silesian and Świętokrzyskie Mountain regions), two belong to the Alpine (Carpathians and Carpathian foredeep), and two platform areas (pre-Cambrian platform and Palaeozoic platform) (*Fig. 2.*).

The formations of these regions were formed under various palaeogeographic conditions and were affected by various tectonic processes. Thus various conditions also existed for the development of processes for mineral concentration.

1. *The Lower Silesian region* includes the Western and Eastern Sudeten and the Fore-Sudeten block. The region represents an area which developed during several geosynclinal periods from the pre-Cambrian to the Carboniferous. Under these conditions complexes of metamorphic rocks were developed and both geosynclinal and subsequent magmatic phenomena appeared. It is also an area where an orogenic intermontane depression developed and intense post-orogenic volcanism took place. Endogenic mineralization is represented by concentrations of metal ores of magnetic and hydrothermal types as well as by vein quartz, barytes and fluorite of hydrothermal type. Exogenic mineralization may be found in turn within the Variscan intermontane depression filled with well developed productive Carboniferous formations containing coal seams, bauxite and refractory shales.

Moreover as a result of the Tertiary weathering processes of serpentinites, magnesite and nickel ores deposits were formed here as were kaolin deposits being the product of the weathering processes of granites. The formations of continental Miocene contain, in addition to rich brown coal deposits, numerous deposits of clay minerals and glass sands.

2. *The Upper Silesian region* developed in the Upper Carboniferous as a Variscan intramontane depression. Here thick complexes of clay rocks and sandstones of productive Carboniferous deposits were laid down including considerable coal seams. Mesozoic formations particularly those of Triassic and Jurassic age are also largely developed. During the Neogene a depression was formed within this area in the Carpathian foreland where a complex of Miocene rocks was deposited.

Throughout the deposits of the Upper Silesian region are found various mineral raw materials. Above the Devonian deposits (limestones and marbles) and Lower Carboniferous deposits (limestones for cement and lime production) follow the Upper Carboniferous hard coals which are exploited in almost

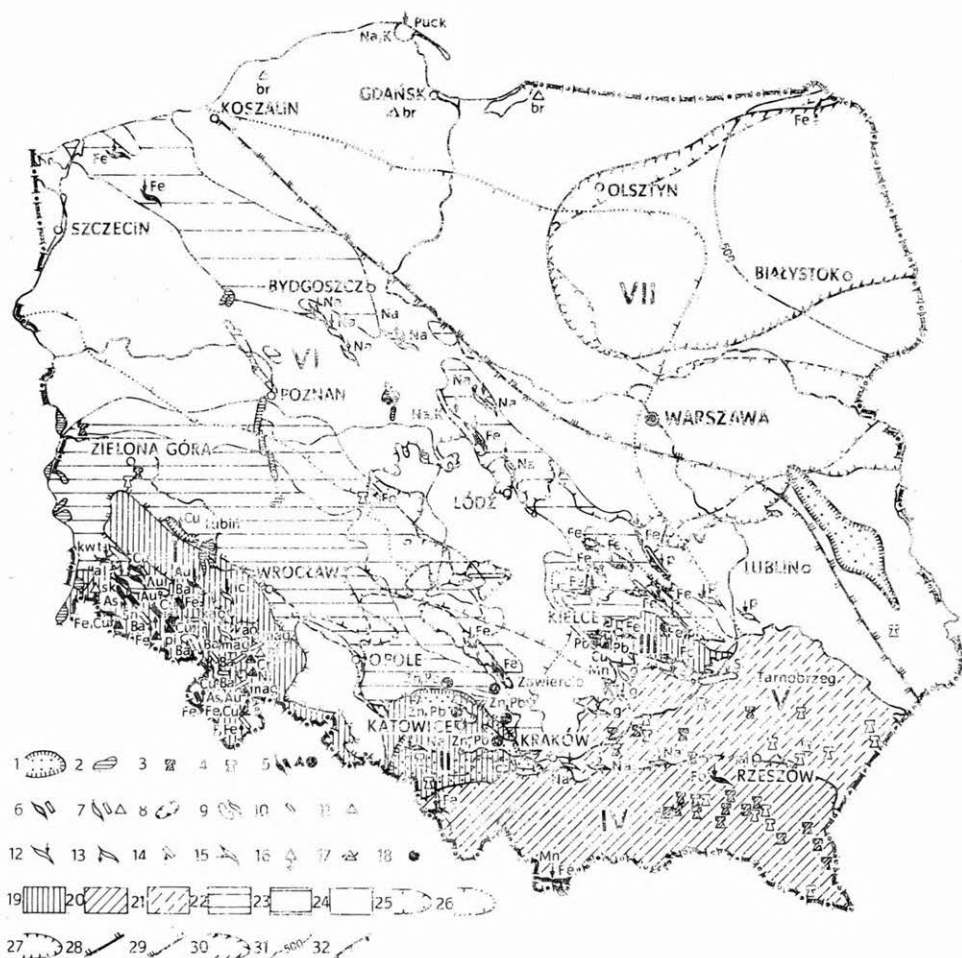


Fig. 2. Map of mineral raw materials of Poland — according to R. OSIKA

Deposits: *Combustible mineral raw materials:* 1—hard coal; 2—brown coal; 3—crude oil; 4—natural gas; 5—metal ores; 6—chemical mineral raw materials (pi—pyrite; ah—anhydrite); 7—*constructional mineral raw materials* (sk—feldspars; mag—magnesites; kao—kaolins; ic—ceramic clays; kwt—quartzites; g—gypsum; al—alabasters; nf—nephrite; br—amber). *Form of deposits:* 8—ore-bearing areas; 9—sheet-like and stratified deposits: a—large areas; b—small areas; 10—vein deposits; 11—irregular deposits. *Origin of deposits:* 12—sedimentary deposits; 13—weathering deposits; 14—hydrothermal deposits; 15—metasomatic deposits; 16—magmatic deposits; 17—metamorphic deposits or deposits related to metamorphic processes; 18—deposits related to Triassic dolomites. *Geology:* *Folded areas:* 19—Palaeozooids: I—Lower Silesian region, II—Upper Silesian region, III—Swietokrzyskie Mts. region; 20—Alpids—IV—Carpathians; 21—Carpathian fore-deep and marine Miocene (V). *Platform:* 22—Permo-Triassic; 23—Jurassic; 24—Cretaceous; 25—extend of Zechstein deposits; 26—extend of Vesulian deposits; 27—extend of Tertiary continental deposits; 28—boundary of Palaeozoic platform VI; 29—boundary of pre-Cambrian platform VII; 30—area of crystalline basement under the Permo-Mesozoic formations; 31—depth of crystalline basement; 32—boundary of main Carpathian overthrusts.

80 mines and are the main mineral raw material of the region. In addition, the productive Carboniferous deposits yield clays used in the production of bricks and ceramic wares. Recently, bentonites have been discovered in the Poreba Beds of the Carboniferous (Namurian A).

3. The region of the *Świętokrzyskie Mountains* belongs to the area developed under miogeosynclinal conditions that had lasted from pre-Cambrian to Silurian and was then stabilized in the Devonian and Carboniferous under conditions characteristic of a labile platform. During the Caledonian orogeny the Świętokrzyskie Mountains were intensely folded. The orogeny was accompanied by subsequent volcanism expressed in the form of lamprophyres and diabases. In Late Palaeozoic time, the Świętokrzyskie Mountains were undergoing deformation and horstlike structures were formed.

The region is characterized by hydrothermal mineralization of Variscan age. The mineralization appears in the form of iron and copper sulphide ores. The pyrite deposit at Rudki belongs to this region in the same way as the ancient copper ore deposits exploited at Miedzianka and Miedziana Góra and the calcite veins found in the vicinity of Zelejowa (a type called "rozanka"). In the regions of Kielce and Chęciny are found galena deposits related, for the most part, to the hydrothermal activity of synorogenic Alpine processes. Of a great importance are also the building materials, particularly Devonian marbles, dolomites and limestones, as well as quartzites sandstones related to the Cambrian and Devonian formations.

4. *The Carpathian region* is divided into two sub-regions, the Tatra Sub-region and the Flysch Sub-region. Within the Tatra Sub-region are found sedimentary rocks laid down in the Mediterranean geosyncline as well as Variscan granites encountered in the metamorphosed older cover. The Flysch Sub-region developed within an Alpine miogeosyncline where exceptionally feeble basic magmatic activity took place. The most important development of this sub-region are the crude oil and natural gas deposits found in the Eocene and Cretaceous sandstones and now exploited in the central Carpathian depression (Jasło—Krosno) and in the frontal part of the Magura overthrust (Gorlice).

5. *The Carpathian foredeep* region was formed in the Neogene and is filled with Tortonian deposits occurring mainly as molasse. Highly important in this region are the oil and gas deposits of the arenaceous Miocene series discovered in the vicinity of Przemyśl and Łandut, and in the Upper Jurassic limestones and the Middle Cretaceous sandstones exploited in the region of Lubaczów in the eastern part of the country, and at Grobla and Pławowice, north-east of Cracow. In the lower part of the Tortonian a series of chemical deposits occurs where two facies may be distinguished, a chloride facies encountered in the Fore-Carpathian region, and a sulphate facies found in the central portion of the basin. Carbonate littoral formations of the peripheral northern parts of the foredeep are their age equivalent.

In the chloride facies rock salt deposits are found within the Fore-Carpathian area stretching from Wieliczka through Bochnia to the vicinity of Tarnów and Pilzno where new rock salt deposits have recently been discovered. Large deposits of native sulphur found in the region of Tarnobrzeg and Staszów and discovered 16 years ago are related to the sulphate facies.

6. *The Palaeozoic Platform* region comprises the middle, north-western and southern parts of the country, except for Palaeozoic and Alpine orogenic areas.

Mineral deposits are related here to the Palaeozoic and especially to the Zechstein as well as to the Mesozoic-Cainozoic formations that make the platform cover along with the Upper Permian formations. So far, the Palaeozoic formations have not been adequately examined mainly due to their deep occurrence. In several zones of this region, particularly within the Fore-Sudeten monoclinial area, they are highly interesting in regard to hydrocarbons that may be expected to occur in the Rotliegendes and Carboniferous formations. In the sedimentary cover, the largest mineral concentrations are related to the Zechstein deposits. In this area are found large copper ore deposits known to occur in the North-Sudeten trough and within the Fore-Sudeten monocline. These deposits were discovered 12 years ago in the region of Lubin. The Zechstein deposits are the main formation in which both rock and potassium salt deposits occur. The shallower zones of these deposits are encountered in two regions—in the Kujawy region, where salt deposits are related to salt plugs, and within the Fore-Sudeten monocline. In the latter area, oil and gas deposits also occur as for example the discoveries made in the vicinity of Zielona Góra and Krosno Odrzańskie.

Carbonate rocks of Triassic age contain zinc-lead ores long since exploited in the Silesian-Cracow area in the region of Bytom, Chrzanów and Olkusz. Recently, a large deposit of these rocks has been discovered in the region of Zawiercie.

Triassic deposits are also a source of building materials, particularly of dolomites and limestones.

Jurassic deposits are the third formation related to the occurrence of mineral raw materials in this area. Both Liassic and Dogger deposits include iron ores in the area of the Cracow-Wielun Jurassic Belt, in the marginal area of the Świętokrzyskie Mountains, in the region of Kujawy and in Pomerania. Moreover, the Liassic deposits contain ceramic and refractory clays while the Malm contains valuable materials such as limestones and marls.

Cretaceous deposits that occur at the surface are an inexhaustible source of carbonate raw materials. In addition, phosphorites (Cenomanian—Albian) and iron ores (Lower Cretaceous) are found in the vicinity of Radom-Annopol.

The continental Tertiary deposits contain brown coals (Miocene) and ceramic clays (Pliocene) in the areas of Central and West Poland.

Quaternary deposits, particularly moraine formations, are source of ceramic and rock materials found in the form of naturally crushed stone.

7. *The pre-Cambrian Platform* region. Only the Palaeozoic formations are important in respect of hydrocarbon deposits. The best prospects are in the Lower Palaeozoic formations within the Peri-Baltic and the Podlasie depressions, and the Devonian and Carboniferous deposits in the Bug River depression.

From the point of view of solid minerals, the pre-Cambrian crystalline basement is interesting and particularly the norite-anorthosite intrusions which include ilmenite-magnetite ores of magmatic type, and sulphides of non-ferrous metals.

In the Upper Carboniferous formations there are hard coal measures (Lublin basin) and in the Zechstein of the Łeba elevation are rock salt and the magnesium-potassium salt deposits recently discovered in the region of Władysławowo.

In addition, the formations of the pre-Cambrian platform, particularly those of Cretaceous, Tertiary and Quaternary age contain various building materials.

IV. MORE IMPORTANT MINERAL RAW MATERIALS

Among the raw materials that play the most important role in Polish economy, are hard and brown coals, zinc and lead ores, copper ores, native sulphur, rock salt and various constructional materials. Recently, new potassium salt deposits and natural gas deposits have also been discovered. Nevertheless, Poland lacks iron ores, bauxite, phosphorites and crude oil.

Until recently, *natural gas* deposits have been known to occur in the southern part of the Carpathian foredeep only (Miocene, Jurassic). In recent years, large deposits have been discovered in Rotliegendes formation in the area of the Fore-Sudeten monocline.

Crude oil occurs in small deposits within the Carpathian flysch, as well as in the Cretaceous and Jurassic systems of the Carpathian foredeep and in the Zechstein formation of the Fore-Sudeten monocline.

Hard coal deposits as a rule occur in the Upper Carboniferous formations of the Silesian-Cracow basin and in the Intra-Sudeten trough. In recent years, a new coal basin of Upper Carboniferous age has been discovered in the Lublin Region (East Poland). Total hard coal reserves of Poland are estimated at about 130 milliard tons; the present-day production amounting to over 130 million tons a year.

Brown coal deposits occur in the continental formations of Miocene age (subordinately also of Oligocene and Eocene age) in the central western areas of Poland. Their reserves are believed to amount to about 17 milliard tons.

Zinc and lead ores encountered as sulphides are found in the carbonate rocks of Middle Triassic age within the area of the Silesian-Cracow monocline. They are exploited in the regions of Bytom, Olkusz and Chrzanów. Recently a huge lead ore deposits has been discovered in the vicinity of Zawiercie.

Copper ore deposits represented by sulphide are related to copper-bearing shales and marls of lowermost Zechstein age (Z₁). These deposits are exploited in the North-Sudeten trough. Huge deposits of these ores were discovered 12 years ago in the Fore-Sudeten monocline area and are already under exploitation.

Native sulphur deposits occur in the Tortonian carbonate formations which are a stratigraphical equivalent of the gypsums found in the northern part of the Carpathian foredeep. Native sulphur has been exploited in Poland for about 500 years but deposits having considerable economical value have been mined on a large scale for 16 years only.

Rock salt is found in the Miocene deposits of the northern part of the Carpathian Mountains and in the Zechstein formations of the Palaeozoic and pre-Cambrian platform. The salt is exploited mainly in salt plugs situated

in the Kujawy swell area. Potassium salts (polyhalites) were discovered in 1965 in the Zechstein formations of the western part of the Peri-Baltic depression. Exploration continues in the area.

Various constructional raw materials (magmatic, metamorphic and sedimentary) are found principally in the southern part of the country (Sudeten, Upper Silesia, Świętokrzyskie Mountains).

Iron ores found in the Lower and particularly in the Middle Jurassic formations are exploited in several areas. Iron ore reserves only cater for about 15% of the country's demand. Recently, an ilmenite-magnetite ore deposits has been discovered in an anorthosite body in the basement rocks of the East-European platform.

Phosphorites occur in the Middle Cretaceous formations, within the marginal area of the Świętokrzyskie Mountains and in the Łódź trough. They cover only a small percentage of the country's demand.

After World War II intense geological investigations were carried on by the Geological Institute. In consequence of this numerous deposits were discovered including deposits of sulphur, copper ore, brown coal, hard coal, zinc-lead ore rock and potassium salts. Moreover, a base has been established to search for crude oil and natural gas. Many of these deposits are now either under exploitation or yielding interesting data for the further development of the mining industry in Poland.

In spite of such extensive and many-sided developments in geological investigation, there are still numerous unexplained geological problems in Poland which also suggest the occurrence of certain mineral deposits. In order to discover these deposits or to prove the absence of suspected deposits, intense geological exploration will be carried on in the near future and is foreseen in the long-term plans.

The main purpose of the work planned for the period 1970 to 1985 is to investigate the geology of the country and to increase the reserves of domestic raw materials, particularly those which are scarcely represented.

V. PROGRAMME OF COMPREHENSIVE STUDIES OF DEEP GEOLOGICAL STRUCTURES TO SEARCH FOR CRUDE OIL AND NATURAL GAS DEPOSITS

Following the investigations carried out by the Geological Institute and by the Petroleum Industry, a regional exploratory survey has recently been made of the geological structure of Poland at depth and as a result, interesting local structures have been encountered in numerous regions of the country. In these regions crude oil and natural gas prospecting is still being carried out leading to the discoveries of numerous deposits.

In the individual regions, second, third and fourth order deposits have been distinguished and prospective hydrocarbon reserves have been calculated. Gas reserves are found to occur 67% in the Palaeozoic, 26% in the Mesozoic and 7% in the Cainozoic formations.

Taking this into account coupled with the fact that the regional geological problems down to a depth of 1500 metres have generally been elucidated whereas the problems of fundamental and regional reconnaissance of deep geo-

logical structures still remain unexplained, further geophysical and comprehensive geological surveys will be continued. Among them will be lithofacies, stratigraphic, petrographic, sedimentological, geochemical, palaeogeographical and tectonic studies to recognize structures and the reservoir properties in the following units:

- a* — in the pre-Cambrium platform area, within the Peri-Baltic syncline, in the area of Leba elevation, and in the Podlasie depression (Palaeozoic deposits);
- b* — in the area of the marginal trough, the Szczecin—Łódź trough, the Kujawy—Pomerania swell (Permian and Mesozoic deposits), and in the peripheral zones of this area (Carboniferous and Devonian deposits);
- c* — in the area of the Fore-Sudeten and the Silesian—Cracow monoclines and within the Lublin trough (Palaeozoic deposits);
- d* — in the area of the Carpathian flysch (deep folds) and in its basement (Meso-Palaeozoic deposits).

These investigations will naturally require intense geophysical and drilling activity. Geophysical surveys will be conducted using both gravimetric and seismic methods and to a lesser extent other methods. Semi-detailed gravimetric surveys are also planned for an area of about 50,000 sq. kilometres along with about 70,000 kilometres of seismic profiles.

The realization of the programme of the Geological Institute needs approximately 60,000 metres of deep drilling per year up to 1985. The results obtained will be used for the modification of the geological picture of the country.

In the period from 1969 to 1971 reports (“*Oil and Gas Contents in the Light of Geological Structures*”) concerning prospective regions of Poland will be compiled using maps on a scale of 1:200,000, as well as lithologic-palaeogeographic, palaeotectonic, structural and prognostic maps of the whole area of Poland on a scale of 1:500,000.

During the second stage of these works (1971—1975), regional, semi-detailed reports and geostructural atlases at 1:200,000 for selected prospective zone of the country will be finished.

From 1975 to 1985 the results of the investigations during the second and third stages will also be compiled.

VI. PROGRAMME OF COMPREHENSIVE REGIONAL RESEARCH TO ASSESS PROSPECTS IN THE SEARCH FOR SOLID MINERAL RAW MATERIALS TO A DEPTH OF 1500 METRES

Comprehensive regional investigations have been planned for conducting the search for deposits of solid mineral raw materials in deeper zones of folded areas (Sudeten, Upper Silesia, Świętokrzyskie Mountains).

In the *Sudeten region* the occurrence of zones of amphibolites and greenstones will be investigated in the areas of the Sowie Mountains, Kaczawskie Mountains and in the vicinity of the localities Kłodzko and Paczków. These rocks may reveal polymetallic ore deposits known to occur in these formations on the Bohemian side. The research will also include deep-seated basic rock masses mainly on account of the occurrence of chromites and metal sulphides of differentiation type around these masses. In the region of the Sudeten the research for polymetallic mineralization will be conducted in the areas of Variscan granite masses, particularly where the granites are shallow under

the Palaeozoic cover and where crustal portions of intrusions or of subordinate granite domes may occur. Of interest here are the areas of the Kaczawsk Mountains, Bardzkie Mountains, Bystrzyckie Mountains and the Bialskie Mountains as well as the Gromnik granitoids. Moreover, a programme of investigation is planned for the zones of dislocation that form a belt of intense development of magmatic phenomena working initially in the area of the main Sudeten fault that runs from the Izerskie Mountains to the Sowie and Bardzkie Mountains. Partly metamorphosed formations of Palaeozoic age found to occur under the Tertiary deposits within the Fore-Sudeten block and under the Zechstein-Mesozoic deposits in the northern trough will also be studied.

In the *Upper Silesian region* three main approaches to the study of deep geological structures may be distinguished. The studies are intended to help in the search for solid mineral deposits down to a depth of 1500 m. These are:

- a — lithofacies and palaeogeographic studies of the Mesozoic and Palaeozoic formations and particularly of the Triassic deposits to determine the ranges of ore-bearing dolomites and of Palaeozoic carbonate formations in the north-eastern marginal area of the Upper Silesian Coal Basin.
- b — studies of palaeo-relief of lithological composition of Palaeozoic formations and of their extent under the Permo-Mesozoic cover within the eastern and north-eastern margins of the Upper Silesian Coal Basin. The studies will include lithofacies examinations of Palaeozoic formations to assess the possibilities of searching for exogenic deposits such as bentonites, bauxites, iron and copper ores, and the investigation of the extent and form of Hercynian acid and basic intrusions to determine the prospects of searching for endogenic deposits (polymetallic mineralization);
- c — lithologic and stratigraphic studies on the Palaeozoic formations in the western margin of the Upper Silesian Coal Basin to determine areas of shallow occurrence and to outline polymetallic mineralization.

In the *Świętokrzyskie Mountains* the studies will initially concern formations that in Europe and particularly in Poland proved to be metalliferous. To these belong Devonian, Permian, Triassic and pre-Cambrian formations.

To this end, the following lines of study of the deep geological structure have been established in order to create a basis for further prospecting for solid mineral deposits in this area:

- a — lithofacies and palaeogeographic investigation of the Devonian, Permian and Triassic formations in the western and north-eastern marginal areas of the Świętokrzyskie Mountains, in connection with the lead, zinc, copper and barium mineralization proved within the near-surface zones;
- b — lithofacies and palaeogeographic investigation of transitional deposits found to occur at the Lower and Middle Devonian boundary in the regions of Kielce and Łysogory to investigate prospective areas in the search for pyrites, iron and polymetallic ores;
- c — investigations of deep fracture zones in the Palaeozoic massif to search for prospective zone of iron and polymetallic ore deposits.

With regard to the region of the pre-Cambrian platform, five directions of investigation have been adopted:

- a — more detailed examinations of the palaeorelief and petrographical composition of the crystalline basement in the eastern part of the Mazury-Suwalki elevation and in the Sławatyce elevation;
- b — determination of form, extent and petrographic composition of both basic

- and acid intrusive bodies found in the crystalline basement of the Mazury-Suwalki elevation at a depth of about 1500 metres in order to investigate the possibilities of further search for iron and polymetallic ore deposits;
- c* — lithofacies and geochemical examinations of Palaeozoic formations found to occur under a thin cover of Permo-Mesozoic deposits at the flanks of the Mazury-Suwalki and the Slawatyceze elevations in order to prepare a basis for the search for exogenic deposits (phosphorites, iron ores, radioactive elements);
 - d* — determination of the range and character of weathering processes in the Upper Proterozoic and Cambrian basic volcanics encountered under the Carboniferous deposits in the north-eastern part of the Lublin trough to establish a basis for the search for iron ores and bauxites as well as rare and radioactive elements;
 - e* — lithofacies investigations of the Zechstein formations found beneath the Mesozoic deposits within the marginal zone of the Mazury-Suwalki elevation to a depth of 1500 metres.

As a result of these studies, new prospects will no doubt be determined and, most probably, new mineral deposits will be discovered. To carry into effect the programme outlined here, magnetic, gravimetric, resistivity and shallow seismic methods will be applied on a large scale. In addition, drillings will be made to depths of 500 to 2000 metres, totalling about 15,000 metres per year.

Apart from the investigations that guarantee new prospects for further geological exploration in Poland, the Geological Institute will continue to work on prospects which, in terms of mineral deposits, have already been established.

VII. PROGRAMME OF CARTOGRAPHICAL SURVEYS

Approximately 160 sheets of detailed maps at 1:25,000 and 1:50,000 are planned for preparation in the period from 1969 to 1985. Mapping will cover areas of interest from both the geological and economic standpoints. In addition, the research programme includes the preparation of 56 sheets of a 1:200,000 map of the landward areas and 13 sheets for the Baltic sea areas. The maps will be issued in two versions, maps of exposed formations, and maps of uncovered formations (without Tertiary). In this connection, some drilling will be carried out in the Baltic sea down to a depth of about 200 metres. Comprehensive marine surveys will be carried out (bathymetric, geophysical and geological research work, as well as studies on dynamic geology, tectonics and sedimentology).

In anticipation of an increase in detailed data concerning the deep geological structure of the country, an atlas of palaeogeographic and structural maps on a scale of 1:1,000,000 will be printed no later than in 1973 and on a scale of 1:500,000 in 1980. By 1975, some selected sheets of these maps will have been issued on a scale of 1:200,000; similarly atlases of mineralogical maps will also be printed on similar scales.

THE INFLUENCE OF MODERN LIFE ON THE WORK OF THE GEOLOGICAL SURVEY

by

WILLIAM T. PECORA

USA

It is a pleasure for us to extend our congratulations to the Hungarian Geological Institute on this occasion of its 100th Anniversary. The continuing success and vigour of the Institute are sources of pride and deep satisfaction to members of national geological institutes and surveys everywhere, for they show the continuing contribution that systematic field geologic studies make to the advancement of human welfare.

We also compliment the Hungarian Geological Institute for its broad perspective in including in its Centenary celebration the "*Day of the Geological Institute of the World*" and in choosing as the topic for discussion "*the problems of science policy and the task imposed by modern life on the geological survey of each country*". It would have been entirely appropriate, of course, to have devoted this entire Centenary to a review of the work of the Institute, for its past accomplishments and its dynamic current program indeed merit full celebration. But in directing a substantial part of the Centenary activities to the problems faced by geological surveys over the world, the Hungarian Geological Institute has simultaneously shown its own deep concern with the problems facing mankind, emphasized the key role geological services play in improving human welfare everywhere, and called attention to the new demands for geologic knowledge being made by changes in human activities the world over. We are pleased to participate in the Institute's Centenary and we thank it for providing this forum for the discussion of common problems.

Compared with the Hungarian Geological Institute and some of the other Surveys here, the U.S. Geological Survey is a younger sister for it is only 90 years old. But we are also celebrating a centenary this year—the 100th Anniversary of JOHN WESLEY POWELL's exploration of the Colorado River. POWELL's expedition in this land of deep and mysterious canyons, with their treacherous rapids and unforeseeable dangers, still draws our admiration as an example of man's courage in exploring the unknowns of his environment. On this 100th Anniversary of the exploration of the Colorado River, however, we commemorate not merely POWELL's courage and perseverance but his

contributions to science and the important role he and his colleagues played in organizing and directing the scientific activities of the United States Government and its Geological Survey.

Created by an act of Congress in 1879 as a bureau within the Department of the Interior, the U.S. Geological Survey's origin is deeply rooted in the spirit of exploration that characterized the early days of our country. In 1803, scarcely 15 years after the constitution was ratified, President THOMAS JEFFERSON dispatched MERIWETHER LEWIS and WILLIAM CLARK westward to explore and make note of "... *the soil and face of the country: ... volcanic appearances ... mineral production of every kind ... and such circumstances as may indicate their character*". Other expeditions followed and between 1867 and 1872 Congress authorized four territorial surveys to undertake more comprehensive examination of the land and mineral resources of the western United States. In March 1879, Congress enlarged the scope of these investigations, placed the responsibility for them in a new organization, the U.S. Geological Survey, and in words paraphrasing THOMAS JEFFERSON, charged it with "the classification of the public lands and examination of the geologic structure, minerals, and products of the national domain". Its first Director was CLARENCE KING, who in his own Fortieth Parallel Survey had already established the practice of systematic topographic mapping and the use of contour maps as the base for geologic maps, and who had a keen appreciation of the role mineral resources development could play in the nation's economic development. POWELL succeeded KING two years later, and together with men such as S. F. EMMONS, RAPHAEL PUMPELLY, GEORGE BECKER, GROVE KARL GILBERT, and CHARLES D. WOLCOTT, these early leaders designed an organization and a program of geologic surveys and research aimed to provide the factual base of understanding necessary for the wise and imaginative development of the land and its resources.

Something of the appreciation these men had of the importance of field geology in the service of man is shown in the *Surveys' First Annual Report* in the concept stated there of the geologic maps to be prepared by the General Geology Division, of which POWELL was in charge. These maps were to show "*all those features upon which intelligent agriculturalists, miners, engineers, and timber men might base their operations and which would be of value for all students of political economy and resources of the United States*". Later on, POWELL, in setting forth the principles of stratigraphic nomenclature that have been followed in the United States ever since, said that "*The classification involved in a cartographic system designed for general use should be objective, rather than theoretic: it should be based upon rock masses and their already observed relation rather than upon time intervals contemplated in historic geology, and even upon the organic remains contemplated in biotic geology: it should be petrographic rather than chronologic or paleontologic*". Units so defined, he wrote, are significant "*alike to the theoretic physicist or astronomer, the practical engineer, or miner, and the skilled agriculturalist or artisan*", as well as to the stratigrapher or paleontologist.

These early leaders were truly visionary in their recognition of the utility of diverse studies of the land and its resources in the development of the nation, but they could not have anticipated many of the activities that have

been developed to cope with the problems that now confront the United States and many other countries. In the field of minerals, for example, the development of technology and expanding use of raw materials and energy have vastly expanded the variety of minerals of concern to man and the kinds of deposits and environments in which they are sought and exploited. In POWELL's day, man's entire need for raw materials involved the conscious use of relatively few of the chemical elements. Including oxygen, hydrogen, and carbon, the chemical elements that served mankind's needs for centuries numbered only 17. Today some 80 chemical elements are in industrial use. The geologist once concerned with only a few minerals now must develop sources for many, and he must find them in previously unimaginable quantities, for the demand for raw materials is reaching staggering proportions because of growth in both population and per capita consumption. He must also extend research to environments, such as the deep crust and the ocean floor, that were previously beyond the reach of both technology and his own ability to guide exploration in them.

The development of new technology, urban growth, and the ever expanding consumption of fuels and minerals have brought us into many new fields and activities. In the field of engineering geology, for example, we are concerned with the source of construction materials, the strength of the natural foundation to resist artificial forces that may be imposed upon it, and the natural hazards that face man in his utilization of the land, and in many areas we are making special maps to portray the facts relevant to these problems.

Space exploration has also begun to command an important part of our attention. Our astrogeologic studies involve systematic geologic mapping of the moon and related research intended to guide lunar exploration and permit it to yield its fullest return in enlarging our understanding of the processes of planetary evolution and crustal development.

Earth-orbiting satellites are also literally opening up a new horizon for us in the acquisition of knowledge of the earth and geologic processes through a new array of remote sensing instruments. The synoptic vision, rapid coverage, and repetitive observations of the earth that satellites make possible promise to yield wide benefits in the fields of geodesy, topographic, mapping, structural geology, physical and human geography, hydrology, and ecology.

Speaking of hydrology, urban development and industrial growth have enormously expanded our requirements for water, so much so that we have been threatened with shortages in some areas. Many of the problems we face now in the field of water resources are ones that have resulted from man's own activities, carried on without understanding their consequences. Sewage and industrial wastes have polluted rivers and lakes, as has acid drainage from mines in many areas. Use of water as a coolant has changed the natural biologic balance of many rivers with deleterious effects. Sealing the ground surface by urban and highway construction has increased storm runoff in many areas, resulting in disastrous flash floods where they never took place before. We have been forced to recognize that man has become a major element in an already dynamic system, for human activities are interacting with natural processes and phenomena with profound effects on the physical and biologic character of the lithosphere, hydrosphere, and atmosphere.

As a result of the growing demand for knowledge about the land and its resources, the U.S. Geological Survey has grown the small group of 7 geologists and 24 supporting personnel that composed it at its start 90 years ago, to an organization of about 8200 people, including about 3500 scientists and engineers and 2700 technicians. Organizationally we are composed of seven divisions. Four of these—the Geologic Division, Water Resources Division, Topographic Division, and Conservation Division (responsible for supervision of the mining of leasable minerals and classification of the public lands)—are mission oriented; supporting their activities are the Administrative Division, Computer Center Division, and the Publications Division. Under these divisions are a total of some 67 branches, most of which have topical as distinct from regional functions. Diverse as are our current activities, they are nevertheless continuing with the same fundamental purpose envisaged by KING and POWELL, namely the acquisition of information and knowledge that will support the intelligent use of our land and its resources.

Although this fundamental purpose remains unchanged, the development and growth of the industrial civilization has given it far greater importance. The work of the U.S. Geological Survey and that of many other national surveys was begun with the purpose of providing information on unsettled territories that would speed their development, and this continues to be its prime purpose in many undeveloped regions of the world. But the work of the geological survey continues now in industrialized countries as the key, on the one hand, to the problem of supplying increasing amounts of the raw materials and energy on which our industrial life is built, and, as the key, on the other hand, to the problem of avoiding the ill effects of our actions on the environment. Many informed students of these problems doubt that either can be solved. They believe man will soon exhaust the usable supplies of minerals and fuels and that he has already upset the balance of nature beyond repair.

I do not share these pessimistic views, but it is true that unless we work vigorously and imaginatively to develop new and larger sources of minerals and fuels and to enlarge the base of understanding of the dynamics of our environment necessary to bring our activities into balance with it, our industrial civilization will decay as did others in the past that outran their means of sustenance. It is the continuing task of the geological surveys of the world to help provide the requisite knowledge of the earth and its processes, and it is a task that is vital for the future of all mankind.

I am confident that national geological surveys and institutes-aided by the academic and industrial organizations that also play vital roles in expanding knowledge of our environment and resources—have and can develop as necessary the scientific and technologic capability to carry out this task successfully. Unfortunately, however, it is not enough just to have this capability or even to use it assiduously. To accomplish our task effectively, we must get our results into the hands of those who should use them and in a form they can understand. All of us know of countless instances in which available geologic knowledge, the use of which could have increased the effectiveness of human endeavour or lowered its cost, was not utilized because the potential user was not aware of its existence or did not understand its meaning or significance. To an embarrassing degree, I fear we are responsible for this, for our

maps and other data are too often presented in a form that is not intelligible even to the non-geological scientist or engineer, much less the layman, and we often fail to inform the public of the meaning and applicability of our results. The central challenge to geological surveys in meeting the needs of the future, therefore, may very well be that of finding ways to enlarge public understanding of the significance and value of geologic knowledge of the earth and so do a better job of putting our results into the hands of potential users in understandable form.

LOGIC, THEORY AND PRACTICE OF THE UNIFICATION OF GEOINFORMATIONS

by

K. A. REMÉNYI

Hungary

The cognition of the Earth as a planet is today one of the centric questions of the world's public opinion. The unexpected development of this public interest as much as the technics and science resulted a world-wide evolution of the geological research.

Geological research are essentially carried out in three main directions:

- 1 knowledge concerning the globe in its entirety;
- 2 regional and local prospectings in the solid and liquid lithosphere with the object of acquiring mineral matters;

finally

- 3 regional and local explorations acquiring geotechnical data.

According to the aims, the acquisition of the geoinformations is carried out by different methods, depending on whether they are for scientific and/or industrial demands. Consequently the information-value of these geoinformations that is produced day by day everywhere in the world in a quantity of millions, is very altering. The coding, systematizing, storing, checking back and using, in other words the manipulation of that immense amount of data is not possible otherwise than by computer data storing and processing.

There are in numerous countries initiatives for data processing, computer-manipulation of geoinformations, especially in industrial connections: first of such examples was the prospecting for hydrocarbons. In many countries the central collecting and manipulating of the geoinformations has already been realized and the Central Geological Institutions were charged with this task. Since Hungary wants to do the same, this is why you find the discussion of this question among problems of the geological institutes.

It is remarkable that in the special geological literature one can hardly find anything concerning specific information-theory, its logic (*i.e.* philosophy) and theory of unification as much as its practice. In my present lecture I attempt to fill up this gap.

THEORY AND LOGIC OF GEOINFORMATIONS

Geoinformations mean geometrical knowledge. They are obtained and produced by the geonomy (= industrial geology). Concerning the quantity, multitude and persistency of the knowledge, emerging as products, the geonomy can be considered today already as a knowledge producing industrial activity.

Knowledge-producing processes are known to exist in other fields of life too, such as for example the medical diagnosticating, antropography, meteorology and so on, which are of course out of our business.

The knowledge-producing processes become more and more determinant and regulative factors of human life. In spite of this fact their gnosiological elaboration and evaluation has not been carried out neither generally nor specifically, although the information-theory (= gnosiology) as such is a well known and cultivated discipline of the philosophy.

It is a fact that abstract generalizations can not be adapted directly to particular branch activities, consequently neither to the geonomy. Therefore the acquiring of geoinformations has to create its own, tight-fitting information-theory. In the following, I make an attempt to outline and summarize the short essence of the geoinformation-theory.

KNOWLEDGE-COMPOSITION

The knowledge-composition in the different philosophical systems is diversely treated.

In my deduction I am forced to use the existing logical categories partly this way, partly diversely. On the basis of the author's freedom, I reserve my rights to use categories in my own sense and interpretation. The linguistical scantiness does not indicate the creation—at least for the meantime,—of new terms.

The aptitude of knowledge-composition—according to our present experiences,—is the property of the creatures, and as such its extent and character is quite diverse, depending upon the degree of development of the given organism. It seems that on our planet Man (= *Homo* species) possesses the most developed and complete aptitude of knowledge composition.

Some of the philosophical schools attribute this ability exclusively to Man, while others admit its presence—although on a lower level,—to other living beings, too. Anyhow, the *Homo* species show—as a law of nature—anthropomorph and anthropocentric attitude, as for example the ants—most probably—posses a formicomorph and formicocentric attitude. Consequently the ipsomorph and ipsocentric attitude of the living creatures could be mutually hardly understood and translated, if at all.

The aptitude and ability of knowledge-composition reaches perfection in the progressive stage of the phylogeny. In the *Homo* species the child relives while its ontogeny on one hand the phylogenetic steps of the species again, but increased in speed, comprimated and partly abstracted, on the other hand it enriches its own knowledge-composition. The first is heredity which seems to be natural, self-evident, the second infiltrates as individual experience, into the consciousness as much as into the intellect.

DEVELOPING PROCESS OF THE KNOWLEDGE-COMPOSITION

The process of the knowledge-composition is a phylogenetic and at the same time an ontogenetic phenomenon. The course of this process is shown in *Table 1*. The course of this process is a so-called full possibility rank, where there might necessarily occur possible intermissions leaps, feedbacks.

The denomination and definition of the mentioned categories is done in the author's sense. The categories are immaterial, if we do not consider the bio-currents charging the brain-cells, used up to the formation and storage of them,—as a material phenomenon.

The purposefully produced knowledge becomes material only if we constitute information from them.

Development process of the knowledge-composition

Table 1.

<i>Denomination</i>	<i>Definition</i>
1. casual percept (noticing)	incidental, occasional, undeliberate phenomenon
2. iterative percept	incidental series of the casual percept with an incidental memory sorting process
3. cognition	associated series of iterative percepts, effort to obtain actively and deliberately further percepts
4. observation	collecting activity of deliberate and systematizing cognitions
5. experience	accumulation of iterative, collated observation-series
6. judgement	standpoint of experiences, coordinated on basis of interrelation between cause and effect
7. concept	definition of the phenomenon, categorized and/or abstracted by judgements
8. knowledge	deliberate memorization and use of the concept

The information is a coded, symbolized and dimensioned knowledge. Coding is the speech itself (originally the behaviour and gesture as much as the mimic),—symbolization is the pictorial and/or alphanumeric depiction (*f.e.* writing, *etc.*),—finally dimensioning is the comparison to an etalon and signaling the identity or deviation (discrepancy). The information originates from two components: one is the subject of the person—producing the knowledge,—in the capacity of the observer (cognitor), the other is the object of the impersonal device (as tool, instrument, apparatus, *etc.*). Both components are regularly burdened with errors. The degree of error of the subjective component is the reliability factor, while the same of the objective component is the goodness factor. The weighted combination of these two—not by mere addition,—gives the *value* of the information.

The value of the information is the calculated or estimated *content-index*, existing at the moment of its creation—in comparison to the theoretical, but in the practice of course never attainable 100%. The informations itself

and its value is four-dimensional, *i.e.* altering in the function of time,—in particular decreasing (regressive). This is the aging, moral depreciation, the trend of which is always a curve, expressible only by a cubic or higher degree equation. The longest, consecutively straight and nearly horizontal part of it represents the *validity duration* of the information as it is to seen in *Fig. I.*

The information—independently from its content reduced to “bits”,—is only complete, if its value-content is provided with an index as much as the validity-duration with a length-index or its expiring date. The information as such can be decomposed theoretically from 1 to infinite number of bits for the data processing, but anyhow the number of the bits to be manipulated with is limited by the available data processing system and its capacity.

The final number of bits to be programmed is an economissimum, which is not necessarily identical with the optimum.

The value of the particular bits, in comparison among themselves is differing in absolute and relative sense. The value of an information, obtained by a certain method can reach the practically attainable maximum of this method, but at the same time this “*maximum-valued*” information could have —ad absurdum,—a relative value of 0, compared to an information got by a different method. This is why every single information has to pass a value-screen and should be egalized by comparison.

Only in formations egalized, compared and brought in the same validity-range can be collated. The egalization of values of the informations under data processing must be originally programmed and it is indispensable to build in a selfcontrol-screen into the program, which prevents the passing of inequalized informations.

The most economic procedure is consequently to produce unified, identical and standardized informations. Therefore from the purpose of expediency and rentability, it is most advantageous to unify the production of informations.

UNIFICATION OF INFORMATIONS

The unification and its most apparent forms—as the normalization and the standardization—although not every lingual use makes it possible to differentiate accurately the two concepts,—are for themselves also well known disciplines. I do suppose the knowledge of these.

Preliminarily I stated the final purpose of geonomic activity to be the production, establishment of concepts presented in form of informations. The basic requirement of the geoinformations arising as final products in this process is the approximate equivalence. Equivalence can be obtained by an afterward egalization of any information with any value, but one considers generally as single expedient solution: to choose the production of informations of adequate equivalence from the beginning on.

The two methods are inseparable since new informations can be produced only in unified form, till the ancient ones, already existing, but in their entirety very precious, — must be separately egalized.

The geonomic concepts and the informations arising from them are branch-specific. On the analogy of other knowledge, it is presumable that the mathematical knowledge—essentially necessary to the unification of geoinforma-

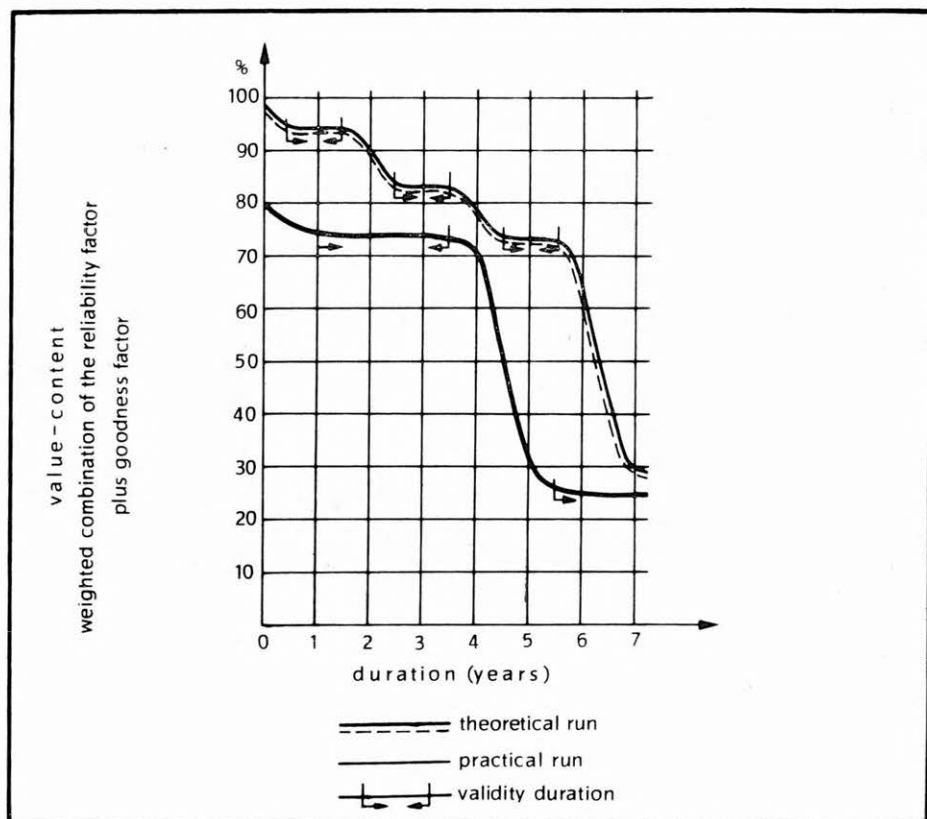


Fig. 1. Trend-graph of the information-value

tions,—should in many respects be first created. It is most probably that many—in other general or special technical fields already widely used,—mathematical methods can be adapted without any alteration, but it seems to be sure that for the tasks of the geonomy there are still necessary new, additional mathematical methods. In other words time has come to create, above all, as a new, acutal branch-methods the geo-mathematics.

The scope and task of the geomathematics is partly to experiment the utilization possibility of already known mathematical methods in the geonomy, partly their adaption and improvement, partly the development of new, special mathematical methods in order to solve specific geomonomical tasks. The correct solution of this assignment is not to teach mathematicians to geological attitude, but in the contrary it is necessary to train geologists in mathematics already possessing geological attitude and view. (Analogy: the cosmonautics, where cosmonauts are trained from excellent flyer-pilots giving them additional mathematical knowledge and not reversely!)

Groups	Subject	Character	Results of geconcepts
1. general	the Globe as a whole (the Earth as a planet)	complex	basic research for the branch of geosciences general human knowledge
2. acquiring mineral matters and energies	wining, breaking, production and exploration of mineral matters and energies in solid, liquid, gaseous or plasmatic phase	orientated	reserve balance for consumption of unreplaceable matters and energies
3. geotechnics (technical geology)	constraint-connection between man and crust (anthroposphere)	orientated	reserve balance for consumption of fully or partly replaceable matters and energies knowledge of artificial influence on circulating speed of matters and energies knowledge of status of the crust, prognostization of status under static and dynamic stress caused by natural and/or anthropogenic processes

II. Methods of obtaining geconcepts (in largest sense; controversially to the present practice!)

1. *Teology* 2. *Teophysitics* 3. *Geocheministry* 4. *Geobiology* 5. *Geotechnics* 6. *Geomathematics* 7. *Other*

geconcepts to be obtained by any, several or every methods enumerated:

- (geostochionomy)
- (geomorphology)
- (geophenomenology)
- (geogenesiology)

methodology of systematization, summarization and evaluation of the geconcepts obtained by the above named branch-methods:

8. *Geo-logics*

methods of the utilization of the interpreted geconcepts:

9. *Geoconomics*

10. *Geopolitics*

III. Process of obtaining of the geconcepts

A) In the field (topic)

Assembling of data (immaterial)

without tool only by intellect "mente"

with tool "mallo"

can be achieved

Assembling of matters (material)

without tool -collection of samples

with tool -taking of samples

directly (in the anthrosphere)

indirectly (in the crust and/or on the globe)

1. on the surface
2. at the subsurface: in natural caves in artificial cavities

by use of }
 1. by drilling }
 2. at the subsurface }
 radiations }
 oscillations }
 vibrations }
 other }

B) In laboratories (canneral)

Processing of data

wording

calculating

representing (depiction)

Processing of matters

field samples in

solid

liquid

gaseous

plasmatic

investigating by: }
 physical }
 chemical }
 biological }
 technical }
 mathematical }
 combined }

Ordination and manipulation of results from data and matters processing: denomination, definition, marking, dimensioning, calculation, transfiguration, comparison, identification, simularization, coding, documentation = forming of geoinformations, storage

Storing of data (manuscripts and computer)

Storing of matters (collection control sample)

IV. Interpretation of geconcepts

For general purposes:

Basic research

General human knowledge

For special purposes:

Acquiring of mineral matters and energies in:

- solid
- liquid
- gaseous
- plasmatic

phase

as industrial activity: the wining, breaking, production, exploitation of mineral matters and energies

Geotechnics (technical geology)

abbiological methods, as:

- agrotechnics
- forestry
- hydrotechnics
- defense against erosion
- country planning
- nature conservation etc.

biological

V. Utilization of geconcepts (practical use of the geo-logical and interpretation results as for decision-preparation, etc.)

in

global

regional

relation

local

Economics of unreplaceable mineral matters and energies

Economics of circulating (fully and/or partly replaceable) mineral matters and energies

Utilization and strain of the crust (static) and/or dynamic stress

Realization of

geoconomics and geopolitics

GENERATION AND PRODUCTION OF GEOINFORMATIONS

So far we approached our problematics of the unification of geoinformations from the product side (*i.e.* geoinformations). In my opinion, here it is the bigger failure. It seems as though the situation can be considered at the front of the production of geoconcepts to be the most simple. To support this statement let me present the *Table 2*. This table shows partly the enumeration of all those branch-sciences known and used, with the methods of which geoconcepts may arise, partly—by the means of the proceeding depiction,—the course of resulting the immaterial (*i.e.* data) and material (*i.e.* matters) components of the geoconcepts, finally it deals with the interpretation and utilization of them.

The task of unification is correspondingly double. First of all it is a branch task which should be carried out in the field of the mentioned branch-methods—eventually independently from each other. This is the typical field of the branch unification. More significant is the second one: which is merely a methodical task: this concerns namely the unified data and matter processing of the geoconcepts instreaming from the results of different branch-methods. This latter one is already a central task, supposing and premising that the geoinformations will get into a common pool, (for example the Central Geological Institutes). According to my experience and practice won over a decade, this task is more difficult, since even the logics of this activity have not been elaborated yet.

Without the claim of completeness, I like to mention a few, very outstanding examples. The geonomy deals with matters and phenomena of these matters. It is most desirable that concepts used in the geonomy should come to a reevaluation and reassessment in the view of up-to-date conception of the Universe by the modern ideas of physics, chemistry and biology. After having done that, unification can be started and should be carried out in a complex form. Such is *e.g.* the question of energy. It would be mostly advisable to see in our everyday matters (in minerals as much as in rocks and formations) a certain form of appearance of the energy—which exists under determined conditions and circumstances,—as a closed energy-system, to which—if we want to upset its balance,—is needed also a defined external energy.

A separate question is for instance the group of radiations and oscillations, liberated, vibrations raised or induced by Man (from infrasounds, ultrasounds up to electromagnetic waves and so on), which before long, will mean an independent sphere having its influence onto the crust and its components. It exists *f.e.* the timeliness of the research of the plasmatic phase as the fourth state (phase) of the geonomic matters, being of course not only property of physical matters!

The examination of the matters and energies turns after all into the examination of their forms of appearance without any strict limit. Only one plucking question from the unification practice: is sand a matter of a form of appearance?

It seems that the specification of the phenomenal forms of matters and energies is still one of the comparatively solvable problems, but it is scarcely to be stated the same so conterminously to processes in the space-time eventually repeatedly occurring, which have to comprise the curriculum vitae of a certain matter including its genetics as much as its complete geological history.

A returning geotechnical problem is *f.e.* the question of the still increasing statical and dynamical stress of the different matters in the soil and subsoil and of the formations.

Let us make a by-pass to the field of the evolution of organic life: of the stratigraphy too. We will examine the determination of the absolute and relative quantitative and qualitative composition of the biomasse by geological eras (periods). Our object cannot be carried out without unification, but as the result it is also numerically prov-

able that within a certain geological era (period) the quantity and quality of the biomasse is given. This means in other words that the unified matter and energy law is valid to the world of livings too. By this statement the law of EINSTEIN—originally set up only for the inorganic world *i.e.* in a physical world aspect,—accomplishes itself and becomes entirely general. The significance of this perception is at the moment out of our present frame.

We could continue our examples and raise problems but the delivered is sufficient to support the standpoint. So better let us return to the term “interpretation” of our table Nr. 2. In our World “everything is connected to everything” and this axion gets in the actual and what is more in the future geonomy a basicaly new meaning and interpretation.

To be so, it is only necessary that the geoscientists should have to meet some basic needs: this is to establish the unique and comprehensive gnosiological basis of their chosen and cultivated science; using a pun: the geologies of geology. Geoinformations remain dead data if their geological interpretation does not come to pass. Consequently the alpha and omega of the unification as much of the unified geoinformative system is—in their details still to be completed—geologies as a new branch-science.

INTERNATIONAL UNIFICATION OF GEOINFORMATIONS

Geonomy is a global science, geoconcepts do not recognize political boundaries or dividing lines. Therefore, however unification of geoinformations is necessary and useful within a country, these are becoming really public property, if first of all the neighbouring countries, and finally everyone in the World may directly utilize them.

The global demand tends toward unification of geoinformations on a world-wide international scale. This demand involves in fact immense traditions, since even the geoscientists, established for the first time global sized organizations and research programs, in which the representants of the most different nations participated in a real international solidarity. So we have examples on world-wide geoinformations is easier than anyone would think. I suppose that the existence of the world organization *i.e.* the International Organization of Standardization (ISO) the principal task of which is the promotion of the consolidation of connections and understanding between nations by the means of unification is well known.

If there is any possibility to formulate resolutions or to make at least proposals for such, it is nothing else to do,—as to word a resolution toward the ISO to call into being and individual geometical technical committee, with the task of unification of geoinformations and elaboration of corresponding recommendations in this regard. A proposal for the possible scope *etc.* of such a TC is presented in the Annexe I as an example.

The Geological Institutions are all over the world citadels of the geological and geometical knowledge of the countries in which they are working. It seems that the Geological Institutions could essentially extend their up-to-dateness and leading roles in the modern geonomy by considering the unification of geoinformations as their own central task and beside providing for their national business they could exercise their corresponding activity also on international level.

C o n c l u s i o n s

It is most probable the first tool of work has been a geobject, *i.e.* a piece of stone which was picked up by the Protoman for throwing it away or hammering with it and by this activity it made a definite step toward becoming Man. Since this historical or better prehistorical event the number of the geobjects has been expanded essentially. This increase—concerning its expectable final size,—might mean prognostically today still the beginning of our geoknowledges.

Anyhow the geobjects (the mineral matters as much as the crust of which we live) and Man are in coercive connection.

The knowledge of geobjects, *i.e.* the geoinformations become finally the determinators of human existence or inexistence. Their utilization is for mankind all over the world assured, only if they become a world-wide unified public property.

This is only then possible, if the geoeconomics—as likewise a new discipline,—will establish also in the geoconcepts the international division of labor, division of knowledge and at last the objective conditions to a more equal division of the geo-goods. I am convinced that this will be possible only in the case of realization of international unification of geoinformations.

PROPOSAL

for the possible frame of an international unificational technical committee of geoinformations

ISO/TC..... Secretariat:

Title: Geoinformations

Scope: unification (standardization), of any kind of geoinformations, used in the geonomy and/or geology, obtained by any branch-method (*i.e.* geological, geophysical, geochemical, geobiological, geotechnical, geomathematical, geoeconomical, *etc.*) being in any phase of the data—obtaining and generated,—produced unIndependently from the original purpose of the concept-acquiring.

Possible subcommittees:

SC 1 Geoinformations concerning the intirety of the Earth, as a planet.

SC 2 Geoinformations concerning the matters and energies.

SC 3 Geoinformations concerning the anthroposphere, especially within this the characteristics of the crust's surface for geotechnical purposes.

Possible working groups:

WG 1 Geoterminology (terms, their definitions, linguistic equivalents, synonyms, *etc.*).

WG 2 Geostoichionomy (definiators, characteristics dimensions, limits of the matters and energies).

WG 3 Geofomatology (appearance, ocurring forms of the matters and energies).

WG 4 Geophenomenology (phenomena of matters and energies).

WG 5 Geogenesiology (chronological history of the simple, unalteredly repeated and alteredly repeated generating of the matters and energies, planetogony).

WG 6 Geo-logics (originations of geoconcepts, connections of cause and effect, interpretation, drawing of conclusions, *etc.*).

WG 7 Geomathematics (geonomical adaption of mathematical methods, codesystem, data processing, *etc.*).

Possible recommendations (to be worked out—in thematical grouping):

1. List of the known and possible stable, semistable and instable combinations of elements (*i.e.* minerals, *etc.*).
2. List of sampled combinations of minerals (*i.e.* rocks), occurring on the surface of the crust, furthermore in it and crossed by drifts, or traversed by drillings.
3. List of unsampled rocks and their combinations (*i.e.* formations) although detected by indirect (*f.e.* deep-geophysical) methods.
4. Sampling, sample-conservation, manipulation and preparation for geonomical investigations from minerals, rocks, formations.
5. Methods of determinations for establishing of characteristics concerning the material, substantial, energetical, formatological, phenomenological and evolutional properties.
6. List of the geonomical characteristics of matters and energies, denomination, definition, dimensioning, coding, *etc.*
7. Geonomical symbolics, representation and depiction of the matters, forms, phenomena, processes, energies, *etc.*, color- and sign-key.
8. Constructional requirements of the two-, three- and four-dimensional representation (depiction) of the geoconcepts (*i.e.* map, section, profile, diagram, *etc.*).
9. Information-technical elaboration of complex geoconcepts (calculation and evaluation of reserve-balances, geotechnical status-determination, prognostization of the status-alteration caused by static and dynamic stress).
10. Interpretation of geoinformations, complex prognostization, geodocumentation, programming, *etc.*

LE BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

par

J. RICOUR

France

Le Bureau de recherches géologiques et minières qui comprend le Service géologique national, est fondé sur une conception, rare à notre connaissance, sur laquelle il convient d'insister tout d'abord.

En effet, si cet organisme agit en tant que Service public placé sous la tutelle du ministre chargé des mines, pour assurer l'infrastructure géologique de la France, il est également doté du caractère industriel et commercial. Il peut de ce fait s'autofinancer en partie soit par vente directe de ses productions (cartes géologiques, publication), soit en louant les services de ses ingénieurs et techniciens (engineering) dans tous les pays du monde, soit en disposant de sa part du revenu de ses filiales minières chargées d'exploiter en France et hors de France les gisements mis en évidence par lui en tant qu'organisme national.

C'est une formule qui donne au BRGM un champ d'action très large, parfois critiqué, mais qui es révèle à usage excellent pour maintenir au sein du personnel un esprit d'émulation très propice au progrès scientifique et technique.

Une telle formule est évidemment très délicate à appliquer et exige de la part de ceux qui la pratiquent une intégrité absolue.

On pourrait craindre en effet que la compétition qui découle de l'application de cette formule n'incite les chercheurs du BRGM à vivre sur eux-mêmes et à garder des « secrets de fabrique ». L'expérience prouve que les secteurs où le BRGM est le plus compétitif sont au contraire ceux qui s'ouvrent le plus largement vers l'extérieur et ceux qui diffusent le plus complètement et le plus rapidement le résultat de leurs travaux.

Cette formule est intéressante sur le plan technique car il est indispensable que les chercheurs qui se penchent chaque jour sur des problèmes technologiques puissent disposer de champs d'action en vraie grandeur situés en n'importe quelle partie du monde. Les expériences de géologie appliquée ne pouvant être faites « in vitro », les chantiers sont pour le géologue le seul champ d'expérience possible.

Sur le plan psychologique, il est bon que le chercheur puisse chaque jour

confronter ses hypothèses avec la réalité des chantiers. C'est une source de modestie qui ne peut que renforcer son esprit scientifique.

C'est également une source de dynamisme car la possibilité de voir dans un délai très bref des recherches déboucher sur une amélioration technique ou un profit industriel ne peut laisser insensible un chercheur digne de ce nom.

1. ORIGINES, STATUT ET RÔLE DU BRGM

Le BRGM, Bureau de recherches géologiques et minières naquit le 1^{er} novembre 1959 de la fusion de plusieurs organismes :

- l'ancien BRGG, Bureau de recherches géologiques et géophysiques, fondé en 1942, devenu BRGGM en 1959 car son activité avait été étendue à la recherche, en France métropolitaine, de toutes substances minérales à l'exclusion des substances énergétiques et radioactives;
- le BUMIFOM, Bureau minière de la France d'outre-mer;
- le BRMA, Bureau de recherches minières de l'Algérie;
- le BMG, Bureau minière Guyanais.

Du BRGG, il tient sa fonction de service public, des autres bureaux sa vocation industrielle et commerciale.

Pour mieux assurer la première de ces missions et obtenir une coordination parfaite des moyens et des méthodes, le décret du 22 décembre 1967 a fondu en un seul organisme qui conserve le nom de BRGM, le Bureau tel qu'il vient d'être décrit et le Service de la carte géologique de la France. C'est plus précisément l'ancienne Direction scientifique du Bureau qui s'enrichissant de l'apport de ce service aujourd'hui centenaire, devenait la Direction du Service géologique et des laboratoires du BRGM (DSGL), puis le Service géologique national (1^{er} août 1969).

Sur le plan juridique, le BRGM est un Etablissement public national français à caractère industriel et commercial placé sous tutelle du ministre chargé des mines. Il est doté d'un conseil d'administration dans lequel figurent des représentants des principaux ministères techniques (équipement, industrie, agriculture), de ministères divers (finances, territoires d'outre-mer, éducation nationale), des personnalités désignées en raison de leur compétence scientifique et technique et enfin des représentants du personnel.

Il faut souligner que le BRGM étant « Service public » n'a pas d'« actionnaires » et que tous les bénéfices qu'il tire de ses activités sont intégrés à sa trésorerie et utilisés au mieux par la Direction générale, soit dans le domaine des investissements, soit pour assurer le fonctionnement courant du Bureau.

Le rôle du BRGM a été précisé à la fin de l'année 1965 par une lettre du ministre de l'Industrie lui confiant expressément les missions suivantes :

- a) *assurer l'infrastructure géologique du territoire national*, en collaboration étroite notamment avec les établissements d'enseignement et autres organismes français de recherche géologique;
- b) *mettre au point de nouvelles méthodes de prospection minière, de valorisation des minerais, de recherche et d'exploitation des eaux souterraines, d'étude géotechnique des sols et sous-sols*, de manière à constituer un instrument de travail au service des groupes miniers et des organismes spécialisés dans les problèmes d'eau ou de géologie de l'ingénieur;
- c) *améliorer l'approvisionnement français en substances minérales* en recherchant, seul ou en association avec des intérêts privés, de nouveaux gisements en France

ou hors de France, notamment à l'extérieur de la zone franc, et *en participant à des sociétés d'exploitation minière*:

- d) mettre en évidence et recenser les *réserves en eaux souterraines et en matériaux de construction*, dans le cadre de la *politique d'aménagement du territoire*;
- e) contribuer enfin au *rayonnement de la technique française* en la mettant au service des nombreux pays avec lesquels la France entretient des relations de coopération.

Le décret du 22 décembre 1967 a, par ailleurs, confirmé de la façon suivante le rôle du BRGM en tant que service public:

- centralisation, traitement et diffusion de la documentation en matière de sciences de la Terre, en liaison avec les organismes scientifiques spécialisés et notamment le CNRS.
- rassemblement, archivage, classement et conservation des renseignements géologiques et échantillons relatifs à l'ensemble du territoire national; en particulier, collecte et conservation des renseignements, échantillons et documents relatifs aux fouilles et levés géophysiques, recueillis en application des dispositions du Code minier.
- animation, coordination et exécution des travaux nécessaires à l'établissement de la carte géologique générale et des cartes spécialisées (géophysiques, hydrogéologiques, ...).
- impression, édition et diffusion de ces cartes et de tous textes explicatifs.
- inventaire des ressources en eau et matières premières minérales, métalliques ou non (minerais et substances utiles).
- participation aux travaux des organismes internationaux chargés d'effectuer la synthèse des informations géologiques.

Le décret du 22 décembre 1967 précise que l'activité du Service public du BRGM s'étend à l'ensemble «*du sol et sous-sol national, ainsi qu'au plateau continental relevant de la souveraineté française*».

2. DOMAINES TECHNIQUES D'ACTIVITÉ

Du fait de son statut, mais également en raison de ses origines, le BRGM a un champ d'action largement déployé ansd le domaine scientifique: ses activités s'étendent à toutes les branches des sciences de la Terre, depuis les recherches fondamentales, souvent exécutées en liaison avec des organisations universitaires (facultés, instituts, grandes écoles), jusqu'à la mise en exploitation des gisements découverts au cours de la prospection, en passant par les différents stades de la recherche appliquée (études d'indices et de gisements, recherche et inventaires des ressources hydrauliques, recherche et évaluation de conditions d'exploitation de substances utiles, géologie appliquée à l'art de l'ingénieur ...).

2.1. Infrastructure géologique de la France

Les travaux d'intérêt général qui sont confiés par l'Etat au BRGM dans le domaine de l'infrastructure géologique de la France concernant principalement:

- le recueil et l'archivage de la documentation géologique, hydrogéologique et minière découlant de l'application du Code minier, qui rend obligatoire la déclaration à l'Etat de tous travaux de fouilles de plus de 10 m

de profondeur ainsi que de toutes prospections géophysiques ou géochimiques. Le BRGM est habilité pour réclamer aux comettants les résultats de ces travaux.

- la documentation générale relative aux sciences de la Terre. A ce titre le BRGM dépouille une grande partie des publications, relatives aux sciences de la Terre, publiées dans le monde. Il publie chaque mois des fascicules donnant les titres de ces publications choisies avec des entrées par auteurs, par matières et enfin géographique.
- l'information géologique et la coopération scientifique avec les organisations internationales.
- l'élaboration et la publication de documents de synthèse tels que cartes géologiques, hydrogéologiques, de gîtes minéraux.
- l'inventaire des ressources hydrauliques de la France. Ces travaux sont le propre du Service géologique national.

2.2. Recherches scientifiques et techniques

Sans vouloir doubler les travaux entrepris par le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), le BRGM est chargé :

- d'études générales de géologie et d'hydrogéologie : synthèses stratigraphiques et régionales, mises au point de méthodes nouvelles.
- de recherches de laboratoire, notamment de géologie et minéralogie (par exemple : études des modalités de la sédimentation et du métamorphisme, de minéralogie isotopique ou des mécanismes de transport et de fixation des éléments en traces, ... ainsi qu'en pétrographie, métallogénie, gîtologie, palynologie, géochimie, géophysique, géomicrobiologie (interférence entre les phénomènes biologiques et le règne minéral), etc.

Les activités qui s'apparentent à celles d'un institut professionnel correspondent :

- *En France* : à la formation de stagiaires étrangers dans les différentes branches des activités géologiques et minières, à des recherches ayant pour objet l'amélioration des méthodes et des appareillages utilisés en prospection, en géologie appliquée, pour le traitement des minerais, ou concernant des sujets plus particuliers : géothermie, adaptation de la sonde électronique aux problèmes de la pétrographie et de la métallogénie, géostatistique et stratégie de la recherche, etc. ...
- *Ouvre-mer* : à des travaux de mêmes types, auxquels s'ajoutent des études scientifiques de base, par exemple :
 - levés de cartes géologiques à petite et grande échelle,
 - synthèses géologiques, études de géochronologie et applications à la recherche minière, biochimie des minerais (l'étude biochimique des latérites aurifères de la région d'Ity, en Côte d'Ivoire, a permis de mettre en évidence le rôle de certaines bactéries dans les processus de concentration de l'or,
 - étude des phénomènes de latéritisation (qui devrait aboutir à une meilleure cartographie de terrains affectés et fournir une méthode d'approche dans la prospection de gîtes masqués).

2.3. Recherche minière

Comme organisme de développement minier, le BRGM s'efforce de découvrir et, en y associant les grandes sociétés minières françaises ou étrangères, de promouvoir l'exploitation de nouveaux gisements de substances minérales tant en France qu'à l'Étranger.

2.3.1. Méthodes mises en oeuvre

Pour atteindre cet objectif, le BRGM dispose de techniciens qui ont acquis leur expérience tant en Europe qu'en Afrique et en Asie, en milieux climatiques et contextes géologiques très variés, en utilisant des techniques classiques de cartographie, d'études géologiques et de prospection.

Toutefois, la difficulté croissante de trouver dans un pays de vieille civilisation comme la France de nouveaux gisements faciles à découvrir, comme d'ailleurs leur raréfaction consécutive à l'avancement des recherches dans des pays plus neufs comme l'Afrique, l'ont conduit à rechercher et à étudier de nouvelles méthodes de prospection indirectes et des techniques originales pour la découverte de gîtes cachés ou de types particuliers. Dans cette voie, ses services scientifiques sont chargés de mettre au point et de poursuivre résolument le perfectionnement de techniques nouvelles dont l'emploi a déjà conduit à de notables succès. Nous citerons en particulier :

- les procédés rapides de prospections alluvionnaire en « lit vif »,
- les méthodes de prospection « off-shore » des gisements sous-marins,
- l'utilisation élargie de la géochimie pour de nombreux métaux et recherche non seulement des anomalies d'altération ou « de halo » primaire mais aussi d'anomalies « de fuite » susceptibles de correspondre à des amas métalliques profonds,
- l'application poussée de la sédimentologie et de la paléogéographie à la recherche minière, dont l'étude très détaillée est capitale dans la recherche d'accumulations sédimentaires ou stratiformes,
- l'emploi de la structurologie et de la gîtologie prévisionnelle,
- l'adaptation des méthodes géophysiques à la dimension des structures minéralisées,
- l'utilisation rationnelle des sondages de reconnaissance,
- la conduite de l'échantillonnage dans les galeries de recherche, avec récupération des produits de perforation,
- l'application de la géostatistique à l'évaluation des gisements et l'étude de leur rentabilité,
- les recherches liées au traitement et à la valorisation de minerais de types originaux.

A titre indicatif nous mentionnerons que, dans le secteur de la géophysique, les spécialistes du BRGM se préoccupent en particulier de l'étude de la mise en application des méthodes suivantes :

- polarisation provoquée, en milieux minéralisés ou non,
- radiographie entre forages, pour l'étude des gisements disséminés,

- exploration des forages par carottage sélectif gamma-gamma,
- traitement mathématique de l'information en vue d'une meilleure interprétation des résultats des mesures;

tandis que dans le domaine de la valorisation des minerais, le BRGM a orienté son action dans deux grandes voies :

- celle des études générales à caractère technologique visant à améliorer les méthodes de traitement, à en créer éventuellement de nouvelles et à abaisser les prix de revient du traitement (analyse automatique des pulpes, flottation des ultra-fins, microbiologie, broyage sélectif ...),
- celle des études particulières, tendant à mettre au point des procédés permettant de rendre exploitables certains gisements de minerais de types particuliers (minerais latéritiques complexes, chromites à bas ratio niobo-tantalates complexes ...).

2.3.2. Résultats obtenus

Parmi les **p r i n c i p a u x** résultats obtenus nous citerons :

- barytine, dans les départements de la Corrèze et de la Vendée,
- bauxite, au Cameroun (Fongo Tongo et Minim Martap),
- béryllium, dans le département de l'Allier,
- cuivre (et or), en Mauritanie (Akjoujt),
- disthène, au Cameroun (Niyba),
- étain alluvionnaire, en Bretagne; département du Morbihan et du Finistère.

Dans ce dernier, un gisement de l'ordre de 10 000 000 de m³ est exploité au rythme journalier de 2000 m³.

- étain en roche, en Bretagne, ainsi que dans le Massif Central,
- feldspath potassique, dans le département des Côtes du Nord,
- fer, au Gabon (Minkébé), en Mauritanie (Fort Gouraud, en exploitation),
- fer-nickel (platine), à Madagascar (Moramanga),
- fluorine, dans le Morvan (gisement stratiforme caché),
- lithium, dans le département de l'Allier,
- magnésite, dans les Pyrénées orientales,
- manganèse, en Haute Volta (Tambao-Markoye) et au Gabon (Moanda en exploitation),
- nickel, en Nouvelle Calédonie et à Madagascar,
- or, en Côte d'Ivoire (Ity),
- phosphate de chaux, au Sénégal (Taïba, en exploitation),
- plomb-zinc en Algérie (Kherzet Youssef, en exploitation),
- divers gisements contenant de quelques dizaines à la centaine de milliers de tonnes de métal, dans les départements de l'Ariège (Carboire), de l'Aveyron (Villefranche de Rouergue), des Côtes du Nord (Plélauff) et en Corse (Ghisoni).

Ces derniers constituent actuellement des gisements potentiels mais les premiers font l'objet de projets de mise en exploitation.

- de très beaux indices stratiformes dans le Paléozoïque des Pyrénées et dans les couvertures sédimentaires posthercyniennes du Morvan, des Cévennes et des Causses,
- potasse au Congo (Holle, en cours d'équipement),
- rutile et zircon, dans le Cotentin et en Bretagne,
- tungstène, sous forme de scheelite, dans des skarns des départements des Pyrénées orientales (Costabonne) et de l'Ariège (Salau) et de wolfram en roche, en association avec de la cassitérite, dans les départements de l'Ille et Vilaine et des Côtes du Nord,
- hors de la zone franc le BRGM se préoccupe également de développer ses activités et de rechercher certaines substances minérales telles que : cuivre, étain, argent, plomb-zinc notamment.

A cet effet, et après un examen approfondi des provinces métallogéniques favorables, il a entrepris des recherches dans certains pays (Canada, Chili, Brésil) et établi des contacts avec des organismes officiels d'autres pays (Malaisie, Thaïlande, Pérou, Iran, Turquie, Australie ...). L'état d'avancement des négociations permet d'escompter à bref délai le début des recherches dans plusieurs de ces pays.

2.3.3. Modalités d'intervention

Pour donner un bref aperçu de la diversité des *modalités d'intervention au stade de la recherche*, nous énumérerons les conditions d'association dans quelq cas, à titre d'exemples :

- le BRGM a conduit pour son propre compte des travaux de recherche pour or et disthène respectivement à Ity en Côte d'Ivoire et dans la vallée de la Niyba au Cameroun,
- en association avec de grandes sociétés françaises (Péchiney et Ugine) il a entrepris l'étude d'importants gisements de bauxite au Cameroun,
- en association avec des groupes étrangers (Anglo-american corporation) il prospecte le diamant en Haute Volta et le molybdène au Niger,
- en association à la fois avec le gouvernement de certains pays (Sénégal) et des sociétés privées (Etablissements Kuhlmann et Sociétés sénégalaises des phosphates de Thiés) il a prospecté les phosphates de la région du lac de Guiers dans le pays correspondant,
- enfin, en association avec des organismes internationaux, comme par exemple la Haute autorité de la communauté européenne du charbon et de l'acier (CECA), il a effectué depuis plusieurs années des recherches pour minerais de fer dans divers pays d'Afrique : Guinée, Côte d'Ivoire, Cameroun, Congo, Gabon.

En outre, le BRGM a recherché de plus en plus à développer les travaux qu'il effectue pour le compte de tiers publics ou privés. Cette action répond tant au désir de développer la coopération avec les états étrangers que de leur faire connaître la technique française.

Dans ce domaine nous nous limiterons à mentionner simplement quelques exemples de ces divers types d'intervention choisis hors des pays d'expression française :

- des experts ont été détachés dans divers pays pour servir de conseillers auprès d'organismes gouvernementaux dans les branches géologiques et minières: Cambodge, Grèce, Chili.
- des missions de coopération technique ont été chargées de l'étude des sujets divers de recherche minière en particulier au Chili, au Cambodge, en Grèce, en Indonésie, en Iran, au Laos, au Pakistan et dans le bassin du Mékong.
- des travaux sont exécutés pour le compte des sociétés privées en Grèce, Argentine, Canada, Chili.
- Enfin, le gouvernement de l'Arabie séoudite a chargé le BRGM de l'exécution d'un vaste et important programme de recherches minières faisant intervenir à la fois les procédés de prospection aérienne (géophysique aéroportée) et les méthodes tant classiques que nouvelles de recherche au sol (photogéologie, géophysique, géochimie, structurologie, gîtologie, prévisionnelle). Le contrat prévu initialement pour deux ans a été reconduit pour une nouvelle période équivalente.

2.3.4. Gisements mis en évidence

Un certain nombre des gisements mentionnés *ont été mis en exploitation* ou sont sur le point de l'être avec le concours d'intérêts privés, français ou étrangers. Pour ce faire, le BRGM constitue des sociétés d'exploitation dans lesquelles il conserve une participation plus ou moins importante. Nous citerons ici :

- la Compagnie minière de St Renan (COMIREN) qui exploite activement un dépôt alluvionnaire d'étain en Bretagne,
- la Société des mines de Fer de Mauritanie (MIFERMA), qui exploite le gisement de Fort Gouraud à une cadence aujourd'hui voisine de 7 millions de tonnes/an,
- la Société sénégalaise des phosphates de Taïba, dont la capacité de production est actuellement de 1 million de tonnes/an,
- la Compagnie minière de l'Ogooué (COMILOG) qui exploite le gisement de manganèse de Moanda au rythme de 1,2 million de tonnes/an,
- la SOMIMA qui vient d'être créée pour l'exploitation du gisement de cuivre d'Akjoujt en Mauritanie,
- la Société des mines de fer de Mékambo (SOMIFER), qui achève les travaux préalables à la mise en exploitation du gisement de Mékambo, au Gabon, lequel contient les plus importantes réserves de minerai de fer à haute teneur reconnues en Afrique,
- la Compagnie des potasses du Congo (CPC), constituée en vue de la mise en exploitation du gisement reconnu dans le sous-sol congolais, à une quarantaine de km du port de Pointe Noire.

2.4. Recherche et utilisation des eaux souterraines

L'expansion agricole et industrielle dans les régions arides et semi-arides principalement, mais aussi dans un nombre croissant de zones industrialisées des pays tempérés, est étroitement subordonnée à la découverte et à l'exploitation rationnelle des ressources en eaux souterraines.

C'est pourquoi le BRGM, à la demande du gouvernement français et des pays avec lesquels il coopère, s'est attaché à développer ses moyens dans le domaine de la recherche et de l'étude des nappes d'eaux souterraines.

L'activité du BRGM en matière d'hydrogéologie porte principalement sur :

- des recherches générales
- des inventaires de ressources hydrauliques
- des études hydrogéologiques spécialisées.

Dans le domaine de l'hydrogéologie, le BRGM réunit, et de loin, le plus grand nombre de spécialistes français (près de 60% de l'effectif total). Ces techniciens ont acquis leur formation et leur expérience sur le terrain en traitant des problèmes concrets dans diverses régions hydrologiques, France, Afrique du Nord, Sahara, Afrique tropicale, et dans les applications les plus diverses : alimentation en eau de centres urbains, ruraux et industriels, hydraulique agricole et pastorale, irrigation et drainage, grands aménagements agricoles et hydrauliques, hydrogéologie minière et thermominérale, etc. ...

2.4.1. Recherches générales

Les travaux poursuivis par les hydrogéologues du BRGM, soit à son siège parisien, soit dans ses laboratoires spécialisés outre-mer, soit dans ses missions sur le terrain, comprennent diverses recherches fondamentales et appliquées, et notamment :

— Documentation—Méthodologie

- documentation spécialisée : bibliographie, traduction, analyses bibliographiques, diffusion de documentation,
- méthodologie : instructions techniques, guides pratiques,
- méthodologie des inventaires des ressources en eau,
- mise au point des méthodes de prospection, en particulier par géophysique.

— Étude expérimentale des caractéristiques hydrogéologiques des horizons aquifères

- méthodes de détermination, en laboratoire et par tests sur le terrain, de la perméabilité et de la transmissivité, du débit utile, de la vitesse réelle et du coefficient d'emmagasinement,
- essais de débits en régimes permanents et transitoires,
- étude de la circulation des eaux souterraines par l'emploi de traceurs isotopiques naturels et artificiels,
- température et résistivité des eaux souterraines,
- hydrochimie.

— Hydrologie karstique

- études et recherches des eaux souterraines dans les roches compactes : porosité et fissuration,

- prospection, en particulier avec emploi de la géophysique,
- circulation et écoulement par emploi des traceurs, et études géochimiques,
- régime et bilan hydrologique,
- captage et exploitation rationnelle,
- origine et répartition des eaux salées,
- invasion d'eaux marines dans le sous-sol des régions littorales,
- dessalure des nappes.

— *Cartographie des eaux souterraines à petite et grande échelle*

— *Études sur la surface piézométrique des horizons aquifères*

— *Bilans hydrauliques*

- étude et établissement du bilan hydraulique en France, dans les zones arides et tropicales,
- étude de l'infiltration sur les bassins versants hydrauliques,
- étude sur le terrain par détermination du gradient vertical d'humidité à l'aide des sondes nucléaires,
- étude des courbes du tarissement,
- étude des modèles électriques analogiques,
- exploitation et évolution à long terme des nappes artésiennes.

— *Recherches et exploitations des eaux souterraines en zone aride*

— *Bassins expérimentaux*

— *Hallue (Somme)*

— *Prévention des pollutions et lutte contre les pollutions.*

2.4.2. Inventaires des ressources hydrauliques

Ces inventaires sont poursuivis tant en France que dans différents territoires d'intervention du BRGM (zones arides notamment).

Le développement économique et industriel des régions nouvelles de même que l'expansion des centres industrialisés de longue date, pose presque toujours de délicats problèmes d'alimentation en eau, compte tenu des besoins considérables d'un certain nombre d'industries.

L'importance de ces problèmes s'est précisée dans plusieurs régions, Nord-Pas de Calais, région parisienne, Bordelais, où, depuis plusieurs années déjà, une législation spéciale a dû être adoptée concernant la protection et l'utilisation des eaux. Ainsi est apparue la nécessité de procéder, dans la plupart des régions de France, à un inventaire des ressources en eau, et notamment en eaux souterraines. De tels bilans requièrent le concours de spécialistes de nombreuses disciplines telles que l'hydrogéologie, l'hydrologie de surface, la météorologie etc. . . .

Si le BRGM est, par nature, plus particulièrement compétent pour l'étude des eaux souterraines, il n'en procède pas moins au travail de synthèse générale exigé par un bilan des ressources en eau.

Les travaux de base consistent essentiellement à rassembler et dépouiller une abondante documentation, à classer et à reporter cette dernière sur fiches

et sur cartes, et enfin à en extraire des rapports de synthèse établis par coupures de cartes topographiques, puis par bassins hydrologiques.

Ces travaux sont poursuivis par le BRGM tant en France que pour le compte d'états étrangers, essentiellement en Afrique. Citons par exemple :

— le lever de cartes hydrogéologiques dans le Nord de la Mauritanie.

2.4.3. *Etudes hydrogéologiques spécialisées*

Ces études sont effectuées à la demande des autorités régionales, des états étrangers, des organismes responsables des distributions d'eau, des concessionnaires de sources d'eaux thermales etc. ... Elles comprennent notamment :

- prospections hydrogéologiques, propriétés aquifères des terrains, structures hydrogéologiques, calcul des réserves et des ressources,
- implantations géologiques des captages par forages, puits drains ou galeries,
- surveillance géologique des forages et travaux de captage,
- essais de débits : rendement d'un ouvrage de captage ; débit utile,
- étude de l'équipement de captages : décolmatage, acidification pose de crépines, massif de graviers, etc. ...
- étude géologique de drainage,
- étude hydrogéologique de nappes alluviales, avec applications de prospections géophysiques, campagnes de forage de reconnaissance, essais de débit et calcul des ressources,
- études des grands bassins d'eaux thermales et thermominérales, programmes de captages, surveillance géologique et géotechnique des forages, étude des réserves, périmètres de protection,
- études des pollutions et recherches des moyens d'y remédier.

2.5. Recherche des substances utiles et géologie de l'ingénieur

Sous cette expression, nous comprenons l'ensemble des études géologiques nécessitées par les travaux de génie civil ou les travaux publics en général.

Il peut s'agir, soit d'études géologiques préalables pour l'implantation d'ouvrages d'art, de sites industriels, de groupes d'habitation, de tracés de voies de communications, etc., soit du contrôle géologique qui est indispensable tout au long de l'exécution des travaux correspondants, soit de la recherche des matériaux pour l'édification la fabrication du béton, la construction des routes, des autoroutes, etc., soit de la recherche d'énergie géothermique.

Nous donnerons d'abord une vue rapide des problèmes étudiés par le BRGM :

2.5.1. *Travaux hydrauliques*

Certains ouvrages destinés aux aménagements hydroélectriques, à des réserves d'irrigation, à des retenues d'écrêtement de crues, ou à des retenues en vue de l'alimentation des sites industriels ou atomiques, donnent lieu à des travaux de reconnaissance faisant intervenir de nombreux domaines de la géologie appliquée : perméabilité des terrains, caractéristiques mécaniques et géotechniques, recherche de matériaux pouvant servir soit d'agrégats pour

le béton, soit de matériaux pour la construction de barrages en terre ou en enrochement et étude de ces matériaux en laboratoire.

Un domaine particulier, celui des «remèdes» à administrer à un terrain atteint de «maladies» telles que: perméabilité excessive, fissuration trop importante, instabilité de certaines pentes, est actuellement l'objet de recherches et d'essais à partir d'un traitement par injections: en particulier on procède à l'étude des conlis dont la prise dans le terrain provoque l'étanchéité ou la consolidation, ou les deux effets simultanément.

Ces recherches entreprises il y a une dizaine d'années par l'un des spécialistes du BRGM, sont poussées d'une manière systématique en liaison avec l'université et en profitant des précieux outils de recherche que représentent les radio-isotopes. On prévoit une extension de ces techniques d'injection dans des domaines très particuliers, relevant non seulement des travaux de génie civil, mais aussi de l'industrie nucléaire.

2.5.2. Sites industriels et groupes d'habitation

La recherche d'un site ou d'une localisation industrielle obéit naturellement à des considérations historiques, géographiques et économiques: tradition, techniques, réserves de main d'oeuvre, alimentation en énergie, proximité et débit des ports, des axes ferroviaires et routiers, des aérodromes, marchés de consommation, etc. ...

Mais de plus en plus s'ajoutent à ces considérations, et souvent de façon décisive, des conditions géologiques et géotechniques et ce sont celles-ci, en définitive, qui déterminent le plus souvent et le coût des équipements et l'implantation rationnelle des pôles d'attraction et des zones de développement.

Il faut, en effet, au-delà des études préalables fondées sur les documents cartographiques divers, prendre en considération la nature et la perméabilité des terrains, leurs caractéristiques mécaniques et géotechniques, surtout quand il s'agit d'implanter des ensembles lourds, rechercher les matériaux pouvant servir pour les constructions, contrôler leurs qualités au laboratoire, étudier les caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques du sol pour définir les possibilités d'alimentation ou les mesures éventuelles à prendre pour éviter la pollution des nappes etc., c'est à dire que la plupart des techniques de la géologie doivent être mises en oeuvre dans la recherche et l'étude de tels sites, depuis l'étude des sols de fondations et les déterminations chimiques et pétrographiques courantes jusqu'à l'analyse physico-chimique poussée, l'étude des déformations des roches, l'hydro-dynamique théorique souterraine etc. ...

C'est dans ce but que le BRGM réalise des cartes spéciales, dites «cartes géotechniques» qui ont l'avantage de grouper en un seul document les connaissances acquises sur une région déterminée, au point de vue de la géologie, de l'hydrogéologie et de la géotechnique.

2.5.3. Tracés de voies de communications, viaducs, tunnels, canalisations

Il s'agit d'un autre secteur important d'intervention du BRGM dans le domaine de la géologie appliquée; il comporte:

- soit l'étude de tunnels de routes, d'autoroutes, de voies ferrées, de téléferiques, etc. pour lesquels il s'agit de préciser notamment le meilleur tracé en fonction de la nature des terrains et des conditions d'implan-

tation des ouvrages d'art nécessaires, ainsi que la provenance et la qualité des matériaux ou le type des engins de terrassement que l'on utilisera, soit l'étude des mêmes éléments pour des canalisations à grande distance (oléoducs, gazoducs).

2.5.4. Substances minérales utiles

Le BRGM traite des substances utiles (tous produits minéraux exploités à d'autres fins que l'extraction des métaux) dans une optique surtout orientée vers les applications industrielles.

Ses principales activités dans ce domaine résident dans la recherche et l'étude de gisements de matières premières pour les industries de transformation ou de gisements de matériaux à usages industriels; les études de gisements portent sur l'évaluation des réserves, la qualité des matériaux, les possibilités d'emploi.

D'autres problèmes posés par de petits exploitants concernent, le plus souvent, l'extension de carrières et les conditions de leur exploitation.

A une échelle beaucoup plus grande, le BRGM est amené à dresser des inventaires des ressources régionales en certaines substances; ces inventaires facilitent l'établissement de plans prévisionnels d'exploitation et permettent de prendre des mesures de protection envers les gisements les plus intéressants.

Enfin, le BRGM intervient également dans bien d'autres cas: préventions de glissements, éboulements et affaissements, recherche de cavités naturelles pour des stockages souterrains, études de fondation d'ouvrages portuaires, préparation de plans-masses pour l'aménagement de plans de villes, etc. ...

2.5.5. Energie géothermique

Le BRGM a récemment créé une équipe chargée de reconnaître les gisements potentiels d'énergie géothermique et d'étudier leur mise en valeur. Ces recherches qui font pratiquement appel à toutes les branches de la géologie (géophysique, stratigraphique, tectonique, géochimie, etc.) sont susceptibles de fournir à certains pays pauvres en énergie un élément capital de leur développement industriel et économique.

3. MOYENS

3.1. Personnel

Le BRGM emploie un personnel technique spécialisé, composé d'ingénieurs, de géologues, de chercheurs scientifiques, assistés, sur le terrain ou en laboratoire, de prospecteurs, aides-géologues, techniciens, chimistes etc. ... Il s'y ajoute des ouvriers et manoeuvres généralement recrutés temporairement en fonction des besoins des chantiers. Un personnel administratif, financier et comptable assure les différentes tâches de sa compétence, tant au Siège que dans les directions décentralisées.

Les effectifs permanents du BRGM comprennent en juillet 1969, 1059 employés dont :

• cadres supérieurs	322
• cadres débutants ou subalternes	163
• techniciens	140
• personnel d'exécution	434
• auxquels s'ajoutent	1330 employés horaires.

En outre, le BRGM s'est assuré le concours de personnalités du monde géologique en qualité de conseillers coordinateurs, en général universitaires, pour un certain nombre de disciplines.

3.2. Services centraux et généraux

Si le siège administratif du BRGM reste fixé à Paris, les services scientifiques et techniques (Service géologique national) ont été décentralisés en province. La répartition des services fonctionnels est la suivante :

- 74, rue de la Fédération Paris 15 è
 - Direction générale; — Direction des opérations; — Département des recherches minières métropolitaines; — Secrétariat général; — Département des affaires extérieures; — Services administratifs.
- Orléans La Source (Loiret)
 - Service géologique national; — Département géologie (géologie, sédimentologie, paléontologie, géologie marine); — Département hydrogéologie; — Département géologie; — Département Code minier; — Département géotechnique; — Département laboratoire; — Département documentation; — Département géophysique; — Division des arts graphiques.
- Salbris (Loir et Cher)
 - Ateliers.

Le BRGM poursuit l'extension du Service géologique national dans le domaine de la Source près d'Orléans, où un terrain de 30 hectares a été acquis et où plusieurs bâtiments, spécialement conçus et aménagés, sont déjà en service. En 1969 le BRGM dispose à Orléans d'une superficie de plancher de plus de 15 000 m².

Enfin, le BRGM utilise à Paris un ordinateur électronique Gamma 30 qui a pris en charge progressivement, l'ensemble des tâches de gestion de l'administration financière et comptable, et qui est utilisé d'autre part pour diverses études scientifiques (traitement de l'information, géostatistique, métallogénie, géophysique ...).

Il dispose à Orléans d'un ordinateur IBM 1130 équipé en périphérie de l'ordinateur IBM 360/40 du Centre de calcul de l'École nationale des mines de Paris.

3.3. Implantations régionales en France

Pour l'ensemble des tâches assurées en France, qu'il s'agisse de travaux d'intérêt national (par exemple, recueil de la documentation géologique et minière, inventaire des ressources hydrauliques etc. ...) ou d'opérations de recherche minière, le BRGM dispose d'un certain nombre de subdivisions territoriales, qui se rattachent à l'une ou l'autre de ces deux catégories d'activité et dont la localisation dépend évidemment des ressources et des besoins des différentes régions de France :

3.3.1. Divisions de recherches minières

Localisation	Zone d'action
Rennes	→ Bretagne - Vendée
Clermont Ferrand	→ Massif Central
Cannes	→ Sud-Est
Toulouse	→ Sud-Ouest
Paris	→ Vosges - Ardennes - Détroit Poitevin

3.3.2. Services géologiques régionaux

Brie Comte Robert (Seine et Marne)	→ Bassin de Paris
Lezennes (Lille)	→ Nord Pas de Calais
Mont Saint Aignan (Rouen)	→ Normandie – Picardie
Metz	→ Nord-Est
Caluire et Cuire (Lyon)	→ Jura – Alpes
Marseille	→ Provence – Corse
Pessac (Bordeaux)	→ Aquitaine
Toulouse	→ Midi – Pyrénées
Clermont Ferrand	→ Massif Central
Bain de Bretagne	→ Bretagne
Montpellier	→ Languedoc – Roussillon

3.4. Implantations hors de France

Le BRGM dispose d'implantations permanentes et d'installations matérielles plus ou moins importantes dans nombre de pays étrangers. Outre ses directions ou représentations décentralisées de l'Afrique francophone de Madagascar, des départements et territoires d'Outre-Mer (Abidjan, Brazzaville, Dakar, Fort-Lamy, Libreville, Tananarive, Cayenne, Nouméa), le BRGM a installé de représentations dans divers pays extérieurs à la zone franc: Arabie séoudite, Australie, Canada, Chili, Grèce, et édifié l'implantation de nouvelles représentations, dans plusieurs autres pays (Brésil, Indonésie, Iran, Libye, Malaisie, Pérou, Turquie etc. ...).

3.5. Moyens financiers

Le budget annuel du BRGM s'est levé en 1968 à 100,56 millions de francs français, soit environ 20 millions de dollars U.S., répartis approximativement comme suit:

infrastructure géophysique	20,750
études méthodologiques	11,129
recherches minières	33,668
aménagement du Territoire	11,126
coopération technique	23,894

Les moyens financiers proviennent soit du gouvernement français sous forme de subventions directes, soit des fonds nationaux (F.A.C.) ou internationaux de coopération technique (O.N.U., F.A.O., F.E.D., etc. ...) soit de gouvernements étrangers (Gabon, Grèce, Arabie séoudite etc. ...) soit enfin de tiers divers publics ou privés et des sociétés dans lesquelles le BRGM détient une participation.

4. CONCLUSIONS

Le BRGM intervient dans l'ensemble des domaines des sciences de la Terre et de leurs nombreuses applications: au fur et à mesure que la géologie s'affirme comme une véritable technique au service du développement économique. Le BRGM se voit requis pour la solution d'une foule de problèmes allant de la simple expertise pour la construction d'un pont ou d'un immeuble, à la prospection minière de vastes zones en Afrique ou en Asie.

Le large éventail de ses compétences techniques lui permet d'associer fort heureusement des efforts de recherche fondamentale ou appliquée, à des

actions de caractère proprement économique : il peut, en effet, consacrer d'importants moyens humains et financiers à la mise au point de nouvelles méthodes qui trouvent leur application dans ses travaux en France et hors de France.

Le BRGM opère selon deux modes d'action distincts :

- soit comme organisme public français ;
- soit comme bureau d'études travaillant à l'entreprise pour le compte de n'importe quel tiers public ou privé, français ou étranger.

Le BRGM déploie une part importante de son activité hors de France ; il y agit, la plupart du temps, comme organe de coopération technique, son statut industriel et commercial lui donnant à cet égard toute la souplesse et la liberté de mouvement nécessaires. Cette action de coopération technique demeure essentiellement orientée vers les pays francophones d'Afrique et de Madagascar, mais elle se développe également dans d'autres pays du Proche, du Moyen et de l'Extrême Orient, ainsi que d'Amérique du Sud et de l'Australie. Elle revêt selon les cas des formes diverses, par exemple :

- études et recherches effectuées pour le compte des gouvernements eux-mêmes ou pour celui d'organismes publics, avec un financement partiel ou total provenant de la coopération bilatérale ou multilatérale (ONU, Fonds européen, etc. . . .). Cette rubrique recouvre les très nombreuses études géologiques, hydrogéologiques et minières exécutées en Afrique francophone et à Madagascar dans le cadre de la coopération technique française, ainsi que quelques opérations minières en dehors de la zone franc telles qu' :
 - en Arabie, la prospection de diverses zones préalablement sélectionnées pour le compte du gouvernement de ce pays.
- interventions en tant qu'ingénieur-conseil ou détachement d'experts ; c'est ainsi qu' :
 - en Grèce, le BRGM est ingénieur-conseil auprès du Service des améliorations foncières pour les opérations d'aménagement hydro-agricole dans plusieurs plaines du pays ;
 - au Niger, un ingénieur du BRGM est conseiller du gouvernement pour toutes les questions de recherches d'eaux souterraines ;
 - en Iran, le BRGM coopère à l'organisation d'un institut d'hydrogéologie ;
 - à Madagascar, au Togo, en Haute Volta, le BRGM a détaché des experts de haut niveau pour occuper des postes de directeurs de projets du Fonds spécial des Nations Unies ;
 - au Pérou, au Cambodge au Laos, en Thaïlande, le BRGM a détaché des experts auprès des gouvernements pour des missions de conseil dans les domaines de l'hydrogéologie ou de la recherche minière.

Indépendant des groupes industriels et financiers français ou étrangers et animé par le désir de faire progresser la science et la technique, le BRGM s'efforce de mettre ses moyens humains et matériels au service du développement économique, que ce soit en France ou hors de France. Enfin, il s'attache à compléter l'action spécifiquement technique de ses ingénieurs et géologues par un rôle de formation ou de perfectionnement des cadres étrangers : il reçoit à cet effet de nombreux stagiaires dans ses laboratoires ou chantiers de France et il en instruit d'autres à l'occasion de ses missions de coopération technique ou de ses travaux à l'étranger.

THE ROLE OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA IN STORAGE AND RETRIEVAL OF GEOLOGICAL DATA

by

S. C. ROBINSON

Canada

INTRODUCTION

Canada's interest in the storage and retrieval of geological data is a logical outcome of our progress in the Earth Sciences and the rapid increase in recent years in the volume and diversity of accumulating data. Geology has particular importance in a country whose relatively small population (20,000,000) is in contrast with its large land surface (10,000,000 square kilometres). Only a small proportion of this land surface is suitable for agriculture or industry and thus over 90% of the population is concentrated in the southernmost 10% of the country. For most of the remaining regions, mining and petroleum industries offer the greatest potential for development and settlement and therefore geological data are of major national importance. This is the reason that despite Canada's youth as a nation her Geological Survey, established in 1842, is one of the World's oldest, and is relatively mature both in the progress it has made and in its scientific outlook.

GEOLOGICAL MAPPING

Early activities of the Survey were characterized on the one hand by almost legendary of exploration and on the other by pioneer studies in the then newly-developing fields of mineralogy, palaeontology and geochemistry. The early journeys provided a remarkably good appreciation of the major geological regions, but Canada's great size and high proportion of inaccessible terrain inhibited the speed at which reconnaissance geological mapping could be completed. However in 1952 the Survey pioneered the use of helicopters for geological traversing and in the past 17 years has prepared reconnaissance geological maps covering nearly twice the area that was completed in the preceding century. In recent years, mapping by large helicopter-supported operations has required the employment of several geologists working together. In these larger mapping operations, use of standard formats for recording observations has proved helpful in improving consistency and in processing the large volume of resulting data. A major problem in geological mapping is due to repeated glaciation of virtually the whole country in Pleistocene

time. In the Precambrian shield areas particularly, crustal rocks are mantled by exotic glacial debris, through which less than 10% of bedrock is exposed. In such regions, geological and tectonic mapping of the bedrock relies heavily on observations of unconsolidated Quaternary deposits and on systematic aeromagnetic and gravity surveys, aided locally by seismic and geochemical studies. These indirect methods have also been extensively employed in the search for mineral deposits. Within crystalline igneous and metamorphic complexes isotopic age determination has become a major tool in correlating orogenies, and tectonic events, and one of the most important advances in the past decade has been use of this method for the subdivision of the Canadian Shield into geological provinces. Most of these indirect methods involve the processing of very large volumes of numerical data.

In the great sedimentary basins, geological mapping has been materially aided by widespread seismic surveys and by exploratory and production wells drilled for oil. For each such well, comprehensive geophysical measurements are recorded and samples are stored systematically. Seismic and oil well data comprise the largest computer based geological files in the country. Throughout these basins, micro- and macro-palaeontological observations are the principal basis for correlation between sections. Limited studies indicate that for non-fossiliferous strata, geochemistry may usefully supplement palaeontology for stratigraphic correlation.

ECONOMIC GEOLOGY

Canada is a federal union of 10 provinces and two northern territories. The rights to mineral resources are vested in the provinces, and only in the northern regions, Yukon and Northwest Territories, are they the concern of the National Government. Details concerning individual mineral deposits are therefore recorded by provincial authorities as a basis for regulation. Part of this large store of data is being changed from manual to computer operation.

The Geological Survey's role in Economic Geology is concentrated in three major fields: (a) comprehensive studies of the geology of the major mineral commodities (petroleum, natural gas, copper, nickel, iron, asbestos *etc.*); (b) metallogenic studies including quantitative estimation of the probability of occurrence of various types of mineral deposits in Canada; and (c) development of geophysical, geochemical and geomorphological methods applicable to exploration for mineral deposits under the particular climatic and surficial conditions prevailing in Canada. These studies are fundamentally based on results of the various kinds of geological mapping that have been mentioned, supplemented by extensive specialized data-gathering and research.

- a) *Studies of the geology of petroleum* are centred in the Institute of Sedimentary and Petroleum Geology which together with the headquarters of most of the oil companies operating in Canada, is situated in Calgary. Excellent cooperation exist between geologists of these organizations and with staffs of the provincial authorities. Computerised methods in the preparation of isopach maps is but one of the applications of modern data processing to the search for petroleum. Studies of the metallic commodities and coal are geographically and geologically more widespread and are centred in the headquarters at Ottawa. Senior geologists are assigned responsibility for two or three commodities whose geological

occurrence is similar (*e.g.* uranium, thorium). The objectives for studies of each metal can be roughly listed under five headings: 1. a systematic record of geological data on deposits; 2. a data-based classification of the various types of deposits; 3. definition of criteria for recognition of each type of deposit; 4. development of concepts and hypotheses on geological environment, provenance and genetic processes for each type of deposit; 5. determination of regions and geological units in Canada favourable to each type.

- b) *Metallogenic research* is to be represented soon by a new map for Canada on a tectonic-lithologic base with multi-scale inserts. In the past year preliminary statistical models for assessing probability of occurrence of mineral deposits on the basis of correlation indices of various geological parameters have been developed. A computer-based file of data of characteristic mineral deposits serves as a basis for all these studies.
- c) *In the realm of geophysics*, a variety of methods and instruments for mineral exploration have been developed and tested, mainly for airborne surveys. Some of these are now being designed for use in satellites. Geochemical methods have been developed largely by modification of those used in the tropics for use in Canada's glaciated terrain, and most recently in areas of permafrost. Virtually all these geophysical and geochemical data are processed by computers. Many of the analytical instruments used, record results directly on computer-processable tape.

GEOCHRONOLOGY

The geological survey employs four regular methods of determining and relating geological time: palaeontology (including palynology and lichenology), methods employing mass spectrometry, radiocarbon dating, and palaeomagnetism. The main geochronological file is now recorded on punched cards.

Palaeontological materials gathered in various parts of Canada, particularly from the West and in the Arctic, not only are the mainstay of stratigraphic correlation, but in recent years have provided data that have resulted in notable refinement of several world-wide biochronological standards. Use of mass spectrometers to provide K/Ar, U/Pb, Th/Pb and Rb/Sr ratios is now standard procedure as a basis for dating igneous and metamorphic events, and in the past decade has been responsible for important advances in geological correlation, particularly in Canadian Shield areas. Output of this laboratory is published by duplicating computer printouts. The radiocarbon laboratory is the major contributor to dating the ubiquitous late Quaternary deposits (mainly glacial) that mantle most of Canada, producing some 240 dates per annum.

Palaeomagnetism as a tool for geochronology is a field in which Canada's Geological Survey has been one of the World's earliest pioneers and the method now finds major use in geochronological correlation of our extrusive rocks.

OTHER FIELDS

It is difficult to do justice to the use of data processing in the Survey's studies in other fields and two examples must suffice. In petrology, studies of the unique Muskox layered basic intrusion permit a quantitative estimate of crystallization sequences analogous to a metallurgical balance in smelter operations. In this study all norms are calculated by computers. In minera-

logy, the Survey's description of 22 new species in the past 5 years comprises 9.2% of the World total of new minerals recognized by the IMA in that period. Programs for computing atomic structures of minerals have been in use for nearly a decade.

NEED FOR COMPUTER-BASED STORAGE AND RETRIEVAL OF DATA

The volume of quantitative measurements resulting from the Survey's use of the more exact services—physics, chemistry, biology and mathematics—has increased enormously in the past decade due to such factors as automated instrumentation in chemical analysis, the use of continuously-recording physical instruments mounted in aircraft, the availability of millions of feet of drill core, and the development of such new biological methods as spore and pollen analysis. These numeric data have their counterpart in qualitative field observations and sample records for which standard check sheets are now commonly used as a means of improving consistency.

Earlier methods for correlating and interpreting these diverse data in raw form are unable to cope with the sheer volume of data today and moreover, are relatively ineffective in a period when such tools as regression and factorial analysis and mathematical modelling are available. These new mathematical procedures enable us to distinguish between general and local trends, to determine the degree of correlation between multiple variables and to provide a much improved basis for developing and testing of geological concepts and hypotheses.

PROBLEMS IN DEVELOPING COMPUTER-BASED STORAGE OF GEOLOGICAL DATA

Geology poses particular problems in the use of computer technology for storage and retrieval of its data. These are due first to the complexity of geological phenomena, second to the wide variety of disciplines used to study them, third to the development of geology as a descriptive science based on subjective descriptions by individuals in local areas, and fourth to a terminology better suited to the communication of concepts than ideas. For example, geologists in the field, faced with an exceptional range and complexity of factors to consider, have long tended to record conclusions rather than observed facts. As a consequence subjective conclusions, instead of facts have too often been the basis for comparing one geological concept with another.

The complexities of interrelating numerical data are due to large volume, to wide diversity in type and to great variation in scale. Today in Earth Sciences we take for granted measurements of chemical concentrations varying from 90% to one hundredth of a part per billion and measurements of length from thousands of kilometres to fractions of an Ångström. The problems of assembling, integrating and computing these diverse quantitative data is soluble, but it is only the first step because until these numerical data are correlated with geological observations, they are not relevant.

This correlation requires the collection and storage of qualitative geological data; largely observations couched in descriptive terms. It is in the selection of these geological facts and in the terms used to record them, that

major difficulties are encountered; difficulties that are due primarily to the way in which geology has evolved and to the resulting disparity in geological usage and practice. Geologists as a group are rugged individualists. This individualism is reflected in several ways that have a marked bearing on storage of geological data. First each geologist observes only those data that in his opinion are needed for a given project, or those data required by a pre-selected scheme of classification of genetic theory. Second, the data he selects are commonly integrated on the spot and recorded in terms whose use requires a conclusion by the observer. Third, there is a real disparity in the meaning attributed to the same geological terms by different geologists. Fourth and most important, results of research are communicated in terms of hypotheses based on subjective conclusions rather than data.

These problems are minimized when files of data are accumulated for a specific project because the few geologists concerned can agree on the data they need and the terms to be used for their specific mission. If however geological data are to be recorded and for the terms to be used in recording them.

PROPOSED SYSTEM OF LINKED FILES

By 1963, the National Advisory Committee on Research in the Geological Sciences in Canada recognized the desirability of developing a model system for storage and retrieval of geological data that would facilitate multi-use of these data and that could be modified by any organization for its own purposes. Following a feasibility study by the Geological Survey in 1965, the National Advisory Committee established a Canadian *ad hoc* Committee to develop a model system.

The original proposal that a single file and support system be designed, capable of storing data of all disciplines contributing to geology, was the basis for early discussions. It became apparent that such a file would be so complex and ponderous that it would defeat its purpose. In its place, the concept of a system of separate owner-controlled files was developed, each using common standards for geographic location, geological terminology and coding, reference numbering and other basic data items. A national index is to serve as a comprehensive link identifying all files in the system. On this basis it was expected that it would be possible to compile, combine and correlate data of different categories or disciplines for a specific area, mineral deposit, oil well, or other entity.

Four types of geographical coordinates are in use in Canada, each having specific advantages for locating a point or an area. Because latitude and longitude provide the only continuous network and because all the others are related to them, it was decided that latitude and longitude in degrees to five decimal places should be the standard for record, and that use of any other system convertible to latitude and longitude would be acceptable. Reference numbering based on geographic location and other types of information was favoured originally but as a result of experience, it was decided to adopt the numbering system used by each organization, prefixed by a unique code indicative of the organization.

With modern computers, coding is not necessary but for convenience of

users and particularly to minimize length of computer output for tables, graphs, maps *etc.*, a code for abbreviation of mineral, rock, formation and other names is desirable. A standard mnemonic, or self-evident code that can be generated by computer was adopted.

Because we were concerned only with data, we had to distinguish between data and information. Data as defined by the Canadian committee are "*any measurements or observations that are reproducible within limits imposed by the user*". As a general guide, descriptive geological observations are acceptable as data only where consistency in use by at least 90% graduate geologists can be reasonably expected. Information was defined as "*conclusions derived from processing, assessment and interpretation of data*".

The use of descriptive terms for recording data was, as expected, the most difficult problem faced by the committee. A few categories of geological terms are sufficiently well-defined and free from genetic concepts that they can be used in factual records. These include mineral names, fossil names if restricted to phylum, class and order and names of rock formations when defined as standards by such bodies as the American Commission on Stratigraphic Nomenclature. Curiously it is among the most commonly-used terms of geology that the greatest inconsistency in use arises; particularly rock names, structural terms and other descriptors used in the field. This inconsistency is due first to the fact that use of these terms requires that the user make subjective conclusions, and second that most such names have genetic or other connotations which make them unsatisfactory for recording data. For example, granite may be defined lithologically by mineral content and texture but it also has genetic connotations as either a product of crystallization from molten material or of solid state metamorphism. Two alternative solutions to this problem are to redefine the meaning of these terms for use in data storage on a basis of facts alone, or to record the facts on which the terms are based. For rocks these would include mineral content, texture, porosity, grain size and shape, density, banding *etc.* If names are used, an hierarchical system may be desirable. This would involve use of a few broad actually-defined terms modified by mineral, textural or other adjectives. One example might be "*granular hypersthene granite*" instead of using the variously defined term "*charnockite*".

A computer-based national index to sources of geological data was adopted, that accommodates reference to all data sources whether published or not. The index is printed by computer and provides reference to data sources under each of several concepts or keywords, such as geographical area, author, organization, and various geological, geochemical and geophysical parameters. These concepts or keywords are systematically limited to those approved in the standardized "*concept authority list*". Indexes can be produced for all data of a given category (*e.g.* copper deposits), area, author, *etc.*

SPECIFIC CATEGORIES OF FILES

A survey of geological data files in Canada showed that data in at least 35 different categories of Earth Sciences were being recorded either manually or by computer. The Canadian Committee decided to study the requirements

for storage of data in four of these categories: mineral deposits, geological field data (including samples), deposits of fossil fuels and certain fields of geophysics.

These studies we presented in 1967 in the Report of the National Committee edited by BRISBIN and N. M. EDIGER (1967), determined what data should be recorded, what terms and units should be used and in some cases designed provisional formats for recording data. In development of specific files, cleavage became apparent between those who advocated recording a bare minimum of data, little of it geological, to serve mainly as an index; and those who wished to record all available data that is, or might be, relevant. This divergence of opinion was resolved by developing formats for each file that provided for recording essential data under various major headings with provision for expansion to suit individual users.

As these formats were developed, they were tested by resording actual data. In one such test, data for over 600 gas pools in the Prairie Basin were recorded and a few programs were run to test their usefulness. One such program showed that gas pools of the same age have a consistent direction of elongation: a relationship of considerable importance to Industry.

PRESENT LEVEL OF ACTIVITY

In Canada as a whole, the most recent count showed there were over 135 computer-based files of Earth Sciences data, in such diverse fields as geophysics, geochemistry, stratigraphy, oceanography, geochronology, palaeontology, petrology, mineral deposits and photogeology and in the recording of oil well data. In volume, data required for petroleum exploration comprise a large majority and 90% of these are in Calgary where over 30 million dollars have been invested in equipment and programs for processing lithologic, physical, chemical, stratigraphic, engineering, sonic and other data on over 57,000 wells, and where over a billion feet of wireline log curves are being digitized. In addition there are extensive files of petroleum well data maintained by four provincial governments.

Comparable files on metallic mineral deposits are still mainly on a manual basis but at least six are now being transferred to computer operation. Growing interest in mineral deposit files is reflected in their use to guide exploration, to develop and test data-based metallogenic concepts, and most recently to provide data for mathematical models used to predict probability of occurrence of mineral deposits in various regions and geological units of Canada.

In the Geological Survey, computer-based files are used mainly for specific projects; largely for sorting, computing, integrating and correlating data and for developing and testing concepts and hypotheses. Geochemical data files for individual projects in 1968 increased by 161,000 analyses on approximately 29,000 samples. In geophysics the aeromagnetic file added 14 million digits of data in 1968 and in the same year 3 million digits were added to the electromagnetic file. The mineral deposits file has accumulated data in over 3000 characteristic deposits, and the geochronological file data on 1400 age determinations. The Survey's geodat file is unique in being an archival data bank, open to the public for general purpose use; this file contains over 250,000

chemical analyses of geological materials which is equivalent to 186 million digits, stored on 8 reels of magnetic tape.

Major files of Earth Science data maintained by other organizations of the Federal Government include files of deep seismic, gravity, oceanographic and groundwater data. Some of these data are made available on open file instead of the former practice of publishing them.

The prototype of the National Index containing virtually all data available in the Geological Survey and some from other sources is to be made available to the Public this autumn. Besides providing a guide to sources of data, it may be scanned to determine the number of data available on a given topic (*e.g.* sections through a specific stratigraphic horizon) or in a given area (*e.g.* uranium analyses in Labrador).

In order to bring about an organization fully representative of geologists in industry, government and the universities, a Canadian Geoscience Data Institute is being organized to implement the national system and to guide orderly development of computer applications in the Earth Sciences in Canada. This Institute is to have a full-time secretariat whose duties will be to keep records of computer-processable files; to provide experience, guidance and information to organizations wishing to set up their own files; to act as a focus for exchange of information and ideas; to maintain the National Index; to foster pilot projects for the purpose of developing, communicating and recording data and to encourage use of computer-based storage, processing and retrieval systems.

Recognizing that relatively few mature geologists will be willing to adopt computer-based data processing in their studies, and that it is primarily the younger generation of geologists and their successors who will make use of this new tool, particular efforts have been made to encourage research and teaching in this field in the Universities. An ideal combination is a partnership between Universities and Government agencies, whereby the Universities develop formats, scientific uses and necessary computer programs, and the Governments supply the data and suggest practical purposes to which they may be put. The Geological Survey has assigned \$ 50,000 annually for grants to Universities to assist this research and is thus currently supporting eight such projects; three in mineral deposits, two in geochemistry, one on petroleum and gas pools, one in field mapping, and one in groundwater.

Conclusion

Clearly a difficult problem in communication is posed when data of a traditional descriptive science like geology are combined with data of more exact sciences such as physics, chemistry, biology and mathematics. This difficulty is brought into sharp focus when the medium for storage and retrieval involves the machine-logic of a computer. The great accumulation of sophisticated terms that is the hall-mark of a well-read geologist are useful in conveying hypotheses and concepts to other geologists, but they are much less useful as a means of transmitting or comparing facts. Geologists who wish to broaden the basis of their investigations by making use of data of others must accept the discipline and regimentation that are necessary to assure consistency and precision in geological data equivalent to those of other contributing

sciences. If this discipline is accepted, computer-based techniques can make available to geologists in industry and research, the enormous and rapidly-growing resource of the World's available data. Failure by geologists to accept this challenge could leave leadership in studies of the Earth to practitioners of physics, chemistry, biology and mathematics.

SELECTED REFERENCES

- BRISBIN, W. C.—EDIGER, N. M. (Editors), 1967: A national storage and retrieval of Geological data in Canada: a report of the Ad Hoc Committee on Storage and retrieval of geological data in Canada.—National Advisory Committee on Research Geological Sciences, 175 pp. (distributed by Geological Survey of Canada).
- BURK, C. F. 1969: Supply and demand of geoscience data. — *Western Miner.*, Vol. 42, No. 2, pp. 30–36.
- BURK, C. F. Jr.—SHARP, DENNIS, A. 1969: Computer applications in the Earth Sciences. — Preprint of a paper to appear in "Background Papers on the Earth Sciences in Canada".
- DRUMMOND, A. D. 1969: Development of a geological data retrieval system.—*Western Miner.*, Vol. 42, No. 2, pp. 47–50.
- HUTCHISON, W. W.—RODDICK, J. A. 1968: Recording geologic data for machine retrieval and processing.—*Western Miner.*, Vol. 41, No. 2, pp. 39–43.
- ROBINSON, S. C. 1969: International aspects of geological data, storage and retrieval. —A.I.M.E. International Computer Application Symposium, Salt Lake City, September 1969.
- STAUFF, D. L. 1968: Computer applications in an oil exploration company.—*Can. Petroleum Geol. Bull.*, Vol. 16, No. 1, pp. 64–86.
- SUTTERLIN, P. G.—DE PLANCHE, J. 1969: The development of a flexible computer-processable file for storage and retrieval of mineral deposits data.—Univ. of British Columbia Symposium on Decision-Making in Mineral Exploration. Febr. 6–7, 1969. Preprint, pp. 1–21.

GEOLOGICAL AND HYDROLOGICAL INVESTIGATIONS IN HUNGARY: RELATIONS AND AUTHORITY PROBLEMS

by

A. RÓNAI

Hungary

With the development of hydrological investigations, interests will be extended to subsurface waters either for the understanding of water circulation between the Earth's spheres or for the exploitation of subsurface waters. This will lead to co-operation between hydrology and geology or to a conflict of interests between the respective authorities wherever such may exist. Where hydrology and geology are embodied in one governmental organization or represent two branches of one centralized organization, there co-operation will prevail. Where the two spheres are represented by independent bodies, there conflicts are unavoidable. In the United States of America hydrological investigations are included in the scope of the U.S. Geological Survey. This huge organization has an extremely wide range of functions and, despite its different scopes and efficiencies in the individual states, the unity of organization is a guarantee for the co-ordination of research methods as well as for the clear-cut solution of scientific and practical objectives on both state and interstate (federal) levels. Let us quote another example—France which is one of the leading countries of Europe both as hydrological and geological investigations are concerned—has until the last year neither a geological survey, nor a central hydrological organization. In this country both scientific research and practical projects are carried out by provincial or specialized branch organizations or, in certain cases, by joint efforts of non-governmental organizations (societies, associations, *etc.*).

In Hungary, geological investigations were enhanced first of all by *mining developments* in the mountainous regions, while hydrology was developed first in connection with the *flood control* of rivers and with drainage operations in the vast plains of this country. Thus the development of the two branches was geographically rather separated. As for their organizational pattern it was changed several times. The *Royal Hungarian Geological Institute* was organized in 1869 within the frame of the Ministry of Agriculture, Industry and Commerce, the *Hydrological Office* was called into life in 1886 by the Ministry of Public Works and Communications. However, three years later both organizations were put under the authority of the Ministry of Agri-

culture which had been reorganized in 1889. However, despite the common authority, activity spheres of the two were distinctly separated.

The Geological Institute was concerned with national geological mapping and, in addition, mining geology was also well organized within its scope. Of the various branches of mining, greatest efforts were made for the development of the traditional ore mining and for new coal mining projects required for supplying railroad construction and industrialization. A rather considerable part of the Geological Institute's work was aimed to promote these projects. Mining was practised for the most part by private companies, while the Geological Institute acted as a scientific centre which gave advices, issued expertises, performed laboratory analyses and mapping.

The birth of the Hydrological Office was urgently required by engineering developments for the navigation of major rivers and for flood control projects. Whereas in case for the Geological Institute, initially coal- and iron-prospecting were the most important fields of activities, it was the development of steam navigation and the catastrophic floods of 1838 and 1876 in Budapest, and of Szeged in 1879, that were responsible for the birth of the Hydrological Office. The requirements of river navigation were the main causes of the establishment at the same time (1874) of a Navigation Hydrology Commission at the Ministry of Communications of Russia. An independent hydrometric service was organized as early as 1854 in the Seine Basin, France and a Hydrometric Office at the Society of Natural Sciences of Switzerland in 1872. As for the scope of activities of the Hungarian Geological Institute, its foundation chart (1869) defined it as consisting in the exploration of the country's mineral resources and mapping of its territory. The scope of the Hydrological Office included, as defined by its deed of foundation of 1886, collecting and processing and publication data necessary for river regulations, flood control, water utilization and navigation. Consequently, the two spheres were distinctly separated from each other.

The first step toward the junction of the two was made by the inclusion of agrogeology in the Institute's scope, the second by the setting up (1893) of a Hydrological Department dealing with artesian drilling. Organized within the Institute's body in 1891, the *Agrogeological Department* was charged primarily with the geological and agrogeological mapping of agricultural areas and it was in this point that its activities met the river regulation and drainage operations of the Hydrological Department. This contact became even more evident as the Hydrological Department continued its activities under the authority of the *National Water Engineering and Amelioration Office* organized within the frame of the Ministry of Agriculture. There existed some contact between the Institute's internationally reputed agrogeological investigations, on the one hand, and the practical "soil reclamation" activities of the Water Engineering and Amelioration Office, on the other, even though the latter consisted primarily in the reclamation of soils by artificial drainage.

In the first years of their activities both the organizations undertook grandiose, nation-wide projects of international importance. Beside mapping the country's territory, the Hungarian Geological Institute, made pioneering into agrogeology and soil sciences, while the Water Engineering and Amelioration Office and its legal successor, the *National Water Engineering Authority*,

as well as the subordinated bodies, carried out projects of international reputation such as the surveying of the Tisza river and its tributaries, the preparations for and execution of the Tisza Regulation Project. Some interference was already manifested between certain functions. So the fascicle devoted to hydrology of the big Balaton Monograph was, together with its fascicles on geology, compiled with the support of the Geological Institute and published by the Hungarian Geographical Society. However, the detailed hydrographic maps and profiles of the Danube and Tisza mappation contained plenty of information of great value even from the geological point of view.

The geological and hydrological investigations and engineering projects carried out in the Great Hungarian Plain (Alföld) were mutually encouraged, though this co-operation was sometimes disturbed by disharmony. Controversial problems were discussed at meetings of scientific societies. Most significant among these was the *Hungarian Geological Society*—the Nation's oldest scientific society (founded in 1848). It included the representatives of related disciplines, *i.e.* mining-engineers and water engineers, too. Although within the body of the *National Office of Civil Engineering*, water engineering, early became a problem of primary importance and although the starting with 1890 of the journal: "*Vízügyi Közlemények*" marked the beginning of the publication of excellent papers on both practical and theoretical problems, the close relation of geology and hydrology urged for new associations and for the publication of another new journal. In 1918 the "*Hidrológiai Közlemények*" (Hydrological Transactions) were regularly issued as a supplement to the "*Földtani Közlöny*" (Geological Bulletin); from 1922 on it became an independent journal entitled "*Hidrológiai Közlöny*" (Hydrological Bulletin). Although beside hydrogeologists both water engineers and drilling engineers were largely involved in the calling into life of the Hydrological Bulletin, the papers of the first years were written still predominantly by geologists. As a matter of fact, engineering hydrology could enter very slowly in the inventory of subjects of this journal, it was not until after the Second World War that this process was completed.

The Hungarian Geological Institute has no publication series of explicitly hydrological character, but its *Annual Reports* and *Annals* contain a lot of relevant information and papers of great value, and the Institute also published a few independent works devoted to hydrogeology. The "*Vízrajzi Évkönyv*" (Hydrographic Annals) published regularly since 1888 by the Hydrological Service is an internationally recognized serial in hydrology. Since 1930, tabulations of changes in water level have also been published with this journal.

The first conflict between geological research on the one hand and water engineering and hydrological service on the other took place during the First World War and in the postwar period. Although this conflict did not affect the authority spheres, having been confined to the domain of practice, its consequences were manifested in the domain of competence.

The geologists and soil scientists sought to clear up the natural evolution of the surface and of the soils, while the water engineering and hydrological authorities strove to reclaim the areas which were of little use because of floods and stagnant inland waters and they would achieve this primarily through the medium of changing the natural hydrological conditions of the

environment. Beside the artificial drainage of floodwaters and stagnant waters, these operations were interventions into the natural regime of soil evolution and into the natural periodicity of water level oscillations. This latter activity was an interference in the domain of subsurface waters, *i.e.* the sphere of geology.

In the Great Hungarian Plain there are vast territories covered by *soda soils*. The causes of their genesis were from the very beginning investigated by the agrogeologists. They found that the formation of soda soils in lowland areas was connected with certain size range and with some *critical depths*. This conclusion was later confirmed by pedological investigations. In the case of the loessic soils of the Great Plain this critical depths is 1 to 1.5 m. Wherever the groundwater table lies considerably higher or deeper, no harmful accumulation of salts will occur near the surface. Soda soils occur in the floodplains of the major Great Plain rivers—the Danube, Tisza, and Körös. Under natural conditions these areas used to be waterlogged for several months in springtime and autumn, while toward mid-summer and the end of summer time they were desiccated and became a plantfree waste land. Artificial drainage influenced first of all these areas. After the construction of the drainage canal system, the floodwaters travelled down quickly from these areas, too, so that they were in the dry waste land state for a longer period every year. Agrogeological surveyors did observe these changes and found that the waste land areas grew in size as a result of the rapid draining of inland waters. As concluded by these workers, the drainage system did not only remove the unwanted stagnant waters, but it also lowered the groundwater table which in many cases reached *down to the critical depth* favourable for the setting-in of the *alkalization process*.

The engineers who were undertaking and directing the water control projects denied the existence of such a *harmful effect of drainage*. To warrant the rightness of their opinion they developed a network of wells in which the variation of the groundwater table has been checked regularly ever since. This network was later developed into a nation-wide system. At present it comprises more than 2000 wells, being the best developed and organized *groundwater observation system* in Europe.

With the development of this observation grid, the investigations of the uppermost subsurface waterbearing layer went partly over to the competence of the *Hydrological Institute*. (In 1929 the Hydrological Department of the Ministry of Agriculture was reorganized into a Hydrological Institute which was left under the authority of the same ministry.) During soil mapping, the staff of the Geological Institute did not cease to accord particular importance to groundwater observations. The interwar period in Hungary brought remarkable results in the domain of water resources development and the nation-wide functions of respective organizations were stabilized. The peace-treaties, concluded after the First World War, determined Hungary's frontiers in such a way that the upper, mountainous, reaches of the Great-Plain-crossing rivers became foreign state territories. Consequently, the irrigation of the dry central areas of the Great Hungarian Plain could not be done by damming the rivers in their mountainous reaches. Therefore, extensive, *flat lowland storage dams* had to be designed and constructed. The irrigation of the vast plain of the

Trans-Tisza Region became one of the key problems of the country's economic progress. An *Irrigation Office* was set up (1937) and preparations were begun for the development of an extensive irrigation system. With use of Italian and Spanish experiences, several designs were developed. Just like in the preparations for the Danube—Tisza Navigation and Irrigation Canal Project, the Institute's geologists also took part in this work, though the main burden was imposed upon water engineers and hydrologists. (In 1941 a new water authority was established — the *Hydroenergy Office*.)

It was after the Second World War that the Institute's role in the geological and hydrogeological exploration of the Great Hungarian Plain, and the lowland areas in general, became most significant. However, the hydrological service was not only charged with new functions, but also its organizational pattern was changed and new organizations were included in its system. In 1950 the Hungarian Geological Institute started a more detailed and complex geological mapping of the Great Hungarian Plain, devoting a considerable part of its staff and significant material input to this purpose. This was a definite *turn of the Institute's interest towards the Great Plain*. What can be realized during a historical review of the Hungarian Geological Institute is that though this Institute did not change much in habit, name, functions, or organization, it always proved to be flexible as to meet contemporaneous requirements and to re-group and concentrate efforts on crucial problems.

At the same time the Hydrological Institute underwent a considerable change. In 1948 the *National Board of Water Resources* was established and the Hydrological Institute, which had become independent in 1929, was transformed into the Hydrological Department of the Board. However, in 1952 it was subordinated to another organization—the newly founded *Research Institute of Water Resources* (VITUKI) put under the National Water Authority established in 1953. Resting on sound foundations, inclusive of a manifold staff, the new institute started a very detailed qualitative and quantitative surveying of the country's surface waters and of the uppermost subsurface water-bearing layer. Now the Great Plain activities of both the geological and hydrological organizations were closely interconnected.

The Institute's surveyors extended their observations to the depth of the groundwater and between 1950 and 1955 they compiled a register of the country's dug-wells and deep artesian wells and they prepared groundwater maps of the Great Plain. During this work plenty of information was obtained on the position of the groundwater, on the depth of the groundwater table and on its changes. The water-bearing layers, their succession, and the chemical character of the nearsurface and deeper-accumulated waters, were examined. The observations made during mapping, in connection with the recharge of the groundwaters, were contradictory to the conclusions drawn from the observed wells by the staff of the Research Institute of Water Resources. In this institute the groundwaters were considered to represent a separate aquifer, independent of the deeper water-bearing layers — an aquifer which would be recharged from the surface only and which would have no communication with the waters of the aquifers underneath. In the Hungarian language the aquifer lying closest to the surface and mostly free of pressure has been termed by a special name "*talajvíz*" which is not used for the waters of the

deeper-seated aquifers. There are many languages lacking a distinction of this kind and using a single collective term for all kind of subsurface waters. In the territory of the Great Hungarian Plain the Quaternary fluvial sands and clays attain hundreds of metres in thickness and comprise an alternation of countless water-bearing and impervious layers. However, the entire succession forms *one large aquifer system*, and because of the lenticular mode of occurrence of the impervious layers, the waters stored in these are intercommunicating with one another, no matter how different in permeability these strata may be. It should be noted, however, that this intercommunication may be manifested differently, in dependence on the tectonic conditions.

Whereas in the calculations made by the staff of the Research Institute of Water Resources concerning the water reserves and regime of the uppermost waterbearing layer of a few metres depth, *no potential recharge from deeper aquifers* was taken into consideration, the Institute's workers carried on hydrogeological investigations of the whole Quaternary system, investigations which also included the exploration of the hydrological conditions of the underground mine workings in the mountain border zones.

On the one hand, the investigations by these two different approaches and orientations contributed to scientific progress. On the other hand, different interpretations did not cause any essential economic damage. With the progress of investigations both results and interpretations got gradually closer to each other and how we can say that Hungary has largely contributed to the understanding of groundwaters and to the recognition of regularities in their behaviour, accounting for a considerable part of relevant international literature. The central hydrological services of the neighbouring countries were developed much later: Austria 1893, Italy 1917, Yugoslavia 1922, Rumania 1925.

The exploration by different approaches of the reserves and recharge of deep-seated aquifers by the geological and hydrological services of Hungary has been of greater economic importance. Although in Hungary the greater part of water supply is accounted for by surface waters, there are areas, such as the *Great Hungarian Plain*, where the *subsurface waters are crucial* for drinking water supply; the more so, the major part of industrial waters, and locally even irrigation waters, are drawn from subsurface aquifers-wells.

In the fifties the determination — partly by calculations, partly by estimations — of the country's water resources was embarked upon. Water demand has increased rapidly and is expected to go on increasing. The capacity of the aquifers and other sources of water was partly known, partly unexplored. Water loss and pollution were increasing in several places at an alarming rate. Energetic measures of water economy had to be taken. However, "energetic" measures imply *centralization* in almost every case.

The resultant governmental body — the *National Water Authority* — was established in 1953. A long-term water resources project was soon developed. During this work the potential *reserves of subsurface waters* were also estimated.

The exploitation of subsurface waters had up to this time been supervised by the Geological Institute, as well-drilling was authorized only on the basis of the expertise issued by the Institute's experts. All documentation

concerning the drilled wells inclusive of lithological logs and hydrological data, was deposited at the Institute's archives. Relying on this rich information, the Institute's *Hydrological Section* issued thousands of expertises every year. The data were processed and interpreted for various purposes. The staff of the Hydrological Section knew the depth of the best aquifer to be tapped in each particular region; they could provide information on the highest potential yields of the individual wells, and on the chemical character of the waters at different depths and in different formations. They compiled a sensational treatise of the temperature conditions of Great Plain Basin waters and of the geothermal gradient showing a rapid increase of water temperature with depth. In this work they pointed out the existence of *anomalies manifested by the geothermal gradient* in the various regions of this country. They determined the age, position and depth of the best thermal aquifers and enriched the Nation with many a thermal well.

After determining the surface water reserves, the National Water Authority expected that the Hungarian Geological Institute would undertake the determination of the subsurface water reserves. However, the Institute's experts found the available information insufficient for the determination of the subsurface depth range of circulation of infiltrated meteoric and surface waters and of the rate and time-distribution of recharge from the surface. They urged for the drilling and completion of *observation wells*. After that, the Water Authority had the estimation of static subsurface water reserves carried out by its own experts who relied in this work upon the porosity of the strata, *i.e.* upon the void volume of the unconsolidated sediment.

With this, the problem of the subsurface waters and of the spheres of competence of the organizations concerned with them, was not settled. The less so, it became more and more evident that water — this important raw material being extracted for a considerable part from subsurface strata — would have to be carefully investigated from several points of view. Being subordinated to different authorities (Ministry of Heavy Industry and Ministry of Agriculture and Food, respectively), the hydrogeological and hydrological organizations had to face the task of finding organizational forms and means which might be suitable for carrying out investigations of mutual interest. It was the first time that the *subject and nation-wide tasks of hydrology* were officially formulated on the level of a governmental authority. In the supplements to the proceedings of these negotiations, beside "*hydrogeology*", a term of natural sciences background, there appeared another term; "*geohydrology*" meaning an engineering approach. As considered by the engineers, the labour division in the determination of subsurface water resources should be done in such a way that on the one hand, hydrogeology should explore the possibilities for subsurface water development and that, on the other hand, hydrologic and hydraulic engineers should define the quantitative characteristics of the dynamic water reserves.

In 1965 an agreement was concluded between the highest geological and hydrological bodies. Accordingly, at the one hand, the *Central Geological Office* will entrust its Geological Institute to continue and widen the scope of exploration of subsurface water-bearing formations (hydrogeological mapping) in order to be able to provide the basic hydrogeological information

necessary for the estimation of subsurface water reserves. On the other hand, the National Water Authority will reinforce its research bodies dealing with the hydrogeology (or geohydrology) of subsurface waters (Research Institute of Water Resources) which have to examine the laws of subsurface water movement and recharge and to estimate on this basis the exploitable water resources. Afterwards, in the VITUKI a Deep Aquifers Section was set up and the development of an observation well system for the recording of karst water level fluctuations was commenced.

At the same time the Hungarian Geological Institute (1964) embarked upon the detailed, complex investigations of the Great Plain. Backed by the *National Oil-and-Gas Trust* and the *Roland Eötvös Geophysical Institute*, this project embraces the whole geological column from the surface down to the Paleo-Mesozoic basement. It is to explore the morphology, lithology and petrography, and tectonic structure of the basement; the overlying Neogene, mainly Pliocene, sequence of several thousand metre thickness; the Quaternary fluvial sediments locally attaining even 600 to 800 m in thickness and representing the water-richest formations throughout the Great Plain. These operations are connected with a considerable amount of deep drilling. All of the deep boreholes are cored and the cores are analysed most carefully by the most complex methods. Some of the deep boreholes are completed into deep observation wells. By 1969 13 wells of different depth were completed for this purpose. Since 1966–1967 regular measurements have been conducted in these. 5 more wells are being drilled or completed, respectively. The *observation system* is developed along a geological profile running *across the whole Great Plain*. Starting from the foothills of the mountains bordering the Great Plain in the north, it extends up to the southern frontier.

Simultaneously with these works, the *Tisza Irrigation System* is widened. A lowland storage dam and barrage cascade was built by Tiszalök between 1950 and 1956. The construction of a second barrage and a larger storage dam by Kisköre was begun in 1967. The main irrigation canals and the distribution network are being constructed. Thus the surface hydrography of the Great Plain will be changed, involving changes in the position of the groundwater table, in its seasonal oscillations, and chemical character. In addition to this, irrigation will provoke changes in the composition of the topsoil and the conditions of the subsoil. All these changes, both favourable and unfavourable, require scientific control.

The existence of close and complex relations between geological and hydrological organizations is reflected by the working programmes of the international scientific unions and associations of geological and hydrological nature. The *International Union of Geological Sciences* (IUGS) declares that the topics of hydrogeological research belong to its competence, the *International Quaternary Association* (INQUA) is particularly concerned with the problems of hydrogeology as evidenced by its working programme. On the other hand, the *Union Internationale des Sciences Géodésiques* (IUSG) has a hydrological organization of its own, the hydrogeologists also have an independent international association (IAH). The *UNESCO* organizes an international decennium on hydrology (DHI) in co-operation with a couple of international organizations. Regional geological and hydrological organizations also

have special sections of hydrology and hydrogeology (*e.g.* the Carpatho-Balkan Geological Association). Thus the preparation of international hydrological maps is done by the joint efforts of at least 3 or 4 different organizations.

Surface water control projects, the estimation of subsurface water resources and especially, the measuring of the rate of recharge from the surface, require a close collaboration between the geological and hydrological organizations in Hungary. Approaches of different background and the application of different methods of different disciplines cannot be dispensed with in the exploration of this labyrinth of complex phenomena. In Hungary such a co-operation is to be achieved by the collaboration on common projects of the geological and hydrological services, and the two organizations will not have to be united. The co-operating institutions conclude *collaboration contracts* which do not exclude the possibility of different approaches or possibly even of different results. In case of controversy, further division of labour and checking of the results should ensure the progress.

THE TASKS OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF INDIA

by

B. C. ROY

India

FUNCTIONS

The Geological Survey of India is a research and survey organisation. Fundamental research includes both field surveys and research work carried out in the (I) petrological, (II) chemical, (III) palaeontological and (IV) geophysical laboratories. Applied research includes work on coal and coal seams, battery-grade manganese ore, bentonite clays, and occurrence and association of platinum in various rocks. The main functions of the department are as follows:

- (I) *Systematic geological mapping* of the country.
- (II) *Regional mineral assessment and exploration*:
 - a) Detailed mapping on large scale,
 - b) Underground mapping,
 - c) Geochemical prospecting,
 - d) Geophysical prospecting,
 - e) Exploratory drilling.
- (III) *Engineering Geology* with special reference to the stability of foundations, availability of construction material, and other related engineering problems, for dam sites, bridges, tunnels, etc.
- (IV) *Groundwater Geology* — Long term systematic regional studies for appraisal of total groundwater resources for planning their development and local studies for water supply to rural, urban, agricultural and industrial purposes.
- (V) *Seismology* — Field study of earthquake data and their interpretation.
- (VI) *Fundamental Research* — Petrological laboratories, palaeontological laboratories, chemical laboratories, and geophysical laboratories.
- (VII) *Publications* — Geological maps, Memoirs, Records, Bulletins, Palaeontologica Indica and the semi-popular quarterly journal Indian Minerals.
- (VIII) *Expeditions* for purposes of geological mapping, mineral exploration, study of glaciers, etc.
- (IX) *Dissemination of information* of geology and minerals.
- (X) *Training*:
 - a) Training of junior offices of the department, lecturers and other teaching staff on Indian universities and other educational activities,

- b) Post-graduate training for students,
- c) Training of Colombo Plan scholars from abroad.

(XI) *Membership:*

- a) Committees — internal,
- b) International organisations such as ECAFE, International Geological Congress, I.U.G.S., I.U.G.G., etc.

(XII) *Coordination* of activities of the department with other related Central Government departments.

(XIII) *Coordination* of activities of the department with State Governments.

(XIV) *Assistance* to neighbouring countries.

ORGANISATION

The major change in the set up of the department introduced recently is aimed at separating administration from scientific and technical work. The details of the re-organised set up are given below:

Central Headquarters (Calcutta)

Director General and his Secretariat
 Central Petrological Laboratories
 Central Palaeontological Laboratories
 Central Chemical Laboratories
 Central Electric Logging Unit
 Central Geophysical Division
 Field Technique Research Unit
 Coal Division
 Sikkim, Nepal and Bhutan Circles
 Map Production Division
 Publication Division
 Chief Drilling Engineer and his Secretariat
 Mechanical Engineering Division

Eastern Region (Headquarters: Calcutta)

Assam Circle (Shillong)
 Bihar Circle (Patna)
 Orissa Circle (Bhubaneswar)
 Mineral Exploration Division
 Engineering Geology Division
 Groundwater Division
 Geophysical Division
 Petrological Laboratory
 Palaeontological Laboratory
 Chemical Laboratory
 Drilling Division

Northern Region (Headquarters: Lucknow)

Chemical Laboratory
 Petrological Laboratory
 Palaeontological Laboratory
 Himalayan Geology Division
 Jammu & Kashmir Circle (Jammu & Srinagar)
 Punjab, Himachal Pradesh & Haryana Circle (Chandigarh)
 Uttar Pradesh Circle (Lucknow)
 Engineering Geology Division
 Groundwater Division
 Geophysical Division
 Drilling Division

Western Region (Headquarters: Jaipur)

Chemical Laboratory
 Petrological Laboratory
 Gujarat Circle (Ahmedabad)
 Rajasthan (North) Circle (Jaipur)
 Rajasthan (South) Circle (Jaipur)
 Mineral Exploration Division
 Engineering Geology Division
 Groundwater Division
 Geophysical Division
 Drilling Division

Southern Region (Headquarters: Hyderabad)

Chemical Laboratory
 Petrological Laboratory
 Palaeontological Laboratory
 Andhra Pradesh Circle (Hyderabad)
 Kerala Circle (Trivandrum)
 Madras Circle (Madras)
 Mysore Circle (Bangalore)
 Mineral Exploration Division
 Engineering Geology Division
 Groundwater Division
 Geophysical Division
 Drilling Division

Central Region (Headquarters: Nagpur)

Chemical Laboratory
 Palaeontological Laboratory
 Petrological Laboratory
 Madhya Pradesh Circle (Nagpur)
 Maharashtra Circle (Poona)
 Mineral Exploration Division
 Engineering Geology Division
 Groundwater Division
 Geophysical Division
 Drilling Division

ACHIEVEMENTS

The First 100 years:

During the first 25 years of the Geological Survey of India's existence, the *Coalfields* of Jharia, Bokaro, Giridih, Wardha Valley, Talchir, Raniganj, as well as those of the western Duars, Darjeeling, Naga Hills, the Satpura uplands, the Son valley tract, the Godavari and other regions had not only been examined, but a treatise on the Economic Geology of India had been brought out. The detailed survey of the Raniganj coalfield was completed during 1858–60 and a geological map on the scale 1"=1 mile was published, the first one to be published by the Geological Survey of India on this scale.

Next to coal, the most important problem of the time was the possibility of producing *iron* needed for construction of railways. Iron works were established in Kumaon from 1857–60 using local iron-ore and wood as fuel. Although in the department's opinion Raniganj was the most promising place for trial, the Government again embarked on the manufacture in Kumaon (1877–79).

The study of the *earthquakes* in India was initiated during this period and a catalogue of Indian earthquakes was compiled. The first list of thermal springs, listing 301 springs, was also prepared.

A broad general survey of a large portion of the country has been carried out during this period, and the compilation of the *first geological map of India* was undertaken and the map published in 1877.

By about 1888, it was suggested for the first time that *drilling* equipment and personnel should be attached to the various parties of the survey to expedite the exploration of mineral deposits, especially coal.

At about the same time the study of thin sections as an aid to *petrological work* was introduced.

In 1892, the Geological Survey on India undertook an additional responsibility of imparting education in geology by agreeing to allow one of its officers as part-time professor of geology in the Presidency College, Calcutta.

An important addition to the cadre of the department was made in 1894, by appointing several mining officers. Early in 1902 this mining side was separated and in due course became the Department of Mines—headed by a Chief Inspector of Mines.

In 1888–89 the department was called upon for the first time to investigate the suitability of dam sites, when enquiries came from the Mysore and Madras Government, who were interested in conducting dams for irrigation purposes. The Mysore Government wanted to construct a dam at Narikarive in Chitaldrug district and the Madras Government, a dam across the Bhavani river in the Coimbatore district.

During the tenure of SIR THOMAS HOLLAND (1903–1910), the Geological Survey of India was made responsible to Government for advice on policies relating to mineral concessions including oil, in India and Burma. A comprehensive survey of the *coalfields* of India, the *oilfields* of India and Burma, the *manganese ore* deposits of the Central Provinces, the *bauxite* deposits in various parts of the country and the detailed investigation, by *diamond drilling*, of the Singhbhum *copper* deposits were initiated. The study of the Singhbhum copper belt as a modern industrial proposition dates back to this period. It was during this period that P. N. BOSE who had retired from the Geological Survey discovered the large iron-ore deposits of Mayurbhanj which led to the establishment of the Tata Iron Steel Co. It may incidentally be noted that P. N. BOSE who joined the department in 1880, was the first Indian to serve in the department in a graded post.

In the years preceding the World War I a study of the Himalayan *glaciers* was initiated. During the war the attention of the department was diverted to the development of *wolfram*, *mica* and other strategic minerals. A *revised Geological Map of India* on the scale 1" = 32 miles (1:2,027,520) was published in 1911, which was once again revised and issued in 1932.

By 1925, it was felt that the early surveys of the *coalfields* had been carried out on inferior topo-sheets and that it had become necessary to estimate what proportion of India's coal reserves could be regarded as of superior quality, since Government policy with reference to the mining industry depended upon such knowledge. It was also foreseen that with the passage of time, increasing demand on the reserves of India's metallurgical coal would be made

by the country's growing steel industry. In consequence, a coalfield party was formed for detailed surveys of the Jharia and Raniganj coalfields on the scale of 4" to a mile and also for a general survey of all the coalfields of India. The geological mapping of other parts of India was also carried out on *modern topographical maps*. The Salt Range area was covered on maps enlarged to a scale of 2" = 1 mile (1:31,680). At this time the Himalayan survey which had been disrupted for sometime was resumed, and the *structural interpretation* of the area was given by WADIA, WEST and AUDEN. Later as a result of his work in the Potwar area, WADIA indicated the possible existence of an *oilfield* at Joya Mair which was confirmed by subsequent drilling.

After a detailed study of the Bihar earthquake of 15th January, 1934, a *seismic map of India* was prepared and the various factors to be taken into consideration in designing structures in various areas were elaborated.

By 1937 the rights on minerals had already passed under the control of the respective Provincial Governments, which evinced active interest in mineral development and sought the services of the Survey. At this time a beginning was made in the study of polished sections of ores in reflected light.

When the World War II broke out the resources of the department were at once geared into feverish activity for military aid. A series of memoranda dealing with the utilisation of the survey at the time of war were prepared and submitted to the Government. A great emphasis was laid on the more important problems regarding mineral development, processing and utilisation in India. The provinces were mainly interested in the exploration, proving, opening and showing the workability of the *mineral deposits*. But such development work was greatly hampered by lack of equipment and qualified personnel. Industrialists were not prepared to sink capital in expensive plant for mineral utilisation except in the case of a few industries. It was, therefore, felt that there was an uncomfortable 'no man's land' between the stage at which the Geological Survey reports the possibilities and the stage of commercial development. To remedy the situation the Government of India, 1942, approved the creation of an Utilisation Branch of the Survey to bridge the gap. A start was made by securing the technical personnel then available from Burma and Malaya.

Under the Utilisation Branch mining was carried out in Zawar, Mewar State, for *lead and zinc*. It had also under it the *mica* production sections of Rajasthan, Bihar and Madras. An extensive search for mica was made in all these areas. The Mahesri Mica Mine in Bihar was acquired by Government to ensure steady supply of mica from the large group of mines in this area, the steady production of which might otherwise have been jeopardised by local politics. The mining operations were taken over by the Geological Survey in 1942. The procurement of mica had reached such an importance that a Joint Mica Mission was set up by the U.K. and U.S. Government in Calcutta. The Mission was housed in the Geological Survey of India with which it worked in close cooperation. The Utilisation Branch also took up the investigation of *sulphur* in Baluchistan and occurrences of *wolfram* in West Bengal and Central Provinces.

A Strategic Branch was organised under the Defence Department to tender advice on sites for aerodromes, water supply, geology, road alignments, etc.,

for practically the greater part of South-East Asia. These reports were highly appreciated by the military authorities.

During the war period academic aspects of the Survey work were practically suspended and *geological mapping* was continued only on a moderate scale.

For the first time aerial maps were made for purposes of geological mapping in the Zawar area. The survey also made the first attempt to apply geophysical methods of prospecting to minerals and ores while studying the mica belt in Bihar. A systematic study of mineral springs in several parts of India was made during the war period and their commercial possibilities indicated. With the evacuation of the Library and other valuable articles of the department in 1942, the officers were also dispersed out of Calcutta, most of the provinces receiving a nucleus of officers. These local centres were later to develop into the Circle offices which are now established in different States. Towards the end of 1944 the Mineral Development and Engineering Geology Circles were set up to cope up with the increasing number of mineral investigations and problems related to engineering geology and groundwater. Later these were constituted into three separate circles. In 1945 a new section of *geophysics* was started. A drilling section was also organised to get a more accurate idea of the extent and the possibilities of economic exploitation. A mineral Information Bureau was also set up to disseminate mineral information in a non-technical language to industrialists and the public.

With the attainment of Independence, the National Government laid great stress on the industrial development of the country and recognized the need to assess and exploit the *mineral raw materials* for this purpose. Accordingly the activities of the Geological Survey increased considerably and got diversified. With the larger number of personnel available it became possible to organise the work of the department on a more rational basis. *Systematic mapping* was undertaken in various parts of the country, particularly in the newly merged States for which there was no geological map of any kind. Also attention was paid to fill in the gaps in the published geological map of the Indian Union. Sufficient *limestone* deposits suitable for the manufacture of cement required for large dams, were located and assessed. The *magnesite* deposits of U.P. and the *iron-ores* of Bonai and Rowghat were examined. The last two items along with the investigation of *flux grade limestone* in the region were undertaken in connection with the setting up of steel plants in Orissa and Madhya Pradesh. Several *manganese* deposits came to light in the Kalahandi district during the systematic mapping of that region. With creation and separation of Pakistan, the *gypsum* and *anhydrite* deposits of Salt Range were lost to India. Prospecting for these minerals was carried out successfully in other areas, particularly in Rajasthan to meet the needs of the Sindri Fertiliser Plant.

Work was undertaken in various *coalfields* to prove the existence of sufficient quantity of suitable coal at shallow depth for setting up a synthetic petroleum plant and suitable areas for the project were recommended. The investigation of fireclay and other varieties of clay deposits was taken up.

The *Geophysical Section* which was still in its initial stages or organisation, carried out some important investigations. The boundary of the Kamtee

coalfield was demarcated. The studies of the depth of the bedrock in the case of several proposed dam sites, the presence of *manganese ore* in depth in Madhya Pradesh and the probable depth of groundwater level in certain tracts of Rajasthan were also undertaken.

In connection with the multi-purpose Damodar Valley Project, geologists were lent to carry out the geological mapping and minerals prospecting of the area. The party was engaged in carrying out a soil survey of some of the areas and in prospecting the *apatite-magnetite* deposits, *talc*, *kyanite* and other minerals occurring in the area. The question of availability of sand for sand-stowing purposes being linked up with the Damodar Valley Scheme, a special investigation was undertaken, to estimate the availability of sand in the event of the supply being reduced after the construction of the dams.

The problems of *groundwater* supply throughout India, particularly in the Raniganj and Jharia coalfields, in Koraput, Midnapur and Bankura districts, Manipur State, Gujarat, part of Madhya Pradesh and in the South Arcot and Ceded districts of Madras were attended too.

A *Rare Minerals Section* for carrying out field and laboratory investigation of radioactive minerals was started by the department and was later handed over to the Atomic Energy Commission.

In 1948, the Government of India set up the Indian Bureau of Mines to deal with aspects of mining engineering, mining inspection, mineral beneficiation, etc. A former officer of the Survey started the Bureau and later two more were deputed to re-organise and head the Department.

The beginning of the second century of the Geological Survey of India coincides with the beginning of the First Five Year plan period of the country. During its first hundred years, with a small staff the Geological Survey added not only to the knowledge of minerals of economic value but also widened the horizons of scientific knowledge and broke new ground in the studies of the science of the earth.

It is interesting to note that the strength of the Geological Survey which had 5 officers in 1855 had gradually increased only to about 25 by 1940. By the end of 1947, on account of the Government's interest in the development of the mineral resources of the country, the activities of the Geological Survey had greatly increased and there were 141 sanctioned posts in the gazetted cadres, of which 116 had been filled.

The First Five Year Plan:

The important events in mineral exploration by the G.S.I. during the First Plan period are given below:

- (1) Regional geological mapping in the virgin areas in Dhenkanal, Keonjhar Mayurbhanj and Kalahandi districts of Orissa which revealed the existence of new deposits of manganese, chromite and iron-ores.
- (2) Discovery of a new coal-bearing field at Barjora, Bankura district, Bengal.
- (3) Re-mapping and re-interpretation of data down to a depth of 2,000 feet (610 metres) in the Raniganj and Jharia coalfields indicated reserves of 13,000 and 12,000 million tons (13,208 and 12,192 million tonnes) respectively.
- (4) The survey of the Karanpura coalfield which brought out the presence of many new coal seams.
- (5) The proving of lignite deposits in Kutch by drilling. The reserves were estimated at 11 million tons (11.2 million tonnes).

- (6) Detailed mapping in parts of Kangra district in Punjab leading to the discovery of the presence of structures suitable for oil accumulation.
- (7) Mapping and investigation of the Panna diamond fields where an ultrabasic pipe was located.
- (8) Large scale mapping of Daribo copper deposits of Alwar district, Rajasthan.
- (9) Detailed mapping of the lead-zinc mines in Zawar, estimating 10.7 million tons (10.87 million tonnes) of ore with combined lead and zinc content more than 3 per cent.
- (10) Experimental mining of the Amjor pyrites deposits in Bihar. A reserve of 50,000 tons (50,800 tonnes) was proved and much larger reserves were indicated. New exposures of pyrites were established along the same zone over a much larger area.
- (11) Large scale mapping of the well known C.P. Manganese belt conclusively proved that the reserves of manganese ores are much larger than had been hitherto estimated. The probable reserves were estimated at 142 million tons (144.3 million tonnes) out of which 75 million tons (76.2 million tonnes) will be of shipping grade with 48 per cent manganese.
- (12) Detailed studies of Singhbhum-Keonjhar-Bonai manganese areas revealed that probable reserves are of the order of 20 million tons (20.3 million tonnes) 30 per cent of which will be with manganese content of 40 per cent and above.
- (13) Geophysical studies in Cambay region revealed possible oil-bearing structures which were later drilled by the O.N.G.C. with success.
- (14) Successful application of geophysical methods for locating hidden manganese deposits in Madhya Pradesh.
- (15) Geophysical investigations for locating sulphide ore bodies in Singhbhum district, Bihar and Chitaldrug district, Mysore. On the basis of geophysical investigation drilling was started in the Chitaldrug area by the Mysore Government.
- (16) An appraisal of India's iron-ore reserves at 21,000 million tons (21,337 million tonnes) revealed that India stands first in the world with regard to its iron-ore reserves.
- (17) Continuation of the detailed mapping of the potentially oil-bearing region of Jwalamukhi in the Punjab and Jaisalmer in Rajasthan.

Aerial photographs came into extensive use for geological mapping during this period. *Large scale maps* were made in connection with the surveying of economic deposits. Considerable amount of *underground mapping* of mine workings was also undertaken. *Geochemical prospecting* was carried out in the country for the first time in many areas with a view to locating and tracing the extension of ore bodies.

The Engineering Geology and Groundwater Section of the Geological Survey of India continued to be closely associated with many River Valley Projects and other constructional activities. It may be mentioned here that on the advice tendered by the officers of this department changes were made in the alignment of certain dam sites and in some cases in the design of the dam itself.

In 1954, a Groundwater Exploration Section was initiated under the Indo-American Technical Cooperation Programme No. 12, in order to study systematically the groundwater conditions in various tracts in India by exploratory boreholes. The schemes included certain unexplored areas in the palins such as Kutch, Saurashtra, Western Rajasthan and Gujarat, Narmada, Tapi, and Purna Valleys and the coastal tracts of Orissa, Andhra and Madras. The Section also utilised the services of the Geophysical Section for locating hidden sources of groundwater and for delimiting areas of saline water from those containing sweet water. The Section was also closely associated with

the study of the artesian conditions of water in the Neyveli lignite field and the feasibility of depressing the water-table by large scale pumping as a preliminary step to the mining of lignite.

Realising the importance of developing indigenous fuel resources to meet the needs of the rising industrial activities and also having in view the heavy demands on foreign exchange involved in importing the liquied fuels, the Government set up by the end of the plan period, an Oil and Natural Gas Commission to intensify the search for *oil and natural gas* in the country. Officers from this department formed the nucleus around which the various technical sections of the Commission were organized.

The sanctioned strength of the G.S.I. at the end of the First Five Year Plan was 322, in the class I and class II cadres against which 262 were in position. Under the Second Five Year Plan 528 additional posts were sanctioned in these cadres bringing the total strength to 850 against which 519 were in position by 31. 3. 1961.

The Second Five Year Plan:

During the second plan period *mapping* on a scale 1"=1 mile (1:63,360) and larger scales covered 41,500 sq. miles (108,000 sq. kms.) and 6,000 sq. miles (15,500 sq. kms.) of areas respectively.

The total *drilling* carried out for coal, base-metal ores, gypsum, gold, etc., was 284,540 ft.

The highlights of the investigations carried out by the G.S.I. during the Second Plan period are given below:

Work was intensified in the *coal-bearing areas*. Large scale mapping in parts of Talchir, Karanpura, Singareni, Daltonganj, PENCH-Kanhan, Jhilmili, Raniganj, Singrauli, Ramgarh, Kalakot, Jangalgali and Dharangiri coalfields was undertaken and mapping of about 2,695 sq. miles (6,980 sq. kms.) was completed. The highlights of the coal exploration work are: (a) discovery of a 70' - 90' (21 - 27 m.) thick seam in Singrauli coalfield; and one 74' (22.5 m.) thick seam and another 12'8" (3.91 m.) thick seam in Ramgarh coalfield, the latter two being of caking quality, (b) proving the occurrence of the Dishergarh seam at mineable depth south of the Damodar river in unleased areas in Raniganj coalfield after a geological re-interpretation of the structure, (c) proving the existence of Laikdih seam 20 (6.1 m) thick in the unleased areas near Kulti Steel Works, (d) proving the existence of Barakar coal seams under the Barren Measures by deep drilling in the Jharia coalfield, (e) drilling in the Karanpura coalfield in the notified blocks of N.C.D.C. to help them in opening up new mines, (f) tracing the extension of the Raniganj coalfield eastwards in the Ondal area, (g) proving large deposits of coal in Garo hills and (h) proving coal and lignite in Jammu and Kashmir.

By drilling 250,450 ft (76,270 m) in Karanpura, Singrauli, Darangiri, Jharia, Raniganj, Barjora, Ramgarh, Jangalgali and Kalakot coalfields, a reserve of 3,000 million tons (3,048 million tonnes) was estimated.

Detailed mapping of Vijaynagaram-Srikakulam *manganese belt* revealed that the reserves are of the order of 0.5 million tons (0.51 million tonnes). Detailed investigations of the manganese deposits of Jabua (Madhya Pradesh),

North Kanara (Mysore) and Panch Mahal (Gujarat) proved 2.5 million tons (2.54 million tonnes) of ore with manganese content of 43–46 per cent.

Detailed mapping of the Kolar *goldfield* was completed. Underground mapping of the mines was also carried out to help the nationalised Kolar Gold Mining undertakings of the Government of Mysore to explore and develop certain areas within and along the extension of mines. Detailed mapping and investigation of Ramagiri goldfield in Andhra brought to light that this abandoned field is one of the prospective areas for future development. Large scale mapping of Gadag goldfield was completed. A preliminary study of some old mines in Wynaad goldfields was carried out.

Chromite deposits of the Nuggihalli schist belt, Mysore and Ratnagiri district, Maharashtra were investigated. The reserves of the deposits other than Byrapur in the Nuggihalli schist belt were estimated at 113,000 tons (114,800 tonnes) while the reserves of Ratnagiri deposits were estimated at 71,000 tons (72,100 tonnes).

Detailed mapping of the *iron-ore* deposits of Bastar, Madhya Pradesh and Udhampur district, Jammu and Kashmir was completed. In Bastar five new iron-ore bodies were located.

Large scale mapping and drilling of the iron-ore deposits in the Ratnagiri district, Maharashtra, in co-ordination with the State Government were continued.

By drilling 19,739 ft (6,016.4 m) in Nagaura area, the reserves of *gypsum* were estimated at 800 million metric tons. By drilling and geological studies the reserves of Ramban-Doda-Assar area were estimated at 45 million tons (45.72 million tonnes). These studies increased eight-fold our known reserves of gypsum so important for the country's fertiliser industry.

By drilling, pitting and trenching, the reserves of Shevaroy *bauxite*, Madras, were estimated at 2.23 million tons of ore with 35 per cent alumina. High grade bauxite deposits, with a reserve of 6.5 million tons (6.6 million tonnes) were located in Halar district, Gujarat. By mapping and prospecting by pitting, 24 bauxite deposits of Kutch were estimated to have a reserve of 6 million tonnes.

At Shahabad about 44 million tons (44.7 million tonnes) of flux grade and 288 million tons (293 million tonnes) of furnace grade *limestones* were inferred. About 14.7 million tons (14.9 million tonnes) of flux grade and 157 million tons (159.5 million tonnes) of cement grade limestone were located from Kashmir in Anantnag, Baramula and Srinagar districts.

A reserve of 20 million tons (20.32 million tonnes) of *Bentonite* suitable for bleaching petroleum and vegetable oil after activation, was proved in the Barmer area of Rajasthan.

Detailed large scale mapping of *copper belts* of Reasi (Jammu & Kashmir), Daribo, Khatri and Pratapgarh of Rajasthan, Singhbhum of Bihar, and Gani and Agnigundala in Andhra was carried out. Exploratory drilling was also undertaken in many localities with success.

Mapping in Chamoli district, Uttar Pradesh, revealed for the first time the presence of *antimony ore* in that area.

The southern extension of the Zawar *lead-zinc belt* was traced over 15 miles (24 kms.).

By geophysical studies in the eastern coastal belt of Madras, the oil bearing potentialities of the area are increased with the estimation of the thickness of sediments there at 9,000 feet (2,743 m). A second important ultra-mafic plug (rock which generally contains *diamonds*) was discovered in the Panna area as a result of geophysical investigations.

A number of promising geophysical indications suggesting the presence of *graphite* have been located in Trivandrum district, Kerala. Some of these have been tested and found to contain high grade graphite.

Under the All-India Groundwater Exploration Project (Technical Assistance Programme of U.S.A., Indo-American Operational Agreement No. 12), 300 exploratory wells were completed in 13 States of India, and 139 of them were converted into production wells. Several areas were delineated for large scale *groundwater* development. In addition 400 investigations were carried out to meet the requirements of water needed for domestic, industrial and agricultural supply.

Advice was given on more than 162 projects with regard to suitability and treatment of dam, bridge, tunnel and foundation sites, road alignments, etc.

The Geological Survey of India completed the co-ordination and publication of the *regional geological map of Asia and the Far East* for the ECAFE. The International Geological Congress had accepted India's invitation to hold the *XXII Session* in India in 1964, the first to be held in Asia. The main brunt of the organization of the Indian session, which was a great success, was borne by the G.S.I.

The Third Five Year Plan:

The First Plan laid emphasis on agriculture while the Second Plan laid emphasis on iron and steel. In the Third Plan the emphasis was on the iron and steel industries with additional emphasis on the *base metals*.

An entirely novel feature of the Third Plan was that each item had been carefully costed out on the basis of expenditure yardsticks in respect of personnel (including ministerial component, equipment, depreciation, operation expenditure, laboratory expenses, etc.). The main objective of the programmes were:

- (1) Mapping about 172,000 sq. miles (445,500 sq. kms.) on 1" = 1 mile and 17,200 sq. miles (44,550 sq. kms.) on large scale which represented 3 to 4 times that covered during the Second Plan period;
- (2) Intensive investigation of the promising occurrences of copper, lead and zinc by large scale mapping, geophysical investigations and drilling;
- (3) More detailed surveys and investigations of deposits of other minerals like bauxite, gypsum, iron-ore, manganese-ore, chromite, graphite, limestone, etc.;
- (4) Further application of geophysical and geochemical methods to the investigation of non-ferrous metals;
- (5) Regional prospecting of selected coalfields in connection with the coal programme during the Third Five Year Plan and to meet the needs of the subsequent Plan period;
- (6) Drilling of about 1,633,000 ft (497,740 m) for base metals and other minerals;
- (7) Advice on engineering projects; and
- (8) Intensified groundwater assessment.

More important items included the following:

Iron Ore. Structural mapping of the iron-ore belt of Bihar and Orissa on a large scale followed by drilling of the deposits in Bailadila (Madhya Pradesh), Salem (Madras), Tumkur, Chitaldrug and Bellary (Mysore). *Coal.* Detailed investigations followed by drilling of Singrauli, West Bokaro, Jhilmili, Pench-Kanhan Valley, and Singareni coalfields and selected blocks of Raniganj and Jharia coalfields. *Limestone.* Search for flux grade limestone in Bihar, Madhya Pradesh and Orissa and investigation of limestone deposits in Mirzapur district (Uttar Pradesh). *Manganese.* Exploratory drilling of the deposits in Panch Mahals and selected areas in the manganese-ore belt in M.P. and some detailed studies of the deposits in Orissa and Rajasthan. *Chromite.* Detailed investigation of the deposits in Jojohatu (Bihar), Hassan and Mysore districts (Mysore), Cuttack, Keonjhar and Dhenkanal district (Orissa). *Magnesite.* Detailed investigation of magnesite deposits in Almora (Uttar Pradesh) and Salem (Madras). *Base metals.* Detailed mapping, geophysical investigations and drilling of the deposits of Cuddapah, Kurnool and Nellore districts (Andhra Pradesh), Hazaribagh, Santhal Parganas and Monghyr districts (Bihar), Jabalpure and Bastar districts (Madhya Pradesh), Almora and Garhwal districts (Uttar Pradesh), Udaipur district (Rajasthan), and Reasi district (Jammu Kashmir). *Bauxite.* Detailed investigations of the deposits in Kaira and Jamnagar districts (Gujarat), Kolhapur (Maharashtra), Belgaum (Mysore), Amarkantak (Madhya Pradesh), and Ranchi and Palamau districts (Bihar).

The Fourth Five Year Plan:

The current Fourth Plan of the department takes into consideration the recommendations of the various Sub-Groups and Planning Group on Minerals and the capacity of the department to expand based on past growth rate. The objectives envisaged are:

- (1) Keep an even or a slightly enhanced tempo of systematic mapping which in the past few years suffered a set back due to diversion of effort towards mineral investigation.
- (2) Intensify the integrated preliminary mineral exploration programme for delineating areas of interest for detailed follow up work during later years.
- (3) Establish an airborne geophysical survey unit in G.S.I. with the Canadian equipment and treble the number of geophysical parties from the present level to cope up with increased ground follow up and mineral exploration work.
- (4) Increase the drilling activities by 30% from the present level to cope up with the integrated mineral exploration programme.
- (5) Roughly double the exploratory mining activity in stages by the end of the plan.
- (6) Place more emphasis on groundwater investigation and assessment by increasing the present effort by at least four times.
- (7) Render consultations in engineering geology investigations.

Besides the above, efforts will be either intensified or initiated in the fields of marine geology, age determination, computer applications, etc.

In terms of man power the increase will be of the order of 500 geologists, 180 geophysicists, 66 mining engineers, with corresponding increase in the technical strength. The additional outlay is of order of Rs. 32 crores.

**ROLE OF THE GEOLOGICAL SURVEY IN THE LIGHT
OF THE TASK IMPOSED BY SCIENCE POLICIES
AND NATIONAL DEVELOPMENT PROGRAMME**

by

M. K. ROY CHOWDHURY

India

INTRODUCTION

Since time immemorial mankind has been engaged in the exploitation of resources. Policies governing the same have been found to change with changing political and social patterns in communities and nations. Scientific knowledge and development of resources are no longer pursuits of a few intellectuals or explorers but an universal policy towards progress and prosperity. Scientific knowledge today is so very enriched and sound, that perhaps we have arrived at a juncture where exploitation of resources and policies governing the same seem to be approaching a world wide standardisation. India, on her part, has seen this transition in the last two decades.

Industrial and material development of India became a matter of supreme concern only after the independence in 1947. Till then the mineral industry in the country was grossly underdeveloped for the country's prevailing requirements. Apart from iron and manganese ores, coal and mica, other sectors were not worthy of mention. Requirements of important metals and liquid fuels were mostly met from imports. Harnessing of natural sources of energy was at its infancy. Technological development had not reached that stage when processing of raw materials could be undertaken entirely from indigenous man-power and financial resources. Considerable efforts have gone into endeavours in every domain since then. During the last two decades the Survey proved the reserves of 1600 million tonnes of iron ore, 240 million tonnes of copper ore, 50 million tonnes of lead-zinc ore, 14 million tonnes of nickel ore, 50 million tonnes of aluminium ore, 400 million tonnes of pyrite and 22,000 million tonnes of coal. These reserves are valued at 120 billion Rupees or 16 billion U.S. dollars. Such resources are laying the foundation of the growing national prosperity, and indicate how vital a role the Survey has in this perspective.

Today India produces 11.0 million tonnes of iron and steel, 70 million tonnes of coal, 33,000 tonnes of copper, lead and zinc, 120 thousand tonnes of aluminium.

36 billion KWh of electricity and 88 million tonnes of food grains for the 500 million population spread over 3.3 million sq. kms. The entire pro-

duction of solid state minerals (excluding minor metals) is valued at 2.8 billion Rupces or 400 million U.S. dollars.

In every endeavour of significance in harnessing natural energy for the generation of 36 billion KWh of electricity the geologists have contributed with distinction. Till 1965 about 31 million hectares of land were under irrigation. Groundwater utilisation provides a substantial part of these efforts. In the last 20 years the Survey has nearly completed the preliminary survey of this resource leading to large scale utilisation. The country is traversed by 58,000 kms. of railroad and 850,000 kms. of highways and municipal roads. These means of communications have been facilitated by the advice of the geologists.

National Surveys in every country are called upon to meet the demands of expanding and developing industries. The Survey and National Institutions have accepted this challenge squarely with all the human and technological resources at their disposal. The history of the growth of National Surveys or such organisations and their present status would, therefore, reveal the impacts of the changing pattern of societies and industrial development in different countries.

This brings one the question whether National Surveys and similar organisations should entirely be tied to the resources surveys according to national demands; or these, institutions, by virtue of their special position, are primarily to serve the cause of the science. To many it would seem that these two aspects are so closely related and the progress of the one would be based in the inquiries into the other, but rarely such communion of thoughts takes place. The question that confronts most of us is that the science of geology, or, better, the earthsciences have still to know more about the fundamentals governing the earth or universal processes, and what is the status of our endeavour in that respect. The techniques of resource location and assessment have improved in precision, validity and sophistication. At the present rate of progress and technological developments perhaps the uncertainties and gaps in our knowledge would be eliminated. Modern civilisation with its increasing demand for equitable and rational distribution of industrial benefits among the members of the community will certainly goad the explorers to locate every conceivable substance in the earth's crust or their exploitable sources. This is bound to keep a greater section of the earth scientists in pursuits of methodological and technological advances. The fundamental domain of enquiry, and one which may not be of immediate material benefit but may be of great significance in the matter of understanding of the earth's and universal processes, is a fact, which is widely realised; but concerted efforts to elaborate the present status of efforts seem to be rather meagre. Consequently in the domain of earthsciences we have a large number of deft craftsmen and proportionately fewer scientists today, and the quantum of fundamental contribution is hardly proportional to the financial investments made. In the tasks imposed by modern civilisation mostly the temporal aspects gain domainance, and most of the scientists in the field are losing sight of the fundamental objectives of the science they study.

It is not true that the basic outlook of all sciences has been influenced by the temporal needs and by the emphasis on applied branches. In several

disciplines there have been relaxations and a corresponding advance of stupendous dimensions. In the field of earth sciences the curb still remains to a considerable extent. It would be incorrect to say that the national policies have ignored these aspects. It is not known whether scientific policies of all the nations have been enunciated in clear terms. In certain countries the scientific policy directly evolves from the political philosophy or political environment of the nation. In others the characteristics of state patronisation reveal the emphasis. There is a third category where both private and state enterprises are involved, and the trends of scientific progress may be rather obscure, though the freedom remains quite conducive to its growth and production. However, for the developing and recently developed nations scientific endeavours are rather rigidly geared to the needs of development. Funds are often inadequate, and the regenerative cycle of resource exploitation providing abundant dividends to support academic free enterprises might not have been established. Such nations are to shackle the scientific ambitions of those qualified. This is indeed the problem which faces the developing nations, and consequently the apprehensions of brain drain, *etc.* The solution, of course, is to strike a balance between the two, *i.e.* intensive exploration activities and the more fundamental enquiries within the resources available.

For India, such a problem indeed exists and there are areas of scientific frustrations. However, there is widespread consciousness of this problem. The National Government, to reiterate the basic stand in respect of scientific activities, enunciated the Scientific Policy, where in the scientists have been adequately assured of privileges, incentives and the opportunities of every research.

THE IMPACT OF NATIONAL POLICIES AND INTERNATIONAL COMMITMENTS ON THE GEOLOGICAL SURVEY OF INDIA

The policies guiding the activities of the Geological Survey of India are:

- (1) The Scientific Policy Resolution of the Government of India, 1958.
- (2) Industrial Policy Resolution of the Government of India, 1956.
- (3) International Programme on Earth Sciences.

Besides these broad national policies and international scientific programme, the survey is called upon to implement the recommendations of the various standing Committees and Boards as well as those emerging from Conferences dealing with mineral policies of the country, *e.g.* the Mineral Policy Conference in 1947, All India Mineral Advisory Board, Central Geological Programming Board, *etc.* A brief review of these policies will help in appreciating their impact on the Geological Survey of India.

Scientific Policy Resolution of the Government of India, 1958

Realising that rapid progress of a country, freshly emerged from an oblivion of material prosperity, can be achieved through advances and application of science and technology, the Government of India adopted a scientific policy resolution in March, 1958 to foster, promote and sustain cultivation of scientific research in all aspects, pure and applied. The preamble of the resolution states (1) the dominating feature of the contemporary world is

an intense cultivation of science and its application for material well being of the country, (2) science has led to the growth, diffusion and ultimate fusion of culture to the extent never possible before. It has not only radically altered man's material environments, but, what is of deeper significance, it has provided the new tools of thought and has extended man's mental horizon. It has thus influenced even the basic values of life, and given to civilisation new vitality and new dynamism, (3) it is an inherent national obligation to participate fully in the march of science which is probably mankind's greatest enterprise today.

The Government of India have accordingly decided that the aims of their scientific policy will be:

- (I) to foster, promote, and sustain, by all appropriate means, the cultivation of science, and scientific research in all its aspects—pure, applied and education;
- (II) to ensure an adequate supply, within the country, of research scientists of the highest quality, and to recognize their work as an important component of the strength of the nation;
- (III) to encourage, and initiate, with all possible speed, programmes for the training of scientific and technical personnel, on a scale adequate to fulfil the country's needs in science and education, agriculture and industry, and defence;
- (IV) to ensure that the creative talent of men and women is encouraged and finds full scope in scientific activity;
- (V) to encourage individual initiative for the acquisition and dissemination of knowledge, and for the discovery of new knowledge, in an atmosphere of academic freedom;
- (VI) and, in general, to secure for the people of the country all the benefits that can accrue from the acquisition and application of scientific knowledge.

Before we discuss how far the above science policy has influenced the expansion and diversification of the activities of the Geological Survey of India, it is proposed to give a brief resume of the efforts made by the Government to implement the scientific policy resolution to fulfil its aims and objectives to create a proper atmosphere for the development of science in general. Steps have been taken to build up an infra structure for the promotion and sustenance of scientific research and development.

Since independence Government has been spending increasing amounts on research and development activities. The major organisations in the Central sector of the Government concerned with the Research and Development activity are:

1. Council of Scientific and Industrial Research (CSIR)
2. Department of Atomic Energy (DAE)
3. Defence Research & Development Organisation (DRDO)
4. Indian Council of Agricultural Research (ICAR)
5. Indian Council of Medical Research (ICMR)
6. University Grants Commission (UGC)

In addition seven Ministries and Departments of the Government of India are assisting scientific and technological research. Research activities are also being carried out in State sector, particularly in spheres of agricultural and animal husbandry, irrigation and power, health *etc.* The *Table 1* indicates the availability of funds for research and development during the years 1958–59 and 1969–70 in respect of major organisations.

Table 1.

Availability of Funds

Name of Organisation (Ministry) Department	1958-59 in million US \$	Percentage of total	1969-70 in million US \$	Percentage of total
Central Government				
A. Major Organisation				
1. C.S.I.R.	1.466	21.6	27.3768	17.4
2. D.A.E.	6.679	20.6	37.68	24.0
3. Defence R & D	2.0*	6.3	20.26	12.9
4. I.C.A.R.	4.96	15.7	22.128	14.0
5. I.C.M.R.	0.673	2.2	2.266	1.5
Total: 'A':	15.778	66.4	109.7108	69.8
B. Ministries				
1. Education and Youth Services	1.98**	6.3	6.4468**	4.1
2. Petroleum & Chemicals Mines & Metals	1.785	5.7	15.366	9.7
3. Tourism and Civil Aviation	2.376	7.5	10.696	6.8
4. Health and Family Planning	0.714	2.3	4.677	3.0
5. Food and Agriculture	0.697	2.2	1.319	0.8
6. Information and Broadcasting and Communications	0.1836	0.6	0.5882	0.30
7. Railways	0.5417	1.7	2.1938	1.40
8. Irrigation and Power	0.5592	1.8	2.056	1.30
9. Deptt. of Statistics	1.1436	3.6	3.1472	2.0
10. Industrial Development, Internal Trade, Company Affairs and Foreign Trade	0.607	1.9	1.275	0.80
Total: 'B':	10.5871	33.6	47.7650	30.20
<i>Grand Total 'A' & 'B':</i>	26.3651	100.0	157.4758	100.00

(In case of a few institutions, data for years 1958-59 or 1969-70 are not available and estimated figures have been taken based on nearabout years.)

* Projected on the basis of data available from 1968-69 and earlier years.

** 50% of the total expenditure under UGC for higher education and research in science and 10% of the total expenditure under IIT's have been estimated as research expenditure in these calculations.

It will be seen that the total R & D expenditure under the Central sector has increased from about \$ 26 million in 1958-59 to about \$ 157 million in 1969-70. This gives on the average, a compound rate of growth of about 21% in the R & D expenditure in the Central sector during the last 10 year period.

As far as the State sector is concerned no reliable data and R & D expenditure is available. The contribution by the private sector has been negligible. The total expenditure by the various sectors are summarized in the *Table 2*.

It would be seen from the following data (*Table 3*) that the R & D expenditure when expressed as percentage of the GNP has increased from 0.20% in 1958-69 to 0.42% in 1969-70.

Table 4, shows the expenditure on scientific research and development in a few selected countries as compared to India.

These figures are based on reports issued by O.E.C.D. and by CASTASIA and by the Research Policy Programme, Sweden in 1968-69. The cited data indicate a general correlation between expenditure on research and the state of development of a nation.

During the last ten years there has been considerable expansion in the facilities for higher education in science, agriculture, technology and medicine. Besides, increase in the number of seats in such institute, the number of institutes itself has also considerably increased as indicated (see *Table 5*).

Table 2.

	In million US \$	
	1958-59	1969-70
(a) Central Sector (including Universities)	26.3651	157.4758
(b) State Sector	1.33	11.466
(c) Private Sector	—	6.666
Total:	27.6951	175.6078

Table 3.

	In million US \$	
	1958-59	1969-70
(a) Total G.N.P. at Current Prices	16.800	42.306
(b) R & D expenditure	27.70	176
(c) R & D expenditure as percentage of G.N.P.	0.20	0.42

Table 4.

Comparison of the R & D effort of India with that of other countries

Name of the country	G.N.P.		Population in million	R & D expenditure		
	Total in terms of billion US \$	Per capita (\$)		Total in million (\$)	Per capita (\$)*	As % of G.N.P.
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1. U.S.A.	638.8	3,243	192	21,323	111	3.4
2. U.S.S.R.			226	5,700	25	2.5
3. West Germany	104.0	1,774	58	1,436	25	1.4
4. U.K.	91.9	1,700	54	2,159	40	2.3
5. France	88.1	1,674	48	1,299	46	1.6
6. Italy	49.6	897	51	290	6	0.6
7. Canada	43.5	2,109	19	425	22	1.0
8. Sweden	17.5	2,281	8	253	32	1.5
9. Netherlands	16.9	1,385	12	314	26	1.9
10. Belgium	15.4	1,502	9	123	14	0.9
11. Japan	69.1	622	97	892	9	1.5
12. China	53.0	74	715	659	0.9	1.3
13. India	43.0	90	483	150	0.31	0.4
14. Indonesia	7.3**	70	104	—	—	—
15. Korea	3.4**	120	28	10***	0.36	0.3
16. Pakistan	8.9**	85	105	27***	0.26	0.3
17. Philippines	4.8**	150	32	10***	0.30	0.2
18. Singapore	0.9**	450	2	0.5***	0.22	0.05
19. Thailand	3.7**	120	31	37***	1.20	1.00

* Computed from data in columns (5) and (4).

** Obtained by multiplying the corresponding figures in columns (3) and (4).

*** Obtained by multiplying the corresponding figures in columns (2) and (7).

Table 5.

Year	No. of Universities	No. of agricultural & veterinary colleges	No. of engineering and technological institutions		Total
			Degree level	Diploma level	
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1960-61	47	68	102	195	66
1965-66	64	90	133	274	87
1968-69	76		128	284	93

Science education at the university stage has received great impetus as will be seen from the data (*Table 6*).

The outturn of scientific and technical personnel at graduate and post-graduate levels for different scientific disciplines are given in the *Table 7*.

It may be noted on an average there has been about 300 percent increase in outturn in agriculture, engineering and technology sectors during the last ten years. Overall increase in outturn in all the sectors both at graduate and post-graduate levels was about 200 percent.

The number of scientific and technical personnel engaged in major R & D organisations and R & D units of Central Ministries during 1958-59 and 1968-69 are given in the *Table 8*.

It will be seen from the above that there has been substantial increase in the scientific and technical manpower during the last ten years.

The above information provides the total efforts made by the country towards Research and Development. It would have been very useful if the corresponding information in respect of the earth sciences could be given, which is unfortunately not readily available. However, it would be of interest to note that more than 40 Universities and Institutes are teaching geology

Table 6.

Year	Enrolment in science courses at university stage (Lakhs)	Percentage to total enrolment
1.	2.	3.
1960-61	1.9	26.0
1965-66	5.1	41.0
1968-69	6.8	40.0
1973-74 (anticipated)	11.9	45.0

Table 7.

	(Thousands)					
	Graduate level*		Post-graduate level		Total	
	1958	1968	1958	1968	1958	1968
(a) Natural Sciences	20.5	50.0	4.0	12.5	24.0	62.5
(b) Agricultural and Veterinary	2.0	8.8	0.3	1.4	2.3	10.2
(c) Engineering and Technology	6.5	26.0	5.0	16.8	11.5	42.8
(d) Medicine	—	—	3.0	8.5	3.0	8.5
Total:	28.5	84.8	12.3	39.2	40.8	124.0

* For this purpose a degree in engineering, technology and medicine has been taken as a post-graduate qualification and a diploma in these subjects has been taken as a graduate level qualification.

Table 8.

	1958-59	1968-69
<i>(a) Major Organisations</i>		
1. C.S.I.R.	3,512	8,848
2. D.A.E.	1,004	6,925
3. Defence R & D	1,500	4,747
4. I.C.A.R.	1,500	7,820
5. I.C.M.R.	1,001	1,221
Total (a):	8,517	29,561
<i>(b) Central Ministries</i>	5,638	14,367
Total (a+b):	14,155	43,928

up to the level of Master's Degree or equivalent with an average turn over of more than 400 geologists every year. The Survey is the single largest employer with an intake of about 100 a year, thereby creating a problem of gainful employment. This is engaging the attention of the Government and probably will find partial solution in further expansion of the Geological Survey of India.

Industrial Policy Resolution of the Government of India, 1956

The Industrial Policy Resolution of the Government of India is governed by the principle that "*the State shall strive to promote the welfare of the people by securing and protecting as effectively as it may a social order in which, justice, social, economic and political, shall inform all the institutions of the national life.*" In order to realise this objective it was found essential to accelerate the rate of growth and to speed up industrialisation. Under the prevailing circumstances the Government decided to classify industries into three categories having regard to the part which the State would play in each of them. In the first category falls the industries, the future development of which will be exclusively the responsibility of the State and includes industrial units covering coal, lignite, mineral oils, iron ore, manganese ore, chrome ore, gypsum, sulphur gold, diamond, copper, lead, zinc, tin, molybdenum, wolfram and atomic minerals. The second category consists of industries which will be progressively State owned and State will, therefore, generally take the initiative in establishing new undertakings, but in which the private enterprise will also be expected to supplement the effort of the State. These industries include all minerals except minor minerals and fertilizers. The remaining industries in the third category will be open to private sector. This policy imposed a great responsibility on the National Survey to locate and prove reserves of most of the important industrial mineral raw materials to sustain the planned development of the concerned industries.

International Programmes

The participation of the Geological Survey of India in the International Programme covers both fundamental aspects of earth sciences as well as material surveys. In the former category mention may be made of the Survey's association with the projects of IUGG, IUGS, *etc.*, sponsoring programmes like International Geophysical Year, Upper Mantle Project, International Hydrological Decades *etc.* In the latter category falls projects sponsored by the organisations under the U.N., like ECAFE, UNESCO, UNDP, *etc.*

A scientific organisation like the Geological Survey of India cannot work in isolation, standing aloof from the main streams of scientific advancements and technological developments. It has to move with the time and include within its normal routine of activities new branches and disciplines, developed or in the process of being developed throughout the world. Thus it devolves on the Geological Survey of India to gear its machinery suitably to meet the changing pattern of demands imposed by rapidly expanding and fast moving modern civilization.

It would be natural for every nation to keep up to the race in scientific marathons but for a developing nation like India the pattern of the task imposed on its National Geological Survey, would be different from that of its counterparts in the scientifically more advanced, technologically more developed and economically more affluent societies. No doubt the Survey should remain alert so that new fields of activity are poened, organised and developed to bring effectively within the ambit of the department new branches and disciplines of geology and other geo-sciences but the work of the Survey would be geared mainly to the national development programme.

While the Survey will in foreseeable future be busy in assignments aimed at speedy development of the country it has to be cautious that no gaps are created in the knowledge obtaining in the country and the world outside. It will be, therefore, necessary for the Geological Survey of India to ensure that in future expansion and reorganisation, steps are taken not only to keep pace with the demand for raw material or back ground geotechnical information but the Survey and its geologists and scientists keep pace with the general scientific advancements. The Survey has, therefore, the responsibility to bring in the necessary stimulation for the quest of the fundamentals along with much needed quest for minerals.

THE ROLE OF GEOLOGICAL SURVEY OF INDIA
IN NATIONAL DEVELOPMENT

Before discussing the activities of the Survey within the ambit of current policies a brief review of the growth of the Survey from its very inception in 1851 would provide necessary background material to appreciate its role in the national development. Geological Survey of India, one of the oldest and perhaps largest organisations of its kind, in the world, had a modest beginning. Till Independence of India, in 1947, it was but a small department with only a few hundred employees-scientific, technical and non-technical personnel included. With the change of outlook and needs the Survey emerged,

most deservedly as a pre-mige institute having the responsibility of providing basic information for the development of mineral based industries, agriculture and power from natural resources.

Essentially a scientific department devoted to systematic collection and collation of geological and allied information in the Indian subcontinent and connected research, it experienced an expansion of the horizon and diversification of activities to almost an unforeseen extent, to meet the demand of the country in its various spheres of development. Dominated by the urgent necessity and national interest, the priority of work soon shifted towards extensive and intensive exploration for minerals, groundwater, power generation, *etc.*, so that the quick forward steps taken after Independence in industrialisation could be sustained. Through this process the Geological Survey of India today has acquired 7,800 scientific, technical and non-technical hands. The organisational set-up, of necessity had to undergo several structural changes and modifications.

The establishment of Museum of Geology at Calcutta in 1840 marked the beginning of geology in the country. Five years later the Survey Section was added with the main purpose of mapping the coalfields. With this nucleus the G.S.I. was established in 1851. It may be of interest to trace the growth in terms of the personnel which is indicated in the table below:

Personnel Growth
(Scientific, Technical and Non-technical)

1851	3
1900	65
1910	86
1920	109
1930	112
1940	124
1950	576
1960	2633
1965	5802
1967	7801

In the total strength of 7800, there are 1200 scientists and about 3000 engineers and technical personnel.

The important event and structural changes of the Survey in the course of its long history are as follows:

1. As part of reorganisation in 1856, the Director of the Geological Survey was also made the Director of Museum of Geology in Calcutta. Later in 1875, the Museum Section of the Department was moved to the gallery of the Indian Museum.
2. Publication of the first Memoir of the Geological Survey of India in 1856.
3. Publication of the first Record of the Geological Survey of India in 1869.
4. Publication of the first Geological Map of India in 1877.
5. Publication of a Manual of the Geology of India in 4 Volumes in 1879.
6. Introduction of drilling in 1888 to expedite the mineral exploration programme.
7. Investigation on the suitability of dam site in Mysore and Madras in 1888-89 which marked the beginning of Engineering Geology of the Civil Engineering Projects in the country.

8. Initiation of the studies on earthquakes in the seventies of the last century.
9. Establishment of Mining Section in 1894 which, after separation in 1902, became the Department of Mines, now known as the Directorate General of Mines and Safety.
10. Creation of an Utilisation Branch in 1942 for development, processing and utilisation of mineral as a measure of war efforts. Strategic Branch was also organised under the Defence Department to tender advice on military geology.
11. Creation of Mineral Development, Engineering Geology and Groundwater Divisions in 1944.
12. Setting up of Indian Bureau of Mines in 1949 with the officers of the Geological Survey as a sequence to the Utilisation Branch of the Survey to deal with certain aspects of mining, mineral conservation, mineral beneficiation, etc.
13. Creation of Oil & Natural Gas Commission in 1956 with the nucleus of the officers drawn from the Geological Survey.
14. Creation of 5 Economic Geology Divisions in 1958.
15. Creation of Base Metal Division in 1959 to intensify Base metal investigations.
16. Decentralisation of the Department in 1961, forming Circles at State levels and Regional set ups.
17. Organisation of the XXII International Geological Congress in Delhi in 1964.
18. Merging of the Exploratory Wing of the Indian Bureau of Mines in 1966 and consequent reorganisation of the Department.

The present functions and responsibilities of the Survey are :

1. *Surveys:*

- a) Geological mapping in progressively increasing details leading to basic geological maps of the country,
- b) Geophysical surveys leading to geophysical and maps of the country, and
- c) Geohydrological surveys in systematically controlled measures leading to basic groundwater maps of the country.

2. *Studies:*

- a) Systematic petrological and mineralogical studies,
- b) Systematic palaeontological and stratigraphic studies,
- c) Systematic geochemical studies, and
- d) Systematic geohydrological studies, and
- e) Systematic geotechnical studies of Civil Engineering problems.

3. *Assessment:*

- a) Prospecting, exploration and assessment of mineral resources including groundwater, and
- b) Terrain assessment for communication, military and engineering purposes.

4. *Planning:*

- a) National Planning of mineral resources exploration and exploitation,
- b) Control of reserves and determination of the exploitable grades,
- c) Outlook and prognostics in respect of mineral resources, and
- d) Preparation of groundwater budgets.

5. *Scientific Research:*

- a) Fundamental research in geology, geochemistry and allied fields,
- b) Co-operation in International Scientific Projects,
- c) Adaptation and development of techniques and methods leading to advances in research and exploration, and
- d) Dissemination of the results of studies and research.

Within the ambit of National policies the Survey, over the last decade, has been gradually implementing programmes of activities in both applied

and fundamental fields. During this period the Survey has been an important participant in three Five Year Plans for agricultural and industrial development. There is no scope for recounting the history of the Survey's activities during the last two decades, but a scrutiny will reveal that both applied and fundamental branches of the earth sciences have received adequate attention; and research on methodology and techniques is being dynamically pursued, in order to meet the demands of the industry. Since 1967 there has been significant reorientation of its activities. Regional aspects of all branches of surveys and explorations constitute the principal objective of the investigations. The field units have been reorganised. Combined geological-geophysical-geochemical investigations are being organized by integrating the planned activities. Fundamental research in petrology, stratigraphy, geochemistry and geophysics are engaging more scientists, and investments in these domains are continuously on the rise. Within the limitations set by financial austerity, the utmost efforts are being made to implement the scientific policy of the Government.

In this transitional period since the independence the Survey's growth and orientation of activities have also permitted enlargement of scope, introduction of newer techniques and solution of complex regional problems. Some details in this respect perhaps would be relevant.

Preparation of the Basic and Modern Geological Maps

Systematic geological mapping is indeed the basic function of the Survey. It constitutes the starting point of all other operations including exploration. To start with, the Survey began mapping on $1'' = 4$ miles (1:253,440) and when the greater part of the country was covered on this scale, detailed mapping on $1'' = 1$ mile (1:63,360) was taken up early this century. For the coal-bearing areas further detailed surveys on $4'' = 1$ mile (1:15,840) were carried out. The first official geological map of the country was published in 1877 on a scale of $1'' = 64$ miles (1:4,055,040). Subsequently revised editions came out in 1893, 1903, 1911 and 1931, fall on a scale of $1'' = 32$ miles (1:2,027,520). These maps portrayed the work carried out by the geologists of the Survey not only in India but in Burma and parts of Afghanistan and Tibet also.

Another edition of geological map of India, incorporating the results obtained by the end of 1960, was published in 1963 on a scale of 1:2,000,000, and was presented during the XXII Session of the International Geological Congress. Till 1950, 0.95 million sq. kms. of the country's total surface area of 3.3 million sq.kms. was covered on a scale of $1'' = 1$ mile (1:63,360). By 1966 another 0.4 million sq.kms. were added. By 1971 the total coverage would be 2.0 million sq.kms. By about 1980 the entire country would be covered on a scale of 1:50,000. Since 1950 the exploration activities are demanding mapping on larger scales, and mapping on aerial photographs was introduced, on a scale of 1:30,000. In the ten years preceeding 1966 46,000 sq.kms. were covered on this scale.

Important mineral prospects and deposits need further detailed mapping upto scales of 1:100. Most of the mineral prospects of the country have been mapped on such scales by employing plane table-telescopic alidade method.

The technique of photogeological mapping is being increasingly used for rapid coverage of the less known areas. Long stretches of the Himalaya,

western coast and the Assam plateau have already been under such reconnaissance and field checking for confirmation.

In the last two decades the Survey has been intimately associated with engineering and water-supply projects, on both local and regional scales. The development of water and power resources during the three plan periods with an estimated cost of Rs. 4,500 crores or \$ (US) 6,000 million made a heavy demand on surveys's resources. For constructional purposes geotechnical mapping has been done on large scales portraying geomorphic features, evolution of land forms and whenever possible neotectonic features. Proposals are being considered for systematic relief analysis as the initial measure for terrain evolution.

Between 1953 and 1959 India completed the largest groundwater exploration project of the world covering 1.4 million sq.kms. This endeavour in regional prospecting is being followed up by geohydrological mapping, incorporating detailed groundwater inventory data. A comprehensive geohydrological map has just been completed outlining the basins, and detailing the yield and chemical characteristics on a scale of 1:2,000,000. This map was presented before the XXIII International Geological Congress, 1968.

During the last five years the off-shore areas have been brought within the mapping programme. Based on bottom sampling and coring the sediment and chemical characteristics of the same are being depicted on the maps. The Arabian Sea and Bengal Bay coasts have already been surveyed. The entire off-shore belt is programmed to be surveyed in this manner.

Regional synthesis of tectonics and metallogeny was undertaken in the late fifties. The first tectonic and metallogenic maps of India (1963) were printed and presented at the XXII International Geological Congress, 1964. Since then there has been further evolution of thoughts and elaboration of details. Besides identification of six pre-Cambrian tectonic cycles the revised Tectonic Map of India (1968) interpreted the Himalaya as a reactivated platform, and depicted the traces of fundamental faults in an attempt to analyse their role in tectonic evolution. In the revised Metallogenic Map of India (1968) 27 elements and substances were taken into considerations, and the deposits were classified in order of importance, besides being categorized into genetic groups. The fundamental dislocations and the principal deposits displayed close relation. Both these maps were displayed at the XXIII International Geological Congress, 1968 and were acclaimed as having registered considerable advances in the methods of interpretation in the advances in the methods of interpretation in the compilation of these maps. These were attempts at synthesis to understand fundamental causes, and the appreciation of the same indicates validity and partial success.

Complex Regional Geological Research

Introduction of sophisticated geophysical and geochemical techniques to aid geological interpretations has opened up an important avenue of interdisciplinary study of the earth, and a more complete understanding of its processes. Regional gravity, magnetic and geochemical anomalies have greatly aided regional tectonic and metallogenic synthesis. The compilation of the recent tectonic and metallogenic maps have largely taken into account the

information furnished by local and regional geophysical and geochemical studies.

Systematic geochemical surveys have not yet been undertaken by the Survey although the fundamental character of such studies are indeed appreciated, and plans are at hand for the initiation of such studies. Regional geophysical surveys have also not yet been undertaken systematically by the Survey excepting for the vast Deccan Trap country in Western India. On the other hand geochemical and geophysical exploration is an integral part of mineral exploration by the Survey. As most of the surface evidences of mineralisation have been investigated in detail, the search has now been directed towards concealed extensions and "new" areas of suitable geological environments. Here the geological exploration is being conducted entirely on the basis of geochemical and geophysical anomalies. In fact geophysical anomalies have been useful in outlining regional characteristics of mineralisation.

Basin-wise groundwater exploration constitutes an important part of the Survey's current programme of work. Groundwater inventory data provide the guideline, but sub-surface configurations and water quality problems are being investigated by adopting the conventional geophysical methods. Exploratory drilling and borehole geophysical studies are widely applied as in the case of exploration of other minerals.

India's problems of power have been largely solved by harnessing water and thermal energy. Large river valley projects are fast changing the face of the country. Several river systems in the country are being harnessed in this manner. The foundation, tunnel alignments, reservoir basins and powerhouse sites have been investigated geologically and geophysically, and sites located at the most vantage positions.

This in brief gives an idea of the complex geological studies which the Survey has carried out in the country.

Since 1967 the Survey has undertaken comprehensive stratigraphic studies to solve the the problems both in respect of pre-Cambrian and post-Cambrian sequences. The results are promising.

A recent review of the status of knowledge on stratigraphy, to be published shortly, indicate how the entire concept of pre-Cambrian stratigraphy of India has undergone radical changes. The whole pre-Cambrian sequence has been divided into two broad groups: Riphean and pre-Riphean. Amongst the pre-Riphean sequences the oldest group comprise the Khondalites-Charnokites. Iron-bearing peli-psammitic assemblages of eastern and southern India constitute the next stratigraphic unit followed by varied sequences till the Riphean. Riphean metamorphics are characterised by calcareous peli-psammitic assemblages with manganese. There are widespread Riphean platform sequences too. Systematic biostratigraphic analyses of the post-Cambrian sequences are in progress.

Processing and Storage of Scientific Information

The Survey is now 118 years old. Over these years information has accumulated to stupendous proportions. While some of these have been published a host of others lie in the files. Ready accessibility to such information is an acute problem harrassing the scientists. Previously an information wing of

the Survey was compiling the data on minerals. The Records wing could supply the dossiers pertaining to the subject. But all these entailed hours of labour to the scientist to screen out the material they wanted. Moreover, with the increasing diversity of geological literature it becomes difficult for the scientist to scan the world activities in his branch of study. And there are about 1200 scientists in the Survey. To cater to their needs an immense organisation would be necessary unless the whole information is organised, codified and stored in such a manner so as to be mechanically retrievable on command.

To meet these ends, since 1960 there has been a concerted drive towards compilation and codification of all geological, geophysical and geochemical data. Before automatisation of the whole process, indices are being prepared to list and codify the information. The ultimate aim is of course computerisation of the same. The Survey expects to have its own computer soon.

Periodical bulletins dealing with annotated bibliographical index according to sub-disciplines were in vogue in the Library for the last twenty years; but this could hardly keep pace with the publication activity. The resources in such efforts have been augmented recently, and a full fledged documentation unit is working full time to make up the arrears. With the help of a computer these efforts would be further systematised.

C o n c l u s i o n s

These discussions naturally lead one to the visions for the future. No doubt at the present rate exploration methods and techniques would reach new heights of sophistication, and exploitation methods would introduce more precise and economical methods. Methods like concentration of sulphur by bacterial agencies and dispersed ores by nuclear microblasts are already on the threshold of application. In the field of power the conventional sources are being fast replaced by nuclear energy. This mode of utilisation of nuclear power would soon demand corresponding developments in waste disposal practices keeping in view the inherent danger of contamination. With higher and higher speed of travel, the light metal industry would flourish most, and the mineral exploration activities would have to meet this demand for lighter metals.

However, all these are about to come in the foreseeable future. The question remains in what lies next. It is difficult to identify modern geology as a single science. The sub-disciplines in their present state of development can each claim to be an integral science in itself. Moreover, the constant entente with sister sciences like geophysics and geochemistry is slowly obliterating the boundaries between geology and the physico-mathematical sciences. Geologists are training themselves increasingly in physico-mathematical sciences to meet the demands of their respective scientific pursuits. As the academic curriculum is hardly so oriented, most research workers in geology are spending a period of self-teaching in these allied sciences so as to equip themselves properly. At this rate very soon the National Surveys and similar organisations would assume a much more multi-disciplinary character, and in every endeavour scientists from four or five disciplines would be equally involved.

Lastly, some comments are also necessary in respect of the scientists themselves. For future geologists, it would indeed be a matter of increasing

specialisation and an interdisciplinary orientation. Modern academic curriculum could perhaps dispense with much of the descriptive and imprecise aspects of geology and historical accounts. An important part of the instructions should be devoted to the fundamental physico-mathematical and bio-sciences. This alone could equip the earth-scientists for the requirements of the future.

This congregation of the National Surveys and similar institutions of the world, is perhaps very timely. One more Survey is celebrating the Centennial. Age is veneration, it is a sign of wisdom. In this modern world age is no restriction for vigour and vitality. Let the World surveys grow unision and enrich the earth sciences to the benefit of humanity.

**DAS ZENTRALE GEOLOGISCHE INSTITUT BERLIN
DES STAATSEKRETARIATS FÜR GEOLOGIE
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK**

von

K. SCHMIDT

DDR

Es sei mir zunächst gestattet, unseren ungarischen Kollegen für ihre Absicht, mit dem hundertjährigen Jubiläum der Ungarischen Geologischen Anstalt einen „Tag der Geologischen Institute der Welt“ zu verbinden, recht herzlich zu danken.

Ein solches Vorhaben verdient insofern hohe Anerkennung, als es angesichts der in den letzten 20–30 Jahren vor sich gegangenen teils revolutionierenden Entwicklung der Geowissenschaften an der Zeit erscheint, die Rolle und Aufgaben der geowissenschaftlichen Forschungsinstitutionen einer Betrachtung zu unterziehen. Wenn dabei den Fragen der Wissenschaftsorganisation eine besondere Aufmerksamkeit zuerkannt wird, so ist dies eine Folge der immer dringlicher aus der gegenwärtigen wissenschaftlich-technischen Revolution gewachsenen Forderung nach einer bewussteren Lenkung der Wissenschaft als der entscheidenden Produktivkraft des gesellschaftlichen Fortschritts.

Die Geowissenschaften haben im Verlauf ihrer bisherigen Entwicklung ständig an Einfluss auf die materielle Produktionssphäre der menschlichen Gesellschaft gewonnen. Sie sind vor allem dazu berufen, alle die Grundlagen und Voraussetzungen zu schaffen, die auf die Befriedigung der wachsenden Bedürfnisse an natürlichen mineralischen Rohstoffen und der Nutzung anderer Erdeigenschaften für die verschiedensten wirtschaftlichen Belange gerichtet sind. Dem ökonomischen Moment in den Geowissenschaften ordnen sich heute der überwiegende Teil der Forschungsvorhaben unter; die rein erkenntnis-mässige Seite, der Drang des Forschers, Neues zu entdecken, werden immer stärker von Überlegungen ihrer Nützlichkeit für die materiellen Interessen der Gesellschaft stimuliert. Im zunehmenden Masse betrifft das auch solche Forschungsarbeiten, deren wirtschaftliche Akzentuierung ausgesprochenen prognostischen Charakter trägt und bei denen die Schaffung von Grunderkenntnissen in den ersten Phasen ihrer Verwirklichung noch überwiegt. In der Erforschung der mineralischen Rohstoffressourcen unseres Erdkörpers und seiner anderen Nutzungsmöglichkeiten wurden in den vergangenen Jahrzehnten beachtliche Ergebnisse erzielt. Durch neu entwickelte Theorien,

Methoden und Instrumentarien sind wir in die Lage versetzt, nicht nur die allgemeinen Gesetzmässigkeiten und Erscheinungen der erdgeschichtlichen Entwicklung in den einzelnen Zeitabschnitten mit hohem wissenschaftlichen Niveau zu erforschen und die fast schon unübersehbare Vielfalt von Fakten und Erkenntnissen in weltumspannenden Synthesen zu vereinen, sondern auch kleinere Territorien oder geologische Einheiten in bezug auf ihre geologischen und wirtschaftlichen Verhältnisse sehr detailliert zu erfassen. Waren bisher die oberen, dem Bergbau und den Bohraufschlüssen zugänglichen Teile der festländischen Erdkruste dominierender Gegenstand der geowissenschaftlichen Forschung, so sind seit einiger Zeit die tieferen Krustenbereiche stärker in das Blickfeld gerückt.

Die Aufhellung zum Beispiel der Probleme der Mantel/Krustenbeziehungen bedeutet nicht schlechthin nur einen Beitrag zur Vervollständigung der Theorie des Aufbaues der Erdkruste; es werden damit vielmehr unmittelbare praktische Fragestellungen verbunden, die im Komplex der magmatektonischen Tiefenprozesse vor allem die Herkunft und Verteilungsgesetzmässigkeiten endogener Erzbildungen betreffen. Obwohl gegenwärtig noch die Vorstellungen dazu einen hohen Abstraktionsgrad aufweisen, und der hypothetische Charakter überwiegt, so dürfte es uns vielleicht schon in nicht all zu ferner Zukunft möglich sein, mittels entsprechender Methoden und Verfahren die tatsächliche stoffliche und strukturelle Natur dieser tieferen Bereiches festzustellen. Das Wirkungsfeld des Geologen wird dadurch eine beträchtliche Ausweitung in die Tiefe erfahren und mit Gewissheit werden die Krustenbereiche bis etwa zur Mohodiskontinuität einen integrierenden Bestandteil künftiger geologischer Betrachtungen bilden.

Auf der Erdoberfläche selbst beanspruchen schon seit geraumer Zeit die Meere und Ozeane ein steigendes wirtschaftliches Interesse. Über die heute bereits als Lieferanten für verschiedene Rohstoffe dienenden Schelfgebiete hinaus, richtet sich der Blick auf die tieferen Meeresregionen. Die Bemühungen um die technologische Erschliessung des gewaltigen marinen Rohstoffpotentials in diesen Regionen werden schon in absehbarer Zeit zu praktischen Lösungen führen. In Verbindung mit diesen Problemen entwickelt sich die Meeresgeologie zusehend zu einer gewichtigen und zukunftssträchtigen geowissenschaftlichen Disziplin.

Neben der Nutzung der marinen Ressourcen wird sich vorrangig in Abhängigkeit vom Energiefaktor und der Verfahrenstechnik die Gewinnung mineralischer Rohstoffe auch auf oberflächennahe Gesteinskörper ausdehnen, deren Gehalte an nutzbaren Komponenten heute noch ausserhalb wirtschaftlicher Bedeutung liegen. In den gleichen Rahmen fallen die Versuche zur industriellen Rohstoffgewinnung aus grösseren Teufen, z. B. durch chemische und thermische Auslaugung, Vergasung u.a. Technologien.

Als ein weiteres Merkmal der grossen Entwicklungszüge erweist sich die Inanspruchnahme bisher noch nicht genutzter Erdeigenschaften, wie die Wärmeenergie des Erdmantels, die Druckenergie natürlicher Gase und die Tiefenwässer als Rohstoff und Energiequelle. Unverkennbar ist schliesslich auch der vorerst noch vom wissenschaftlichen Erkenntnisdrang bestimmte Trend des Vordringens in den planetaren Raum. Die Menschheit hat sich erst kürzlich die ersten ausserirdischen Himmelskörper näher erschlossen und die

rasch fortschreitende Weltraumforschung wird sicher sehr tiefgreifend das heutige wissenschaftliche Weltbild beeinflussen; ebenso werden, wenn auch erst in fernerer Zukunft, wirtschaftliche Auswirkungen nicht ausbleiben.

Die im vorstehenden angedeuteten und sicherlich bei weitem nicht vollständig erfassten und in ihrer Bedeutung gewichteten prognostischen Entwicklungstendenzen der geowissenschaftlichen Forschung und Praxis wirken sich selbstverständlich auf das gesamte System der Geowissenschaften aus. Wenn bis vor wenigen Jahrzehnten noch die Stratigraphie, Paläontologie, Tektonik, Mineralogie und andere traditionelle Disziplinen den Begriff „Geologie“ oder „Geowissenschaft“ verkörperten, so hat sich im Verlaufe der Zeit die Entwicklung in zweierlei Grundrichtungen vollzogen:

Einmal ist eine zunehmende Spezialisierung und Differenzierung festzustellen, und zwar in Form der

- Herausbildung neuer, durch eigene Forschungsobjekte und -methoden charakterisierte Teildisziplinen

sowie der

- Erweiterung oder Einengung der Bedeutung bestehender Disziplinen.

Dieser Prozess ist ganz natürlich; er wird sich mit dem tieferen Eindringen des forschenden Geistes in die Gesetzmässigkeiten des erdgeschichtlichen Geschehens, dem damit verbundenen Erkenntniszuwachs und nicht zuletzt durch neue wirtschaftliche Bedürfnisse mit Sicherheit weiter fortsetzen. Es werden Wissenschaftsdisziplinen entstehen und künftig vorherrschen, die heute nur im Keim sichtbar oder uns sogar nur als prognostische Wahrscheinlichkeit erscheinen.

In enger Wechselwirkung mit der Differenzierung der Geowissenschaften in mehr oder weniger selbständige Disziplinen verläuft der Prozess ihrer Integration. Er hat seine Ursache in der Komplexität und Mannigfaltigkeit der Untersuchungsobjekte und manifestiert sich darin, dass Einzeldisziplinen oder Elemente derselben zu neuen komplexeren Wissenschafts- und Forschungsdisziplinen integriert werden.

Diese Entwicklung bahnte sich etwa in den 20-iger Jahren mit der Geotektonik an und fand ihre Fortsetzung in der Formierung solcher Integrationsdisziplinen wie die Minerogenie/Metallogenie, Formationslehre, Petrologie, ökonomische Geologie, u.a. So wie sich der Trend der Differenzierung in den kommenden Jahren weiter verstärken wird, ist eine gleiche Entwicklung für die Integration anzunehmen. Ein Ende dieser Prozesse ist nicht abzusehen und vom Prinzip her auch nicht zu erwarten. Ohne in Spekulationen zu verfallen, erscheint die Annahme berechtigt, dass sich in absehbarer Zeit ein gegenüber der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts nach Inhalt, Methoden und Zielsetzung deutlich unterschiedenes System der Geowissenschaften herausgebildet haben wird. Dabei dürfte ein vor allem bereits gegenwärtig deutlich wirksamer Faktor von grossem Einfluss sein. Das betrifft die immer enger werdenden Verflechtungen mit anderen Wissenschaftsdisziplinen, gleichviel ob es sich um den philosophischen oder naturwissenschaftlichen Bereich handelt. Von erstrangiger Bedeutung sind hierbei die Grundwissenschaften Mathe-

matik, Physik und Chemie, deren Forschungsmethoden und -Ergebnisse die moderne geowissenschaftliche Arbeit immer stärker durchdringen werden.

Die breitere Anwendung physikalischer, chemischer und mathematischer Methoden, Parameter und Modelle ist Ausdruck dafür, dass die Geowissenschaften zu einer umfassenden quantifizierenden Untersuchung und Interpretation ihres Forschungsgegenstandes vordringen. Damit sind nicht nur einschneidende Veränderungen der gesamten Untersuchungsmethodik geowissenschaftlicher Arbeiten verbunden, sondern auch die Aussagen über geologische Erscheinungen und Zusammenhänge werden neue Formen annehmen; die geologische Kartendarstellung wird z. B. neben dem beschreibenden Teil in hohem Grad von Computern ermittelte exakte Messdaten enthalten.

Nach diesen kurzen Betrachtungen einiger Aspekte der künftigen Entwicklung der Geowissenschaften, die darzulegen mir am „Tag der Geologischen Institute der Welt“ zweckmässig erschienen, möchte ich mich nun einigen Fragen der Aufgaben und Stellung des Zentralen Geologischen Institutes der Staatssekretariats für Geologie der Deutschen Demokratischen Republik zuwenden.

Das *Zentrale Geologische Institut (ZGI)* Berlin, ist in Anbetracht seiner erst im Jahre 1961 erfolgten Gründung eine vergleichsweise junge Forschungsinstitution. Es untersteht neben einer VVB Erdöl/Erdgas und zwei Erkundungsbetrieben (für Hydrogeologie und feste mineralische Rohstoffe) unmittelbar dem Staatssekretariat für Geologie und bildet dessen wissenschaftlichen Zentrum. In dieser Eigenschaft nimmt das ZGI eine zentrale Position im Rahme der gesamten geowissenschaftlichen Forschung in der DDR ein, d.h. über den Bereich des Staatssekretariats für Geologie hinaus, übt es als Leitinstitution für die geologische Grundlagenforschung der DDR auch einen bestimmenden Einfluss auf die im Hochschul- und Akademiebereich laufenden Forschungsarbeiten aus.

Mit seinem über 500 Mitarbeiter betragenden Personalbestand, der durch etwa 150 vertraglich gebundene Wissenschaftler aus anderen Institutionen ergänzt wird, stellt das ZGI zugleich die grösste geologische Forschungseinrichtung der DDR dar. Ihm folgt das der VVB Erdöl/Erdgas unterstehende Forschungsinstitut für die Erkundung und Förderung von Erdöl und Erdgas in Gommern. Die innere Organisationsstruktur des ZGI wird durch vier grössere Aufgabenbereiche bestimmt, und zwar den Direktionsbereichen Geologie, Laboratorien/Kartographie, Information/Datenverarbeitung und Ökonomie, die ihrerseits wiederum in Abteilungen untergliedert sind; des weiteren existiert eine für die Belange der Wissenschaftsorganisation und Prognose zuständige Abteilung.

Die vom *Zentralen Geologischen Institut* zu lösenden Aufgaben weisenausgehend von seiner Rolle als wissenschaftliches Zentrum des zentralen staatlichen Organs für Geologie — ein verhältnismässig breites Spektrum auf. Sie betreffen sowohl fast alle Bereiche der geowissenschaftlichen Forschungstätigkeit einschliesslich der damit verbundenen zentralen Planungs- und Leitungsaufgaben sowie die Ausarbeitung von Wissenschafts- und Forschungsprognosen als auch die Wahrnehmung wichtiger gesamtstaatlicher Aufgaben hinsichtlich der Herausgabe geologischer Karten und Publikationen, des zentralen Dokumentations- und Informationswesens und der Einführung modernen

Methoden und Verfahren (wie z.B. der elektronischen Datenverarbeitung) in die geologische Forschung und Erkundung.

An dieser Stelle sind einige Bemerkungen zur grundsätzlichen Situation der geowissenschaftlichen Forschung in der DDR vorzuschicken. Im Rahmen der Durchsetzung des ökonomischen Systems des Socialismus wurde auf der Grundlage von Beschlüssen der Partei- und Staatsführung auch eine neue Etappe der gesamten Wissenschaftspolitik in der DDR eingeleitet. Das Hauptanliegen bestand darin, die Wissenschaft zielstrebigter als unmittelbare Produktivkraft zu nutzen und die Forschungskapazitäten aller Bereiche auf strukturbestimmende Prozesse und Erzeugnisse der Volkswirtschaft zu konzentrieren. In diesem Prozess vollzogen sich auch bei den Geowissenschaften bedeutsame Veränderungen. So wurde die Anzahl der Lehr- und Forschungsstätten im Hochschulsektor auf drei (Freiberg, Leipzig und Greifswald) reduziert; im Akademiebereich die geowissenschaftlichen Institute in einem Zentralinstitut vereinigt und eine Konzentration des gesamten Forschungspotentials auf nur wenige, aus volkswirtschaftlicher Sicht vordringlich zu lösende Probleme vorgenommen.

In dem neuformierten Gesamtsystem der Geologie in der DDR obliegt nun dem Zentralen Geologischen Institut als prinzipielle Aufgabenstellung die Sicherung des wissenschaftlichen Vorlaufs für die Prognose, Suche und Erkundung von festen, flüssigen und gasförmigen Rohstoffen sowie die Nutzung von Erdeigenschaften auf dem Territorium der DDR und die praktische Anwendung neuer Erkenntnisse auf dem Gebiet der geologischen Wissenschaften. Nach Inhalt und Zielsetzung handelt es sich um wissenschaftliche Arbeiten, die gemäss OECD-Richtlinien überwiegend den Kategorien der reinen und gezielten Grundlagenforschung zuzuordnen wären.

Im Rahmen dieses Komplexes wurden in den vergangenen Jahren umfangreiche Forschungsarbeiten zur Klärung der Perspektivität an volkswirtschaftlich bedeutsamen Rohstoffen durchgeführt und in diesem Zusammenhang grundlegende Probleme der geologischen Entwicklung und des geologischen Baues des Territoriums der DDR bearbeitet. Das Schwergewicht lag dabei auf der Erforschung der Voraussetzungen und Grundlagen für die Einschätzung der Erdöl- und Erdgasführung unseres Landes bei besonderer Berücksichtigung der tieferen Bereiche der Norddeutsch—Polnischen Senke. Mit grosszügiger Unterstützung sowjetischer Geologen sind im Zuge dieser Arbeiten verschiedene moderne *geologische und geophysikalische Kartenwerke* in den Maßstäben 1:200 000 und 1:500 000 geschaffen worden. Ausser lithologisch-paläogeographischen, paläotektonischen, paläostrukturellen, Mächtigkeits-, Struktur- und abgedeckten Karten für die einzelnen geologischen Systeme sowie regionalen Korrelationsprofilen, geophysikalischen, geologisch-geophysikalischen Schnitten, Horizontalschnittkarten für bestimmte Teufenbereiche verdienen die neuartigen tektonischen Karten vor allem von ihrer methodischen Gestaltung her, besonderes Interesse.

Mit der Anfertigung solcher Art von Kartendarstellungen wurde in der DDR die fast 100 Jahre währende Periode der „klassischen Oberflächenkartierung“ vererst beendet. Bekanntlich verfügt die DDR in Gestalt der „Geologischen Spezialkarte im Maßstab 1:25 000“ über eines der ältesten geologischen Kartenwerke der Welt. Die ersten Karten erschienen bereits um 1870-

und heute liegen von den rd. 980 auf die DDR entfallenden Blätter etwa 80% kartiert vor. Nach dem 2. Weltkrieg erfolgte auch eine geologische Aufnahme bzw. Zusammenstellung im Maßstab 1:100 000 in grösseren Teilen der DDR, so für die nördlichen und südlichen Gebiete. Weiterhin wurde, wie in den anderen sozialistischen Ländern, mit der Anfertigung eines geologischen Kartenwerkes im Maßstab 1:200 000 begonnen. Insgesamt gesehen nimmt jedoch die Herstellung von Oberflächenkarten in den o. a. Maßstäben in der DDR keine dominierende Stellung mehr ein.

Eine weitere Hauptaufgabe bildete die Ausarbeitung von *Lagerstättenprognosen* für feste mineralische Rohstoffe vorzugsweise in den Maßstäben 1:100 000 und 1:200 000. Im Ergebnis dieser Arbeiten konnte z. B. die Perspektive an solchen für die Volkswirtschaft der DDR wichtigen traditionellen Rohstoffen wie Braunkohle, Kalisalze, Kupferschiefer, Eisenerz, Zinn, Schwer- und Flußspat wissenschaftlich begründet geklärt werden. Gegenwärtig werden systematische Forschungen für eine eingehende metallogenetische Analyse des gesamten Staatsgebietes betrieben mit Ziel der prinzipiellen Klärung des Rohstoffpotentials. Hierbei finden perspektivisch bedeutende Rohstoffe (so u.a. Spuren- und Seltene Elemente) besondere Beachtung. In Verbindung mit diesen Arbeiten wird ein komplexes metallogenetisches Kartenwerk der DDR entstehen.

Ebenfalls wurden in den letzten Jahren Lagerstättenprognosen für Grundwasser bevorzugt in den Ballungsgebieten der Trink- und Brauchwasserversorgung als Grundlage der Such- und Erkundungsarbeiten angefertigt. Weiterhin ist ein fast vollständiges hydrogeologisches Übersichtskartenwerk der DDR im Maßstab 1:200 000 erarbeitet und mit einer grossmaßstäblichen (1:50 000) Spezialaufnahme begonnen worden. Seit kurzer Zeit sind wir dazu übergegangen, der hydrogeologischen Grundlagenforschung zur Schaffung gesamtstaatlicher Unterlagen für die Nutzung flacher und tiefer Grundwasserhorizonte mehr Aufmerksamkeit zu widmen. Dabei spielen die Erforschung des hydrochemischen und hydrodynamischen Regimes in den einzelnen Stockwerken und die paläohydrogeologischen Verhältnisse in den verschiedenen Zeitepochen auch im Hinblick auf ihre Beziehungen zu lagerstättenbildenden Prozessen, eine besondere Rolle.

Auf dem Gebiet der *Ingenieurgeologie* werden vielseitige Forschungen zur Ermittlung von gesteinsphysikalischen Parametern und zur Klassifikation der ingenieurgeologischen Eigenschaften der Fels- und Lockergesteine betrieben. Unter dem Gesichtspunkt der Schaffung einer für die Länder des Rates für gegenseitige Wirtschaftshilfe verbindlichen Methodik der ingenieurgeologischen Kartierung wurden unter Federführung der DDR verschiedene Varianten sog. Musterkarten in den Maßstäben 1:10 000 bis 1:100 000 zusammengestellt. Diese Arbeiten fanden ihren Abschluss in Form einer auch über die sozialistischen Länder hinaus bekanntgewordenen „Instruktion für die Anfertigung einheitlicher ingenieurgeologischer Grundkarten“.

Die bodengeologischen Forschungsarbeiten beinhalten Probleme der Beziehungen zwischen Ausgangsgestein und bodenbildenden Prozessen besonders in den quartären Deckschichten. Untersuchungsobjekte sind auch die für die DDR mit dem Braunkohlenbergbau zusammenhängenden wichtigen Fragen der Rekultivierung der Abraumhalden und stillgelegten Tagebaue. In gewis-

sen Umfang werden bodengeologische Kartierungsarbeiten in den Maßstäben 1:5 000 bis 1:200 000 durchgeführt.

An die im Vorstehenden kurz umrissenen geologischen Forschungsgebiete ist der Hauptteil des personellen und technischen Potentials des ZGI gebunden. Daneben werden jedoch in geringem Masse auch Aufgabenzunächst in Form von Studien und Konzeptionen — bearbeitet, die sich aus prognostischen Überlegungen ableiten. Sie beziehen sich auf Probleme der möglichen Inanspruchnahme von bisher in der DDR noch nicht genutzter Erdeigenschaften. Hierzu zählen z. B. die Erforschung der mineralischen Ressourcen im Schelfgebiet und die Untersuchung der generellen Möglichkeiten der späteren Versorgung der Volkswirtschaft mit Rohstoffen aus dem marinen Bereich; die Untersuchung der Tiefen- und Thermalwässer als mögliche Energie- und Rohstofflieferanten und schliesslich wird auch dem geologischen Wärmeregime des Territoriums der DDR Augenmerk geschenkt.

Zur Lösung seiner Aufgaben verfügt das Institut über mehrere moderne chemische, physikalisch-chemische und physikalische *Laboratorien*. Die Kapazität derselben ist vorwiegend für Routineanalysen eingesetzt. Etwa 30—40% entfällt jedoch auf methodische Arbeiten, besonders auf den Gebieten der chemischen Gesteinsanalyse, der optischen und Röntgenfluoreszenz-Spektalanalyse, der Elektronenmikroskopie und der Röntgendiffraktometrie. Einen breiten Raum nimmt die Herstellung von Gesteinsstandardproben ein. Die von ZGI seit 1966 herausgegebenen Standards für Granit, Basalt, Tonschiefer und Kalkstein werden heute in vielen Ländern als Eichsubstanzen für laborative Untersuchungen verwendet.

Ein neben der eigentlichen geologischen Forschungstätigkeit zweiter Arbeitskomplex wird durch Aufgaben vertreten, die aus der Funktion des *ZGI als wissenschaftliches Zentrum des Staatssekretariats für Geologie* resultieren. Es sind Aufgaben von gesamtstaatlicher Bedeutung bzw. den Gesamtbereich der Geologie in der DDR betreffend. An erster Stelle stehen hierbei:

- die Redaktion, teilweise auch der Druck und die Herausgabe geologischer Übersichts- und Spezialkarten,
- die Ausarbeitung von Prognosen der Wissenschaftsentwicklung und der geowissenschaftlichen Forschung sowie von wissenschaftsorganisatorischen Grundsätzen und Regelungen für die Geowissenschaften in der DDR,
- die zentrale Erfassung und Archivierung der Dokumentationen geologischer Arbeiten, die auf dem Territorium der DDR oder von Institutionen der DDR im Ausland durchgeführt wurden, durch den Zentralen Geologischen Fonds,
- die Einsatzvorbereitung und Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung und mathematischer Methoden auf geologischem, ökonomischen und technischem Gebiet durch das Organisations- und Rechenzentrum,
- die Gestaltung eines einheitlichen wissenschaftlichen Informationssystems durch die Zentrale Leitstelle für Information und Dokumentation,
- die Verwaltung der wissenschaftlichen Zentralbibliothek und der geologischen Zentralssammlung,
- die Koordinierung der Ausarbeitung und Herausgabe von Standards für die geowissenschaftlichen und geotechnischen Arbeiten,
- die Ausarbeitung von Grundsätzen zur Entwicklung des ökonomischen Systems und der sozialistischen Wirtschaftsführung und
- die Herausgabe von Publikationen in Auftrag des Staatssekretariats für Geologie, so z.B. die Zeitschrift für angewandte Geologie, das Jahrbuch für Geologie, die Schriftenreihe des praktischen Geologen, die Abhandlungen des Zentralen Geologischen Instituts und den Wissenschaftlich-Technischen Informationsdienst.

Eine nicht unwesentliche Bedeutung für die Arbeit des Institutes kommt der internationalen Zusammenarbeit zu. Gegenwärtig bestehen auf den verschiedensten Gebieten Verbindungen mit ca. 50 Ländern, wobei der Literatur-austausch an vorderster Stelle steht. In der geologischen Forschung selbst hat sich eine enge Wissenschaftliche Kooperation mit Forschungsinstitutionen der sozialistischen Länder auf der Basis von Perspektiv- und Jahresplänen der direkten wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit entwickelt. In jüngster Zeit ist eine neue Qualität dadurch erreicht worden, als zur arbeitsteiligen Lösung von beiderseitig interessierenden Forschungsproblemen übergegangen wurde.

Mit den dargelegten Aufgabengebieten wird im wesentlichen das Profil und die Arbeitsweise des Zentralen Geologischen Institutes in System der Geowissenschaften in der DDR bestimmt. Die Forschungskomplexe des Institutes sind integrierender Bestandteil eines alle geowissenschaftliche Forschungsarbeiten der DDR einschliessenden und unter Leitung des Staatssekretärs für Geologie stehenden einheitlichen geologischen Forschungsplanes.

Abschliessend noch einige Bemerkungen zu Fragen der Auftragserteilung und Finanzierung der Forschungsarbeiten und der Beziehungen zum staatlichen Organ und anderen Forschungseinrichtungen. Gemäss den in der DDR im Zusammenhang mit der weiteren Gestaltung des ökonomischen Systems des Sozialismus für den Bereich Wissenschaft und Technik erlassenen Grund-satzregelungen, werden die Forschungsinstitute nicht mehr global aus Mitteln des Staatshaushalts finanziert. Es gilt vielmehr die Regelung, wonach die Finanzierung der Forschungsarbeiten nur noch aufgabenbezogen und auf-tragsgebunden erfolgt, d.h. wenn ausserhalb der Forschungseinrichtung ein an der Durchführung der Forschungsarbeit interessierter Partner vorhanden ist. Das Zentrale Geologische Institut führt danach seine Arbeiten als auf-tragsgebundene Forschung oder als wissenschaftlich-technische Dienstleistung auf der Grundlage von Verträgen mit dem Staatssekretariat für Geologie und anderen Auftraggebern durch. Dabei werden die zum Komplex der Schaffung des wissenschaftlichen Vorlaufes für die Prognose, Suche und Erkundung von Rohstoffen und für die Nutzung anderer Erdeigenschaften gehörigen Forschungsarbeiten auf Grund ihrer gesamtwirtschaftlichen Bedeutung fast ausschliesslich als Auftragsforschung des Staatssekretariats behandelt und aus dem Staatshaushalt finanziert. Gleiches trifft für die wissenschaftlich-technischen Arbeiten von gesamtstaatlichem Interesse (Herausgabe von Karten und Publikationen, zentrale Information und Dokumentation u.dgl.) zu. Dem-gegenüber unterliegen bereits der grösste Teil der Lagerstättenprognosen der Auftraggeberschaft und damit auch der Finanzierung durch die zuständigen Industriezweige (so für die Grundwasserprognosen des Amtes für Wasser-wirtschaft, die Steine- und Erdenprognosen des Ministeriums für Bauwesen u.a.).

Aus diesen Regelungen und zur Wahrnehmung seiner Verantwortung für den gesamten Komplex der Grundlagenforschung haben sich insbesondere sehr enge vertragliche Beziehungen zwischen dem Zentralen Geologischen Institut und den Forschungsinstitutionen des Hochschul- und Akademie-sektors ergeben. Die Einbeziehung des Forschungspotentials dieser Einrich-tungen in die Lösung von volkswirtschaftlich strukturbestimmenden Aufgaben

des wissenschaftlichen Zentrums des staatlichen geologischen Organs hat zu einer offensichtlichen Erhöhung der Effektivität und der Praxiswirksamkeit auch der geologischen Grundlagenforschung geführt. In gleicher Weise bestehen äußerst enge Verflechtungen mit dem Forschungsinstitut für Erdöl und Erdgas.

Ich möchte damit meine Ausführungen beenden. Vor uns steht die Aufgabe, das derzeitige System wissenschaftsorganisatorisch zu vervollkommen und bei Nutzung aller nationalen Potenzen und des internationalen Erfahrungsschatzes die geowissenschaftliche Grundlagenforschung zu einer noch stärker wirksamen Produktivkraft zu entwickeln.

GEOLOGY AND PEDOLOGY

by

I. SZABOLCS

Hungary

Since man started to be engaged in agriculture, soil became also known as a fundamental factor of agricultural production. In the history of different cultures, more than once were developed highly elaborated methods of agriculture and soil utilization, and at numerous places of the world rich crops were obtained. Some ancient peoples elaborated various methods and even theories aiming at better soil utilization and production increase.

Although utilization of arable land has been always a main feature of the history of mankind, pedology as a modern science was born only as late as the 19th century. No wonder; this was the case with several other disciplines as well. *E.g.*, a good many natural resources of the Earth have been known since prehistoric times; several minerals and metals have been extracted and utilized; nevertheless, pedology, as a modern science could not appear before a certain degree of maturity of social conditions and an indispensable general level of scientific evolution in general.

The secret of fertility, a mysterious property of soil that enables growth and harvest of plants, thus providing the very basis of agriculture, — even more, of all kind of life —, has been incessantly searched by thinking and working man. This resulted all over the world in innumerable procedures assuring and/or promoting agricultural production, in close connection with the use of fertilizers, irrigation, soil amelioration, *etc.*

Nevertheless, it was only in the 19th century, the age of booming scientific and industrial revolution, that pedology, just like a couple of other sciences, became independent. This was made possible by the vigorously developing natural sciences, by the changed modes of production, making use of the achievements of industrial revolution. This close interaction led to the birth of several sciences, among them pedology.

Soil has been formed on the solid crust of the earth. It is in constant change, due to the interaction of the lithosphere, atmosphere, hydrosphere and biosphere. As a result, it acquires a peculiar property called fertility enabling plant life.

Having been formed at the earth's surface, soil, concerning its essential

properties, is in the closest relationship with the underlying rock. This is one of the reasons why pedology has been classed to both the earth sciences and the agricultural ones. The very fact that the products of rock weathering furnish the initial substances of soils formation, influences very much not only the concepts, but also the methods of pedology, approaching them very much to those of geology. This fact is, of course, in many respect advantageous for soil research, because the methods and results of geology contribute substantially to the better knowledge of soils. On the other hand, however, the history of pedology tells us that this similarity made it rather difficult to develop pedology as an independent science, because it was considered as a part, or at most an applied branch, of geology.

Even today the opinion is fairly common that soils are decisively controlled by the underlying rocks, and the properties of these determine those of the soils. Beyond doubt, soil is in close connection with its bedrock, and the processes forming and altering this rock heavily influence, in some cases even determine soil formation, *e.g.* in the case of the well-known lithomorphous soils. It should be emphasized, however, that this is no general phenomenon and can not be always recognized.

The starting of soil formation from the products of weathering, changes several important processes, if compared to the merely geological ones. *E.g.*, the specific effects of biological processes should be particularly stressed, which are rather different in geology and in pedology. Of course, biological processes play an important part in geology, too; this is confirmed by innumerable proofs from past and present geological ages. However, the biological processes of soil formation are of a quite peculiar nature. They involve a particular circulation of substances, differing from that known in geology. These substances accumulated and/or secreted in soil and in the living organisms provide, directly or indirectly, a number of peculiarities to soil.

Table 1. shows the average distribution of a few elements in the lithosphere and in the soils, after VINOGRADOV. It can be seen that for the majority of the elements there is no difference in the order of concentration between the lithosphere and the soils. Moreover, such important elements as O, Al, S display quite similar percentages in both.

Nevertheless, the concentrations of some elements show considerable differences, *e.g.* in the case of B and Co, and particularly of C and N which are of vital importance, concentrations in soils are by an order higher than in rocks, in connection with the differences between geological processes and soil formation.

It would not be correct to go into exaggerated generalizations deduced from the data of *Table 1*; all the less, because the thorough study of data reveals that there are remarkable differences even as regards the three main plant nutrients of agricultural importance: N, P and K. Differences in N concentration have already been pointed out above, and it was also shown that there is no essential difference in P content between soils and rocks. There is more K in the lithosphere than in soils. It should be noted, however, that it is of paramount importance, whether the nutrients are present in accessible form for the plants. This is true only for a small portion of potassium in soils. Due to this fact, soils, in contrast to rocks, are capable to provide suffi-

Table 1.

Weight percentage distribution of average element concentrations in the lithosphere and in soils, after VINOGRADOV

Element	Lithosphere	Soils
O	47.2	49.0
Si	27.6	33.0
Al	8.8	7.13
Fe	5.1	3.8
Ca	3.6	1.37
Na	2.64	0.63
K	2.60	1.36
Mg	2.1	0.60
Ti	0.6	0.64
C	0.1	2.00
S	0.09	0.085
P	0.08	0.09
N	0.01	0.1
Mo	$3 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$
B	$3 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$
Cl	$4.5 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
Co	$3 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-4}$

cient potassium for plants, although their average K content is less than the half of that of the rocks.

Table 1. contains average values only. Individual deviations can be very significant. Nevertheless, even these average data show well the geochemical differences existing between soils and rocks in this respect.

Differences in C and N content—both indispensable in biological processes—are particularly conspicuous and important.

The laws of plant nutrition have always intrigued soil experts just as the problems concerning geology have. Nutrient and water supply, the role played by the organic substances of soil, were—and, in part, are even now—favourite topics of scientific discussion. At the same time, in the middle of the last century, when numerous scientists considered pedology merely as an applied branch of geology, and identified its methods and laws with those of geology, other experts, engaged in plant nutrition and agrochemical problems, threw attention to nutrient migration in the soil and to plant nutrition itself. As it is usual in similar cases, this school tended to neglect the geological implications and somewhat separated soil from the bedrock, and even from the natural processes at work at the earth's surface in general.

This unilateral concept led to the unfortunate habit to be found even in present day literature of concentrating (and restricting) attention to the uppermost layers of soil, disregarding or neglecting those deeper-lying zones, where the interacting processes of weathering and soil formation are going on, strongly effecting, sooner or later, not only morphology, but also fertility of soil.

The two opposite tendencies discussed above were active in the past century, both studying soils and processes going on in them, and the methods of investigation, from a particular point of view.

In the 60-ies and 70-ies of the 19th century a disastrous drought devastating the most fertile regions of Russia, and the ensuing famine induced the government of the Tzar to initiate scientific investigations into the nature of soil fertility and the possibilities of increasing harvest. In the course of these scientific expeditions, DOKUCHAEV and his collaborators, describing the classical Russian chernozem soils, discovered numerous features of these and of soil formation in general. This resulted in the birth of modern pedology as an independent science. DOKUCHAEV—himself a geologist—pointed out that bedrock is only one of the factors of soil formation, the others being local climate, living organisms—particularly natural vegetation—, and duration of the soil-forming processes. These lead to the formation of soils, determining their properties, and as a resultant of these, their fertility as well.

The results of this work were published in the book entitled "Russian Chernozem", considered by some scientists as the very starting point of modern pedology.

It was in this book that DOKUCHAEV established that soil "is the fourth great realm of nature, and the science studying it differs from those engaged in the investigation of the world of rocks, plants and animals".

As a matter of fact, in those times modern pedology was being pioneered all over the world. It was another geologist, the American HILGARD, who is considered to be one of the forefathers of up-to-date soil science in the United States.

Simultaneously, soil investigations were begun in Hungary, too, thanks to the activity of JÓZSEF SZABÓ and JÁNOS MOLNÁR; who, like their colleagues abroad, investigated, described and mapped soils, developing independent pedology in Hungary, relying upon the achievements of advancing natural sciences.

In those times, soil scientists were almost exclusively geologists in Hungary. Developing Hungarian pedology was nursed in the Hungarian Geological Institute. Till 1949, when the independent Institute of Pedology was created, the majority of our pedologists worked at the Geological Institute.

Those decades were characterized by fertile co-operation between geology and pedology. The Geological Institute and the geologists themselves contributed very much to the development and strengthening of Hungarian pedology.

The directors of the Geological Institute cared very much for providing opportunities to the experts of the agrogeological section to become acquainted with the most important trends in foreign pedology, in order to apply them to the Hungarian conditions.

It was, in part, a result of these study tours and of the widely established international co-operation that the first international meeting of soil scientists was held in 1909 in the Hungarian Geological Institute; a seed from which international pedological co-operation was grown and later the International Society of Pedology was called into being.

A quotation from the introduction written by BÉLA INKEY to the proceedings of the aforesaid conference is a fine example of the modern concept which reigned in Hungarian geology about pedology in those times.

"Soil, deriving from the weathering of rocks, is in connection—just because of its origin—with objects belonging to the fields of geology and mineralogy. On the other hand, rock detritus is converted to real, fertile soil only under the mechanical and chemical effects of the atmospheric agents; moreover, the contribution of organic life is also required,—although at the beginning perhaps with the simplest organisms. Accordingly, already four or five branches of natural sciences have been recognized to play some part in scientific soil research, each of them has a starting point of its own, and each of them requires the assistance of the others.

This circumstance alone would be sufficient to cause some differences in methodology, terminology and classification of pedology. However, this is not all, because notwithstanding that the attention of so many disciplines are focussed upon soil, scarcely would have come into being a distinct science for soil, if this secondary and in itself not too interesting product of natural forces were not at the same time the very basis of agriculture, and as such, one of the fundamental conditions of all mankind's existence.

In fact, this infinite practical importance was the first reason calling the attention of science to this product of weathering in such measure that gradually a new discipline, soil science, pedology was developed. Accordingly, the right of existence of the latter is based not on merely scientific interests, but in great part on the demand of becoming thoroughly acquainted scientifically with soil the products of which provide our nutrition, aiming at better cultivation, and more abundant harvest."

In the second part of his lecture, B. INKEY dealt with the differing concepts of the different sciences being of having been developed; he considered it necessary to coordinate these, serving the common purpose.

"Every worker who aims to contribute to the (practical) progress of soil science, is equipped with the interests, methods, and terminology of his particular starting point. Notwithstanding it is absolutely necessary that they understand each other, unless their common work will be a failure."

The correct concepts that have reigned during several decades in geological and pedological research in Hungary, contributed very much to the achievements and development of soil science in our country. The ideas of B. INKEY quoted above evoke some views of DOKUCHAEV to be found in one of his works concerning soils of the Caucasus.

It is beyond doubt, that the knowledge of nature of its products and forces, advancing with gigantic speed in the 19th century of natural science and of natural scientists. However, carefully examining these mighty achievements of human knowledge one concludes, that notwithstanding our concepts of the work of LAVOISIER, DARWIN, HELMHOLTZ and others, it lacks one

thing. Different forms have been investigated—minerals, rocks, plants, animals,—as well as individual phenomena such as volcanism, water, earth, air; and, I should repeat it, science has obtained admirable results, but not in the field of interaction of these, not on the field of that *primaeval*, genetic an regular relationship existing between powers, bodies, phenomena, inorganic and organic nature, plants, animals and minerals on the one side, and between man the crown of creation, on the other. This interaction, this interrelation is the very essence of the knowledge of nature, the nucleus of real philosophy, the highest and most beautiful achievement of natural science.”

In the last period of summing up the results obtained by natural sciences, the actuality and significance of coordinated and integrated scientific research did not diminish. Numerous convincing examples could be cited also concerning the relationship of geology and pedology. The role—in some cases, delimited role—of geological processes has been elucidated. Recently, an individual branch of pedology has come into being, dealing with soils of volcanic origin; in the latest classification system of pedology one finds the lithomorphous soils, some groups of which have been designated indicating the respective soil; and just as important is the effect of hydrogeological processes in numerous hydromorphous soils. For the latter, a most convenient example is furnished by the Hungarian Plain, where soil formation, *e.g.* “*szik*” formation has been always decisively influenced by hydrogeological processes. The knowledge of these is equally important for the study of both soil genesis and soil fertility. *E.g.*, aiming at forecasting processes which may be dangerous to soil fertility during irrigation on the Hungarian Plain, one has to take into consideration, above all, these hydrogeological processes which provoke, respectively determine, these alternations.

At the actual level of soil science the pedological and soil genetical implications of geological processes and geochemical cycles *e.g.* concerning the connections existing between marshes and geological processes, or between oil and some soil chemical processes well-known.

Investigations of oil formation and properties involve numerous methods which are common to geology and pedology. In view of the fact, that the overwhelming majority, about 90%, of soil matter—with the exception of soils rich in organic substances which are areally subordinate,—consist of compounds occurring at a similar percentage in the lithosphere as well, the use of common methods is quite natural.

Numerous substances occur with identical composition and form in (principally weathered) rocks and soils. It is obvious that the use of similar, more than that, uniformized methods in both sciences is advantageous, facilitating comparison. It is well known, that the investigation of trace elements, of clay minerals and other colloidal substances is carried out both in geology and pedology by means of the same procedures of instrumental analytics.

One of the central problems in up-to-date soil science is the exact investigation of processes going on in soils. Facilities provided by natural sciences are by far better, than 100 or even 50 years ago, due to advances in physics, chemistry, physical chemistry, the new concepts and methods of which allow to examine and to characterize such processes of soil formation, which could

not be studied in detail before, and which were known only rather incompletely and inaccurately.

As a result of this development such important processes going on in the colloidal fraction of soil as cation exchange, are much better known, allowing exact characterization of "szik" formation, the qualitative and quantitative parameters of soil irrigation, *etc.*

Great progress of both theoretical and practical has been made in soil mineralogy in general and in the field of clay mineral studies in particular, contributing to important results obtained concerning such practical topics as nutrient circulation, binding of some nutrients *etc.*

Regarding the evolution of soil research during the past 100 years and its advance in ever-increasing areas of our Globe, one can observe that after the decades of individualization of pedology, involving tendencies of separation from geology, now these two sciences are approaching each other again, at a much higher level, not only as far as concerns the up-to-date methods used, but also in their up-to-date scientific concepts and in aiming at better solution of complex problems put by science or practice, by means of co-operation and integration of natural sciences.

ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ И ФИЗИКИ МИНЕРАЛОВ

Н. П. Семеновко

СССР

Геохимия, ставшая одним из главных направлений развития знаний о Земле, все более превращается в совокупность наук о закономерностях минерало- и породо- (а, следовательно — и рудо-) образования, опирающихся на точные данные о реальном поведении неорганического природного вещества на различных уровнях его организации. Эту тенденцию как главную в развитии новой науки предвидел еще несколько десятилетий назад основоположник геохимии, первый президент Академии наук УССР, академик В. И. Вернадский.

Современная геохимия переклюкает поэтому свое основное внимание на место и роль каждого химического элемента в структуре и условиях формирования главного вещественного геологического звена-минерала, в конечном счете обусловленные физическими полями элементов и их взаимодействием в его решетке и с внешне приложенными силами и средами.

Новейшие достижения химических, физико-химических и физических методов изучения вещества в целом, полученные главным образом за последние два десятилетия, а также применение к геологии методов математического анализа, в небывалой степени расширили аналитические возможности изучения строения, свойств и поведения минералов и горных пород в различных геологических условиях.

Эти концепции были положены в основу организации и деятельности нового учреждения АН УССР — Института геохимии и физики минералов (ИГФМ), объединившего в своем коллективе исследователей рудно-петрографического и минералого-геохимического направлений и специалистов в области физики твердого тела, радиоспектроскопии, рентген-структурного анализа, ядерной и изотопной химии и многих других современных отраслей фундаментальных наук.

Соответствующие исследования были начаты еще несколько лет назад в ряде отделов Института геологических наук АН УССР, ставших базой создания ИГФМ. Задачами нового института являются: изучение геологических процессов и их продуктов на физико-химической основе, разработка критериев для установления условий образования и систематики минералов и горных

пород, разработка и усовершенствование методов исследования минерального вещества, изучение геологии, минералогии и геохимии месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых, разработка критериев поисков этих месторождений и научных основ их прогнозирования.

КРИСТАЛЛОХИМИЯ И ФИЗИКА МИНЕРАЛОВ

Для познания химических процессов на физико-химической основе важное значение имеют исследования связи конституции минералов с их физическими свойствами и условиями образования.

В институте выполнены новаторские работы по рентгеновскому изучению реальных структур целого ряда пороодообразующих минералов, в особенностях и дефектах которых, как выяснилось, зафиксированы определенные следы условий зарождения и формирования последних — своеобразная «память» минералов. Изучена связь между твердостью и кристаллохимией минералов и выведены соответствующие расчетные формулы, основанные на учете электроотрицательности элементов и состояния ионно-ковалентных связей. Выявлена и изучена радиационная природа стереохроматической окраски ряда минералов, связанная с парамагнитными «дырочными» центрами. Изучаются инфракрасные спектры изоструктурных групп минералов из различных классов, ведутся широкие исследования люминесцентных свойств минералов и их связи со структурой и условиями образования последних. Начато изучение полупроводниковых свойств сульфидных минералов рудной провинции (термо- и фото ЭДС), установлена возможность привлечения их для анализа условий образования месторождений.

На строгой кристаллохимической основе разработана новая фундаментальная всеобщая классификация минералов, которая предлагает строгие критерии для определения и предвидения многих морфологических признаков и физических свойств минералов, дает рамки для установления запрещенных кристаллохимических структур и, отчасти, невозможных минеральных ассоциаций в условиях земного минералообразования и облегчает предсказание возможных новых минеральных видов и их модификаций. На этой же основе изучены закономерности структуры слоистых алюмосиликатов и силикатов — глинистых минералов и их взаимопереходов, а также обусловленные ими некоторые физико-химические свойства этих минералов, знание которых важно для их промышленного использования. Начато изучение начальных стадий выветривания различных полевых шпатов при помощи электронной микроскопии и рентгенографии.

Интересные результаты получены в области изучения методом ядерно-магнитного резонанса воды в конденсированных системах и форм вхождения ее в кристаллические решетки слоистых силикатов, цеолитов др. минералов. Перспективными представляются исследования методом двойного электронно-ядерного резонанса форм вхождения алюминия в решетки силикатов в различных вариантах координации, в особенности — в окружении железа. Получены спектры электронного парамагнитного резонанса, дающие ценную информацию как о содержании ионов элементов переходных групп (Fe^{3+} , Fe^{2+} и др.), так и о состоянии их в решетке минерала. Успешно развивается приме-

нение метода Мессбауэра к изучению форм вхождения и положения железа в минералах, открывающее возможности фазового анализа пород и руд по железу.

ГЕОХИМИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ПРОЦЕССОВ

Одним из главнейших направлений Института является изучение геохимии отдельных элементов в процессах пороодо- и рудообразования, а также формирования эндогенных и экзогенных ореолов рассеяния. Изучены основные закономерности распределения пороодообразующих и акцессорных элементов в магматических и метаморфических комплексах Украинского щита. Освещена геохимия ряда редких элементов гранитоидов (Be, Nb, Ta, Sn, Sc и др.) и щелочных пород щита (Zr, H). Разработана их аналитическая химия, установлены поисковые критерии и даны прогнозы для поисков. Продолжается изучение геохимии редких щелочных металлов.

Выполнено разностороннее изучение геохимии халькофильных элементов одной из впервые открытых рудных провинций в древних осадочно-вулканогенных формациях щита; изучены источники металлов и закономерности вторичного их перераспределения и концентрирования. Выделены и изучены одиннадцать типов парагенетических ассоциаций рудных элементов — Ni, Co, Cu, Zn, Pb, Au, Sb, As, W и Mo (с применением микрорентгенспектрального анализа) и закономерности их образования.

Освещены геохимические особенности строения и условий образования некоторых темноцветных пороодообразующих минералов (биотиты, роговые обманки и др.) различных петрогенетических комплексов; ведутся исследования в области изоморфизма элементов в различных классах минералов. Впервые с помощью методов радиоспектроскопии установлена корреляция между дегидратацией и процессами окисления железа в слоистых алюмосиликатах.

Успешно разрабатываются вопросы геохимического баланса вещества при процессах метаморфизма, метасоматоза и выветривания горных пород, опирающегося на изучение эволюции взаимосвязи изменений их вещественного состава и физических свойств, данные кристаллохимии минералов и физикохимии минералообразования. Изучается геохимия железа и марганца при осадочном рудообразовании.

Разработано районирование территории СССР по условиям применения геохимических методов поисков полезных ископаемых, проведены успешные опыты применения гидрохимических и биогеохимических поисков.

ФИЗИКО-ХИМИЯ ПРОЦЕССОВ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ

В последние годы изучение условий минералообразования посредством экспериментальных физико-химических исследований получает в Институте прогрессирующее развитие. Выполнен большой круг исследований, связанных с изучением первичного метаморфогенного рудообразования железорудных толщ Кривого Рога (параметры выщелачивания железа и кремнезема из минералов в различных агрессивных средах и при разных термодинамических условиях, окисление и преобразование минералов железа, проницаемость и эффективная пористость различных групп пород для рудоносных растворов и т. п.).

Проведено экспериментальное моделирование фазовых переходов алюмосиликатов в открытой (имитирующей условия протекания процессов гипергенеза) и закрытой (имитирующей гидротермальный процесс при повышенных температуре и давлении) системах; в первом случае был продемонстрирован природный процесс латеризации коры выветривания, во втором (при непрерывной регистрации и рентгеновской идентификации всех начальных, промежуточных и конечных фаз в щелочной среде) — природный процесс преобразования нефелина при щелочном автометасоматозе. На основе дальнейшего развития подобных исследований предполагается осуществить моделирование постмагматических процессов (с введением рудных компонентов) во всем термодинамическом диапазоне.

Экспериментально изучена зависимость концентрации урана от давления, температуры и величины рН в карбонатных растворах в условиях, близких к формированию месторождений, и установлены их сочетания, благоприятные для осаждения рудного вещества.

Ведется теоретическое и экспериментальное изучение субсолидусного строения и термодинамики поликомпонентной системы $\text{CaO} - \text{MgO} - \text{FeO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SO}_2 - \text{TiO}_2 - \text{SiO}_2$ (имеющей большое значение для познания петрологии ультрабазитов и базитов) на основе окислов и с учетом влияния активных веществ (пары воды, углекислота, фториды). Исследуются механизм и кинетика физико-химических процессов в твердой фазе в окисных системах; изучается соповедение кремнезема и воды в различных физико-химических условиях.

ИЗОТОПНАЯ ГЕОХИМИЯ И ПРОБЛЕМЫ ДОКЕМБРИЯ

Широкое развитие получили в институте исследования в области изотопов, прежде всего — определения абсолютного возраста минералов и пород по уран-торий-свинцовому, калий-аргоновому и рубидий-стронциевому методам, чему способствовало современное лабораторное оснащение; в этой области институт является одним из старейших и ведущих центров в Советском Союзе и Европе. Здесь впервые было определено использование возраста калий-аргоновым методом роговых обманок и доказана сохранность в них аргона при температурах до 900 °С, открыта возможность использования для этой цели гидрослюдистых минералов метаморфических сланцев и аргиллитов, а также определения возраста по ним и роговым обманкам в целом по породе (в частности — для Карпат и Донбасса). Накопившиеся достижения абсолютной геохронологии, в сочетании с данными минералогеографических и структурно-геологических исследований, позволили сделать целый ряд открытий и важных уточнений в геологическом строении и истории развития территории Украинской ССР и сопредельных областей.

На этой основе разработана геохронология украинского докембрия, в истории становления которого выделено 5 мегациклов, составлена геохронологическая карта Украинского щита, установлена Галицийская складчатая область в фундаменте Карпат, окаймляющая щит на западе и юге, показано широкое развитие на Русской плите Овручско-Волынской складчатости, обрамляющей Украинский щит и Воронежский кристаллический массив. На территории Украины установлены одни из древнейших в земной коре образова-

ния возрастом в 3,5 миллиарда лет и, прямым путем — по свинецсодержащему буланжериту, древнейшие в Евразии золоторудные образования возрастом в 2,7 миллиарда лет. В последнее время разработана новая радиогеохронологическая схема докембрия Восточно-Европейской платформы и геохронология стабилизации континентальных платформ Земли в целом. Глубокий петрологический и изотопно-геохимический анализ украинского докембрия с убедительностью обнаруживает, что по набору формаций он весьма сходен с более молодыми, фанерозойскими образованиями, одновременно подчеркивая, что изучение эволюции геологических процессов от архея до кайнозоя является одной из важнейших задач геологических наук.

Проводимые в последние годы исследования по геохимии стабильных изотопов таких элементов как свинец, кислород, сера, магний и некоторые другие дали ценные результаты для познания условий формирования и последующего преобразования докембрийских кристаллических пород и рудных месторождений Украины. Установлены, в частности, различные содержания изотопа O^{18} в древних атмосфере, поверхностных и ювенильных водах, что позволило осветить важные аспекты генезиса железных руд. Выявленные особенности распределения изотопов свинца между минеральными фазами гранитоидов проливают свет на их происхождение. Ожидается, что начатое изучение содержания изотопов серы и магния также даст много нового для познания условий пороодо- и рудообразования в докембрии.

ПРОЦЕССЫ МЕТАМОРФИЗМА И МЕТАСОМАТОЗА

В составе Украинского, как и других докембрийских щитов мира, более трех четвертей занимают преобразованные первично осадочные или вулканогенные породы, что определяет необходимость и открывает большие возможности изучения метаморфизма горных пород. В Институте разработана продуктивная концепция метаморфизма подвижных зон земной коры, протекающего в условиях нарушенных, неравных давлений и сверхдавлений, изменений тепловых потоков и активизации метаморфических растворителей, взаимодействия магматических масс и боковых пород, в связи с осмотической конденсацией и растворением и широким развитием явлений метасоматоза.

Разрабатывается естественная систематика метаморфических и метасоматических пород на основе анализа парагенезисов минералов в различных исходных изохимических рядах пород на разных ступенях метаморфизма (изофизических рядах). Развивается разработанная концепция дифференциальной подвижности пороодообразующих компонентов в связи с изменением их потенциалов на разных термодинамических ступенях преобразования горных пород.

Показана связь систематики метаморфических пород с потенциалами подвижных компонентов — щелочей и воды, находящихся в обратно-пропорциональной зависимости: $d\mu = \mu H_2O - d\mu(K_2O + Na_2O)$. Применение методов ядерно-магнитного резонанса и инфракрасной спектроскопии, позволяющих изучать положение и давать количественную оценку вхождения групп OH , H_2O и H_3O , а также калия и натрия, в решетку минерала, предоставляет возможность дальнейшей углубленной разработки вопроса. В условиях метасоматоза эта связь отражает попеременную подвижность всех пороодообразующих компонентов.

Ведется разработка петрохимических, термодинамических, энергетических и кристаллохимических аспектов познания начальных стадий метаморфизма горных пород Украинского щита, Карпат, Донбасса и Крыма; для изучения превращений минеральных ассоциаций при этом успешно применен микрорентгенспектральный анализ.

Начато составление карты метаморфизма пород, раскрывающей соотношение фаз и ступеней метаморфизма пород во времени и пространстве на различных этапах геологической истории Украинского щита. Полученные результаты позволяют рассчитывать на эффективную разработку критериев установления первичной природы глубокометаморфизованных пород и решение проблем литологии докембрия в целом.

ИНТРУЗИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОБРАЗОВАНИЯ

Помимо традиционной для института разработки проблем становления и петрографии массивов гранитоидов, магматического замещения и магматизации пород, выделены и изучены типы магматических формаций Украинского щита различного возраста и состава, охарактеризованы их минерало-геохимические особенности по аксессуарным минералам и элементам. Большая работа выполнена по петрологии и парагенетическому анализу ультрабазитов и metabазитов, для которых установлены геосинклинальная и платформенная формации, а также по изучению становления, петрохимии и многообразных проявлений постмагматической переработки массивов щелочных пород, развития на территории щита процессов щелочного метасоматоза и их геохимической специализации. Значительное внимание уделяется структурно-петрохимическому изучению дифференцированных (напр. рапакиви-анортозито-габбровых) массивов и метасоматически переработанных плутонов и связанных с ними пегматитов, омоложенных разломных зон различных этапов становления щита и других регионов и приуроченности к ним малых интрузий, метасоматитов и др. постмагматических дериватов, несущих различные виды оруденений.

Исследуются комагматические ряды и семейства магматических пород, разрабатываются основы естественной их систематики, вопросы петрогенетической обусловленности и структурной локализации связанных с ними полезных ископаемых. Проведен опыт петрохимической классификации гранитоидов с применением математических методов разбиения данных и выражением результатов в виде формул. Важной задачей является также начатое изучение баланса вещества при магматическом замещении.

ПРОБЛЕМЫ ПАЛЕОВУЛКАНИЗМА И ОСАДОЧНО-ВУЛКАНОГЕННЫЕ ФОРМАЦИИ

Разработка учения о геосинклинальных метаморфизованных осадочно-эффузивных породах и их металлоносности занимает одно из центральных мест в деятельности института, систематически проводящего разностороннее изучение формаций подвижных складчатых зон докембрия, потенциально рудоносных в отношении первичных рудных концентраций или возникших в процессе метасоматической переработки горных пород. Значительные успехи достигнуты в результате начавшегося осуществления геолого-разведочными организациями разработанной институтом программы структурно-профиль-

ного бурения, опирающейся на анализ строения, состава и условий формирования осадочновулканогенных толщ щита и, в особенности, их метаморфизма. В результате этих работ и минералогических исследований открыт целый ряд участков, площадей и зон рудопроявлений кобальта, никеля, золота, меди и др. металлов, колчеданный, главным образом, тип которых установлен впервые для украинского докембрия; в этих районах впервые также установлены рудные концентрации вольфрама, сурьмы.

Особое значение, как прежде, имеют расносторонние исследования железисто-кремнистых формаций докембрия на территории Большого Кривого Рога, выявление закономерностей их размещения, строения, состава и генезиса; проведена большая работа по установлению первичного состава железисто-кремнистых пород, изучению процессов метаморфогенного рудообразования и его обогащающего воздействия на руды. Ныне все большее внимание уделяется изучению и других формаций, в том числе впервые выявленных институтом метабазитоспелитовых, связанных с начальными этапами формирования геосинклинальных зон (к ним приурочено медно-золото-сульфидное, мышьяковое и сурьмяное оруденение) и кератофирино-лентитовых, связанных с этапами развития кислого вулканизма (золотое и кобальт-медное оруденение), а также терригенных, ритмических и пестроцветных (рудоносные конгломераты, фосфатное и алюминиевое сырье и т. п.).

Начато изучение мезозойского вулканизма, проявившегося в складчатом обрамлении Украинского щита (Крым, Карпаты, Донбасс, Днепровско-Донецкая впадина) и неогенного вулканизма Закарпатья и связанных с ними гидротермальных руд полиметаллов и процессов переработки горных пород. За последнее время, наряду с изучением геосинклинального, внимание института привлекли проблемы платформенного палеовулканизма. Впервые установлены и интенсивно изучаются проявления рифей-нижнепалеозойского вулканизма в осадочном платформенном чехле и вулканические аппараты в докембрийском фундаменте юго-запада Русской платформы и ее обрамления, а также верхнепалеозойского вулканизма — в разломных зонах сочленения Украинского щита и Донбасса, и связанные с ними рудоносные пневмогидротермалиты. Продолжается изучение дайковых и базальтовых формаций докембрия и палеозоя.

ПРОЦЕССЫ ЛИТОГЕНЕЗА, ОСАДОЧНОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ И ВЫВЕТРИВАНИЯ

Одним из основных направлений работы в этой области является изучение минералого-петрографических и геохимических особенностей и формирования осадочных комплексов Украины и связанных с ними полезных ископаемых, в первую очередь палеогеновых и неогеновых платформенной части Украины, а также Карпат. Завершено обобщение материалов по киммерийским железным рудам Приазовья и осадочным агрорудам Украины, закономерностей формирования и вещественного состава россыпей на территории Украинского щита, его склонов и прилегающих областей, закономерностей распределения рудных минеральных накоплений в акватории Азовского моря. Успешно разрабатываются вопросы катагенеза и метаморфизма верхнепротерозойских и палеозой-

ских осадочных пород юго-запада Русской платформы и предгорного прогиба Галицийской складчатой области.

Освещена петрография, минералогия и геохимия профилей выветривания главных разновидностей кристаллических пород щита, вскрыта взаимосвязь изменений состава и свойств пород при выветривании и большая породообразующая роль гомогенного выноса вещества из коры для сопряженных бассейнов осадкообразования; изучена минералогия месторождений первичного каолина и латеритоидной коры выветривания; начаты исследования по выявлению метаморфизованных переотложенных кор выветривания в составе украинского докембрия.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ РУДНЫЕ ЭПОХИ И ПРОВИНЦИИ

На основе радиогеохронологических, геохимических, петрографических и геолого-структурных исследований институтом впервые предложено деление 3,5 миллиарда-летней истории геологического развития территории Украинской ССР на 12 геолого-исторических эпох с характерной для каждой рудно-химической специализацией эндогенного или экзогенного происхождения. Свойственные каждой из эпох преобладающие процессы рудообразования нашли свое воплощение в геохимических рудных провинциях разного масштаба проявления, числом к настоящему времени в несколько десятков, рудоносные формации и парагенетические рудные ассоциации которых сейчас изучаются.

Помимо широкоизвестной Украинской железорудной провинции и новооткрытых золото-сульфидных и никель-кобальтовых провинций Среднего Приднепровья большой интерес представляют рудные провинции, связанные с платформенным вулканизмом (медь, полиметаллы, фтор), обусловленные первичным магматическим рудонакоплением (титан, цирконий, никель, кобальт и др.), а также экзогенные рудные провинции, связанные с формированием и последующим размывом коры выветривания кристаллических пород (бокситы, каолины, никелевые руды, россыпи минералов титана, циркона и т. п.). С этими эпохами и провинциями связано также формирование осадочных руд железа и марганца. Особенности такого пороодо- и рудообразования изучаются в институте в весьма широком диапазоне направлений, среди которых видное место занимают тонкие минералогические и геохимические исследования с применением рентгенографии, электронной микроскопии, рентгеноспектральных, резонансных, нейтронно-активационных и др. современных методов.

ПРОБЛЕМЫ ОБЩЕЙ МЕТАЛЛОГЕНИИ

Синтез результатов исследований института нашел свое выражение в целом ряде обобщающих геохимических, металлогенических, прогнозных и др. карт и монографических работ по Украинскому щиту, его обрамлению и другим регионам — Карпатам, Донбассу и т. п., а также в разработках по Русской платформе и докембрийских щитов мира, участии в составлении тектонической карты Европы и изучении вопросов стратиграфии, тектоники, минералогии и металлогении Карпато-Балканского региона. Совместно с Министерством геологии УССР составлена генеральная программа изучения Украинского щита и его обрамления и связанных с ними полезных ископаемых.

в основу которой положены теоретические представления о геохимических рудных эпохах провинции. Создан крупный обобщающий труд по стратиграфии докембрия Украины. Начата разработка единой, разносторонне обоснованной схемы структурно-тектонического районирования щита на историко-геологической основе и вопросов взаимосвязи складчатых и разрывных структур с локализацией месторождений полезных ископаемых и рудовыводными зонами в условиях конкретной рудногеохимической провинции.

Показана огромная роль процессов метаморфизма, ультраметаморфизма и метасоматоза в перераспределении, рассеянии и концентрации рудного вещества в горных породах, причем установлена повышенная рудоносность слабометаморфизованных пород. Получены новые данные об основных закономерностях размещения докембрийских магматогенных и метаморфогенных месторождений в составе древних щитов; установлены источники рудных растворов месторождений метаморфогенной группы и охарактеризованы рудовмещающие структуры этого типа месторождений. Начаты исследования по «снятию» метаморфизма, реконструкции первичного облика пород параметаморфических толщ и изучению их рудоносности. Совместно с геолого-разведочными организациями УССР созданы первое обобщение материалов и первые карты древней коры выветривания Украинского щита и связанных с ней полезных ископаемых. В результате всех этих исследований показано принципиальное сходство докембрийских и фанерозойских рудных эпох и охарактеризованы некоторые их конкретные особенности.

МЕТЕОРИТИКА И КОСМОХИМИЯ

В течение многих лет проводится изучение физических свойств и вещественного состава каменных и железных метеоритов и тектитов, в том числе в сравнении с соответствующими данными по земным горным породам и лунной поверхности. Начаты специальные исследования по установлению минералогического, химического и изотопного состава большой массы вещества из Сихотэ-Алинского метеоритного дождя. Намечаемое изучение земного глубинного и метеоритного вещества методами изотопной и ядерной геохимии позволит подойти к решению таких вопросов как единство вещества солнечной системы, досолнечное состояние материи, физико-химические условия ее консолидации и дифференциации, степень однородности Земли и ее отдельных оболочек, в т. ч. природа и генезис земной коры.

* * *

Институт геохимии и физики минералов АН УССР намечает и впредь расширять творческое привлечение к своим работам современных точных методов исследований, представляющих новую, разностороннюю и обширную информацию о минеральном веществе. Разработка на этой основе новых прогрессивных геологических представлений позволит помимо решения практических вопросов, совершенствовать углубленный анализ условий и закономерностей образования и размещения минеральных ассоциаций в земной коре. Одновременно это будет все более сближать геологические науки с фундаментальными, обогащая последние новым сравнительным и экспериментальным материалом и содействуя дальнейшему познанию и утверждению материального единства мира.

THE GEOLOGICAL SURVEY OF THE NETHERLANDS

by

A. A. THIADENS

Netherland

The Geological Survey of the Netherlands is charged with the following tasks:

- (1) advising the Minister of Economic Affairs in geological matters especially with respect to the exploration and exploitation of mineral resources;
- (2) the interpretation and working out of data available from the exploration and exploitation of mineral resources;
- (3) the preparation and publication of the geological map of the Netherlands and the collecting, preserving and if possible publishing of data about the geology of the Netherlands, and geological research, all this as far as it is of importance for the geology of the Netherland;
- (4) acting as a consulting institution for governmental and private organisations and agencies in the Netherlands and elsewhere.

The Geological Survey and its legal predecessors have existed for 66 years. Owing to the country's geographical situation on the mouth of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt and to the geological development of its surface (99 % of the country is covered with thick quaternary sedimentary rocks), the Dutch showed until the beginning of this century no interest in mining and very little in geology. We were more interested in agriculture, reclaiming land from the sea, shipping and shipbuilding, and trading all over the world. At the beginning of this century there were four coal-mining companies in the Netherlands, three of which were French and Belgian owned.

In 1902 the State coal-mines were founded and in 1903 the Rijksopsporing voor Delfstoffen (State Exploration of Mineral Resources, a predecessor of the Geological Survey) was founded with the special task on behalf of the Government to search for coal and salt outside the known mining area in South Limburg. The State Exploration of Mineral Resources found coal in the Peel region, coal and salt in the Achterhoek in the eastern part of the country. It also proved the first oil and gas shows in the Netherlands' subsoil (1923).

The activities of the Rijksopsporing van Delfstoffen, the Rijks Geologische Dienst and the Geologische Stichting were more or less the same as those of the present Geological Survey of the Netherlands.

The first geological map of the Netherlands was made to the scale of 1:800,000 by W. C. H. STARING in 1844. From 1858—1867 STARING published on the scale of 1:200,000 a geological map of the Netherlands in 27 sheets. The second edition was published in 1889.

Another task of the Rijksopsporing van Delfstoffen consisted in advising the dutch coal mines. From this developed in 1908 the Geological Bureau for the Mining Area, which from its start has specialized in coal-mining geology and carboniferous stratigraphy. From the work of the Rijksopsporing van Delfstoffen it became clear to the Dutch Government that geological mapping is economically and hydrogeologically of great importance. Therefore in 1918 the Geological Survey of the Netherlands was founded. Its main task was slightly different, in so far as mapping came first, followed by the exploration of mineral resources and consulting work.

In 1935 when the economic depression was at its worst, the Geological Survey of the Netherlands was for economic reasons formally made into the Geologische Stichting (Geological Foundation) with the same staff and outfit, and the same objectives as the former Geological Survey of the Netherlands.

In 1951 the last sheet of the first edition of the geological map of the Netherlands 1:50,000 was published.

In 1956 the fieldwork for the second edition for the 1:50,000 geological map was started for several reasons. The first edition had become out of date. The demand and requirements of the users of the geological map made a revision necessary. Moreover new methods, such as aerial photography, sediment-petrography and sedimentology, pollenanalysis, palaeontology and a new more detailed stratigraphy made a revision possible.

In the third place modern more or less sophisticated hand-boring methods had been introduced for taking undisturbed samples down to 6—12 m on an average in the soft recent and Holocene alluvial sediments.

The old map was based on a traditional legend and indicated as a rule the formations, members and beds lying at the surface.

In our flat country poor in exposures this map no longer met the requests and requirements of its users. The geological situation in the Netherlands consists mainly of horizontal layers, with the younger layers nearly always completely covering the older ones.

The new map should also give information on the subsoil as deep as possible. For this purpose new boring methods were developed and the so-called profile-type-legend was drafted by ir. HAGEMAN, head of the mapping department of the Survey. On several occasions the principles of this new profile-type-legend have been published. Therefore in this paper only brief attention will be paid to this legend. The profile-type-legend uses colours on the map basically to indicate certain successions of the layers in the area. In order to explain the legend it is useful to give a short outline of the overall section of the Western Netherlands (*Figure 1*).

The section shows that the base of the Holocene deposits is formed by a Pleistocene landscape consisting mainly of sands and slightly dipping from east to west. So in Holocene times the sea invaded the region from west to east.

As a result of the melting of the permafrost and the icecaps at the end

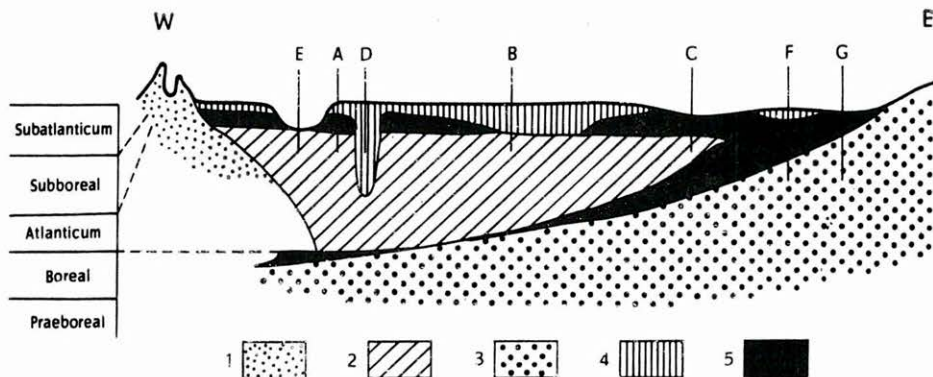


Fig. 1. Schematic section through the marine and perimarine area of Western Holland
 1. Dune sand, 2. Calais formation, 3. Pleistocene, 4. Duinkerke formation, 5. Dutch peat bog

and after the Pleistocene in front of the transgressive sea, vegetation started on the Pleistocene sands, resulting in peat-beds which in the western part were in their turn covered by marine sediments from younger Holocene transgressions. In the east the peatlayers started to grow at a later time and were never covered by the older Holocene marine sediments.

The older Holocene marine sediments, formed during the rather quick rise of the sea-level, consist of sand and clay, and are called *Calais deposits*.

At a certain moment in the development of the North Sea basin, when the velocity of the rise of the sea-level was diminishing, sand barriers developed in the area of the present coast. Behind these protecting barriers rather thick peatlayers could develop. The peat sediments are called *Holland deposits*.

Finally during the still relatively diminishing rise of the sea-level, only through the old rivermouths the sea could invade, partly eroding and partly covering the peatlayers of the Holland deposits landward behind the sand barriers and the dunes with younger marine sediments, the *Dunkirk deposits*.

The choice of the 3 main components serving in the profile-type-legend was the Calais deposits, the Holland deposits and the Dunkirk deposits.

Assuming that Calais can never occur on top of Dunkirk these three components give 7 possible combinations, as indicated on *figure 2*. These combinations are the main profile-types. On the map they are indicated with their "family" colour. They indicate in the area the composition of the section from the surface to the Pleistocene. *A* means Dunkirk on Holland on Calais, *B* Dunkirk on Calais, *C* Holland on Calais, *F* Dunkirk on Holland, *D* only Dunkirk on Pleistocene, *E* only Calais on Pleistocene, and *G* only Holland on Pleistocene.

Before going into further detail some general rules have to be emphasized.

- (1) The map is to be a lithostratigraphical, not a chronostratigraphical one. The facts on which the map will be based must be perceptible and determinable in the field. The field geologist must be as much as possible independent from specialised analyses in laboratories.
- (2) Work with handborings is the base for the map, *i.e.* that the depths that can be seen on the map is restricted to the depths that can be reached by hand-boring.

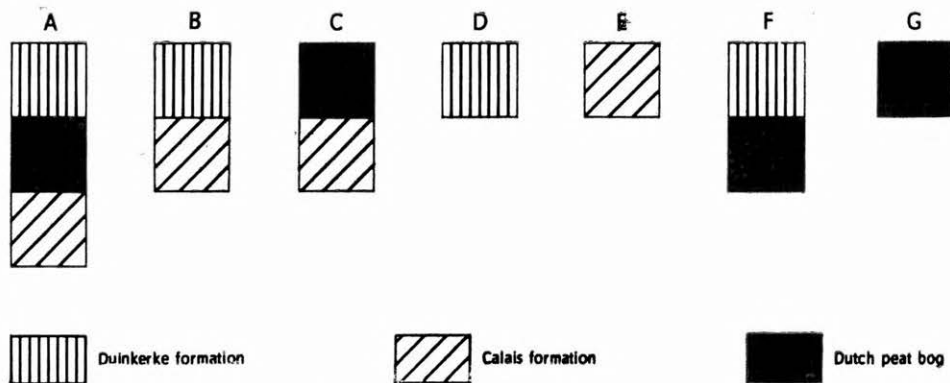


Fig. 2. The main profile types

- (3) The amount of detail put into the map is governed by successive steps (levels) on which the map is made. The lower the level the rougher the map. Successive higher levels will contain more details. The highest levels are as a rule optional. The field geologist is free to use them or not, depending on the geology of the mapped area.
- (4) Owing to the genesis of the transgressive marine and peri-marine deposits Holland peat can interfinger on the one side with the Dunkirk deposits, on the other side with the Calais deposits.
- (5) Interfingering of Calais with Dunkirk is supposed to be non-existent, owing to the fact that Calais came into being during the fast rising of the sea-level and Dunkirk developed in a much later phase during the period of slow sea-level rise.

The main profile-types are introduced on the sixth level of the map. The next step in the seventh level is exclusively connected with the phenomena of the interfingering contacts. In *figure 3* type *A* (Dunkirk on Holland on Calais), is subdivided into *A 1* (Holland interfingering into Dunkirk), *A 2* (Holland interfingering into Calais) and *A 3* (Holland on top interfingering into Dunkirk and at the bottom interfingering with Calais).

Normally this interfingering consists of only one finger. If Holland peat is interfingering with more than one finger *e.g.* in Dunkirk, this is not indicated on the map (*Figure 3*).

In the same way the main profile-tapes *B, C, D, E, F* and *G* are subdivided. The interfingering is indicated by means of the colours used on the map. Each main profile-type has a particular family colour on the sixth level. On the seventh level, where interfingering is introduced, the family colour remains but is done in as line screens.

The non-interfingered profile has the family colour in close-dot screens, interfingering into Dunkirk is indicated by horizontal line screens, interfingering into Calais by vertical line screens and interfingering into both Dunkirk and Calais by SW-NE line screens.

On the eighth level a subdivision of the profile-types has been made, based on the nature of development of the Dunkirk and Calais deposits.

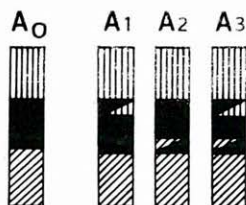
The field geologist is free to subdivide the Dunkirk deposits into lithogenic units such as tidal stream deposits or basin deposits. He can also intro-

duce, based on archeology, a chronostratigraphic subdivision of the Dunkirk deposits at the surface. These subdivisions are shown on the map by different shades of the main family colour. Where the Dunkirk deposits are built up of sediments of two or more transgressive phases, it is indicated on the map by diamond-shaped blue dots.

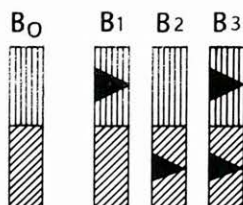
On the eighth level the field geologist is also free to use a subdivision of the Calais deposits based on facies development, distinguishing between the clayey marginal facies and the fine sandy central facies or the alternation of the two. These last facts are given in grey symbols on the coloured pattern. The higher levels are all optional and are only used if they do not overcrowd the map with signs. On the ninth and tenth levels special lithological marks and morphological phenomena can be introduced.

LAGUNAL-ESTUARINE

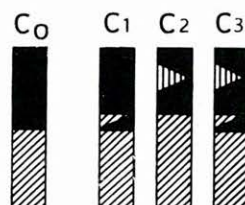
"A" type



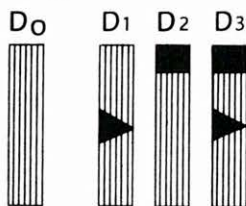
"B" type



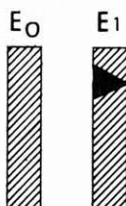
"C" type



"D" type

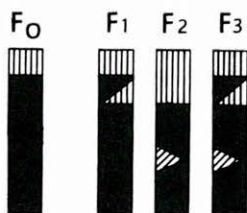


"E" type



PEAT PROFILES ALONG THE EASTERN EDGE OF THE HOLOCENE BASIN

"F" type



"G" type

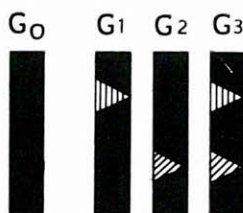


Fig. 3. Schemes of interfingering

THE DEPTHS OF THE MAP

As mentioned above the depths in the map are limited by the depths reached by means of the handborings. In the Holocene area we usually try to reach the Pleistocene base. When the Calais sands are too thick one does not succeed in it. Likewise when gullies, made during the Dunkirk transgressions are deep and filled with sand they will limit the boring depth (*Figure 4*).

By deciding not to fix a certain depth on the map (*e.g.* 7 m), but to extend the depth to the boring restricting formations, we are on the map connected with a geological lithofacies development on the spot.

In *figure 5* the profile-type-legend for the dune and coastal barrier landscape is indicated. The previous part of the legend refers to the lagoonal, tidal flat or estuary landscape and the backswamp landscape. For the dune and coastal bar landscape other components had to be chosen for the main profile-type, viz. the old dunes and beach sands, the younger dune sands and in between the *D* profiles or one of the *A*, *B*, *C*, *E*, *F* or *G* profiles. With these components 9 main profile-types have been made on the sixth level. On the map yellow-green to yellow and yellowochre are used.

It is our experience that, although these maps are rather complicated and

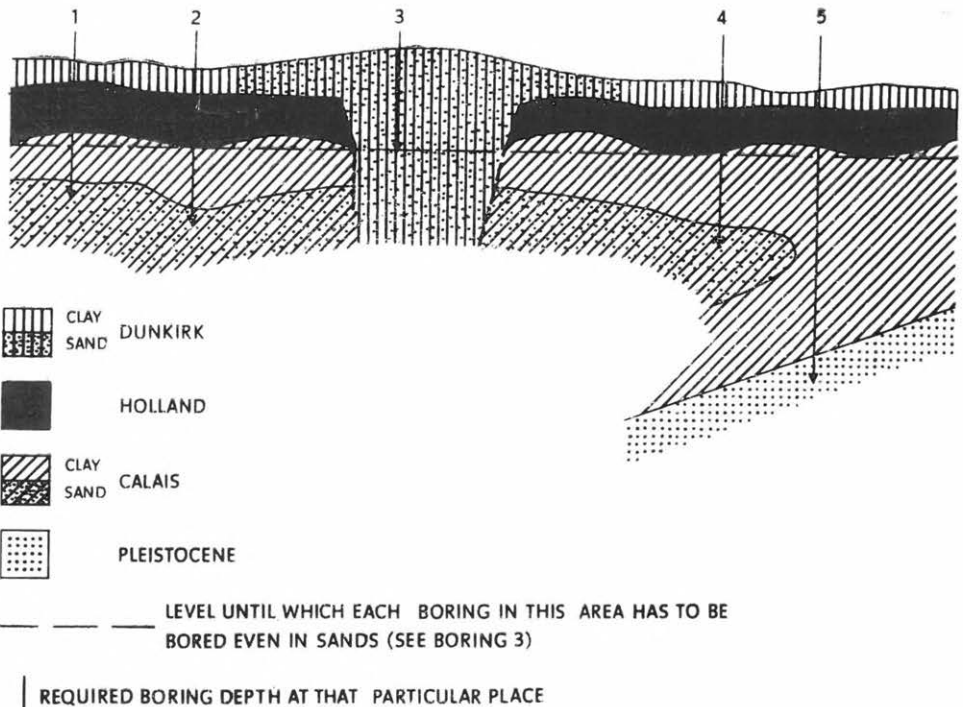


Fig. 4.

need close attention in order fully to profit by them, they are very welcome to our users, civil engineers, hydrologists, dike builders etc.

Studying the map from a distance of say 1 metre one can read the map down to the sixth level. Approaching closer to it, the seventh and eighth levels become clear. Looking at it carefully from an even closer distance the higher levels become alive and one can study the map to its maximum depth.

The Geological Survey's main task is to use its geological knowhow and experience for the benefit of the society. Some of the main problems characteristic of the Dutch society are its rapidly growing, very dense population, its shortage of space and its water management. Every square metre has to be used in the most appropriate way and it is a difficult task successfully to combine the different units of society (housing, traffic, industry, recreation, nature- and water conservancy).

The Geological Survey has to advise all who are connected with the planning of the use of the land on the build up and the structure of the soil and subsoil.

The first of the Survey's terms of reference and therefore the most important task is to advise the Minister charged with due application of the mining laws and regulations in geological matters. This comprises:

- a) the geological aspects in the laws and regulations;
- b) the geological evaluation of applications for exploration-licences and concessions, mainly concerning oil, gas and salt.

The government wants to avoid two or more companies working on the same structure and therefore consults the Survey on geological boundaries to be drawn for the exploration-licences and concessions.

- c) As the law allows the government, when issuing a gas-concession, to claim a 40% partnership in the venture, the Geological Survey has to evaluate the gas-findings in order to enable the Minister to make his decision whether to join in the exploitation of the concession, or not.

In some respects the Geological Survey acts as an accountant of gas reserves for the selling-buying contracts between the companies and the Gasunion, which is the distribution organisation for gas in the Netherlands, 50% being controlled by the Government.

The Geological Survey has also to represent the Government on geological matters in the Group of Rapporteurs on gas-reserves and the gas-map of Europe of the Commission on Gas of the Economic Commission of Europe (E.C.E.).

The management of water in the Netherlands is a major problem for the Government.

The Geological Survey is a standing advisory institution for the Netherlands Government Institute for Water Supply. Up till now 1×10^9 m³ water annually is pumped up from the subsurface. The rest (twice as much) is supplied by the rivers Rhine and Meuse. In the next 10 years there must be found an additional 500×10^6 m³ groundwater for our water supply. In 1/3 of the

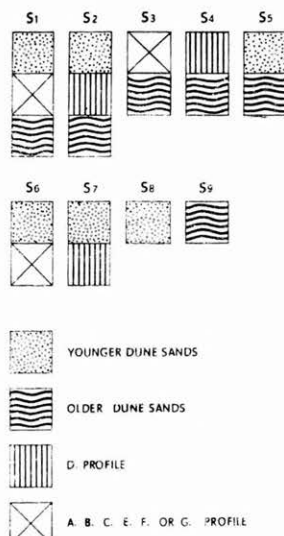


Fig. 5. Main profile types in the dune and coastal-barrier landscapes

country the groundwater is brackish or salt and cannot be used for winning fresh water. The Geological Survey is co-operating with the hydrologists and the hydrogeologists of the Netherlands Government Institute for Water Supply and Groundwater Survey TNO in the search for the additional 500×10^6 m³ water.

Apart from the need of drinking water and industrial water large quantities of fresh water from the Rhine and the Meuse have to be used to check and drive back the flow of salt water into the harbour of Rotterdam.

While the main object of reclaiming areas from the sea and building new dams in the Delta area is of course to provide security for the people, the second object is to get more fresh water basins for the country's water supply. The third is the provision of new recreation areas. A fourth object in former years was to create new land for agricultural purpose but this is no more aimed at in the Delta area.

The Geological Survey is acting as consultant for the civil engineers and hydrologists in the Delta area.

Problems concerning the foundation of dams, dikes and main bridges, the finding of gravels, clays and sand needed for the dike bodies, the hydrogeology affecting the situation of the boundaries between salt, brackish and fresh water, all ask for geological knowhow and advice.

The placing of the new Sloe harbour near Flushing in the Westerscheldt was changed several hundred metres after the geological investigation of the area.

On land, civil engineers building highways, canals, big bridges and towns are often taking into account the geological setting of the area. Normally plans for new highways and canals cannot be changed, but a knowledge of the geological situation is a great help to avoid bad or wrong foundations. It is difficult to evaluate the economic value of this kind of geological knowhow. However, it is interesting to give one small example. In the Alblasserwaard the plan of a third grade road was removed several hundred metres and in this way the costs in building and maintenance of this road were decreased by f 1,000—per metre, which makes f 1,00.0000—per km.

As to mining geology special problems with an important geological aspect have to be solved by the mining geologists of the Survey.

For instance the question of water management in a mine, when the water-level in neighbouring mines, which have been closed down, is rising and the underground works are filled with water. This water will no doubt be leaking into the still working mine and the questions which arise are: how much water can be expected (what pump capacity do we need), can we build dams in the underground works in order to check the leaking water and if so, where are the strategic points to build these dams?

The Geological Survey of the Netherlands was obliged to introduce and develop special boring materials for its mapping and consulting activities. As in the Netherlands there are no natural outcrops and artificial outcrops are from time to time only made on building sites. Surveying in the field for mapping and consulting purposes always has to be done by handboring. For this work the Survey developed small handcorers with which it is possible to take undisturbed cores in soft muddy and sandy rocks to 8–12 m. depth. For

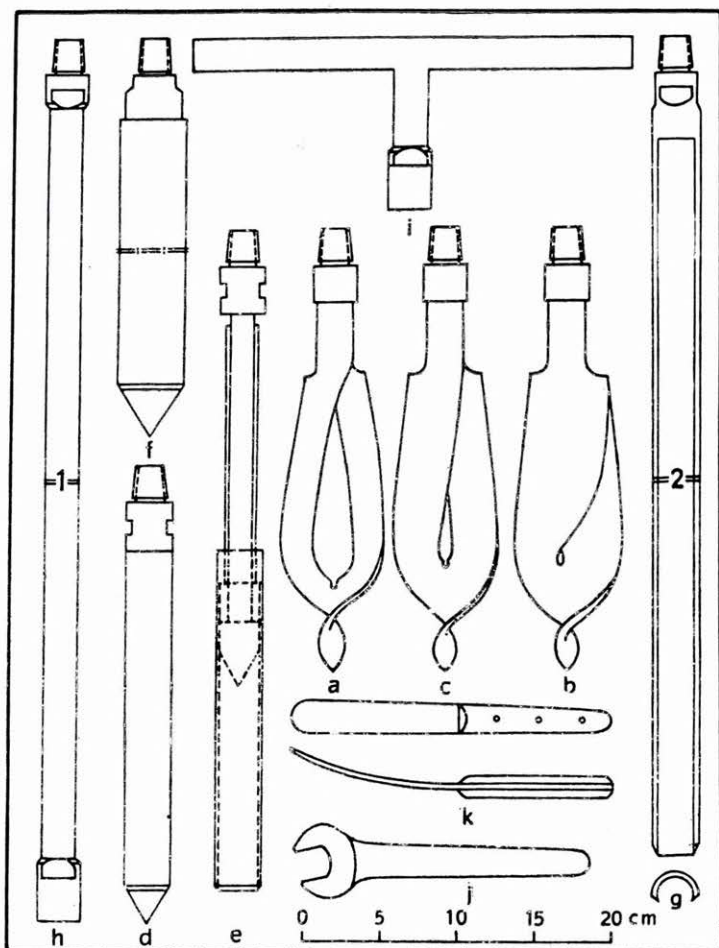


Fig. 6. Hand corers (d, e and f DACHNOVSKI apparatus)

wet sands the *v.d. Staay* corer has been developed. Both the *Dachnovski* and *v.d. Staay* corers enable us to study the structure of the sediments in undisturbed cores (Figures 6, 7, 8 and 9).

At sea we use the *Zenkovitch* apparatus which stands on the bottom of the sea and enters the soft rock with a vibrating core barrel. The barrel is pulled out on a normal way which is usually difficult from a ship. Therefore the *Geodoff* was developed. The *Geodoff* also stands on the floor of the sea. The core barrel of 5 m enters the sediments while vibrating and is also pulled out vibrating. The *Zenkovitch* apparatus uses its own weight, in the *Geodoff* additional hydraulic power is added (Figs. 10 and 11).

Before 1959, the year when the Slochteren gasfield was discovered, the interest of the Geological Survey in the North Sea was directed at sediment

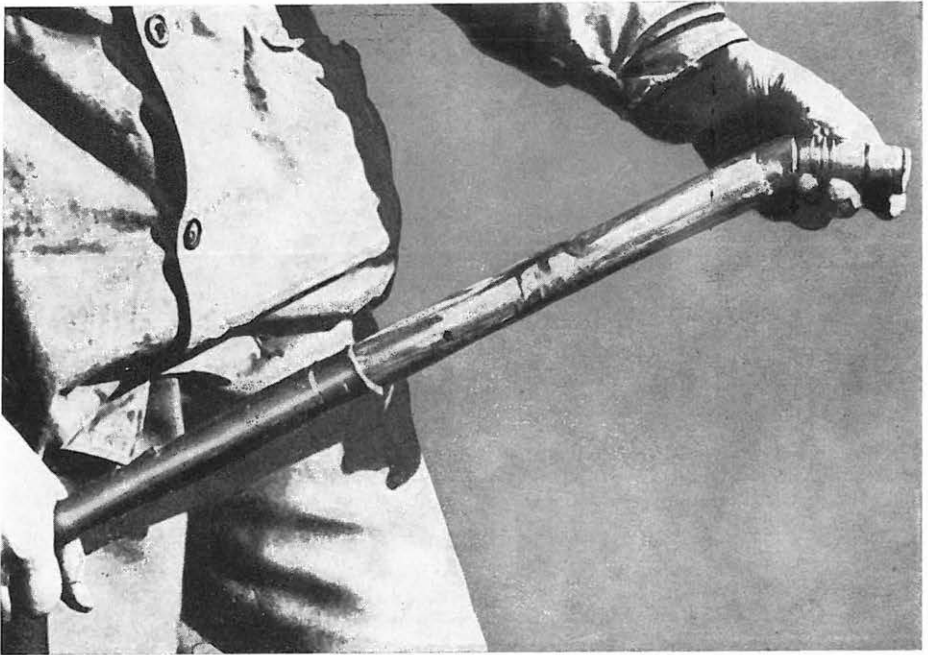


Fig. 7. Sample from the DACHNOVSKI apparatus

transport along the coast. The civil engineers of Rijkswaterstaat who are charged with the coastal defence had to be advised rather in detail about the build up and the changes of the dunes, the beach and the bottom of the sea along the coast.

After 1959 and specially after 1967 when the mining law for the continental shelf came into force and boring islands entered the Netherlands shelf in the North Sea in 1968, the Geological Survey started to collect as many facts, samples and geophysical data of the bottom and the superficial subsurface of the North Sea as possible. It is a well known fact that it is not easy to place the legs of the platforms firmly on the bottom of the sea. Sometimes *e.g.* on Pleistocene sands, there are no difficulties, but if thick beds of soft clay are encountered there may arise all sorts of difficulties and even drilling platforms may have to be removed to a nearly appropriate place.

The Geological Survey is engaged in developing a geological map also based on the "profile type" principle.

For all these purposes the Geological Survey comprises 6 departments, viz.:

- the mapping department
- the department for economic and technical geology
- the department for mining geology and carboniferous geology
- the subsurface department
- the department for mineral resources
- the department of the laboratories.

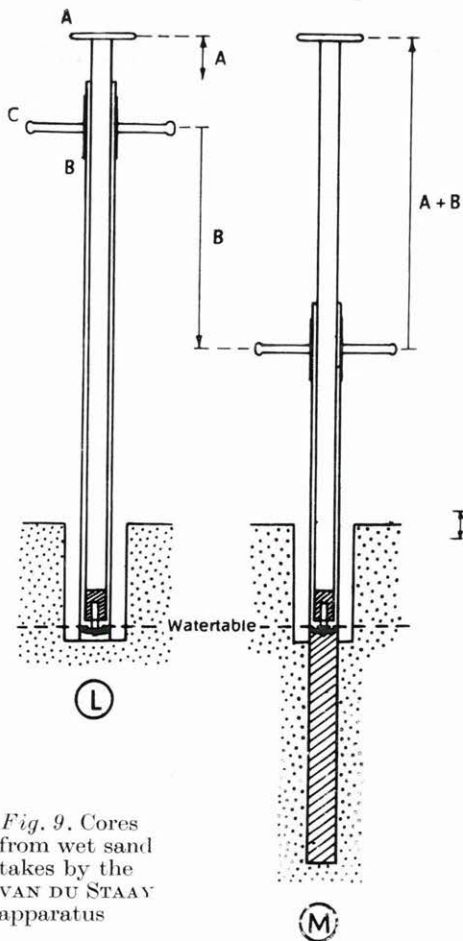


Fig. 9. Cores from wet sand takes by the VAN DU STAAY apparatus

Fig. 8. VAN DU STAAY cover

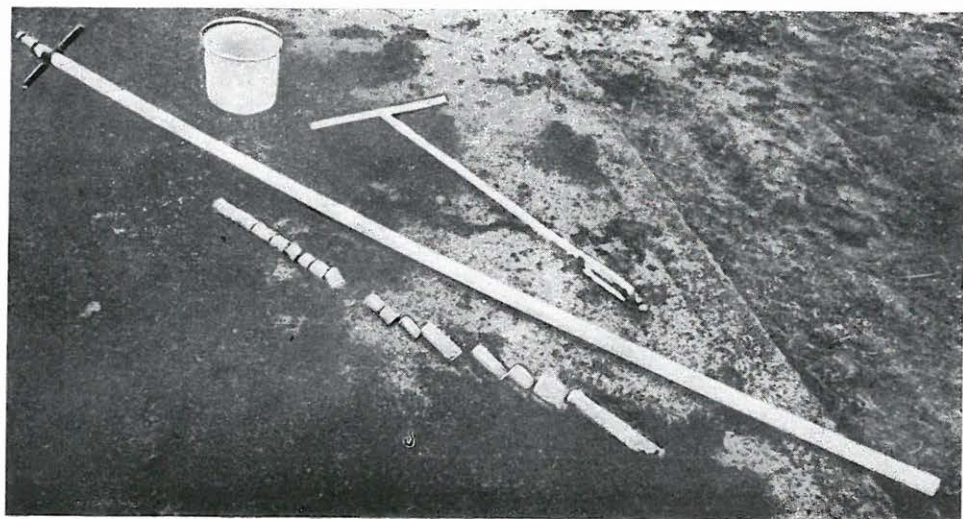
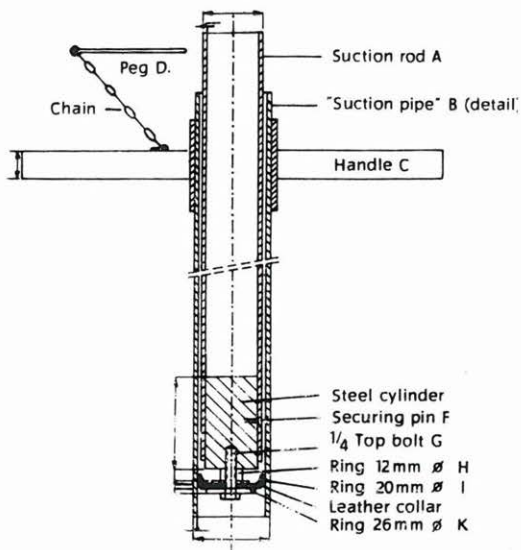




Fig. 10. The ZENKOVICH apparatus

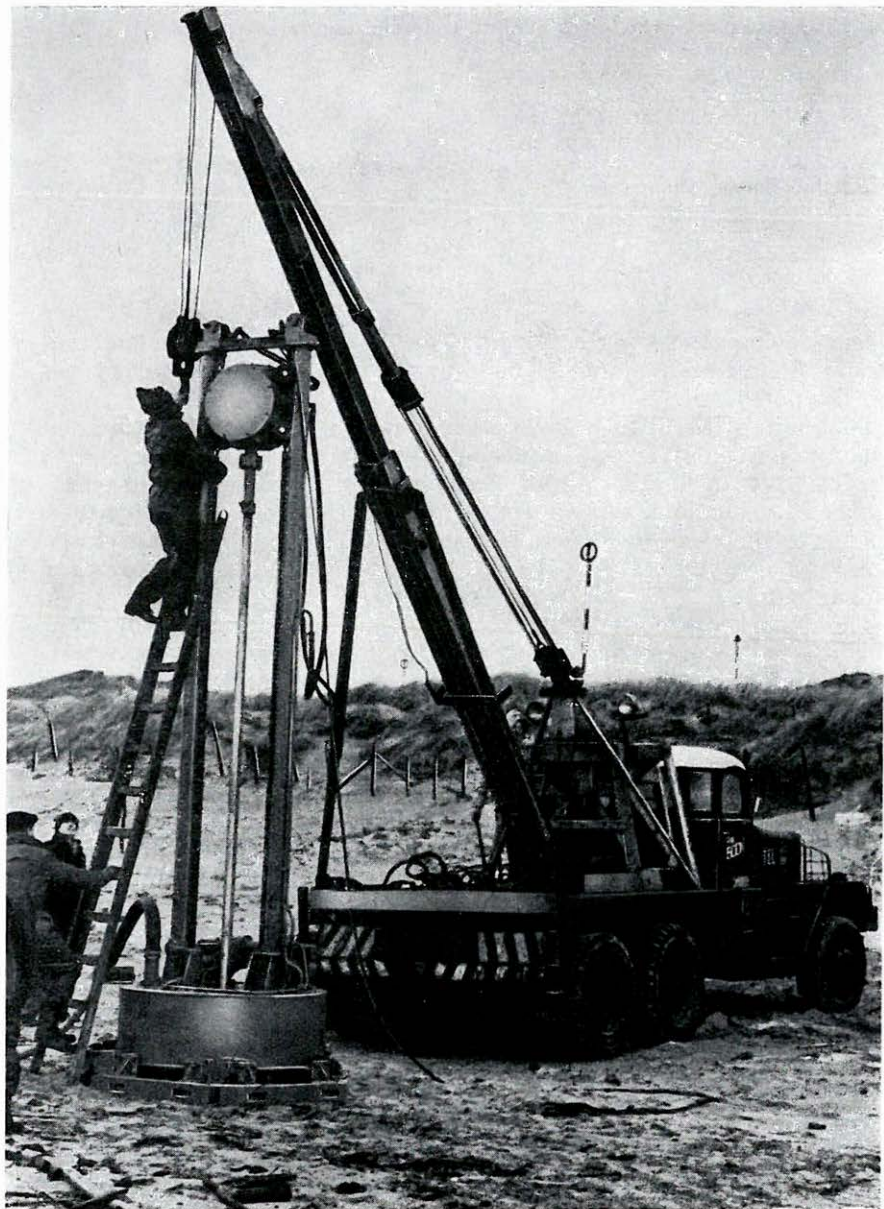


Fig. 11. The Geodoff

In the laboratory department there are 14 labs:

palaeontology of the molluscs of the Cenozoicum
 palaeontology of the microfauna of the Cenozoicum
 palaeontology Mesozoicum
 palaeontology Palaeozoicum
 palaeobotany pollen Cenozoicum
 palaeobotany diatoms Cenozoicum
 palaeobotany Mesozoicum
 palaeobotany Palaeozoicum-megaplants, megaspores
 palaeobotany microspores
 sediment-petrography
 sedimentology
 granulometry
 coal petrology
 gravel.

The Geological Survey employs 30 academic geologists and mining engineers and a staff of 155 technicians, draughtsmen and administrative personal and other personnel.

The main office of the Survey is in Haarlem.

The department for carboniferous and mining geology is housed in the Geological Bureau for the Mining Area in Heerlen. The mapping department which has its headquarters in Haarlem, is decentralised and has 6 district geologists with 8 district offices in the field. The mapping department also comprises a geophysical (geo-electrical) subdepartment and a cartographical subdepartment.

The department for economic and technical geology is mainly concerned with subjects of Quaternary geology and water supply.

The mineral resources department deals with all mineral resources, except oil, gas and Quaternary sands, clays, *etc.* So it is concerned with salt, uranium, limestone, dolomite *etc.*

The subsurface department is working on oil and gas geology in the Netherlands and the North Sea and is doing the preparatory work for advising the Minister in charge of mining laws.

Apart from the maps there are 3 series of publications: the Mededelingen Nieuwe Serie which appears yearly, Mededelingen Serie C comprising monographic publications and Explanatory notes to the maps.

REFERENCES

- DANSEN, M. 1968: De kleurkeuze van de Geologische kaart van Nederland en de kartografische consequenties. — K.N.A.G. Geografisch Tijdschrift II No. 3, 11 pp. Groningen.
- HAGEMAN, B. P. 1961: Mapping of Holocene marine deposits in the Netherlands. — Rep. VI. Int. Congr. on Quaternary, Warsaw. Lodz 1965, 15 pp.
- HAGEMAN, B. P. 1963: A new method of representation in mapping alluvial areas. — Verh. K.N.G.M. Geol. Ser. deel 21-2, 9 pp. The Hague.
- HAGEMAN, B. P. 1963: De profieltype-legenda van de nieuwe Geologische Kaart voor het Zeeklei - en Rivierkleigebied. — Tijdschr. K.N.G.A. Deel LXXX, no. 2, 11 pp. Groningen.
- HAGEMAN, B. P. 1968: The reliability of Geological Maps. — Int. Yearb. of Cartography VIII. 11 pp.
- DE JONG, J. D. — HAGEMAN, B. P. 1960: De Legenda voor de holocene afzettingen op de nieuwe Geologische Kaart van Nederland, schaal 1:50,000. — Geologie en Mijnbouw 39^e jaargang 1960. The Hague.

LES INSTITUTIONS GÉOLOGIQUES ITALIENNES ET LA NOUVELLE CARTE GÉOLOGIQUE D'ITALIE

par

R. SELLI

Italie

En Italie les organisations qui ont pour but la recherche géologique pure ou appliquée sont nombreuses, elles ont des origines variées et se proposent des fins et des activités très diverses. Il n'est pas facile d'en dresser un tableau complet et il serait très long d'en faire une illustration approfondie. Nous essaierons dans cet exposé de vous entretenir sur les principales et les plus actives.

Tout d'abord pour mieux orienter le lecteur nous pouvons schématiser les diverses institutions de la façon suivante :

1. Instituts Universitaires
2. Conseil National des Recherches
3. Comité géologique et Service géologique d'Italie
4. Autres institutions de recherche d'Etat ou sous le contrôle de l'Etat
5. Activités privées
6. Académies et Sociétés scientifiques.

Ce tableau, bien que très hétérogène, servira de guide durant notre exposé. Nous examinerons ensuite, à part, un argument qui, à notre avis, peut avoir un intérêt particulier pour cette réunion, c'est-à-dire la nouvelle carte géologique d'Italie et les programmes pour le développement futur de la cartographie géologique italienne.

2. INSTITUTS UNIVERSITAIRES

Toutes les Universités italiennes, sauf de rares exceptions qui ne s'intéressent pas à la recherche géologique, appartiennent à l'Etat et dépendent du Ministère de l'Instruction Publique, qui fournit les fonds nécessaires à leur fonctionnement. Tout le personnel provient de concours publics, à l'exception des charges d'enseignement qui sont confiées par les Facultés.

En 1968 il y avait 79 Instituts Universitaires de Sciences géologiques dirigés par un professeur titulaire et, pour être plus précis, ils étaient répartis ainsi: Géologie ou Géologie et Paléontologie (22), Minéralogie ou Minéralogie et Pétrographie (20), Paléontologie (4), Pétrographie (2), Géochimie (1), Géo-

logie appliquée (4), Gisements minéraux (2), Géotechnique (1), Exploitation des Mines, Géophysique (8), Océanographie (2), Minéralogie et Géologie (8).

Pour la plupart ils dépendent de la Faculté des Sciences, alors que les autres dépendent des Facultés pour ingénieurs et agronomes.

L'importance, l'organisation et la composition de ces Instituts est très diverse : en effet on passe d'Instituts avec une équipe de deux ou trois personnes à d'autres, appartenant à quelques grandes Universités, avec plus de soixante personnes réparties entre chercheurs, techniciens et aides. Cette diversité dépend de facteurs multiples : variétés et ampleurs des terrains de recherche, temps différents d'institution, nombre d'étudiants etc.

Les plus anciens de ces Instituts sont pratiquement nés en 1860 avec l'unité de l'Italie lorsque les *premières chaires de Géologie et Minéralogie* ont été instituées dans toutes les grandes Universités d'alors (auparavant il n'y avait généralement que des chaires de Sciences naturelles). Les professeurs avaient souvent un assistant et un aide ou technicien pour la conservation des collections ou des laboratoires existants ou en cours de formation. Ces noyaux, grâce à l'accroissement des professeurs et du personnel, sont devenus aujourd'hui d'importants Instituts, qui, selon les prévisions, seront organisés dans un avenir proche en Départements de Sciences Géologiques.

L'activité qui se déroule aujourd'hui dans les Instituts Universitaires est multiple et variée. A côté de l'enseignement et de la préparation pour le Doctorat ès Sciences Géologiques, Sciences naturelles, Diplômes d'Ingénieurs des Mines et ingénieurs civils, hydrauliques etc., leur activité de recherche est intense.

Avant tout il s'agit de recherche pure, dans les domaines et sur les thèmes les plus variés. Cette recherche a surtout une orientation régionale, c'est-à-dire qu'elle a lieu sur des aires italiennes où il existe désormais une tradition de chaque Ecole et qui sont, en grande partie, les plus proches du siège de l'Université. Pour quelques-uns des plus grands Instituts les domaines de la recherche sont beaucoup plus vastes et s'étendent à une plus grande partie de l'Italie ou également de l'étranger et à des thèmes de caractère régional ou de recherche de base.

Mais souvent dans les Instituts Universitaires a lieu également une recherche appliquée sur demande d'Organismes d'Etat ou d'Organismes privés sur les thèmes les plus variés (géologie des constructions, géohydrologie, gisements minéraux, géotechnique etc.).

Les recherches pures ou appliquées effectuées dans les Instituts Universitaires sont libres, c'est-à-dire laissées à l'initiative et à la vocation de chacun (grâce à la liberté d'enseignement et de recherche dont jouissent les professeurs et les chercheurs universitaires), ou bien ce sont des recherches d'équipe librement formées dans les Instituts les plus grands. En d'autres cas au contraire il s'agit de recherches programmées et organisées par d'autres Organismes (CNR, Ministère, Organismes d'Etat ou Organismes privés etc.), quelquefois même à l'échelle nationale ; ce sont ces Organismes qui financent. Nous en donnerons plus loin quelques exemples.

Enfin il faut ajouter que la plus grande partie de la recherche pure, de même qu'une bonne partie de la recherche appliquée, est effectuée aujourd'hui dans les Instituts Universitaires.

Quelques-uns des plus grands Instituts de Géologie publient des *Revue*s périodiques. Parmi les plus répandues on peut citer: « *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* » (Milan), « *Giornale di Geologia* » (Bologne), « *Geologica Romana* » (Rome), « *Mineralogica e Petrographica Acta* » (Bologne), « *Periodico di Mineralogia* » (Rome). D'importantes séries de *Mémoires* ou *Travaux* sont également publiés périodiquement par les Instituts de Padoue, Pavie, Ferrare, Gênes, Naples etc.

2. CONSEIL NATIONAL DES RECHERCHES

Le Conseil National des Recherches (*CNR*), créé en 1923, est un organe d'Etat autonome qui dépend de la Présidence du Conseil des Ministres et qui favorise, coordonne et finance la recherche scientifique et technologique.

L'activité de cet Organisme est très vaste. Avant tout il établit et finance des contrats de recherche avec des chercheurs, des groupes de chercheurs, des Instituts Universitaires et d'autres Organismes sur des programmes d'étude bien définis. En outre il crée et gère, tout seul, des Instituts, des Laboratoires et des Centres d'étude à des fins scientifiques bien définies, dans les domaines de recherche fondamentale et appliquée qui exigent des moyens et un personnel considérables et qui ne peuvent être affrontés par les Instituts Universitaires ou d'autres Organismes publics ou privés. Enfin il s'occupe des rapports avec les organisations internationales. Dans ce but et d'autres moins importants qu'il serait long de citer, le *CNR* dispose de Comités et de Commissions d'experts qui coordonnent et jugent chaque initiative.

Pour ce qui est des Sciences géologiques et minières le *CNR* finance de très nombreuses initiatives qui ont fait énormément progresser les connaissances stratigraphiques, tectoniques, paléontologiques, sédimentologiques etc., des Alpes, des Apennins du nord, des Apennins de centre-sud et de la Sicile. Ces recherches fondamentales s'effectuent surtout par des programmes coordonnés et en accord avec de nombreux Instituts Universitaires. Le résultat c'est la publication d'un grand nombre de *Mémoires*, notes, de cartes géologiques détaillées et modernes; le *CNR* se charge de tous les frais.

Toujours dans le domaine de nos disciplines le *CNR* a créé ses propres organismes de recherche parmi lesquels on peut citer: le Laboratoire pour la Géologie marine de Bologne, l'Institut international de volcanologie à Catane, le Laboratoire pour le traitement des minéraux à Rome. D'autres laboratoires sont prévus pour l'étude des problèmes géophysiques de la lithosphère, des ravinements, alluvions, etc.

Ces laboratoires et Instituts, pourvus de moyens financiers considérables et disposant de nombreux chercheurs et techniciens spécialisés, malgré le caractère récent de leur institution, on déjà obtenu des résultats très intéressants. Par exemple, le Laboratoire pour la géologie marine a déjà fait des découvertes remarquables sur les processus de sédimentation, sur la structure et l'évolution tectonique et paléogéographique de la mer Tyrrhénienne et de la mer Adriatique. Le *CNR* a en cours de développement des programmes spéciaux pluri-disciplinaires dont trois en particulier concernent les Sciences géologiques: l'approvisionnement hydrique, l'océanographie et les ressources marines, l'exploitation des énergies endogènes. Dans le cadre de ce dernier on a prévu la création d'un Institut géothermique international.

Enfin parmi les autres initiatives il ne faut pas oublier les nombreuses expéditions géologiques à l'étranger, organisées et financées par le *CNR* dans de nombreux pays méditerranéens, Afrique orientale, Himalaya, Antarctide etc., et l'apport d'idées et de moyens à des programmes d'étude internationaux. Le *CNR* a ses propres publications, parmi lesquelles la revue périodique « *La Ricerca Scientifica* » qui informe sur les diverses recherches accomplies; en outre il subventionne de nombreuses revues dont plusieurs de géologie.

3. COMITÉ GEOLOGIQUE ET SERVICE GEOLOGIQUE D'ITALIE

Etant donné le but de notre rencontre nous nous étendrons plus longuement sur cet argument.

Le 12 Décembre 1861, quelques mois après l'unification de l'Italie, une loi décida la création d'une carte géologique d'Italie à l'échelle 1:50 000, confiée aux soins du Corps des Mines. Par la suite, en 1867, fut créé un *Comité géologique* ayant pour tâche le levé proprement dit. Mais étant donné les difficultés au milieu desquelles se trouvait alors le Pays à peine unifié, ces décisions eurent un faible résultat. Lorsque le nouvel Etat eut Rome pour capitale, et plus précisément le 15 Juin 1873, une loi fut promulguée, instituant le *Service géologique d'Italie* (alors appelé Bureau géologique) avec son propre siège et sa propre bibliothèque, chargé de la préparation et de la publication de la Carte géologique d'Italie, sous la haute direction scientifique du Comité géologique.

Ces deux organes: Comité géologique et Service géologique d'Italie remplissent encore aujourd'hui, en substance, ces fonctions.

Le *Comité géologique* est un organe constitué de professeurs universitaires et de spécialistes possédant une grande expérience, nommé par le Ministre de l'Industrie. Il coordonne et contrôle le levé de la carte géologique, en donnant les directives scientifiques et techniques générales. En particulier il trace les programmes du levé, établit les critères et les normes pour assurer une orientation uniforme et moderne du levé, la coordination, le dessin et l'impression de chaque feuille; il exprime des jugements sur les nombreux problèmes particuliers concernant la géologie italienne. Plusieurs commissions d'étude ont été créées à son sein, en particulier une Commission stratigraphique.

Le *Service géologique d'Italie* est un organe actif dépendant du Ministère de l'Industrie et qui a comme tâches essentielles de levé et la publication de la Carte géologique d'Italie et les études paléontologiques, stratigraphiques, sédimentologiques etc., qui s'y rapportent. Une activité intense est également consacrée aux études géologiques pratiques pour le compte d'autres Administrations de l'Etat et de particuliers sur des arguments spécifiques: gisements minéraux, barrages, éboulements, aqueducs, systématisation des talus etc. Le personnel est constitué de 120 personnes parmi lesquelles 50 géologues, dont une partie (35) est chargée du levé de la Carte géologique d'Italie et des études qui s'y rapportent et une autre (15) chargée des recherches géologiques appliquées.

Le Service géologique d'Italie a commencé les levés systématiques dès 1873 dans les régions présentant le plus grand intérêt au point de vue minier (Sicile, Sardaigne, Alpes Piémontaises, Toscane, Alpes Apuanes etc.). En 1878 apparurent les premières feuilles au 50 000 et au 10 000 et une carte minière

d'Italie au 600 000. En 1881, au II^e Congrès géologique international de Bologne, fut présentée une carte géologique d'Italie à l'échelle 1:1 000 000^e. La même année virent également le jour des cartes géologiques des Alpes occidentales, de la Ligurie centrale, de la Toscane centrale etc., à différentes échelles.

Mais c'est en 1884 que le Service géologique entreprend la publication systématique de la carte géologique d'Italie en 278 feuilles à l'échelle 1:100 000 qui constitue la carte base de notre Pays. Malgré l'activité intense de ce Service, en 1915 il n'y avait eu que 116 feuilles publiées, raison pour laquelle on sentit le besoin d'avoir la collaboration de géologues universitaires et d'autres Organismes. Par exemple le Magistrat des Eaux de Venise se chargea du levé et de la publication des 40 feuilles de la région vénitienne. Malgré ces collaborations en 1960 243 feuilles seulement étaient publiées, feuilles qui, de plus étaient déjà, en grande partie, très vieilles au point de vue scientifique. Cette situation était due aux guerres et aux conditions politiques du Pays, mais surtout au grand manque de personnel du Service géologique.

En plus de la carte géologique d'Italie au 100 000 et aux explications jointes à chaque feuille, le Service géologique a publié autrefois des cartes géologiques, à des échelles très variées, d'aires qui présentent un intérêt particulier au point de vue minier et géologique et la carte générale d'Italie au 1:1 000 000^e. En outre il publie le *Bulletin du Service Géologique* en un volume annuel et deux séries de Mémoires géologiques et paléontologiques.

4. AUTRES INSTITUTIONS DE RECHERCHE APPARTENANT A L'ETAT OU SOUS LE CONTROLE DE L'ETAT

Il s'agit d'un grand nombre d'institutions qui ont pour but la recherche pure et appliquée dans des domaines purement géologiques ou collatéraux. Nous ne citerons ici que certains des plus importantes.

L'*Institut National de Géophysique* à Rome et l'*Observatoire Géophysique* de Trieste sont deux organismes importants qui travaillent dans tous les domaines des disciplines géophysiques; actuellement le second effectue un travail intense en Mer Méditerranée. Ils publient également leurs propres revues périodiques.

L'*Observatoire volcanologique* du Vésuve (Naples) et celui de l'Etna (Catane) ont pour but principal l'étude des deux plus grands volcans actifs italiens et le contrôle des phénomènes qui se produisent.

Les *Stations expérimentales d'Agriculture* et l'*Institut expérimental* pour l'étude et la défense du sol du Ministère de l'Agriculture s'intéressent surtout aux recherches pédologiques. Les *Services Hydrographiques* groupent tous les éléments relatifs aux cours d'eau italiens et à leur utilisation.

Enfin l'*Institut Géographique Militaire* et l'*Institut Hydrographique de la Marine* sont deux grands organismes qui font les levés, impriment et publient surtout les cartes topographiques italiennes et les cartes bathymétriques de la Méditerranée.

La *Caisse du Midi* (Cassa del MEZZOGIORNO), créée pour le développement économique et social de l'Italie Méridionale, favorise, coordonne et contrôle une vaste activité de recherche dans les domaines de la géohydrologie,

stabilité des versants, conservation du sol, pédologie etc., soit par l'intermédiaire de ses propres bureaux techniques, soit par celui d'autres organismes (Organismes et Consortiums de bonification), soit en confiant des recherches à des Instituts Universitaires. Aussi la Caisse du Midi dispose-t-elle directement ou indirectement de nombreux géologues spécialisés dans diverses branches de la recherche pure et appliquée. La réalisation la plus importante de ces dernières années est le levé d'une nouvelle carte géologique de la Calabre, en cours d'impression et de publication, au 25 000. Les grandes Administrations d'Etat italiennes ont leurs propres services géotechniques et géologiques appliqués. C'est le cas, par exemple, de l'ANAS (Administration Nationale Autonome des Chaussées), des Chemins de fer de l'Etat, et de l'ENEL (Administration Nationale de l'Energie Electrique). Cette dernière surtout dispose d'organes techniques nombreux et importants qui font des recherches géologiques et géotechniques pour les grandes constructions hydro-électriques et les travaux qui s'y rattachent.

Le CNEN (Comité National pour l'Energie Nucléaire) possède un Laboratoire Géominier et un Groupe d'Activités Minières qui effectuent des recherches sur les ressources d'uranium en Italie et à l'étranger et tous les examens géologiques qui ont rapport à la construction des installations nucléaires. Ils ont à leur disposition de nombreux géologues et sont dotés de moyens de recherche modernes. C'est du CNEN que dépend le Laboratoire pour l'Application des radio-isotopes à l'hydrogéologie (Bari) et le Laboratoire de Géologie Nucléaire (Pise). Ce dernier, en particulier, a une activité très intense, même à l'échelle internationale, et il est, dans ce domaine de recherches, l'organisme italien le plus important.

Parmi les Administrations auxquelles participe l'Etat, il faut rappeler le groupe ENI (Administration Nationale Hydrocarbures) et en particulier l'« Agip mineraria ». C'est là une grande entreprise qui travaille en Italie et dans de nombreux pays étrangers à la recherche et à l'exploitation des gisements de gaz et de pétrole. Elle dispose de laboratoires équipés de façon moderne et dotés de très nombreux techniciens et spécialistes dans toutes les branches des disciplines géologiques et géophysiques (géologues, paléontologues, micro-paléontologues, sédimentologues, pétrographes, géophysiciens etc.). Dans ces laboratoires on ne se consacre pas seulement aux activités habituelles propres à chaque industrie pétrolière, mais aussi à des recherches fondamentales qui fournissent un apport direct considérable à la géologie en général. Les Etudes et Mémoires qu'ils publient sont nombreux et importants. Il existe aussi en Italie des organismes géologiques de caractère régional. Ainsi les Régions sicilienne et sarde ont des Comités géologiques régionaux qui se consacrent au levé et à la mise à jour des feuilles au 100 000^e des deux îles. Ces deux régions comme celles du Trentin, du Haut Adige, et du Frioul-Vénétie Julienne disposent également de laboratoires géologiques qui leur appartiennent et parfois même d'organismes pour les recherches minières et les problèmes géologiques appliqués.

Des Administrations publiques moins importantes (Provinces et parfois grandes Communes) essaient aussi aujourd'hui d'avoir leurs propres géologues pour tous les problèmes de géologie des routes et des constructions en général; c'est le cas de la Province de Bologne.

5. ACTIVITES PRIVEES

De grandes Sociétés privées ont leurs propres Services géologiques, parfois remarquablement équipés. En premier lieu on peut citer la Montedison (Milan) qui possède une Division minière s'occupant de recherche et d'exploitation d'hydrocarbures, de minéraux et de carrières en Italie et à l'étranger. De même la SNIA VISCOSA de Milan qui se consacre à la recherche d'hydrocarbures en Italie avec quelques géologues. Mais il existe surtout un grand nombre d'entreprises de construction de routes, barrages, chemins de fer et autres grands travaux publics qui ont des Services géologiques et techniques, souvent bien équipés, pour tous les problèmes concernant les fondations et toutes les questions de technique géologique qui s'y rapportent.

De même il y a de nombreuses Sociétés et des Bureaux Techniques privés qui se consacrent à une activité-conseil sur les problèmes les plus divers de la géologie appliquée : fondations, approvisionnement hydrique, levés géologiques particuliers, prospection minière, recherche des hydrocarbures etc.

Ces organismes, formés de géologues, d'ingénieurs géologues, de techniciens géologues, sont tantôt spécialisés sur des arguments particuliers, tantôt ils ont des activités plus étendues. Dans certains cas ils sont dotés de laboratoires et d'outillage très riches, même pour le forage, et de tous les appareils nécessaires. Naturellement il n'est pas possible d'entrer ici dans des détails qui occuperaient trop de place.

Enfin il faut rappeler qu'un nombre important de géologues de profession exercent une profession libérale, généralement sur le plan local ou régional.

La plupart des géologues italiens et surtout ceux qui exercent une profession libérale, ou dépendent d'entreprises industrielles privées et à participation de l'Etat, sont groupés par l'ANGI (Association Nationale des Géologues Italiens). C'est une association libre qui sauvegarde la dignité, le prestige et les intérêts syndicaux des géologues et s'efforce de faciliter l'emploi des géologues dans les diverses activités scientifiques et techniques.

Il existe aussi un Album de l'Ordre des Géologues où sont inscrits environ 1700 géologues italiens pouvant exercer la profession libérale de géologue.

6. ACADEMIES ET SOCIETES SCIENTIFIQUES

Il ne s'agit pas d'organisations de recherche, mais d'Organismes qui publient des revues périodiques avec des travaux en partie ou totalement géologiques, après présentation et discussion durant les Réunions des membres.

Leur nombre est très élevé; toutefois nous ne citerons ici que celles qui présentent le plus grand intérêt à notre point de vue, entendant par Académie les Instituts ayant un nombre limité de membres et par Sociétés scientifiques celles où il n'existe pas de limite à ce nombre.

L'« *Accademia nazionale dei Lincei* » qui a son siège à Rome est la plus grande Académie italienne. Fondée en 1603, elle a comme membres les plus grands représentants de la Science et de la Culture italienne; des membres étrangers en font également partie. De la Classe de Sciences physiques, mathématiques et naturelles fait partie la Quatrième Catégorie (Géologie, Paléontologie, Minéralogie et leurs applications) avec 18 membres italiens et 9 étrangers. L'Académie publie des *Comptes-Rendus*, des *Mémoires*, des

Cahiers et d'autres ouvrages parmi lesquels il y a très souvent des travaux des Sciences géologiques. Elle organise en outre des Réunions et des Congrès sur des thèmes spécifiques actuels qui concernent souvent aussi nos Sciences. Par exemple durant ces dernières années des Réunions ont été organisées ayant pour thèmes: « Les fonctions de la Géologie dans les travaux d'intérêt public », « Les Sciences de la Nature en face des événements hydrogéologiques ».

Parmi *les autres Académies italiennes* qui font partie de l'Union académique internationale nous nous bornerons à citer les plus connues: « Accademia delle Scienze di Torino, Accademia delle Scienze dell'Instituto di Bologna, Istituto lombardo Accademia delle Scienze di Milano, Società Nazionale di Scienze lettere ed Arti di Napoli, Istituto Veneto di Scienze lettere ed Arti di Venezia ». Elles sont presque toutes divisées en deux classes de Sciences physiques et naturelles et de Sciences morales et ont des membres italiens et étrangers parmi lesquels un certain nombre de représentants des Sciences géologiques. Elles publient périodiquement des *Mémoires*, des *Actes* et des *Comptes-Rendus*.

Des ouvrages géologiques paraissent quelquefois aussi dans les publications de l'Accademia Gioenia di Catania, Accademia patavina di Scienze lettere e Arti di Padova, Accademia di Scienze lettere e Arti di Palermo.

La *Société Géologique Italienne* est la plus importante et la plus ancienne des associations libres qui réunissent les géologues italiens. Elle fut fondée à Bologne en 1881 et actuellement elle a son siège à Rome. Elle est dirigée par un Président dont la charge dure 2 ans et par un Conseil Directif élu par l'Assemblée générale des Membres. Les membres italiens et étrangers qui en font partie sont actuellement 1200 environ.

La Société publie un *Bulletin* et des *Mémoires* dans des fascicules trimestriels.

La *Société italienne de Minéralogie et Pétrologie* ayant son siège à Milan, fut fondée en 1940; elle réunit 450 minéralogistes, pétrographes et géochimistes environ. Elle publie un volume annuel de *Comptes-Rendus* scientifiques.

La *Société Paléontologique italienne* fondée en 1948 a son siège à Modène et publie chaque année un *Bulletin*. Elle groupe 200 membres.

Ces trois Sociétés tiennent des Congrès tous les ans et tous les deux ans, suivis d'excursions dans des régions classiques italiennes.

Il existe aussi d'autres Associations ou Sociétés de caractère national ou régional de géotechnique, géologie appliquée, gisements minéraux, séismologie, géographie, spéléologie etc., la plupart publiant leurs propres revues.

Enfin parmi les nombreuses *Sociétés de Sciences Naturelles* quelques-unes publient souvent des ouvrages géologiques (Società italiana di Scienze Naturali di Milano, Società toscana di Scienze Naturali di Pisa, Società dei Naturalisti di Napoli etc.). Quelques *Musées de Sciences Naturelles* sont aussi des centres d'étude ayant leurs revues (Trento, Milano, Verona). Pour essayer de rendre un peu moins incomplet ce tableau, on peut rappeler qu'il existe aussi des *journaux* périodiques indépendants non édités par des Instituts de recherche, Académies, Sociétés ou autres Organismes. Leur nombre est trop élevé pour permettre une énumération complète. Toutefois deux d'entre eux ne peuvent être oubliés: *Palaeontographia italica* (Pise) et *Quaternaria* (Rome).

7. LA NOUVELLE CARTE GEOLOGIQUE D'ITALIE

Comme nous l'avons dit plus haut, la Carte géologique d'Italie au 100 000 se trouvait en 1960 dans un état très précaire : seules 243 feuilles sur 278 avaient été publiées et celles-ci, pour la plupart, avaient beaucoup vieilli parce que les levés dataient de 30 à 80 ans ou bien étaient introuvables parce qu'épuisées.

Etant donné cette situation, en 1960 une loi fut promulguée mettant à disposition les fonds nécessaires pour le complètement et la mise à jour de la Carte géologique d'Italie et prévoyant la collaboration massive des Instituts universitaires italiens. 138 feuilles étant considérées valables, y compris celles de la Calabre (18), de la Sicile (27) et de la Sardaigne (26) en cours de levé et de mise à jour, confiées respectivement à la Caisse pour le Midi et aux Régions sicilienne et sarde, il fallait effectuer le levé ex novo et la publication des 140 autres feuilles, avant le 30 Juin 1970.

L'engagement a été tenu et nous pensons que ce travail fait honneur à la Géologie italienne qui a pu mettre à la disposition de la Science et de la Technique une carte géologique d'Italie moderne et très soignée. Nous pensons qu'il est utile de donner quelques détails.

Les 140 feuilles en question couvrent une surface totale de 181 600 km² de terres émergées présentant des difficultés géologiques de tout genre : qu'il suffise de dire qu'une grande partie couvre deux des chaînes les plus complexes de la terre au point de vue stratigraphique et tectonique : les Alpes et les Apennins. Le travail de levé en campagne conduit à l'échelle 1:25 000, parfois 1:10 000 a pratiquement commencé en 1961 et a été achevé au début de 1969, c'est-à-dire en 8 ans seulement. En date d'aujourd'hui 95 feuilles environ ont déjà été publiées, les 45 autres sont en cours d'impression et seront éditées avant le mois de Juin 1970. Les notes explicatives qui accompagnent chaque feuille sont également en cours d'impression bien avancé.

Cette tâche a été organisée, conduite et contrôlée dans chacun de ses détails par le Comité géologique. Tous les Instituts de géologie des Universités italiennes ont collaboré à sa réalisation ainsi que quelques Instituts de Minéralogie et Pétrographie qui, au total, ont fait le levé et préparé pour l'impression 95 feuilles, le Service géologique (40 feuilles) et l'AGIP minière (5 feuilles). Des géologues, des micropaléontologues et des pétrographes, engagés sur contrat, au nombre de 80 – 90 environ, ont également participé au levé. La direction du levé de chaque feuille a été assumée par les Directeurs des Instituts Universitaires ou par les géologues du Service géologique, chacun pour les feuilles de sa compétence.

Naturellement pour réaliser de façon uniforme et rationnelle un si vaste levé, le Comité géologique a dû suivre des critères et des normes précis. Voici quelques détails : il y a eu fondamentalement deux critères de base pour la nouvelle carte :

Au point de vue stratigraphique on a adopté le concept de formation : en d'autres termes on a effectué la cartographie des formations, c'est-à-dire des unités stratigraphiques définies par leurs caractères lithologiques, sédimentologiques, etc., reconnaissables sur le terrain. Au point de vue tectonique on a essayé d'indiquer objectivement les faits concrets et évidents, en éliminant toute interprétation personnelle ; ce second critère était surtout nécessaire pour l'Apennin, où il existe des terrains dans des conditions peu claires

de positions structurales qui sont à l'origine d'interprétations tectoniques nombreuses et parfois contrastantes.

Pour la réalisation concrète de la carte selon ces critères généraux, un long travail préliminaire a été réalisé par le Comité Géologique, auquel ont également participé d'autres spécialistes intéressés et qui a parté à la rédaction d'un fascicule contenant toutes les indications et toutes les instructions nécessaires. Etant donné la grande variété de formations et de problèmes stratigraphiques que présente la géologie d'Italie, on a institué au sein du Comité Géologique, une Commission stratigraphique et des Sous-Commissions pour des problèmes particuliers, par exemple pour les unités sédimentaires, ignées et métamorphiques alpines, pour le Quaternaire de la Plaine du Pô et pour les unités des diverses parties de l'Apennin. De cette façon il a été possible de donner une uniformité de définition et de nomenclature aux unités lithostratigraphique de plus grande extension. Pour toutes les formations observées, aussi bien les classiques que celles d'institution nouvelle, on a rempli des fiches récapitulatives ou détaillées qui sont périodiquement publiées en fascicules par le Comité géologique.

Le critère lithostratigraphique pur et simple n'est cependant pas suffisant pour une carte moderne d'un Pays longuement étudié dans chacune de ses parties. Il faut aussi donner les caractères paléontologiques et l'âge précis de chaque formation. D'où le grand nombre de paléontologues et surtout de micropaléontologues qui ont collaboré à la nouvelle carte géologique. A cet effet on a avant tout établi une échelle chronostratigraphique standard, applicable à notre Pays, où sont représentés tous les étages de l'échelle chronologique. Pour la définition de chaque étage on a suivi les critères biostratigraphiques les plus modernes, reconnus dans les congrès et dans les réunions nationales et internationales.

Tous les principes stratigraphiques adoptés ont ensuite été condensés et classés dans un « *Code stratigraphique italien* ». Celui-ci tient compte des codes semblables publiés dans les autres pays, mais surtout de l'expérience en la matière acquise par le levé de la nouvelle carte géologique d'Italie. Il a donc une orientation beaucoup plus pratique et concrète que ne l'ont habituellement les ouvrages de ce genre. Enfin, un volume général sur la « *Géologie d'Italie* » de 700 à 800 pages, toujours, sous la direction du « *Comité géologique* », est en cours d'impression, volume auquel collaborent environ 100 spécialistes des différentes régions et des différents arguments.

En plus de toute cette organisation scientifique, il a fallu établir des normes précises et uniformes pour la légende de chaque feuille de la carte. Pour chaque unité distincte par sa couleur sur la feuille, on donne selon l'ordre standard: les caractères lithologiques (nature, couleur, stratification etc.), les caractères paléontologiques (macro- et microfossiles), l'âge et le nom de la formation. Chaque unité est indiquée non seulement par une couleur mais aussi par un signe: pour les terrains sédimentaires une lettre majuscule indique le système et un numéro l'étage (par exemple E³ = Priabonien, D⁴ = Eifélien, C⁶⁻¹⁰ = Cénomaniens-Campaniens); dans certains cas particuliers seulement on emploie des signes de formation: (par exemple mg = macigno); pour les terrains ignés on a adopté des lettres grecques suivies éventuellement d'une minuscule plus petite pour indiquer le minéral qui les caractérise (par exemple γ = granit,

α_a = andésite amphibolique); pour les terrains métamorphiques on emploie une lettre minuscule, suivie éventuellement d'une petite minuscule pour indiquer le minéral qui le caractérise (par exemple m = micaschistes, f_q = quartzophyllade).

Les signes conventionnels que l'on a adoptés sont très nombreux (plus de 50): tectoniques, paléontologiques, géomorphologiques, géohydrologiques miniers, etc., qu'il serait trop long d'énumérer ici.

Sur chaque feuille on rapporte les sections géologiques générales, les schémas stratigraphiques et tectoniques, les noms des géologues ayant exécuté les levés etc.

Pour le texte des notes explicatives (fascicules de 30 à 100 pages) on a aussi adopté des schémas d'exposition précis de façon à en assurer l'uniformité.

Enfin étant donné que la publication des 140 feuilles devait avoir lieu avant le 30 Juin 1970 on a établi des normes techniques et administrative précises pour l'exécution des travaux: type et date de présentation des élaborations par chaque géologue chargé des levés (levés au 25 000, sections géologiques à la même échelle et rapports de levé); contrôle par les directeurs du levé et ensuite par les coordinateurs de chaque feuille; examen de toutes ces élaborations par le Comité géologique. Dans le cas de questions qui font l'objet de discussions, on a également nommé des commissions particulières de spécialistes pour les résoudre. Après l'approbation de chaque feuille par le Comité géologique, on a exécuté la réduction au 100 000 et le dessin définitif; enfin les feuilles ont été imprimées par des maisons privées spécialisées.

Nous pensons que toute cette intense activité d'organisation et de réalisation pour une carte géologique moderne qui couvre une surface de 181 600 km², levée sur le terrain au 25 000 (parfois au 10 000) et publiée soigneusement au 100 000, en moins de 10 ans, est un exemple unique. Le mérite revient au Comité géologique, au Service géologique d'Italie et à tous les Instituts géologiques universitaires qui ont collaboré avec ardeur, chacun dans le domaine de ses connaissances, à la réalisation de cette oeuvre en un temps record. Mais le mérite revient surtout aux nombreux géologues chargés des levés, analystes de laboratoires, directeurs de levé qui ont réalisé concrètement les levés. Il s'agit de 200 personnes environ qui ont collaboré activement et librement entre elles à chaque instant et souvent da façon désintéressée.

Enfin il ne faut pas oublier que les recherches fondamentales très nombreuses exécutées par les Instituts universitaires ont servi de base à ce levé systématique, indépendamment du levé de la Carte géologique d'Italie avec les fonds mis à disposition par le CNR.

8. PERSPECTIVES ET CONCLUSIONS

L'achèvement de la nouvelle carte géologique d'Italie à l'échelle 1:100 000 est assurément un motif de légitime satisfaction, mais elle ne représente qu'une étape de la cartographie géologique italienne. Avant tout il faudra tenir à jour les feuilles au 100 000 et les réviser au fur et à mesure qu'elles vieillissent, en faisant de nouveaux levés et en publiant de nouvelles éditions.

Mais une carte au 100 000, même actuelle et détaillée, ne suffit pas aux

multiples nécessités pratiques d'un Pays moderne. Aussi a-t-on pensé entreprendre la préparation d'une nouvelle carte géologique d'Italie à l'échelle 1:50 000. De cette façon il sera possible de représenter avec plus de détails et de précision tous les faits géologiques et de fournir également un grand nombre d'indications indispensables pour les applications pratiques (recherche minière, hydrologie, défense du sol; urbanisme, constructions civiles et industrielles etc.).

Le Comité géologique étudie déjà la programmation d'une telle carte avec toutes les normes scientifiques et techniques pour son exécution. Le Service géologique d'Italie, les Instituts universitaires et d'autres Organismes équipés participeront à sa réalisation, toujours sous la direction du Comité géologique. On prévoit aussi des cartes thématiques sur des arguments particuliers (hydrogéologie, gisements minéraux, glissements etc.).

Pour réaliser ces projets il faudra, comme cela est prévu, renforcer les moyens et le personnel du Service géologique pour qu'il puisse faire face à des tâches nouvelles et de plus en plus vastes, tout en continuant à compter sur la collaboration des Instituts universitaires et d'autres Organismes. Un Service ainsi élargi sera mieux à même de répondre non seulement aux nouvelles nécessités cartographiques, mais aussi à ses autres devoirs institutionnels: c'est-à-dire l'étude et l'expertise géologique pour les autres Administrations de l'Etat sur les problèmes géologiques-techniques, hydrogéologiques, etc. Pour le nouveau Service géologique on prévoit une décentralisation dans des Bureaux régionaux constitués de spécialistes de chaque zone; cela est devenu nécessaire en raison de la grande diversité de situations géologiques que présente l'Italie.

Mais il ne faut pas se contenter d'observer la situation par rapport à la cartographie géologique, il faut aussi le faire au point de vue général. Sans aucun doute la Géologie italienne a fait d'énormes progrès dans tous les domaines après la 2^{ème} guerre mondiale; le nombre des géologues s'est énormément accru, les recherches se sont approfondies et étendues à tous les domaines de nos disciplines. Grâce à tous les géologues italiens nous avons aujourd'hui une bonne et parfois même détaillée connaissance stratigraphique et tectonique de notre Pays; de nombreuses idées et hypothèses (par exemple la tectonique de gravité) nées dans notre Pays font aujourd'hui partie des connaissances de base de la géologie.

Mais malgré les progrès réalisés, nous sommes bien loin d'avoir atteint une situation acceptable. En effet il reste beaucoup à faire, surtout en ce qui concerne l'application de la géologie à des problèmes pratiques et le développement des recherches de base. Cela dépend du fait que bon nombre d'Institutions qui en Italie ont pour but unique ou complémentaire la recherche géologique pure ou appliquée manquent absolument de personnel et de moyens pour accomplir leur tâche présente et surtout leur tâche future.

C'est justement dans ce but que l'on étudie le moyen d'agrandir et d'organiser en grands Départements les Instituts Universitaires, d'augmenter les tâches et les interventions du CNR et, comme nous l'avons dit, de structurer à nouveau et d'accroître le Service géologique d'Italie, Institutions dont dépend aujourd'hui la partie essentielle et la plus étendue de la recherche géologique en Italie. Nous ressentons aussi très vivement le besoin d'une plus grande coordination et d'une plus grande programmation entre les diverses initiatives.

Tous ces problèmes de développement et de mise à jour des Institutions scientifiques ne concernent pas seulement l'Italie mais presque tous les Pays; en Italie ils sont particulièrement vifs.

La géologie italienne sort actuellement de ce caractère un peu fermé et provincial qu'elle avait autrefois, pour se placer sur un plan international, comme le montrent les très nombreuses collaborations réalisées et les échanges de chercheurs, aussi bien au niveau de chaque personne qu'à celui des Institutions. En effet ce n'est que par le libre apport d'idées, de pensées et d'activités, sur des plans toujours plus vastes, que la connaissance géologique peut réellement progresser et contribuer au bien-être économique et social.

AFTER - WORD

Professor KINGSLEY DUNHAM, in closing the Session, said that DR. FÜLÖP had invited him to speak some valedictory words, and he was glad to have opportunity to do so. There had been other Centenaries (though yesterday's celebration had been a particularly good one) but the meeting of senior officers of geological surveys and institutes on a scale which encircled the globe has, as far as he knew, been unique. Although only a limited number could be represented among the speakers, a good sample had been chosen, ranging from the very large institutes like VSEGEI in Leningrad, the United States Geological Survey and the Geological Survey of India, to much smaller units. It was natural that directors had tended to emphasize the historical achievements of their institutes and perhaps striking that though history had had such an impact upon some of them, they had weathered the storms. One might look forward now to a heroic age in which geology showed its capacity to make a major impression upon history: indeed, in the face of advancing industrialization and rapidly multiplying population growth it was vital that it should do so.

Some of the most interesting maps were those dealing with parts of the continent heavily mantled with very young rocks: the remarkable series of eight maps of different parameters applied to an area of the great Hungarian plain: for example: the "three-dimensional" maps of the Royal Geological Survey of the Netherlands, and the achievements of the Geological Institute of Poland and the Survey of the German People's Republic in dealing with the north European plain.

The stress laid upon the practical application of the earth sciences was entirely proper for institutions which had to justify their continuance and growth by the directly useful nature of the results they obtained. Even the Geological Institute of the Soviet Academy of Sciences, as exposed by Academician MENNER, laid stress upon the practical value of the subject. Yet it was certain that good economic geology could not be done except on the basis of sound fundamental geology and it was to the joint aims of good science and enlightened application that the geological surveys of the world were dedicated.

On behalf all the participants he wished to thank the Hungarian Geological Institute for organising the meeting and for its generous hospitality.

LIST OF REGISTRANTS
СПИСОК УЧАСТНИКОВ

ALGERIA

Merabet, O.

ARGENTINA

Amos, A. J.

AUSTRALIA

Földváry, G.

Glaessner, M. F.

AUSTRIA

Beck-Mannagetta, P.

Clar, E.

Hanselmayer, J.

Janoschek, R.

Kahler, F.

Kapounek, J.

Kröll, A.

Ruttner, A.

Sieber, R.

Mr. and Mrs. Walter, R.

Wessely, G.

BELGIUM

van Autenboer, T.

Hubaux, A.

De Laet, G.

van Leekwijck, W. P.

BRAZIL

De Almeda, F. F. M.

BULGARIA

Karanov, Ch.

Nikolov, T.

Sapunov, I. G.

Zanewa, P.

BURMA

Myint Lwin Thein

U Than Nymt

CANADA

McLaren, D. J.

Robinson, S. C.

Westermann, G. E. G.

CEYLON

Ronner, F.

CUBA

Albear, J. F.

CZECHOSLOVAKIA

Andrusov, D.

Andrusová, V.

Bouček, B.

Eliaš, M.
 Forgács, J.
 Fusan, O.
 Janáček, J.
 Konečný, V.
 Konečný, S.
 Kvetonová, E.
 Marek, L.
 Mišík, M.
 Pačtová, B.
 Petránek, J.
 Pouba, Z.
 Zapletál, K.
 Zoubek, V.

DENMARK

Spjeldnaes, N.
 Zwart, J. H.

EGYPT

El Shazly, E. Mohamed

ENGLAND

Ager, D. V.
 Donovan, D. Th.
 Dunham, K. C.
 Gaskell, T. F.
 Harland, W. B.
 Howarth, M. K.
 Jenkyns, H.
 Morton, N.
 Pallister, H. W.
 Stinton, F. Ch.

FINLAND

Gaál, G.
 Rankama, K.

FRANCE

Arnould, M.
 Batisse, M.
 Bignot, G.
 Bodelle, J.
 Bonte, A.
 Brunn, J. H.
 Burrolet, P. F.

Choubert, G.
 Collignon, M.
 Dangeard, L.
 Delany, M. F.
 Durand, S.
 Durand-Delga, M.
 Faure-Muret, A.
 Gillet, S. M.
 Laffitte, H.
 Lezaud, L.
 Marcais, J.
 Neumann, M.
 Pomerol, C.
 Ricour, J.
 Robert, P.
 Segonzac, G.
 Sittler, C.
 Tambareau, Y.
 Théobald, N.
 Trauth, N.
 Vigneaux, M.
 Villatte, J.

GERMAN

DEMOKRATIC REPUBLIC

Brendel, K.
 Diebel, K.
 Hohl, R.
 Hoppe, W.
 Jubitz, K. B.
 Jurek, S.
 Kaemmel, T.
 Knitzschke, H.
 Kozur, H.
 Kölbel, H.
 Locker, S.
 Lotsch, D.
 Nöldeeke, W.
 Pietrzeniuk, E.
 Prescher, H.
 Remus, W.
 Schmidt, K.
 Viete, G.

GHANA

Cudjoe, J. E.

FEDERAL REPUBLIC GERMANY

Correns, C. W.
 Dahm, H. D.
 Erben, H.
 Happel, L.
 Lüttig, G.
 Plessmann, W.
 Simon, W.
 Tobien, H.
 Vinken, R.
 Voigt, E.
 Walther, E. W.
 Wendt, J.
 Zeiss, A.

HUNGARY

Balogh, K.
 Barnabás, K.
 Bese, V.
 Boldizsár, I.
 Csepreghy-Meznerics, I.
 Embey-Isztin, A.
 Fejér, L.
 Földváry-Vogl, M.
 Fülöp, J.
 Gabos, Gy.
 Gondozó, Gy.
 Havas, P.
 Hegedüs, Gy.
 Hóriszt, Gy.
 Jaskó, S.
 Károly, Gy.
 Kecskeméti, T.
 Kézdi, Á.
 Király, E.
 Komlóssy, Gy.
 Konda, J.
 Kovács, L.
 Körössy, L.
 Majzon, L.
 Martos, F.
 Mezősi, J.
 Mike, K.
 Morvai, G.
 Nagy, I. Z.
 Noske-Fazekas, G.
 Nyiró, M. R.

Örkényi-Bondor, L.
 Ravasz, Cs.
 Reményi, K. A.
 Rónai, A.
 Solymár, K.
 Stefanovits, P.
 Stegena, L.
 Szalai, T.
 Szantner, F.
 Szádeczky-Kardoss, E.
 Székyné Fux, V.
 Széles, L.
 Szénás, Gy.
 Szepesházy, K.
 Sztrókay, K.
 Varga, I.
 Vendel, M.
 Vitális, Gy.
 Víz, B.
 Wein, Gy.

INDIA

Roy Chowdhury, M. K.
 Roy, B. Ch.

IRELAND

Holland, Ch. H.

ISRAEL

Gerry, E.

ITALY

Barbera, C.
 Barbieri, F.
 Bonardi de Capoa, P.
 Colacicchi, R.
 D'Argenio, B.
 Ferrara, G.
 Hubaux, A.
 Piali, G.
 Scandone, P.
 Selli, R.
 Sinno, R.
 Torre, M.
 Zuffardi, P.

JAPAN

Matsumoto, T.
Watanabe, T.

MALAYSIA

Chung, S. K.

MEXICO

Cordoba, D. A.
Cserna, Z.
Salas, G. P.

MOROCCO

Du Dresnay, R.

NETHERLANDS

Drooger, C. W.
Thiadens, A. A.

NEW-ZEALAND

Speden, J. G.

NORWAY

Gjelsvik, T.
Störmer, L.

POLAND

Birkenmajer, K. L.
Czerminski, J.
Langier-Kuzniarova, A.
Mrozowski, M.
Olendki, W.
Osika, R.
Pawlowska, K.
Pawlowski, S.
Pozaryska, K.
Rühle, E.
Sikora, W.
Ślączka, A.
Smolenski, S.
Szezechura, J.
Teller, L.

ROUMANIA

Contescu, L. R.
Cucu, G.
Givulescu, R.
Ionesi, L.
Krautner, H.
Lupu, D.
Lupu, M.
Marinescu, F.
Mészáros, N.
Molnár, M.
Mutihac, V.
Parasiv, D.
Radan, S.
Szász, L.
Takács, A.

SAUDI-ARABIA

Nebert, K.

SCOTLAND

Craig, G. Y.
Neville George, T.

SPAIN

Almela-Samper, A.

SWEDEN

Martinsson, A.

SWITZERLAND

Amstutz, G. C.
Toumarkine, M.

TUNISIA

Besbes, H.

TURKEY

Pamir, H. N.

U. S. A.

Bateman, P.
Cohee, G. V.
Green, J.

Hedberg, H.
 Ingerson, E.
 McKelvey, V.
 Meriam, D.
 Rodgers, J.
 Staples, L. W.
 Varlamoff, N.

YUGOSLAVIA

Lukaes, E.
 Papler, S.
 Pavic, A.
 Petrovic, J.

СОВЕТСКИЙ СОЮЗ

Анненкова Г. А.
 Аракелян Р. А.
 Асланян П. М.
 Афанасьева И. М.
 Барсуков В. Л.
 Бархатова Н. Н.
 Борбинская О. Г.
 Богданов А. А.
 Богданович А. И.
 Бушинский Г. И.
 Варенцов М. В.
 Вахрамеев В. А.
 Вегуни А. Т.
 Венглинский И. В.
 Веселов А. А.
 Виноградов А. П.
 Виноградова Л. Д.
 Волкова В. В.
 Вялов О. С.
 Габриелян А. А.
 Гамкрелидзе Н. П.
 Голев Б. Т.
 Горбунов Г. И.
 Григорян С. М.
 Добровольская Т. И.
 Доленко Г. Н.
 Друщиц В. В.
 Джабарова В. В.
 Джанелидзе О. И.
 Егоян В. Л.
 Жабрев И. П.

Жамойда А. И.
 Заклинская Е. Д.
 Заридзе Г. М.
 Зесашвили В. И.
 Иванчук П. К.
 Ильина Л. Б.
 Ильинская И. А.
 Иосебидзе Д. Ж.
 Катушенок И. И.
 Короновский Н. В.
 Костенко Н. П.
 Кочарян А. Е.
 Крейнер Н. Г.
 Крымгольц Г. Я.
 Крячкова З. В.
 Лазаренко Е. К.
 Лебедев Ю. С.
 Лисицына Н. А.
 Ломидзе Н. Г.
 Луппов Н. П.
 Магакян И. Г.
 Малхасян Э. Г.
 Меннер В. В.
 Мерклин Р. Л.
 Михайлова М. В.
 Михайлова Н. П.
 Мкртчян С. С.
 Немков Г. И.
 Носовский М. Ф.
 Пастухова М. В.
 Пачаджанов Д. Н.
 Пишванова Л. С.
 Попхадзе М. В.
 Порфирьев В. Б.
 Раабен М. Е.
 Родин Р. С.
 Ронов А. Б.
 Рыбакова Н. О.
 Сапожников Д. Г.
 Сасин Г. К.
 Семененко Н. П.
 Серова М. Я.
 Созанский В. И.
 Соколов Б. С.
 Спитковская С. М.
 Станкевич Е. С.
 Теняков В. А.
 Тимофеева З. В.

Тихомиров В. В.
Ткаченко О. Ф.
Ткачук Л. Г.
Тугаринов А. И.
Тюрин Б. А.
Успенская Е. А.
Успенская Н. Ю.
Хаин В. Е.
Халилов А. Г. Ю.
Хараташвили Г. Д.
Хачатрян Э. А.

Хрушов Д. П.
Цагарели А. Л.
Челидзе Г. Ф.
Чуринов М. В.
Шейнманн Ю. М.
Шнюков Е. Ф.
Шпак П. Ф.
Щуцкая Е. К.
Щербина В. В.
Юргайтис А. А.
Яншин А. Л.