

INSTITUTE OF GEOGRAPHY  
OF THE POLISH ACADEMY OF SCIENCES

---

GEOGRAPHICAL STUDIES No. 46

# PROBLEMS OF GEOMORPHOLOGICAL MAPPING

*Data of the International Conference  
of the Subcommittee on Geomorphological Mapping  
Poland, 3 — 12 May, 1962*

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE  
WARSZAWA 1963



## ERRATA

Page line	it is	must be
21 <sup>11</sup>	muebles	meubles
21 <sup>19</sup>	Mouffort	Moutfort
21 <sup>22</sup>	1 : 50,000	1:15,000
21 <sub>4</sub>	JB <sub>2</sub>	JA <sub>2</sub>
36 <sup>8</sup>	du können	so kennen
66 <sup>11</sup>	depends of	depends on
83 <sub>10</sub>	muss dabei	muss sich
83 <sub>8</sub>	Verteidigungslände	Verteidigungsgelände
93 <sup>11</sup>	Calambert	Calembert
108 <sup>13</sup>	voiship	voievodship
111 <sup>6</sup>	glauconie	glauconite
124 <sub>9</sub>	point the	point is the
Annex		
166 <sup>8</sup>	ridges	banks

*Problems of Geomorphological Mapping*

<http://rcin.org.pl>

PRACE GEOGRAFICZNE

Nr 46

PROBLEMY KARTOWANIA GEOMORFOLOGICZNEGO

INSTITUTE OF GEOGRAPHY  
OF THE POLISH ACADEMY OF SCIENCES

---

GEOGRAPHICAL STUDIES No. 46

# PROBLEMS OF GEOMORPHOLOGICAL MAPPING

*Data of the International Conference  
of the Subcommittee on Geomorphological Mapping  
Poland, 3 — 12 May, 1962*

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE  
WARSZAWA 1963

## Editorial Committee

Editor-in-Chief:

S. LESZCZYCKI

### Members

K. DZIEWOŃSKI, R. GALON, M. KLIMASZEWSKI,  
J. KONDRACKI, J. KOSTROWICKI,  
M. KIEŁCZEWSKA-ZALESKA, M. CHILCZUK

Secretary to the Editorial Committee

J. WŁODEK-SANOJCOWA

### Editorial Council

J. BARBAG, J. CZYŻEWSKI, J. DYLIK, K. DZIEWOŃSKI, R. GALON,  
M. KLIMASZEWSKI, J. KONDRACKI, J. KOSTROWICKI, S. LESZCZYCKI,  
A. MALICKI, B. OLSZEWICZ, J. WĄSOWICZ, M. KIEŁCZEWSKA-ZALESKA,  
A. ZIERHOFFER

Editor of this Volume

M. KLIMASZEWSKI

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE  
WARSZAWA 1963

---

Nakład 1350+150 egz. Ark. wyd. 13,0. Ark. druk. 11,25 + wkładki  
Papier druk. sat. III kl., 80 g, 70×100 cm. Skład rozpoczęto w lipcu  
1963 r., druk ukończono w listopadzie 1963 r.  
Zam. 4645/a. L-41 Cena zł 48.—

---

Zakłady Graficzne „Dom Słowa Polskiego” — Warszawa

## INTRODUCTION

The aim of geomorphology is to examine the relief of the earth's surface. The relief of the earth's surface is a very important element of the geographical environment. The knowledge of this environment, of its particular elements — i.e. also of the relief — is necessary not merely for the development of science but also for the rational control and the use made of this environment by man. The object of geomorphology is twofold: 1) the examination of the relief to gain an idea of its development and of the rules of the relief's development; 2) the examination of the relief to facilitate a better control and use made of the geographical environment by man.

Geomorphological investigations carried out hitherto aimed at the acquaintance with both the character of relief in a particular area and its geomorphological development. Unfortunately, they did not include all the forms occurring in the area investigated. They were limited to the research of certain selected forms (as river terraces, surfaces of planation, landslides, karstic landforms, glacial forms etc). These investigations resulted in a literal description either of forms or of morphological regions supplemented by drawings, sketches and photographs. Those studies were sometimes, but not always, associated with maps showing the distribution of the selected forms. The landforms were plotted usually on a white background. They are, therefore, unrelated to the other surrounding forms.

Those geomorphological studies resulting from the investigation of certain selected forms do not give a complete picture of the relief and, they are, therefore, of limited value and of limited practical use.

Geomorphological studies carried out up to now have not been used in practical purposes. Geomorphologists seeking for connections with practice carry out investigations and studies next to geomorphology (i.e. geological, petrographical, soil and pedological studies).

Hence it follows, the geomorphological investigations cannot be restricted to the studying of certain elements of the relief, as well as to the description of forms and to the literal characteristics of the relief. All of the elements of the relief ought to be examined not merely from the qualitative aspect (origin, age) but also from the quantitative one (distribution, frequency, dimension and mutual relation of forms).

The investigation of all the forms occurring in a certain area compels us to plot them on a topographical map and to make use of the method of the geomorphological survey. Its result is the Detailed Geomor-

phological Map. This map is of a great scientific and practical value. It informs not merely of the relief's character but also of the stages in its development as well as of the distribution of forms favourable and unfavourable to differing types of economy.

The geomorphological survey is not merely a question of making a map. Its object is to introduce the more detailed and the more systematic investigations of the relief of the earth's surface into geomorphology. Like a geologist examines the structure of the earth's crust yard by yard a geomorphologist ought to study its relief.

The role played by maps in the development of natural sciences is important. By the use of maps the distribution of various objects and phenomena can be established and their mutual relations traced. Furthermore their regionalization and their characteristics can be obtained in detail.

The significance of special maps for the development of science has just been valued by geologists in the beginning of the XIXth century. They undertook the realization of the detailed geological maps' (A. Dumont, K. Naumann, W. Gümbel, H. Dechen and others). The first conception of a geomorphological map was given by S. Passarge (1912) only a hundred years later. But the example given by geologists and the idea of Passarge have not been accepted by geomorphologists restricting themselves to a literal description of forms and of the types of relief.

The need and the necessity of the realization of a 'detailed geomorphological map' has frequently been suggested since the last ten years. Two lectures on different conceptions of the detailed geomorphological map have been presented during the XVIIIth International Geographical Congress in Rio de Janeiro (A. Annaheim: Cartes géomorphologiques, M. Klimaszewski: The Principles of Geomorphological Mapping in Poland), and the problem of geomorphological mapping is among the subjects covered by the newly formed Commission on Applied Geomorphology IGU. The number of geomorphologists who are duly appreciating the importance of the geomorphological mapping for the development of geomorphology is constantly increasing. As it now appears the detailed geomorphological maps are being constructed in Switzerland (Annaheim, Boesch), in France (Tricart, Dresch, Joli), in Poland (Klimaszewski, Galon), in the USSR (Markow, Spiridonow, Baszenina, Ganeszin), in Czechoslovakia (Demek, Lukniš, Vitašek, Mazur), in Japan (Tada, Nakano), in Canada (Robitailles, St. Onge), in Belgium (Macar, Gullentops, Pissart, Seret, Bethune), in the German Democratic Republic (Gellert, Kugler), in Great Britain (Savigear, Watters, Berry), in Hungary (Bulla, Pecsli), in Rumania (Morariu, Grumazescu, Colet), in Portugal (Carvalho) and in Chile (Borgel). Other countries also acceded to its realization.

The origin of the conception of these maps was independent and differences both in the contents and the construction of these geomorphological maps are, therefore, distinct. We have to aim at the unification of generally obligatory or at least recommendatory principles of their construction in order to obtain comparable maps constructed under differing climatic and structural and geological conditions.

For that reason the Subcommission on Geomorphological Mapping has been formed within the Commission on Applied Geomorphology during the XIXth International Geographical Congress in Stockholm. I wish to bring to prominence the merits of Professor



J. P. Bakker who engaged himself in the formation of this Subcommittee.

Lectures on the principles of geomorphological mapping were presented by N. Baszenina, R. Galon, J. Gellert, M. Klimaszewski, P. Macar, P. Michel, F. Tada and J. Tricart at the meetings of the Commission on Applied Geomorphology (7 and 13 August) and of the Geomorphological Section (9 and 12 August) held during this Congress. The following program prepared by Professor M. Klimaszewski (President of the Subcommittee on Geomorphological Mapping) was presented and accepted at the meeting of the Commission on 13 August, 1960:

1. To introduce the method of the geomorphological survey (which resulted in the 'detailed geomorphological map') into geomorphology; it will permit the relief to be recognised in detail from a qualitative and a quantitative point of view;

2. To work out the uniform conception and the uniform principles of construction of the 'detailed geomorphological map' which will assure its comparison;

3. To supply the national economy with geomorphological maps as a detailed picture of the relief being an important element of the geographical environment, and to enable the rational use of this environment. The geomorphological map may be and it ought to be used in economic planning just as well as the geological-, the hydrographical-, the hydrogeological-, the climatic- and topographical maps.

The Subcommittee on Geomorphological Mapping is represented by members of the Commission on Applied Geomorphology: J. Tricart (President of the Commission), H. Th. Verstappen, J. P. Bakker, F. Hjulström, N. Nielsen, M. Klimaszewski (President of the Subcommittee). The following members of the Subcommittee were elected: H. Annaheim, (Basel), L. Berry (Khartoum), B. Bulla (Budapest), J. Demek (Brno), J. Dresch (Paris), R. Galon (Toruń), J. Gellert (Potsdam), J. P. Gerasimow (Moscow), Z. Gołobow (Sofia), F. Gullentops (Leuven), M. Lukniš (Bratislava), P. Macar (Liège), P. Michel (Dakar), T. Morariu (Cluj), H. Mortensen (Göttingen), R. Savigear (Sheffield) and F. Tada (Tokyo). The Subcommittee approved the proposal that the first meeting of the Subcommittee on Geomorphological Mapping will be held in Poland because of the progress made towards geomorphological mapping.

This conference in Poland was made possible by funds granted by the Institute of Geography of the Polish Academy of Sciences (expenses of transportation in Poland, accommodation and partly provision for the stay during the Conference) and by a subvention (expenses of transportation to and from Poland) by Professor J. Tricart from the International Geographical Union (Boesch).

Its purpose will be:

A. To review the 'detailed geomorphological maps' on the scales of 1 : 5,000 — 1 : 50,000;

B. To discuss and to establish both the conception and the principles of construction of the detailed geomorphological map in order to assure the comparison of maps realized by many authors in various countries, especially

a) to establish the scale and the scope of content of the detailed geomorphological map,

b) to establish the conception of the uniform key to the detailed geomorphological map or the principles of the key's construction,

c) to discuss the principles of the uniform construction of the detailed geomorphological map to assure its legibility and comparison,

d) to determine the use made of the detailed geomorphological map in practical purposes.

The task of unification of the principles, of the conception and of the key is hard and it will be hard. Yet we must undertake it for the scientific weal. The works of our Subcommittee may be compared with those of the Commission on Geological Mapping in the beginning of the XXth century. Its ideas have been discussed on several International Geological Congresses and at present the geological maps are comparable, e.g., Carboniferous strata are always grey on all of these maps. I hope our efforts to construct a uniform geomorphological map will be successful, too.

Our Conference program is very rich. Papers on the principles of mapping and on the contents of the geomorphological maps in differing regions (amongst them in Poland) will be read at the first meeting to be followed by the discussion, the unification and the conclusions during the third day and a half of the last day. During the Conference excursions will be held. They are intended to demonstrate geomorphological problems of the particular areas on the example of the Polish geomorphological map, to make you, Dear Colleagues, acquainted with the principles of the geomorphological and improvement map's construction and to show you, in co-operation with our planning- and urban institutions, the practical use made of our studies — the use made of the detailed geomorphological map in practical purposes.

M. Klimaszewski

## REPORT OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE SUBCOMMISSION ON GEOMORPHOLOGICAL MAPPING

Upon invitation of the Institute of Geography of the Polish Academy of Sciences — Department of Mountain and Upland Geomorphology and Hydrography in Kraków, and of the Commission on Applied Geomorphology IGU the Conference of the Subcommittee on Geomorphological Mapping convened in Poland, during the period 3 — 12 May, 1962. The Conference's purpose was:

A. To review the detailed geomorphological maps carried out up to now in various countries;

B. To discuss the conception and to establish the principles of construction of the detailed geomorphological map in order to assure the comparison of maps made by different authors in different countries, especially

a) to establish the scale and the scope of content of the detailed geomorphological map;

b) to establish either the conception of the map's uniform legend or the principles of the legend's construction;

c) to establish the principles of uniform construction of the detailed geomorphological map to assure its legibility and comparison.

C. To determine the importance of the detailed geomorphological map for the development of geomorphology and the use made of this map in practical purposes.

The Conference program was realized, and the Conference Participants often pointed to its crucial account.

15 members: J. Bakker (Amsterdam), L. Berry (Khartoum), B. Bulla (Budapest), J. Demek (Brno), J. Dresch (Paris), R. Galon (Toruń), J. Gellert (Potsdam), F. Gullentops (Louvain), M. Klimaszewski (Kraków), P. Michel (Dakar), V. Panoš (Brno), M. Pécsi (Budapest), J. Tricart (Strasbourg), D. St. Onge (Ottawa), H. Th. Verstappen (Delft) and some invited guests attended the Conference. Miss Dr. S. Gilewska acted as secretary.

The Conference met for five sessions associated with several excursions into areas covered by geomorphological maps on the scale of 1 : 50,000 (Kraków Region, Upper Silesian Industrial District, Bieszczady Mtns, Tatra Mtns, Lower Vistula Valley, morainic plateaus in the vicinity of Chełmno and Dobrzyń). Geomorphological problems of the areas visited during the excursions were demonstrated on the example of the 'Detailed Geomorphological Map of Poland'. Furthermore, the local planning and urban authorities considered the importance of this detailed geomorphological map for practical purposes (the regional plans for development of Greater Kraków and of the Bieszczady Mtns.).

3 May. The Conference was opened by the Vice-Director of the Institute of Geography of the Polish Academy of Sciences, Professor K. Dziewoński, as well as Professor M. Klimaszewski, President of the Subcommission on Geomorphological Mapping, and Professor J. Tricart, President of the Commission on Applied Geomorphology IGU, who gave addresses of welcome. The following lectures were presented in the auli auditorium of the Institute of Geography, Jagiellonian University, Kraków:

J. Tricart: Cartes géomorphologiques et géomorphologie Appliquée l'expérience du centre de géographie appliquée.

L. Berry: Problems of mapping in arid and under developed countries.

J. F. Gellert: Über die geomorphologischen Kartierungsarbeiten in der DDR.

J. Demek: Über die ausführlichen geomorphologischen Kartierungsarbeiten auf der Tschechischen Hochebene und ihre Probleme.

B. Bulla: Die geomorphologische Übersichtskarte Ungarns (1 : 200,000).

M. Klimaszewski: Die Grundlagen der geomorphologischen Kartierung in Polen.

J. P. Bakker: Das Verhältniss der geomorphologischen Karte im Sinne Klimaszewski's zur geomorphologischen — pedologischen Karte.

R. Galon: Geomorphological mapping in the Polish Lowland.

H. Th. Verstappen: The applications of aerial photograph interpretation in geomorphological research.

Participants also visited the exhibition of 'geomorphological maps' constructed in 14 countries.

4 May. Following an address of welcome given by Mr. Z. Skolicki, the Mayor of Kraków, 20 geomorphological maps and geomorphological-improvement maps of the Kraków region and its surrounding zone on the scale of 1 : 25,000 were presented by Miss M. Tyczyńska and

Mr. J. Pokorny. These maps have been constructed by the staff of the Chair of Physical Geography U. J. by order of the Urban Planning Bureau (W.A.N.B). Furthermore, a paper 'The significance of geomorphological research for the establishment of trends of areal development in Kraków and its surrounding zone' by Mr. Z. Karakiewicz was read by Mr. Juchnowski.

The discussion was followed by a scientific excursion to Kraków — Prokocim — Podgórze — Borek Fałęcki — Nowa Huta — Wawel — Bielany — Mydlniki — Kraków which was lead by geomorphologists (Miss M. Tyczyńska, Mr. J. Pokorny) and by the local planning authorities (Mr. J. Bogdanowski, Mrs. H. Kozłowska, Mr. J. Sulimski). Special attention was paid to the geomorphological problems of this region. The geomorphological-improvement maps were shown in the field and their usefulness for planning purposes proved.

5 May. Whole-day session at which a lecture ('La cartographie géomorphologique en Belgique') was read by Professor F. Gullentops; geomorphological maps were reviewed (Table) and problems concerning the conception and principles of construction of the detailed geomorphological map (see: Introduction) were presented by Professor M. Klimaszewski to be followed by a whole-day discussion. At noon the Participants attended a reception sponsored by the rector of the Jagiellonian University in the medieval Collegium Maius and in the evening — in the Institute of Geography U.J.

6 May. A whole-day excursion to the Upper Silesian Industrial District (route: Kraków — Brzozowica — Będzin — St. Dorothy Mt. — Katowice — Olkusz — Ojców — Kraków) was arranged by Miss Dr. S. Gilewska and Mr. J. Pokorny. The excursion gave a view of the manifold geomorphological problems of the Silesian and Kraków Upland and the way in which they are shown on the geomorphological map of the Upper Silesian Industrial District published on the scale of 1:50,000 (karstic features-mogotes, escarpments due to denudation, tectonic escarpments, riverine terraces, dunes, changes in the natural geographical environment due to industrialization). Upon the return to Kraków a paper ('Quelques exemples des cartes en pays semi-aride nord-africain') was presented by Professor J. Dresch, and the discussion continued.

7 May. The Conference Members attended an excursion by bus to the Bieszczady Mtns. (East Carpathians) through Tarnów — Lesko to Myczkowce. The aim of the excursion which was lead by Dr. L. Starckel was to discuss the geomorphological problems of the Bieszczady Mtns. and the way in which they were represented on the geomorphological map-sheet Lesko published on the scale of 1:50,000 (Structural and denudative relief, development of river valleys, slope modelling in the Quaternary, morphogenetic role played by recent processes). This map was confronted with the landforms in the field. Furthermore, the planning authorities in Rzeszów (Mr. K. Brydak, Mr. J. Plaskacz) talked about the use made of the geomorphological map of this region in the plan for economic development of the Bieszczady Mtns.

8. May. The excursion continued through the Bieszczady Mtns. (where suffossional forms were demonstrated by Dr. Z. Czeppe) Krosno — Nowy Sącz (problem of the high Mindel accumulation in the Dunajec valley, Quaternary terraces) Krościenko — Nowy Targ to Zakopane.

9 May. Excursion to the Tatra Mtns. conducted by Professor M. Klimaszewski; in the morning excursion to the High Tatra (Zakopane — Głodówka — Hurkotne — Morskie Oko — Zakopane), in the afternoon to the West Tatra (Kościeliska valley). Geomorphological problems of the Tatra Mtns. and the way in which they were shown on the geomorphological map on the scale of 1:20,000 were presented and discussed (geomorphological history of the Tatra Mtns., relation of the glacial relief to the preglacial relief, relation of the late-glacial relief to the pleni-glacial relief, Holocene relief on the base of an analysis of forms of differing age and origin-forms due to denudation, river, glacier, glacio-fluvial, water-nivation-frost action and the melting of buried ice-masses).

At night the Conference Members travelled by a sleeper from Zakopane to Toruń.

10 May. A session was held at the Department of Lowland Geomorphology and Hydrography of the Institute of Geography, Polish Academy of Sciences, at Toruń. Addresses of welcome were given by Professor R. Galon, and the geomorphological maps of various regions of North Poland presented. The following series of papers were read:

R. Galon: The Brda Region.

T. Murawski: Die Rolle der ausführlichen Geomorphologischen Karte bei der Bearbeitung der physiographischen Grundlagen der Stadt- und Landbezirksplanung.

L. Roszkówna: Le problème d'érosion du sol sur le territoire de la Voïévodie de Bydgoszcz d'après la carte géomorphologique.

J. Szczepkowski: An appraisal of usefulness of the 'Geomorphological Map of the Polish Lowland' for regional planning and space economy.

In the afternoon an excursion to the Toruń Basin and the gap of the Lower Vistula (route: Toruń — Bydgoszcz — Nakło — Szubin — Brzoz — Toruń) was arranged by Professor R. Galon, Dr. W. Mrózek, Mrs. Z. Churska, Dr. J. Szupryczyński and Dr. B. Rosa. Geomorphological problems of the Polish Lowland and the way of showing them on the geomorphological maps published on the scale of 1:50,000 were discussed (dunes, Vistula gap, relation of the Brda sandur to the ice-marginal stream way of Toruń — Eberswalde, end moraines belonging to the last glaciation).

11 May. The excursion continued over the Chełmno plateau to the Drwęca valley and the Dobrzyń plateau (route: Toruń — Chełmża — Wąbrzeźno — Brodnica — Nowe Miasto — Rypin — Lipno — Zbójno — Toruń). The excursion which was devoted to the geomorphological problems of the Polish Lowland (end moraines, terminal basins, kames and drumlins dating from the last glacial period) was lead by Dr. W. Niewiarowski, Dr. Z. Churski and Mr. Liberacki.

In the evening the Conference Participants attended an unofficial reception in the Institute of Geography, N. Copernicus University.

12 May. Travel from Toruń to Warszawa. Here the last session was held in the Institute of Geography of the Polish Academy of Sciences, at which a lecture (Les cartes géomorphologiques levées dans les bassins du Sénégal et de la Gambie (Afrique Occidentale) was presented by Professor P. Michel. Professor J. Kondracki informed of the geo-

morphological and physical-geographical studies which were carried out by the staff of the Institute of Geography U.W., Professor M. Klimaszewski summed up the results of the Conference and presented the further working plan for the Subcommittee on Geomorphological Mapping. Professor J. Tricart, Professor J. Dresch and Professor B. Bulla pointed to the importance of the Conference and its results for the further development of geomorphology.

The Conference was closed by the Vice-Director of the Institute of Geography PAN, Professor K. Dziewoński.

Report by M. Klimaszewski

JAN PIETER BAKKER

Amsterdam

## DIFFERENT TYPES OF GEOMORPHOLOGICAL MAPS

*A comparison of the Polish geomorphological maps (Klimaszewski — Galon) with those from other countries*

In two articles (1940 and 1942), which originated as speeches, I have shown that physical geography and geomorphology have an important functional task. It was during this period that these branches of geographical study were only practised for their own sake, and had strong genetic-evolutional trends. It was also during this period, that, at least in the Netherlands, there was much discussion over whether the Pleistocene cover sands originated under fluvioglacial, as opposed to niveo-aeolian conditions. With reference to this, it seemed to me important to make physical geographical landscape classifications, and to make an investigation with a functional purport. Of course the origin of cover sands is of interest to the physical geographer. It was also no less important to consider the cover sand as carrier of certain types of settlements and agricultural pursuits, and their suitability for this. Here too is a task for functional physical geographical, occasionally in cooperation with pedological and micro- and local climatological and hydrographical, investigation. Physical geography (including geomorphology) must be functional, in order to prove that it is a science, that is or may be direct practical use for mankind.

Meanwhile much has been altered since 1937 when I first handled these problems in my lectures for students of Geography at the University of Amsterdam.

An example of how much more important functional physical geography has become in the Netherlands can be given (among others) by the interesting article from Professor H. J. Keuning (1959), and the opening of the physical geographical laboratory in the University of Amsterdam in 1952, where there has been since then much applied physical geographical research undertaken (see Bakker 1960). Naturally we find similar tendencies in geographical science in other countries, especially since the last World War. It is therefore not surprising that in 1956, in Rio de Janeiro, the International Geographical Union set up a commission on applied geomorphology, and in 1960 in Stock-

holm a subcommission on applied geomorphological mapping was established.

Due to the initiative of Professor Klimaszewski, and the much appreciated cooperation of the Polish Academy of Sciences the latter subcommission now has its first meeting in Cracow. We have a number of very important points to discuss here, which may be mainly grouped into two questions:

1. What must we put on the geomorphological map?
  2. How do we put the desired facts on the geomorphological map?
- In my speech, I shall mainly discuss the first point.

The nature of the applied geomorphological mapping is such that the maps must have a functional purpose, in as far as this is possible. Besides, it is obvious, that the purely scientific morphological map, without practical purpose, that we are familiar with from geomorphological publications<sup>1</sup> and national atlases since the end of the twenties, retains its value. Most of the older physical geographers here present tend anyway to give this type of mainly morphogenetical-morphographical mapping a not unimportant place in the modern morphological mapping also (see Gellert c.s. 1960).

As far as I can see, one should start from the principle that very different types of morphological-morphographical maps are possible. Every morphological map must be more or less a compromise between the following principles:

1. The principle of morphographical characterizing.
2. The principle of geomorphological-genetic interpretation.
3. The principle of dating.
4. The principle of characterizing the substrate.
5. The sedimentational or sedimentational-pedological principle.

Which of these principles one must make prevalent in compiling a geomorphological map may depend on a great many factors:

I. From the scale of the maps. Further discussion is here not necessary.

II. From the commissioner. What objective does he want made clear in the map (see Pissart and Macar 1962)? The question of what maps are already obtainable before the geomorphological mapping, is also of importance. In a country such as Poland, where besides geological maps, very good soil maps exist on various scales, it might be useful to keep the sedimentary-pedological principle in the background in the geomorphological mapping. But for a country such as Luxembourg it is very different. For this country we have an excellent geological map 1:25,000, that was compiled by the late Dr. M. Lucius. Nevertheless Dr. Lucius approached the Amsterdam physical geographical laboratory and asked them to make morphological maps, which would especially do justice to the younger sediments and the soil- and weathering profiles in relation to the substrate (see Hermans 1955 and Jungerius 1958). The Belgian geomorphological mapping is in a somewhat analogous situation, according to the friendly information of Macar and Gullentops. Here, as a result of an agreement between the Geological Survey and the Soil Survey, the morphological-

---

<sup>1</sup> See, for instance, many geomorphological maps in the publications from the school of Philippson (Bonn), Oestreich (Utrecht) and De Martonne (Paris).



morphographical survey will also be required to map the Pleistocene and Holocene sediments. Above all, due to Luxembourg and Belgium's delimitation of the scope of the morphological survey there are many exclusive commissions possible, that necessitate certain scales of mapping and special equipment. This brings us to the following point:

III. The equipment, that the surveying morphologist has at his disposal. Can he only (or nearly only) depend on his own sharp observations in the terrain, *ad oculos*? Or does he, so as Gerlach and Starkel from Klimaszewski's school, perform important practical experiments over the amount of denudation, and material transport? Are there aerial photographs at his disposal? Or has he the use of a laboratory, where clay minerals, heavy minerals etc. can be investigated in different ways, as in Amsterdam? In many applied geomorphological investigations (Bakker 1960) and the allied geomorphological survey such aids are indispensable, at least if one appreciates an adequate advice and opinion. Functional applied geomorphology must not be allowed to run the risk that it misses the point, due to insufficient equipment.

Klimaszewski has rightly shown that the morphological map should contain a piece of morphogenetical interpretation, if only because precisely this part of the morphological survey works as such a stimulus for the investigators. But in certain forms the clay mineral composition of the material is the most dominant factor in the explanation. For example, in boulder clay earth pyramids may be found, which contain about 15-30% clay < 2  $\mu$ , and are formed from about 70-80% illite and 10-20% montmorillonite (discussion Becker, Höllermann and Bakker, Symposium on Slope Development, Göttingen, August 1962). The valley pattern in a loess landscape by Kasimierz (Lublin region, Poland) mapped by Kęsik, is indeed very characteristic, but differs from everything in West European loess regions. Probably here the reason for the above differences lies in the greatly varying clay mineral composition of the Southeast European (an high, or at least noticeably higher percentage of montmorillonite) and the Middle- and West-European loess regions (almost entirely illite loess) and the related differences in the permeability, the liquid limit and the plasticity. Professor J. Demek also pointed out the great differences in geomorphological habitus of loess landscapes in the East and West parts of Czechoslovakia to me (Symposium on Slope Development — Göttingen 1962). Can here the explanation perhaps be that Professor Kadar (Debreczen) understands under the term loess something quite different than is usually understood in West Europe?<sup>2</sup> It also seems not improbable to me, that the fine suffosional forms showed by Czeppe as well as those in the loess from Lublin, are defined by a special hydro-lithological relationship, in which the grain size frequency and the clay mineral composition play an important part.

The morphological survey will further also be intensely occupied with the soil erosion phenomena, which now, since the removal of forests, play an important part in so many areas, for example, in connection with planological objectives, foundation of houses on mountain slopes, etc. One then frequently encounters soil mechanics questions, which are

---

<sup>2</sup> At present the most Westerly found loess with a high montmorillonite content (about 50%) seems to be at Gaustadt near Bamberg. See G. Höhl (1958 and 1959).

not to be satisfactory explained, or technically overcome, without a detailed knowledge of the grain size frequency, the morphoscopic habitus of gravel and finer grains, and the clay mineral composition.

Especially where the soil survey makes only limited use of clay mineral investigations, there is even more reason for geomorphological survey and investigation in order to make wider use of this aid. As far as I can see, it is indispensable for geomorphology.

IV. How many of the 5 principia can be shown on a morphological map is also dependant for a large part simply, and only, on a few practical premises:

a) How much time (in connection with the nature of the commission) is available for the survey?

b) Together with the scale of the map, the number of colors that are available is also of great importance. A map like the one from Jungerius (1958), using 35 colors, has many more possibilities than one in 8 colors, to say nothing of the Russian morphological maps, with their more than 100 colors.

c) Actually good results can be obtained using a limited number of colors, if several maps of the same region are made, if necessary partly in black and white, and with different scales, if required. This has above all as far as I can see the advantage that the 5 essential principles (categories) of morphological survey then have increased applications. Above all, it is so easier to prove the directives for the key to the maps mostly settled in the early stadium of the survey.

V. In morphological mapping it is also important to know by whom they will be used. In Poland one was forced to make parts of the geomorphological map more simple, for the use of planners. The motto must naturally be: make the map readable for the person who must use it. But it is equally natural that the geographer-geomorphologist is the only person who will understand the map in its finest detail. Therefore it seems obvious to me, that in a team of advisers there should be at least one physical geographer rather than that the map should be made so simple that advisers interested in sociology and town planning should be able to understand it completely. This calls to mind an advise, given by a professor of theology in Leiden (in about 1900) to future clergy: "Gentlemen, it is not important whether you preach an orthodox or free sermon. But you must always have two pages in it, that your trusty parishoner do not understand. Only then will they think you a good clergyman." In translating this remark for physical geography, geomorphology and geomorphological survey, I should only want to say: let our science give what it has to offer. It must not hide its light under a bushel. One should do one's best to improve ones field- and laboratory equipment as much as possible. If as a result of this maps are published that are difficult for the planners and other users to interpret, let them then call in a professional, i. e. a physical geographer.

VI. Finally one must not forget that the nature of the map is largely controlled by its subject. Wiggers' (Wiggers and Smits 1959) underwater survey of one of the new IJsselmeerpolders (Flevoland) in the Netherlands is an example of geomorphological mapping of a young sedimentation region. The young sediments do not show any development of a soil due to weathering. Allied examples are to be found in the investigations of the Amsterdam physical geographic school in various provinces of the Netherlands (see Bakker 1960), where survey of the

surface relief, subsoil relief (with isohypses every decimeter) give an exact picture of the relationship between the past and present geomorphological features, and the sedimentation types from tidal flat and salt marsh landscapes to cover sand landscapes etc. Just as with, for example, Tricart's mapping of the Senegaldelta, and Dresch's morphological maps of the Sahara there is simply no other choice than to go, more or less deeply, into the youngest sediments and their substrate. In fine maps of the glacial lowland geomorphology, published by Galon and Gellert, the relationship between substratum, structure and surface forms are successfully compounded (see f.i. Galon 1960, [29]: Morainic hummocks transformed by periglacial processes).

As Bulla and Pecsí (1962) have rightly argued the substrate should also be shown in some form in a geomorphological map. This is not only true for sedimentary regions, but also for mountain ranges. One considers here only cuesta- and mesa-landscapes; the totally differing depths of weathering profiles on different parent material; parts of watershed regions, where erosion and denudation work more strongly than at other points (see Hermans 1955). In such cases a morphological map where the relief is shown as an exact isohypsen picture, or according to the morphographic method used by the Belgian investigators, elaborated with a detailed account of the varieties of hard rock, and the thickness and character of the soft rock, is the best method. Maps like those from Jungerius (1 : 15,000) of the Moutfort region, and Hermans (1 : 10,000) of the northern part of the Oesling (Luxembourg) are detailed examples of the above-mentioned type. These are pedosedimentological maps, but morphological maps too. Also the thickness of a weathering zone on a plateau, or a region where the soft rock is continually losing material by solifluction, and where as a result the weathering profile is only thin, or an eolian sediment on a plateau are a form in the physical-geographical-geomorphological sense and can, no, must, be mapped as such. An exact interpretation of slope development can only be obtained from such maps. Between extreme examples such as Jungerius' map, where the spotlight falls on substratum and soft rock thickness and Klimaszewski's fine maps of the Polish mountain landscape (1 : 50,000, where the above facts are almost absent) we find the well planned maps from Hungary (Bulla and Pecsí) and Czechoslovakia (Demek, Panoš et al.). Which road, or roads should we follow?

#### THE ROAD OR ROADS

Everybody who has had anything to do with mapping knows that one first makes a few proof drawings, and so gradually reaches the finished map. In my opinion the Polish survey is here the most advanced, using a scale of 1 : 50,000, although there is certainly more, and above all much more differentiated morphological mapping than can be seen in Klimaszewski's article (1960, pp. 482-484). But even the best mapping cannot fulfil all ones wishes and all ideals. Therefore it is in my opinion an advantage to make several types of maps of any given area, in each of which one of the five points that I have noted comes into its own. Only then can we accomplish more satisfactory functional geomorphological mapping and also then special commissions can be better fulfilled.

Every method of mapping has its inconsequencies and defects. Klimaszewski distinguishes: forms of denudative origin, forms of fluvial origin, forms of suffosional origin, anthropogenic forms.

In such a classification there is an important piece of interpretation and with it, a piece of hypothesis. So does Klimaszewski's key speak of 'forms created by the destructive action of denudative factors' under which are reckoned 'fragments of older surfaces of planation'. Such plateaus can be remnants of raised peneplains, where river gravel may be found. This is, for example, the case in the Sarmato-Pontic peneplain in the frontier region between the Belgian Ardennes and Dutch South-Limburg which is typified by a deep yellow-red podsollic soil profile with

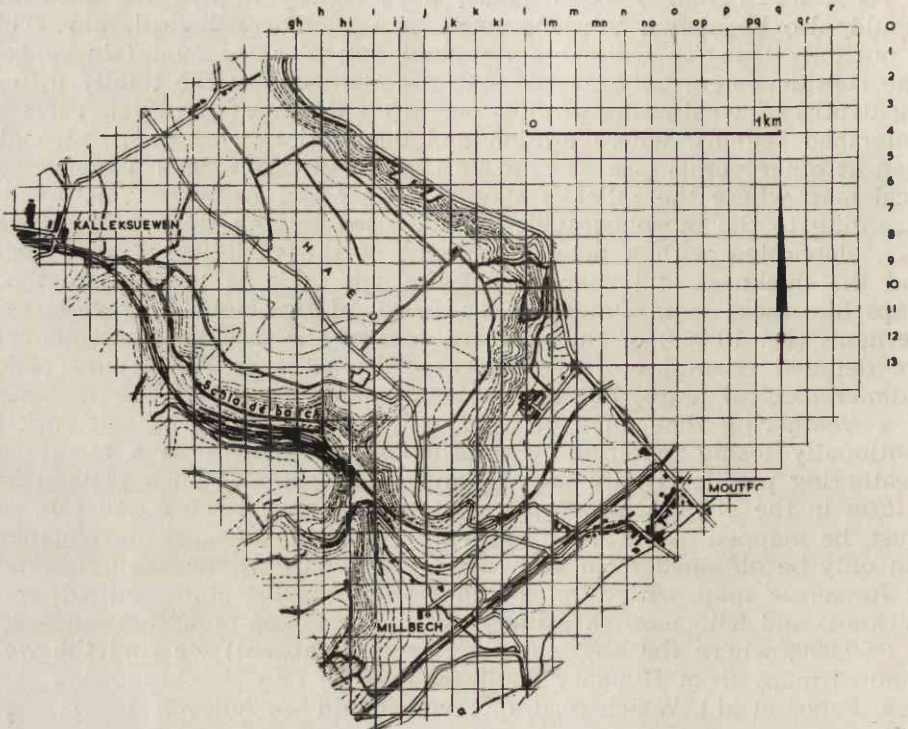


Fig. 1. The topographic basis of a part of Jungerius' pedo-sedimentological map of the Moutfort region in Luxemburg.

silicious öolitic pebbles on top. In such a case it is clearly shown that the plateau is not only a product of weathering processes, material transport (denudative processes *sensu stricto*) but also of river erosion and therefore, not only of denudative origin. It seems here desirable to remove the hypothetical element in the descriptions in the key somewhat, but this is naturally not impossible. In the text of the commentary, which should accompany every map, it is possible to discuss the interpretation and origins of certain forms more fully. I will not go into further details.

And now, if I may go over to the question of international cooperation, I should like to put forward the following propositions:

1. The Polish geomorphological maps 1 : 50,000 of Klimaszewski and Galon are, beyond any doubt, of the best that we possess at present.

KALLEKSUEWEN

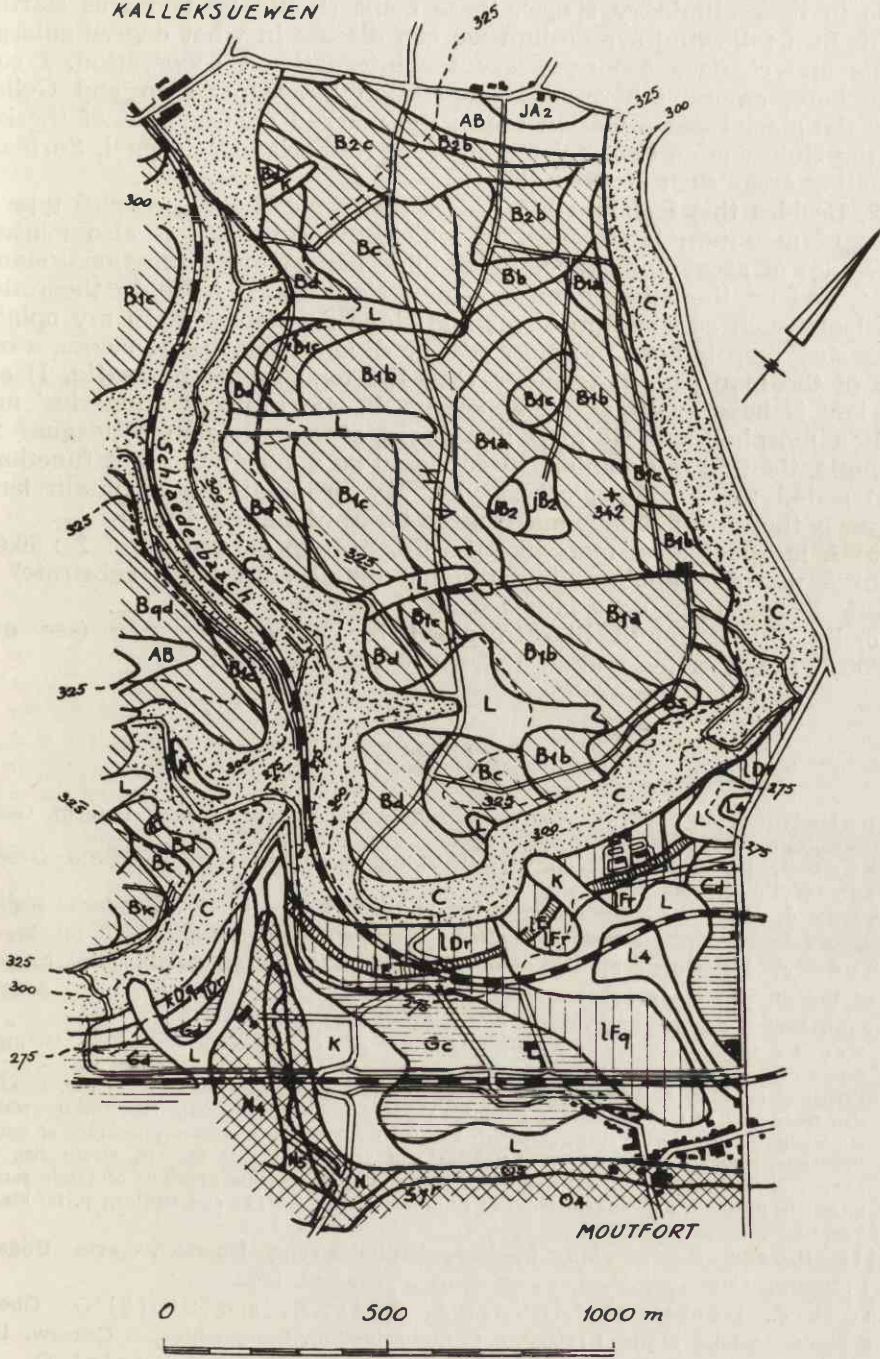


Fig. 2. A section of Jungerius' pedo-sedimentological map of the Moutfort region in Luxembourg.

Therefore I propose that when morphological survey has not yet started, or is in its preliminary stages, these maps should be taken as starting point. In a following symposium we can discuss in what degree enlargements and changes are necessary for international cooperation. I consider here, among others, the cooperation between Galon and Gellert over the glacial accumulation areas; the marked enlargement of the key for the Holocene and coastal regions (the Netherlands, Senegal, Surinam) including areas such as the Sahara.

2. Besides this I should like to fervently plead for a second type of maps of mountain landscapes, in which the substrate is also marked. These are of great importance on the one hand from a functional standpoint, and on the other hand for their significance in more theoretical problems, such as slope-processes and slope development. In my opinion Jungerius' map is here the most advanced. Omitting the 34 colors, a section of the map (fig. 2) together with the topographic basis (fig. 1) and the key is here given as an appendix. If one replaces Jungerius' map with a morphographical map like those of our Belgian colleagues for example, then, in my opinion, there would be a very important functional map added to morphological survey. My proposal for mountain landscapes is therefore: always make three types of standard maps:

- a) A morphological map, like the Polish map on a scale of 1 : 50,000
- b) A morphographic-sedimentational detail map (with substrate) on a scale 1 : 25,000, or on a larger scale if desired.
- c) Finally I should like to plead for an outline map (see map 1 : 200,000 of Czechoslovakia) 1 : 200,000 of all countries.

#### REFERENCES

- Annaheim H., Zur Frage der geomorphologischen Kartierung.- Peterm. Geogr. Mitt., Gotha, 1956.
- Bakker J. P., Causaliteit en wisselwerking in de physische geografie. Groningen (Wolters), 1940.
- Bakker J. P., De behandeling van het physisch milieu in Nederlandsche sociaal-geografische plattelandsmonografieën. Mens en Maatschappij, 1942, pp. 84—96.
- Bakker J. P., Dutch applied geomorphological research, notably the research of the physical-geographical laboratory of the Municipal University of Amsterdam. Revue de géomorphologie dynamique, 1960, pp. 67—84.
- Errata in this article: *The figures 1, 2, 3, 4 and 6 have been omitted*; p. 71: Fig. 1. Relief of the tidal..., read: Fig. 7. Coversand plateaus in the subsoil of the NW — part of Friesland (after J. J. Wensink); p. 77: Fig. 11. Grain size frequency..., read: Fig. 12. Grain size frequency of the weathering products topping the ferrite-bauxite crust of the Nassau Mountains in Surinam (parent material: basalt). No. 990 is a weathering product of schists. Vegetation: savannahforest (after Bakker and Müller); p. 78: Fig. 12. Grain size frequency..., read: Fig. 11. Grain size frequency of the weathering products of sandy serizite schists in Surinam underneath tropical rainforest (after Bakker and Müller); p. 78: Fig. 13. The figure is upside down.
- Bulla B. and PeCSI M., Die geomorphologische Übersichtskarte Ungarns 1 : 200,000. Communication, Symposium — Cracow, 1962.
- Czudek T., Demek J., Linhart J., Quitt E., and Stelcl O., Obecna geomorfologická Mapa 1 : 200,000. Communication, Symposium — Cracow, 1962.
- Czudek T., Demek J., Linhart J., Quitt E., and Stelcl O., Legende für die geomorphologische Übersichtskarte der Tschechischen Länder im Masstabe 1 : 200,000. Kabinet pro Geomorfologii Ceskoslovenské Akademie ved v Brne. Communication, Symposium — Cracow, 1962.

- Dresch J., Communication on geomorphological maps of the Sahara. Symposium—Cracow, 1962.
- Galon R., Instruction to the detailed geomorphological map of the Polish Lowland. Polish Academy of Science; Geographical Institute, Toruń, 1962.
- Gellert J. F., Sachse R., and Scholz E., Konzeption und Methodik einer morphogenetischen Karte der Deutschen Demokratischen Republik. Mitt. d. Geogr. Gesellschaft d. D.D.R. 1960.
- Gellert J. F., Brunner H. and Franz H. J., Morphogenetische Karte 1:200,000 der Deutschen Demokratischen Republik. Communication, Symposium—Cracow, 1962.
- Hermans W. F., Description et g n se de dépôts meubles de surface et du relief de l'Oesling (Luxembourg). Thèse Amsterdam. Service géologique de Luxembourg. (With a pedosedimentological map in colours 1:10,000), 1955.
- Höhl G., Zur Frage des Gaustdter Profils (Franken). Mitt. Geogr. Ges., Vienna, 1958, B. 100, pp. 79—89.
- Höhl G., Physisch-geographische Betrachtung des Obermaintales bei K sten. In ZOTZ, K sten, Quartär-Bibl., B. 3., 1959.
- Jungerius P. D., Zur Verwitterung, Bodenbildung und Morphologie der Keuper-Liaslandschaft bei Mouffort in Luxembourg. Thesis Amsterdam. (Publication Nr 2 of the Physical-Geographical Laboratory). Service géologique de Luxembourg (with a summary of 8 pages in English and a pedosedimentological map in colours 1:50,000), 1958.
- Keuning H. J., Een halve eeuw Utrechtse sociale geografie. Enige beschouwingen over object en beginselen. Tijdschr. Kon. Nederl. Aardr. Genootschap, 1959, 2e reeks, dl. 76, pp. 10—21.
- Klimaszewski M., Problèmes concernant la Carte Géomorphologique détaillée, son importance scientifique et pratique. Przegl. geogr., t. 32, pp. 459—485, 1960.
- Klimaszewski M., The problems of the geomorphological and hydrographic map on the example of the Upper-Silesian Industrial District. Warszawa, 1961.
- Klimaszewski M., The principles of geomorphological mapping in Poland. Communication, Symposium—Cracow, 1962.
- Lucius M., La présence de loess, de minéraux denses et de minéraux volcaniques dans les dépôts meubles de plateaux de notre pays. Extrait du Bulletin 1958 (no. 63) de la Soc. des Naturalistes Luxembourgeois. 1961.
- Pissart A., and Macar P., Légende de la carte géomorphologique du domaine de l'Université de Liège, au Sart Tilman. Communication, Symposium—Cracow, 1962.
- Tricart J., Carte géomorphologique du Delta du Sénégal au 1:50,000. Tome I, II. Archives d'aménagement du Sénégal, 1954.
- Wiggers A. J. and Smits H., Soil survey and landclassification as applied to reclamation of sea bottom land in the Netherlands. Intern. Institute for land reclamation and improvement. Publication No. 4, 1959.

## APPENDIX

### KEY TO JUNGERIUS PEDO-SEDIMENTOLOGICAL MAP OF THE MOUTFORT REGION IN LUXEMBURG

#### Soils in aeolian material

- JB2 Loam of aeolian origin, between 40 and 120 cm. on clay produced by weathering of Arietenschichten. Band rich in iron and clay.
- JB2 Loam of aeolian origin, between 40 and 120 cm. on sand produced by weathering of Luxembourg sandstone. Band rich in iron and clay.

### Soils in colluvial material

- K Colluvial Sand.
- L Colluvial Loam.
- L4 Colluvial Loam. Gley- or rust phenomena less than 40 cm. deep.
- L5 Colluvial Loam. Gley- or rust phenomena less than 40 cm. deep.
- M Colluvial Clay.
- M4 Colluvial Clay. Gley- or rust phenomena between 40 and 120 cm.
- M5 Colluvial Clay. Gley- or rust phenomena less than 40 cm. deep.

### Soils in alluvial material

- N4 Alluvial Sand. Gley- or rust phenomena between 40 and 120 cm.
- N5 Alluvial Sand. Gley- or rust phenomena less than 40 cm. deep.
- 04 Alluvial Loam. Gley- or rust phenomena between 40 and 120 cm.
- 05 Alluvial Loam. Gley- or rust phenomena less than 40 cm. deep.
- P5 Alluvial Clay. Gley- or rust phenomena less than 40 cm. deep.

### Plateau soils

- AC Clay produced by weathering of Arietenschichten. Shallow soil.
- Ad Clay produced by weathering of Arietenschichten. Very shallow soil.
- Ae Clay produced by weathering of Arietenschichten. Very shallow soil. Chalk layer less than 40 cm. deep.
- jAc Clay produced by weathering of Arietenschichten. Shallow soil. Up to maximal 40 cm. deep, covered with aeolian loam.
- lAc Clay produced by weathering of Arietenschichten. Shallow soil. Up to maximal 40 cm. deep, covered with colluvial loam.
- lAe Clay produced by weathering of Arietenschichten. Very shallow soil. Chalk layer less than 40 cm. deep. Up to maximal 40 cm. deep, covered with colluvial loam.
- AB Clay produced by weathering of Arietenschichten, between 40 and 120 cm. deep, on sand produced by weathering of Luxemburg sandstone.
- Ba Sand produced by weathering of Luxemburg sandstone. Deep soil.
- Bb Sand produced by weathering of Luxemburg sandstone. Moderately deep soil.
- Bc Sand produced by weathering of Luxemburg sandstone. Shallow soil.
- Bd Sand produced by weathering of Luxemburg sandstone. Very shallow soil.
- Bla Sand produced by weathering of Luxemburg sandstone. Band rich in iron. Deep soil.
- Blb Sand produced by weathering of Luxemburg sandstone. Band rich in iron. Moderately deep soil.
- Blc Sand produced by weathering of Luxemburg sandstone. Band rich in iron. Shallow soil.
- B2b Sand produced by weathering of Luxemburg sandstone. Band rich in iron and clay. Moderately deep soil.
- B2c Sand produced by weathering of Luxemburg sandstone. Band rich in iron and clay. Shallow soil.
- B3 Sand produced by weathering of Luxemburg sandstone. Bleached eluvial band.
- Bqd Sand produced by weathering of Luxemburg sandstone. Loamy variation. Very shallow soil.
- Bs Sand produced by weathering of Luxemburg sandstone. Coarse sandy variation.
- jB2 Sand produced by weathering of Luxemburg sandstone. Up to maximal 40 cm. deep, covered with aeolian loam. Band rich in iron and clay.

### Slope soils

- C Sand produced by weathering of Luxemburg sandstone.
- kDq Material produced by weathering of Psilonontenschichten. Loamy variation. Up to maximal 40 cm. deep, covered with colluvial sand.
- lDr Material produced by weathering of Psilonontenschichten. Clayey variation. Up to maximal 40 cm. deep, covered with colluvial loam.
- 1E Clay produced by weathering of red slate. Up to maximal 40 cm. deep, covered with colluvial loam.
- lFq Material produced by weathering of Rhät sandstone. Loamy variation of the Rhät. Up to maximal 40 cm. deep, covered with colluvial loam.
- lFr Material produced by weathering of black foliated marl. Clayey variation of the Rhät. Up to maximal 40 cm. deep, covered with colluvial loam.
- Gc Clay produced by weathering of stone marl Keuper. Shallow soil.
- Gd Clay produced by weathering of stone marl Keuper. Very shallow soil.
- H Clay produced by weathering of red gypsum marl.
- I Sand produced by weathering of Schilf sandstone.



LEN BERRY

Khartoum

## GEOMORPHOLOGICAL MAPPING IN ARID AND SEMI-ARID REGIONS OF THE SUDAN (EAST AFRICA)

The problems associated with geomorphological work in the Sudan appear to be typical of those in underdeveloped countries everywhere. Other special problems are imposed by the climatic and physical conditions of the area. As in many semi-arid and underdeveloped countries the Sudan is only just making headway on the national task of constructing good large scale maps. A vast amount of work has been completed in the last few years but attention has necessarily been concentrated on the areas scheduled for immediate developments. Thus most of the country is only covered by old maps on the scale of 1 : 250,000 and these are sometimes inaccurate and always out of date.

Under these circumstances the geomorphological mapping attempted has often been the first detailed map of the region and of course has not had the wealth of topographic, geological and pedological background data which is usually available in other countries. Even under these circumstances it has been found that geomorphological mapping has been successful in representing the features of the area and such maps have been used by workers in other fields.

The mapping carried out by the author has been based on field studies and air-photo interpretation though the use of aerial photographs has been to trace the aerial distribution of features recognised and recorded in the field. In field and laboratory work for the Red Sea coast Dr J. Sestini, a geologist, acted in co-operation.

The Sudan has an active aerial survey department with its own aerial photographic team and equipment and large parts of the country have now been covered with good quality vertical air photographs on scales of 1 : 40,000 and in some areas 1 : 25,000. These form the most essential tool to geomorphological mapping acting as a base map on which field data can be plotted.

The most effective field technique has been found to consist of (a) preliminary field investigation, (b) the construction of an outline map of the area from air photos, (c) detailed field mapping of features in the field, (d) completion of map and final drafting of map with the aid of

photos. In many remote parts of the country this is expensive and time consuming and most of the work has to be completed in one extended visit to the field areas.

The degree of refinement of the air photograph interpretation depends a great deal on the time, staff and funds available. In the Red Sea area where there is excellent photography with good overlaps a map far more accurate than the present 1 : 250,000 sheets could be made by simple tracing of topographic features from the photographs. With scale and simple tilt adjustments an accurate map could be produced. These maps then serve as (a) a detailed landform map of the area useful for other workers, (b) an accurate geomorphological representation of the area from which deductions regarding processes and geomorphological history can be made, and (c) a general locational map valuable in route finding and general travelling.

The two greatest problems of working in these conditions are logistical and the problem of topographic information. For much of the Red Sea coast water holes are very scattered and travel in the Red Sea hills is limited by the very rugged waterless country suitable only for camel transport. More than one vehicle is often essential. The other area worked has been within easy distance of the Nile and has few transport problems for desert worthy vehicles.

Two areas have been mapped at present. A 150 mile stretch of the Red Sea coast and coastal plain extending 15—20 miles inland and the semi-arid areas north-west of Khartoum. In both areas topographic data have been confined to a few very scattered trigonometrical heights. Any height data needed has had to be provided and this has been achieved by controlled aneroid traverses. In one case the Nile and in the other Sea Level provided an additional known datum. Except in the rainy season short closed traverses can give quite accurate results. Heights can be fixed to within 3 m. under most conditions. Even aneroid work is very time and energy consuming when large numbers of scattered hills have to be climbed and in some cases height data has been confined to detailed traverses along the plains to record the regional slopes and determinations of selected hill heights. All this information is best recorded in spot heights on the features. The main data related to a fixed datum is supplemented wherever possible by recording the height of minor features above the plain. Sand dunes, small hills, mounds, etc. etc. are all measured in this way. For most purposes in such work local relief is the most important factor and this can readily be illustrated.

For convenience of initial drafting and modification all the field and laboratory work has been carried out on the photo scale of 1 : 40,000 and then the completed drafts have been photographically reduced either to scale of 1 : 50,000 or 1 : 100,000 ready for publication.

The range of symbols used in the mapping so far have been determined by the type of country worked in an arid or semi-arid plain and upland area. In these topographic regions there is a very sharp and clear distinction between hill features and plain features and this has been shown in the maps by shading all hill features in red shades or tints. This enables a clear representation of the major units of the landscape. Intermediate features do occur, notably narrow pediments, and alluvial features around the margin of hill features. Rock pediments are shaded as hill features but with broken lines and in the areas considered they represent only a small proportion of the landscape. Depositional features

are shaded in black. A distinct feature of arid upland regions in crystalline rocks is the very prominent breaks of slope on hill crests or hill sides which result from the relative resistance to weathering and erosion of dykes which run in parallel or intersecting lines. These features are accordingly represented though in other climatic zones they would be insignificant.

Hillslope features are distinctly different where the slope is undercut by river action from those areas where the hill profile has developed by retreat of the slope. In one case an oversteepened slope occurs with a sweeping debris slope while where slope retreat occurs weathering and mass wasting will have picked out the rock details. Distinction between the two is important and in the latter case a dotted line marks the edge of the hillslope in the undercut slope a film line is used.

Features due to wind action are prominent in arid and semi-arid regions and their representation presents special problems. Sheet sand is very common and may form a thin mantle over wide areas. In very arid regions it may be best left blank or indicated by a widely spread symbol. Sand drifts of various thickness mantle the windward sides of hills and can overtop the hill features without having any well defined limits. Sand shadows are leeward depositions with marked crests. In most parts of the Sudan sand accumulations of these types associated with topographic features are more common than the free moving dunes. The mobile dunes are more common only where plainland topography is found together with a plentiful sand supply. Two important small features are sand drifts, small lines of sand accumulation 1-2 metres high usually aligned parallel to the prevailing winds, and mounds of silt and sand either at present accumulating around vegetation or remaining from such an accumulation well after the vegetation has disappeared. Such mounds may reach 4-6 metres high and be important and lasting local features.

Included under features associated with wind action are the lag gravels common in the arid zone. They may be made up of large stony gravels or smaller pea iron size gravel remnants. Both are often a surface accumulation due to the removal of the finer material by wind and they often do not represent the grade size range to be found one or two feet underground. In such areas there may be considerable thickness of sand or finer material but they are mainly protected from wind erosion by the 'lag' cover.

Rather special symbols are also needed to represent the distinctive type of water action associated with the arid zone. Most streams are seasonal but even in the driest country water action makes its impression on a large part of the topography. Incised water courses are distinguished by their depth of incision and the relation between valley size and present flow rates are indicated by the flow channels represented in the stream bed. On gently sloping sandy surfaces and on some limited rock platforms sheet wash occurs, though often water moves in very small 10 cm. deep channels over the surface. This type of wash is represented by unconfined arrows.

In stream beds or in depressions varying grades of sediment are found and these are represented by relevant symbols. Terraces obviously related to the present stream courses are designated with an additional symbol. These more extensive older surfaces are classified with the plainlands, though if any reliable age dating and distinction is available

a distinctive colour tint can be applied to the erosion surface. This is better restricted to clear examples of a stage and not applied to doubtful and little substantiated hypothetical reconstructions.

The techniques and cartography described above provide the beginning of the programme for geomorphological mapping in the arid zone. Detailed maps of 1:50,000 are important but as many of the features of the landscape are large scale the production of maps covering wider areas provides valuable additional data. These maps should of course be based on a knowledge of the detailed landscape but in a country covering nearly 1,000,000 square miles only small parts can at present be reproduced as detailed maps.

In the present programme of geomorphological mapping in the Sudan it is hoped to map in detail other selected landform types. Besides the work in progress on the Red Sea coastal plain and the Red Sea hills, and the areas near Khartoum; a morphological map of the same type has been reproduced for part of the Qoz area of Kordofan (by M. Baumer, Animal Resources Dept.) and it is hoped to incorporate some mapping of main morphological units in the recording work of Land Use Officers in the Sudan. In a country in the stage of development of the Sudan the geomorphological map may be an important base map on which to base planning of the future development of the area.

Also it seems that the detailed mapping of the semi-arid and arid environments will lead a long way towards solving many of the geomorphological problems in these areas. In some ways these problems appear to be more straightforward than those of the complicated glacial zones of Europe and are more amenable to concentrated geomorphological study. Geomorphological maps provide the data for quantitative study of landform development. They thus represent the beginning of the study of the physical history of the region.

KAZIMIERZ BRYDAK, JAN PLASKACZ

Rzeszów

### EINE KURZE MITTEILUNG ÜBER DIE BEDEUTUNG DER GEOMORPHOLOGISCHEN KARTE BZW. BONITIERUNGSKARTE FÜR DIE BEARBEITUNG DES RAUMBEWIRTSCHAFTUNGSPLANES

Die im Urbanistischen Planungsbüro in Rzeszów ausgeführte Bearbeitung des in Frage kommenden Gebiets heisst: „Der Raumbewirtschaftungsplan des Bieszczady Gebiets“. Das Ziel dieser Bearbeitung war die in ökonomischer Hinsicht regelrechte Bewirtschaftung des durch den Plan umfassten Gebietes mit der Berücksichtigung der natürlichen Bedingungen des geographischen Milieus.

Es handelte sich hier um die Antwort, in der sich alle Fragen von wirtschaftlicher Natur in der Form der Raum-Richtlinien für die in dem Regionalplan erfassten 312 Siedlungen befinden sollten. Die in diesem Plane dargestellten ökonomischen Verhältnisse sind eng an die in unserem Staate herrschenden sozialen und politischen Gesichtspunkte orientiert worden. Das Ganze der Bearbeitung wird unter anderen in eine Reihe von wirtschaftlichen Problemen geteilt, die auf dem Boden der natürlichen Verhältnisse vorherrschen. Diese sind:

- 1) die Wasserwirtschaft,
- 2) die Land- und Forstwirtschaft,
- 3) die Kur- und Erholungsorte und Touristik.

Aus den hier dargestellten Problemen folgen noch wichtigere Fragen und zwar:

- 1) die Bauländer und Wohnungsvorräte,
- 2) der Verkehr, das Verbindungswesen und der Transport,
- 3) die Dienste,

und eine ganze Reihe der studierbaren Bearbeitungen, die zum Beispiel betreffen:

- 1) die natürliche Verhältnisse des geographischen Milieus,
- 2) die Bevölkerungsverhältnisse,
- 3) die Bestandsaufnahme

und ähnliche, die wieder zu einer Schlussfolgerung und zu einem Entschlussfassen bezüglich der Weise und des Charakters der künftigen Bewirtschaftung notwendig sind. Das Ganze der Bearbeitung ist in dem Plan des Siedlungsnetze eingeschlossen. Der funktionelle Charakter jeder Siedlung wird genau durch diesen angegeben. Er verbindet die Siedlungen

in Gruppen, die im administrativen und wirtschaftlichen sowie sozialen Zusammenhang stehen, er bestimmt auch die Bedeutungsstufe für jede Siedlung und in jeder Hinsicht. Um solche Aufgaben auszuführen, hat man ausser den schon zuvor erwähnten Bearbeitungen auch die Sonderkarten benötigen müssen. Eine der am meisten geeigneten Sonderkarten war eben die geomorphologische Karte. Ihre Problematik und genaue Nomenklatur mussten zosagen in eine neue übersetzt werden, damit die Kollegen Architekten-Urbanisten, die den Plan mitanzufertigen hatten, die Karte eindeutig verstehen könnten.



Elaboration: LESZEK STARKEL

Fig. 1. Fragments of the geomorphological-improvement map of the Upper San Basin (East Carpathians)

Ein solcher Versuch der Anpassung dieser Karte an die Benutzung der Raumplanung ist von Dr. L. Starkel aus dem Geographischen Institut der Polnischen Akademie der Wissenschaften unternommen worden. In seiner Anpassung hat Dr. Starkel die Bonitierung und die Geomorphologie der Überschwemmungsgebiete Myczkowce—Solina berücksichtigt. Diesen Versuch stellen wir hier vor. Unser Kollege Mgr. J. Plaskacz (Geograph aus dem Urbanistischen Büro in Rzeszów) führt solche Bonitierung von Formen aus, die sich ausserhalb der Reichweite der hier vorgestellten Bearbeitung befinden.

Das zur Bearbeitung vorliegende Gebiet ist ein Gebirgsgelände und als solches ist es im voraus bestimmt dort die Forst-, Bodenkultur- und Zuchtwirtschaft zu führen (Landwirtschaft aber nur in diesem Ausmasse damit der Bedarf der dortigen Bevölkerung gedeckt werden konnte). Die natürlichen Verhältnisse bestimmten uns im Grunde drei Gebiete, auf denen drei grundsätzliche Bewirtschaftungstypen geplant wurden:

- 1) der südliche und östliche Teil, wo die Forstwirtschaft vorherrscht,
- 2) der Mittelteil, wo Zucht- und Bodenkulturwirtschaft vorherrscht,

3) der nördliche Teil mit dem Übergewicht von Bodenkulturwirtschaft.

Unabhängig von den oben angegebenen drei Wirtschaftstypen wurden die Kur- und Erholungsorte in den Ortschaften vom klimatischen und Kurorts-Wert vorgeschlagen, auch allerart touristische Wege trassiert. Die an die örtlichen Rohstoffe angelehnte Industrie wurde entweder in der Nähe des Rohstoffvorkommens (Mineral- und Baumaterialindustrie) an den Verkehrshauptlinien (Holzindustrie) oder an den Talsperren (Energetik) lokalisiert. Neben den auf diesen Gebieten vorkommenden Problemen der Land- und Forstwirtschaft, Industrie, Kur-Erholung und Touristik ist die Wasserwirtschaft, wie sonst überall, von wesentlicher Bedeutung geworden.

Der San ist der einzige Strom in Polen der ganz reines Wasser führt. Es ist ungefähr 10% des Gesamtwassers unseres Landes. Die Wasserwirtschaft dieses Stromes wird mittels zweier Systeme von Talsperren geführt: das Myczkowce—Solina Talsperrensystem und Dynów—Niewistka Talsperrensystem. Diesen, in Kürze vorgelegten, Fragen wurde im Grunde der ganze Plan untergeordnet. Die Schwierigkeit bestand darin, dass man alle die sich einander beeinflussenden Teile auf so grossem Gebiete zusammenbinden musste.

Grundsätzliche Angaben bezüglich des Gebietes und der Bevölkerung:

Gebiet — 347,000 ha (Wälder 174,000 ha, Ackerbau 145,000 ha).

Bevölkerung	1961	1980
	103,000 Einwohner	160,000 Einwohner
in den Städten	30,000 „	60,000 „
in den Dörfern	73,000 „	100,000 „

Die zuvor erwähnte geomorphologische und hydrographische Karte hat uns bei der Bearbeitung des Planes sehr grosse Dienste geleistet. Dies betrifft vor allem:

- 1) die Landwirtschaft,
- 2) die Lokalisierung von Wohnstätten, Industrie und Wirtschaftsanlagen,
- 3) die Forstwirtschaft,
- 4) das Verkehrswesen,
- 5) die Arten und Vorräte von Mineral- und Baurohstoffen,
- 6) die Kurorte,
- 7) die Bestimmung der Möglichkeit sowie Art und Weise von Wasserversorgung.

Auf der Bonitierungskarte wurden die Formen folgender Gebiete für die Planung abgesondert:

- a) die im Grunde für Landwirtschaft und Siedlungswesen begünstigt werden,
- b) die im Grunde für Landwirtschaft und Siedlungswesen ungeeigneten, welche aber nach der Anwendung allerlei tauglichen Massnahmen verbessert werden können,
- c) die völlig für die Landwirtschaft und das Siedlungswesen ungeeigneten Formen welche eine dauerhafte Bewaldung und Berasung erfordern.

In dem Resort der Land- und Forstwirtschaft hat uns die Karte das Ausgangsmaterial geliefert, das uns die rationellen Scheidung von Forst-

und Ackerbaugebieten ermöglicht. Sie hat sich bei der allgemeinen Lokalisierung der Feldfrüchte brauchbar gezeigt und die Möglichkeit der Anwendung von Mechanisierung bestimmt. Sie hat uns Erosionsgebiete gezeigt, auf denen die Notwendigkeit der Gegenwirkung der Erschöpfung des Bodens vorkommt, und auf denen die Bewaldung oder Baumpflanzung mitten in den Feldern notwendig ist.

Bei der Lokalisierung der Siedlungen sowie der Industrie — und Wirtschaftsanlagen gestattete sie uns zu vermeiden ihre fehlerhafte Lokalisierung auf den durch Erdmassenbewegung betroffenen Gebieten, oder auf denen, welche diese Tendenz verfolgen. Sie hat uns geholfen bei der Lokalisierung der grossen Erdbeben- und Überschwemmungsgebiete usw. Bei der Trassierung von Verkehrswegen hat sie uns gestattet die ungeeigneten Formen wie Schwellen-Täler und andere oft kleine Formen, die auf den topographischen Karten nicht angegeben sind, zu vermeiden. Bei der Analyse vom Vorkommen der Baurohstoffe gestattete sie uns die sich räumlich ausbreitenden Rohstoffe für die Mineralindustrie und Baumaterialindustrie abzusondern (Stein, Schotter, Sand, Ton, Letten) und ihre Mächtigkeit kennenzulernen.

Der Inhalt der mit der geomorphologischen Karten verbundenen Fragen ist sehr umfangreich. Die durch die Karte erworbenen Kenntnisse beeinflussen die Entscheidungen von sehr grosser wirtschaftlichen Bedeutung.

Wir erlauben uns hier, an dieser Stelle, dem Herrn Professor Klimaszewski recht schönen Dank zu sagen, dass Er uns die Karte so schnell zugänglich machte. Das ganze Urbanistische Planungsbüro erlaubt sich noch eine Bitte, einen Wunsch sogar vorzulegen, dass die Arbeit an der Karte in so schnellem Tempo vorwärtsginge, damit wir in der Zukunft die für unsere ganze Region ausgefertigte Karte in unseren analogen Entwürfen benutzen könnten.

#### GEOMORPHOLOGICAL AND IMPROVEMENT MAP OF PART OF THE UPPER SAN BASIN BY LESZEK STARKEL

**Key:** The principle of map construction: The thicker the lines of signs the less suitable for different forms of economic activity are the given landforms.

I. Flat forms less intensively modelled by present denudation (and other) processes; suitable for agriculture and building:

- 1 — Surfaces of planation and slopes with gradients up to 5%
- 2 — Terrace plains on slopes (height marked)
- 3 — Uninundated terrace plains on valley floors
- 4 — Floors of tributary valleys (often showing terraces)
- 5 — Slopes with gradients 5-15%
- 6 — Lowermost parts of slopes (mantled with thick covers)
- 7 — Flat ridges

II. Inclined landforms modelled by present processes unsuitable for building; agricultural purposes may be possible by operations for soil erosion prevention

- 8 — Slopes with gradients 15-35%
- 9 — Slopes threatened by suffosion
- 10 — Narrow and rounded ridges
- 11 — Dome-like summits
- 12 — Young flat-floored valleys
- 13 — Trough-like depressions (on slopes)
- 14 — Low and inundated terraces



III. Steep landforms modelled by present processes unsuitable for building; permanent forests (or grassland) are necessary

- 15 — Slopes with gradients 35-100%
- 16 — Steep slopes covered with felsenmeer
- 17 — River cliff (height marked)
- 18 — Abandoned erosional edges (amongst them terrace edges)
- 19 — Narrow and sharp ridges
- 20 — Land-slides
- 21 — Earth-flow surfaces
- 22 — Areas where land-slides may occur
- 23 — Young erosional valleys V-shaped valleys
- 24 — 'Tilke' (with a creeping floor)



BÉLA BULLA, MARTON PÉCSI

Budapest

DIE GEOMORPHOLOGISCHE ÜBERSICHTSKARTE UNGARNS  
(1 : 200,000)

Die kartographische Darstellung der Reliefformen nach genetischen Grundsätzen hat sich in Ungarn erst kaum vor einem Jahrzehnt als wünschenswert und notwendig erwiesen.

Im Rahmen der Planarbeiten der Ungarischen Akademie der Wissenschaften wurde im Jahre 1950 die eingehende physisch- und wirtschafts-geographische Aufarbeitung Ungarns begonnen. Diese Forschungen wurden und werden heute noch mit der bedeutenden materiellen Unterstützung der Ungarischen Akademie der Wissenschaften durch die Geographen der ungarischen Universitäten (Loránd Eötvös Universität und Karl Marx Volkswirtschaftsuniversität in Budapest, die Lajos Kossuth Universität in Debrecen, die Universität in Szeged) ferner des Wissenschaftlichen Instituts in Pécs und schliesslich durch die Mitarbeiter der zur Zusammenfassung und Koordinierung der geleisteten Arbeit gegründeten Geographischen Forschungsgruppe der Akademie der Wissenschaften durchgeführt. Das konsultative, die Forschungen lenkende und kontrollierende Organ der Akademie, der Ständige Geographische Ausschuss hat bestimmt, in welchen Gebieten des Landes und in welchem Problemkreis die einzelnen Anstalten ihre Forschungen auszuführen haben.

Die Forscher auf dem Gebiete der physischen Geographie haben sich ausser den für sie bestimmten allgemeinen Themen in erster Reihe der geomorphologischen Bearbeitung der einzelnen Landschaften und Teillandschaften Ungarns gewidmet. Die Ergebnisse ihrer Untersuchungen wurden in Form von Abhandlungen und Monographien der Einzellandschaften veröffentlicht. Seitens der Organe, die die praktischen Aufgaben zu lösen haben (Gebietsplanung, technische und wirtschaftsgeographische Planung) wurde bald die Anforderung erhoben, ausser den erschöpfenden Texten der geomorphologischen Darstellungen teils auch an ihrer Stelle in hohem Masse erschöpfende Abbildungen und Querschnitte (Profile) herauszugeben, die die Übersichtbarkeit und Erfassungsmöglichkeit des Materials beschleunigen und erhöhen. In den geomorphologischen Bearbeitungen wurden anfangs nur einige Erscheinungen oder identische Formengruppen kartographisch dargestellt (z. B. terrassen-morphologische, karst-morphologische Karten und Rumpfflächenniveaus).

Erst später ergab sich die Möglichkeit das Gesamtre relief einer Landschaft mittlerer Grösse mit allen ihren Formengruppen in geomorphologischen Karten darzustellen und zwar erst nachdem die eingehende geomorphologische, beziehungsweise physisch-geographische Bearbeitung der einzelnen Landschaften abgeschlossen worden war.

Die einleitenden Arbeiten der geomorphologischen Kartierung Ungarns fanden eine namhafte Unterstützung ausser dem Werke A.J. Spiridonow: Geomorphologische Kartierung (1952) durch die Vorträge, die Professor M. Klimaszewski während seiner Studienreise in Ungarn im Jahre 1953 über die prinzipiellen und methodologischen Fragen der geomorphologischen Kartierung in Polen gehalten hat und schliesslich durch das über ein ähnliches Thema gehaltene Referat von Professor R. Galon im Jahre 1955.

Auf Grund dieser Wegweisungen und mit Berücksichtigung der in Ungarn herrschenden Zustände sowie an einzelnen individuellen Anregungen anknüpfend wurden die geomorphologischen Karten einzelner Landschaften fertiggestellt (A. Marosi-Szilárd: Die geomorphologische Karte des Mezöföld, 1959; M. Pécsi: Die geomorphologische Karte des ungarländischen Donautales 1959; Z. Borsy: Die geomorphologische Karte des Nyírség, 1961). Allerdings sind diese Karten in ihren Zeichenschlüsseln, in ihrer grundsätzlichen und methodologischen Ausführung noch keineswegs einheitlich.

Auf Grund der Erfahrungen der angeführten bahnbrechenden Arbeiten haben die Geomorphologen der Geographischen Forschungsgruppe der Akademie der Wissenschaften im Jahre 1960 mit Berücksichtigung der immer häufiger erhobenen Anforderungen des praktischen Lebens einen Vorschlag für den einheitlichen Zeichenschlüssel der geomorphologischen Übersichtskarte Ungarns ausgearbeitet.

Zu der Anfertigung der geomorphologischen Übersichtskarte Ungarns wurde in erster Reihe durch den Umstand die Möglichkeit geboten, dass im Laufe der verflossenen zehn Jahre fast das ganze Landesgebiet mit allen Einzellandschaften von den ungarischen Geomorphologen in monographischen Einzeldarstellungen aufgearbeitet wurde. Es wurden überdies auch die in den verschiedenen Ländern auf dem Gebiete der geomorphologischen Kartierung erzielten Erfolge berücksichtigt.

Der Ausarbeitung des einheitlichen Zeichenschlüssels der geomorphologischen Karte Ungarns ging ein erschöpfendes Studium der in der sowjetischen, polnischen, deutschen, französischen und schweizerischen Literatur veröffentlichten geomorphologischen Karten voraus. Der Entwurf des Zeichenschlüssels wurde mit den Geomorphologen der an der Anfertigung der Übersichtskarte beteiligten geographischen Anstalten, mit den Vertretern der verwandten Wissenschaften sowie der ausführenden Planorgane gemeinsam diskutiert und erörtert.

Wir haben uns nämlich zum Ziele gemacht, dass die geomorphologische Übersichtskarte Ungarns allen Ansprüchen der verwandten Wissenschaften sowie den Anforderungen der ausführenden Planorgane weitgehend gerecht werde.

Als Basis der Ausarbeitung des Zeichenschlüssels der geomorphologischen Übersichtskarte Ungarns wurden die Prinzipien der in Ungarn durch Béla Bulla (1956) verfassten, dialektischen-geomorphologischen Anschauung herangezogen. Diese Anschauung erklärt und klassifiziert die Reliefformen mit dynamisch-entwicklungsgeschichtlicher, funktiö-

neller, vergleichender Methode. Wir haben ferner die drei grundlegenden Prinzipien vor Augen gehalten, die K. K. Markow (1929, 1948 — für den Inhalt geomorphologischer Karten vorschlug; nach Markow sind nämlich die geomorphologischen Karten berufen: 1) die Formen und Formengruppen des Reliefs, 2) die Genesis des Reliefs und 3) das Alter der Reliefformen darzustellen. Diese zuerst von K. K. Markow verfassten Grundsätze des Inhalts allgemeiner geomorphologischer Karten sind auch in den jüngst herausgegebenen sowjetischen, polnischen, deutschen und französischen geomorphologischen Karten aufzufinden. Diese Grundsätze wünschen auch die ungarischen Geomorphologen als leitende Prinzipien in ihrer Arbeit an der geomorphologischen Übersichtskarte Ungarns und des ergänzenden Zeichenschlüssels zur Geltung zu bringen.

Über diese Grundsätze hinaus wurden auf Vorschlag M. Pécsis mit Rücksicht auf die in Ungarn herrschenden Verhältnisse und auf die praktischen Anforderungen die wichtigen Aufbaugesteinstypen des Reliefs als des Substrats der Oberfläche mit einer Grundfarbe dargestellt.

Die geomorphologische Karte Ungarns, deren einzelne Blätter wir beilegend überreichen, enthält demnach ausser Angaben über Relief und Hydrographie vielerlei Elemente:

- I. Die Aufbaugesteine des Oberflächenreliefs,
- II. Die genetischen Formtypen,
- III. Angaben über das Alter der Oberflächenformen,
- IV. Elemente des Reliefs und der Hydrographie.

## I

Die an dem Aufbau des Oberflächenreliefs beteiligten Gesteine wurden auf unserer Karte mit einer Grundfärbung dargestellt. Diese Lösung weicht im allgemeinen von den uns bekannten ausländischen Vorgängern ab. Nur die über das Pariser Becken herausgegeben geomorphologische Karte bietet in gewissen Fällen Anhaltspunkte über die Trägergesteine der Reliefformen. Die Mehrzahl der in der Literatur bisher veröffentlichten geomorphologischen Karten stellt das Alter der Oberfläche mit der Grundfärbung, beziehungsweise Schraffierung der Oberfläche dar. Wir stellen an unserer Karte die Gesteine, die Träger der Reliefformen sind, aus dem Grunde mit der Grundfärbung dar, weil einerseits die auf gewissen Gesteinsarten entstandenen Reliefformen sich charakteristisch wiederholen, typisch und gesetzmässig sind (z. B. an zur Verkarstung sich eignenden Gesteinen, Lehmhorizonten usw.), andererseits ist die Kenntniss dieser Gesteine bei der Planung von Bauten, von verschiedenen Anlagen in Tälern und im allgemeinen in Gegenden mit geneigten Flächen, aber auch in den Ebenen von grosser Wichtigkeit. Diese Art der Darstellung ist demnach sowohl theoretisch als auch durch praktische Erwägungen begründet. Mit Beachtung der am Aufbau der Oberfläche des Landes beteiligten Gesteine sowie der Tatsache, dass vier Fünftel der Reliefdecke Ungarns aus quartären Gesteinen und Gebilden besteht, unterscheiden wir etwa über 20 Gesteinstypen. Hiervon entfallen drei Typen auf die älteren, magmatischen Tiefengesteine, sowie auf die metamorphen und effusiven Gesteine, während die mezozoischen und tertiären Sedimentgesteine (Kalkstein, Dolomit, Lehm und Mergel) durch fünf Typen vertreten sind.

Die verbleibenden Typen teilen sich in quartäre-eolische (3) fluviatile (6), Solifluctions-Korrasionsgesteine der Abhänge (3) ferner in Sedimentgesteine überwiegend organischen Ursprungs (2).

Im Zeichenschlüssel sind bloss die reinen Typen angezeigt, denn wenn z. B. die feineren und gröberen klastischen Ablagerungen vermischt vorkommen, du können die Zeichen kombiniert werden.

## II

Die genetischen Formentypen und Formengruppen haben wir mit figurenförmigen Zeichen auf die verschiedene Gesteine darstellende Grundfärbung aufgetragen. Die figurenförmigen Zeichen sind zumeist schwarz, doch haben wir überdies auf farbige Zeichnungen verwendet.

Die genetischen Formen haben wir in vier Gruppen geteilt:

- A) akkumulative (15),
- B) destruktive (42),
- C) strukturelle (11) und,
- D) antropogene Formen (11).

Die durch exogene Kräfte (Erosion, Deflation, areale Erosion, Korrasion) ausgestalteten Formen (A und B) haben wir nach den wirkenden Kräften in Gruppen gereiht, ohne sie mit farbigen figurenförmigen Zeichnungen von einander zu sondern, doch kann die Darstellungskraft der Anlage des Zeichenschlüssels auf genetischer Grundlage durch den Fachmann leicht überblickt werden. Hier wollen wir bloss betonen, dass wir die Überschwemmungsgebiete unserer weit ausgedehnter Ebenen, ferner die der Zerstörung ausgesetzte Abhangstypen im Vorraum der Gebirge und der Gehügel Ungarns mit grosser Sorgfalt von einander abge sondert haben.

## III

Das Alter der Reliefformen wird auf unserer Karte mit den in der geologischen Literatur allgemein gebräuchlichen Anfangsbuchstaben und Exponenten angegeben. Mit Beachtung der Reliefentwicklung Ungarns haben wir vom Beginn des Tertiärs an etwa vierzehn Oberflächen verschiedenen Alters und die zu diesen gehörenden Formen bestimmt. Unserer Meinung nach bietet diese Methode eine hinreichende Orientierung über das Entstehungsalter der Oberfläche und der Formen. Dabei wird die Karte auch nicht übermässig belastet, wie bei der Darstellung durch Färbung oder Schraffierung der Flächen. Wir liessen uns ferner durch den Gesichtspunkt leiten, dass die meisten Geomorphologen bei der Herstellung von Karten in der Bestimmung des Alters des Reliefs und der einzelnen Reliefformen sich von subjektiven Urteilen leiten lassen. Besonders gross wäre aber die Unsicherheit bei der Beurteilung des Alters der Abdachungen und der Abhänge der Gebirge und der Gehügel, wo das Alter des Reliefs nur mit weitgehender Verallgemeinerung in schematischer Form angegeben werden kann.

Die das Alter des Reliefs anzeigenden Buchstaben wurden so weit zerstreut auf die Karte aufgetragen, dass diese Buchstaben über das Entstehungsalter eines jeden bedeutenderen Abschnittes der Oberfläche entsprechenden Stützpunkt bieten.

## IV

Für die Elemente des Reliefs und der Hydrographie soll auf die allgemeine geomorphologische Karte Ungarns ein Schichtliniennetz (Isohypsenetz) mit 50 m Niveaudifferenz aufgetragen werden; zur Ergänzung dieses Liniennetzes sollen auch die relativen Niveaudifferenzen in vier Kategorien (unter 20 m, 20—50 m, 50—100 m, über 100 m) dargestellt werden. Die Hydrographie soll die Flüsse und sämtliche Kanäle, Teiche,

Moore und die wichtigeren Quellen darstellen. Zur Orientierung und zur Erkennung der morphologischen Formen haben wir auch die charakteristischen Höhenziffern aufgetragen, ferner die schematischen Grenzen der wichtigeren Strassen, Eisenbahnlinien und Siedlungen.

Die einzelnen Manuskriptblätter unserer, nach den oben angeführten Grundsätzen und Methoden in Bearbeitung begriffenen Übersichtskarte wurden im Massstabe von 1 : 100,000 angefertigt, die dann auf einen Massstab von 1 : 200,000 übertragen wurden. Die Manuskripte der Entwürfe unserer Geomorphologen sind teils im Massstab von 1 : 75,000 teils in 1 : 100,000 gezeichnet worden. Das Ergebniss unserer bisher geleisteten Arbeit sind die Manuskripte der geomorphologischen Karten des zwischen Donau und Theis gelegenen Gebiets, der Kleinen Ungarischen Tiefebene und der Transdanubischen Hügellandschaft.

Wir planen ferner, gestützt auf die angeführten Daten, das Alter des Reliefs auf einer besonderen Karte darzustellen und zwar verbunden mit der Entwicklungsrichtung der Oberfläche, so dass diese geplante Karte auch die territorialen Erscheinungen der Zerstörung und des Aufbaus des Reliefs darstellen soll. Diese Karte soll die Grundlage der ebenfalls geplanten Kartenvariante der Bodenerosion bilden.

Gegenwärtig widmen wir uns der Ausarbeitung der Grundsätze und des Zeichenschlüssels der geomorphologischen Spezialkartierung (1 : 25,000, 1 : 10,000) sowie der Aufgabe, die Spezialkartierung der Bodenerosion in Gang zu setzen.

Die Grundsätze der geomorphologischen Spezialkartierung werden sich in grossen Zügen mit jenen unserer geomorphologischen Übersichtskarte decken doch wird der Zeichenschlüssel natürlich viel reichhaltiger sein.

Wir hoffen, dass die abzuführende Diskussion uns mit zahlreichen neuen und nützlichen Gesichtspunkten bereichern wird, die zur Schaffung eines einheitlichen Prinzips und Zeichenschlüssels der geomorphologischen Kartierung und zu der engeren Verbindung der Geomorphologie mit der Praxis führen werden.





JAROMIR DEMEK

Brno

## GEGENWÄRTIGER STAND DER GEOMORPHOLOGISCHEN KARTIERUNG IN DER TSCHECHOSLOWAKEI

Die geomorphologische Kartierung ist eine wissenschaftliche Disziplin, die weitaus später entstanden ist als die Geomorphologie, der sie dient. Schon im Jahre 1950 begann das Geographische Institut der Slowakischen Akademie der Wissenschaften als das erste in der Tschechoslowakei mit der komplexen geomorphologischen Kartierung der ausgewählten Relief-typen in den Karpaten. Zur Zeit arbeiten an der geomorphologischen Kartierung das Kabinett für Geomorphologie der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften in Brno (westlicher Teil der ČSSR), das Geographische Institut der Slowakischen Akademie der Wissenschaften in Bratislava (östlicher Teil der ČSSR) und die geographischen Institute an den Universitäten in Praha, Brno, Bratislava. Der methodischen Seite nach koordiniert die Kommission für Koordination der geomorphologischen Kartierung beim Kabinett für Geomorphologie der ČSAV in Brno die geomorphologische Kartierung.

Mehrere tschechoslowakische Geomorphologen verstehen unter dem Termin „geomorphologische Karte“ vor allem diejenige Karte, die uns die wissenschaftliche Charakteristik der Erdoberfläche, was die morphographische, morphometrische, morphogenetische Seite anbetrifft, und das Alter der einzelnen Formen und deren Gruppen darbietet. Neben diesen geomorphologischen Karten stellen wir dann auch die geomorphologischen Teilkarten zusammen, die nur einen Faktor des Reliefs erfassen, oder einige Teileigenschaften des Reliefs charakterisieren.

Die geomorphologische Kartierung wurde hauptsächlich im Massstabe 1 : 500,000, 1 : 200,000 und im Massstabe 1 : 25,000 und 1 : 50,000 (ausnahmeweise auch 1 : 10,000 und 1 : 5,000) verwirklicht. Der Inhalt der einzelnen Karten und die Darstellung der einzelnen oberflächlichen Formen ändern sich nach dem Massstab und dem Zweck der Karte.

Gegenwärtig arbeitet man viel an der geomorphologischen Übersichtskarte der Tschechoslowakischen Sozialistischen Republik im Massstabe 1 : 500,000 für den vorbereiteten Nationalatlas der ČSSR. Den wesentlichen Teil des Karteninhaltes bilden die Relieftypen. Bei der Klassifikation der Landformen der Tschechoslowakei haben wir einzelne Relief-typen auf Grund dieser Prinzipie definiert:

- 1) gleiches morphographisches Aussehen,
- 2) einheitliche geologische Struktur,
- 3) Richtung und Intensität der jungen tektonischen Bewegungen, die sich vor allem in der jetzigen Lage über dem Wasserspiegel des Welt-ozeans äussern.

Insgesamt haben wir 15 Typen des Erosions-Denudationsreliefs und 6 Typen des Akkumulationsreliefs unterschieden. Der Inhalt der Karte wurde weiter mit 23 Sorten der Linien und Punktzeichen ergänzt, die die wichtigsten Formen des Reliefs darstellen. Die Karte wurde vorwiegend auf Grund der bisher erschienenen Materiale ebenso wie Archivmateriale zusammengestellt.

Die morphologische Übersichtskarte im Massstabe 1 : 500,000 erfasst kartographisch zum ersten Male die Grundtypen des Reliefs im ganzen Gebiet der Tschechoslowakei. Sie stellt deutlich dar wie die einzelnen Typen verbreitet sind und was für Beziehungen gibt es unter diesen Typen. Diese Karte ermöglicht uns auch die geomorphologische Rayonisierung durchzuführen. Einen Übergang zwischen der oben erwähnten Karte und den Detailkarten bildet die geomorphologische Karte im Massstabe 1 : 200,000. Den Prototyp dieser Karte haben die Arbeiter des Kabinettes für Geomorphologie der ČSAV in Brno im Jahre 1960 zusammengestellt, und zwar auf dem Beispiel des ganzen Gebietes des Kartenblattes M-33-XXIV (Olomouc) im mittleren Teil der Tschechoslowakei. Man fordert von der Karte, dass sie die konkrete Formen der Erdoberfläche darstellt (Verebnungsflächen, Hänge der Kerbtäler, Rutschungen entsprechend dem Massstabe). Dabei wurde die Legende der Karte so zusammengestellt, damit die Grundfarbe genetisch verwandte Formengruppen, die auf den einzelnen geologischen Strukturen entstanden sind verbindet. So auf den ersten Blick ist es möglich zuerst die Grundtypen des Reliefs und bei dem ausführlichen Studium dann einzelne Formen des Reliefs zu sehen.

In der Legende der Karte unterscheiden wir drei Grundtypen des Reliefs und zwar: 1. Konstruktionsformen, die unter der Wirkung der endogenen Kräfte entstanden sind; 2. Akkumulationsformen; 3. Erosions-Denudationsformen. Die Konstruktionsformen teilen wir in tektonische Formen (Bruchstufen u.a.) und vulkanische Formen (Vulkankegel, Lavaströme) ein. Die Akkumulationsformen teilen wir ein nach dem vorherrschenden exogenen Faktor in die fluviatilen, äolischen, Gravitations-, Periglazial- und Glazialformen. Die fluviatilen Formen sind mit der blauen Farbe bezeichnet, die anderen Akkumulationsformen mit der grünen Farbe. Da die Akkumulationsformen in den Flachebenen vorherrschen, bekommen wir also auch das optische Bild, das den geographischen Karten ähnlich ist. Die Erosions-Denudationsformen sind in die Einheiten des höheren Grades vor allem abhängig von der geologischen Struktur versammelt. Es wurden solcherweise Gruppen der Formen auf den Bruch- Faltenstrukturen des Böhmisches Massivs (braune Farbe), Formen auf den fast horizontal abgelagerten befestigten Ablagerungen (hauptsächlich des Kreidealters), der jüngeren Decken des Böhmisches Massivs (orange), Formen auf den Deckenstrukturen der karpatischen Flyschzone (grau), Formen auf den Deckenstrukturen der Zentral-Karpaten (rot), Formen auf den subhorizontalen oder horizontalen Ablagerungen der aussen- und innenkarpatischen Senkungen (gelb), Formen auf den jungtertiären und quartären Ergusssteinen (violett) unterschieden. Die Versammlung der Formen in die Einheiten des höheren Grades

auf Grund der Morphostrukturen drückt gleichzeitig Grundzüge der geomorphologischen Entwicklung der einzelnen Gebiete, unterschiedliche Sorte und Intensität der jungen tektonischen Bewegungen, unterschiedliche Dynamik der gleichzeitigen geomorphologischen Vorgänge u.a. aus. Die Schattierungen der Grundfarbe, kennzeichnend für die gegebene Morphostruktur, sind dann mit einzelnen Formen (Talhänge, Strukturstufen u.a.) bezeichnet. Nebenbei sind die kleineren Formen des Reliefs mit den Punkt- und Linienzeichen auf der Karte dargestellt. Diese Formen kann man nicht im Massstabe der Karte ausdrücken, aber sie sind trotzdem für die Lösung der Reliefentwicklung (Rutschungen, Wasserfälle, Abgründe, Erdfälle usw.) wichtig.

Die komplexe geomorphologische Analyse des Reliefs im Terrain ist die wichtigste Forschungsmethode für die Bearbeitung der Karten im Massstabe 1 : 200,000. Bei der Kartierung studiert man und bezeichnet auf der Karte alle Formen des Untersuchungsgebietes anpassend dem Massstabe der Karte. Der Grad der Verallgemeinerung ist mit dem Grad der Höhenschichtenverallgemeinerung der hypsometrischen Kartenunterlage gegeben. Bei der Kartierung benützt man auch die schon ausgearbeitete detaillierten geomorphologischen Karten, Karten der quartären Deckenformationen und die für die Kartierung und andere Zwecke durchgeführte Bohrungen. Im Terrain werden alle Reliefformen in die Karten des Massstabes 1 : 50,000 eingetragen und im Laboratorium werden sie mit dem Studium der Fachliteratur sowie der Interpretation der geologischen und topographischen Karten ergänzt. Bei der Zusammenstellung der Karte wurden breit die Luftaufnahmen ausgenützt.

Jeder index besteht aus drei Teilen. Als Beispiel kann man  $sfE^{n}_{91}$  anführen. Der grosse Buchstabe in der Mitte des Indexes bezeichnet eine von den drei Hauptgruppen der Formen ( $E$  = Erosions-Denudationsformen), die Buchstaben links bestimmen den Ursprung der Formen ( $f$  = Form der Deckenstrukturen der Karpatenflyschzone,  $s$  = Form bedingt von der Struktur), die Buchstaben und die Nummer rechts geben das Alter ( $n$  = Neogen) und die Reihennummer der Form in der Legende an.

Die Bestimmung des Alters ist verhältnismässig einfach bei den Akkumulationsformen. Schwierig ist aber die Bestimmung des Alters bei den Erosions-Denudationsformen. Im Index führen wir regelmässig den Zeitabschnitt an, wann sich die Form intensiv entwickelte oder den Zeitabschnitt, wann sie am besten entwickelt wurde. Im Falle, als die Form während eines langen Zeitabschnittes entstanden ist, führen wir auch den Beginn ihrer Entwicklung an.

Die geomorphologische Karte im Massstabe 1 : 200,000 setzt die oben beendete Edition der geomorphologischen Karten der ČSSR desselben Massstabes fort. Die heutigen Institute für Geomorphologie der Tschechoslowakei und ihre wissenschaftlichen Arbeiter ermöglichen die Darstellung des ganzen Gebietes der Tschechoslowakischen Sozialistischen Republik auf der Karte während weniger als 10 Jahre. Nach der Beendigung der Untersuchung wird solcherweise moderne und komplexe Übersicht des Reliefs der Tschechoslowakischen Sozialistischen Republik gewonnen. Aus dieser Übersicht kann man bei der ausführlichen Untersuchung ausgehen. Der Massstab der Karte ermöglicht sowohl einzelne Typen des Reliefs als auch die Formen des Reliefs auszudrücken, was für die Lösung der praktischen und teoretischen Probleme genügt. Karten mit den Texterläuterungen sind nicht nur von der kulturellen Bedeutung für die breiten Gesellschaftskreise. Die Ausgabe dieser Karten trug auch

entscheidend zur allseitigen Ausnützung der geomorphologischen Forschung in der Praxis bei.

Die detaillierte geomorphologische Kartierung wurde hauptsächlich im Massstabe 1 : 50,000 und 1 : 25,000 durchgeführt. Nur ausnahmsweise werden die Karten in Massstäben 1 : 10,000 und 1 : 5,000 zusammengestellt. Mit den Problemen der Zusammenstellung der detaillierten geomorphologischen Karten beschäftigte sich die Staatskonferenz, die im Kabinett für Geomorphologie am 3. und 4. April 1962 in Brno stattfand. Die Konferenz sollte einheitliche Konzeption, Legende und den Inhalt der geomorphologischen Karten besprechen. Noch vor der kurzen Zeit arbeitet jedes Forschungszentrum oder jeder Arbeiter selbstständig nach seiner eigenen Legende und er bestimmte selbst den Inhalt der Karte. Allmählich nach den zunehmenden Erfahrungen wurden die Ansichten auf den Inhalt der ausführlichen geomorphologischen Karten ähnlicher und ähnlicher und gegenseitig erklärt, so dass es möglich war während der Konferenz die einheitliche Legende anzunehmen. Jetzt arbeitet man an der Zusammenstellung der Direktiven für die ausführlichen geomorphologischen Karten.

Die neue Legende für die ausführliche geomorphologische Karte haben die Arbeiter der Zweigstelle des Kabinettes für Geomorphologie der ČSAV in Praha zusammengestellt. Die Legende ist auf der Prinzip der genetischen Klassifikation der Oberflächenformen gegründet. Diese Legende ist in drei Grundgruppen eingeteilt, u.zw.:

- 1) von der Wirkung der endogenen Faktoren bedingte Formen;
- 2) Formen, die unter der Wirkung der exogenen Faktoren entstanden sind;
- 3) anthropogene Formen.

Die Formen welche von der Wirkung der endogenen Faktoren bedingt sind teilt man weiter ein in die Gruppe der Formen, die durch die jungen tektonischen Bewegungen entstanden sind, in die Gruppe der vulkanischen Formen und die Gruppe der Strukturformen. Die strukturbedingten Formen haben wir als selbstständige Gruppe ausgenommen im Bezug darauf, dass manche Formen sehr eng von den petrographischen, tektonischen und Ablagerungsverhältnissen der Gesteine abhängig sind. Da die Strukturformen auf der Karte dargestellt sind, braucht man keine Bezeichnung der geologischen Unterlage in der Karte des grossen Massstabes anzuführen. Im Komplex der von der Struktur bedingten Formen unterscheidet man die Karst- und Strukturformen im Allgemeinen. Es handelt sich hier um Formen (Strukturterrassen, Strukturstufen u.s.), die auf den horizontal abgelagerten befestigten Sedimenten vor allem des Kreide-, bzw. Paleozoikums- oder tertiären Alters gebildet wurden und dann um die Formen, die von der Widerstandsfähigkeit der Gesteine gegen Denudation bedingt wurden.

Die zweite Gruppe teilt man in die Erosions-Denudationsformen und Akkumulationsformen ein. Die Erosions-Denudationsformen teilt man in 8 Gruppen nach ihrem Ursprung. Die erste Gruppe bilden die polygenetischen Verebnungsflächen, dann folgen fluviatile, Gravitations-, glaziale, fluvioglaziale, periglaziale, marine und äolische Formen. Die fluviatilen Formen namentlich die Flussterrassen sind sehr ausführlich gegliedert.

Die dritte Gruppe der anthropogenen Formen ist mit dem Zeichen der schwarzen Farbe dargestellt. Diese Zeichen werden gewöhnlich für die geologischen Karten benützt. Die einzelnen Formen sind mit den

Flächenfarben, Linien- und Punktzeichen dargestellt. Bei den Punkt- und Linienzeichen benützt man sowohl die Zeichen im Massstabe der Karte als auch die Zeichen ausser dem Massstab. Die Farben sind so gewählt, damit die genetisch verwandten Formen mit genetisch ähnlichen Farbenschattierungen, Farbtönen und ähnlichen Farben dargestellt werden. Die Karte wurde auf der Prinzip zusammengestellt, dass je grösser die Neigung der Form ist, desto dunkler ist die Farbenschattierung. Die vulkanischen Formen sind mit der violetten und dunkelroten Farbe, die Karstformen dann mit der gelben, orangen und roten Farbe bezeichnet. Ähnliche Farbtöne benützt man auch bei den allgemeinen Strukturformen wo als Grundfarbe die graubraune und rotbraune Farbe erscheint. Die Erosions-Denudationsformen sind mit verschiedenen Tönen der braunen und roten Farbe (mit Ausnahme der äolischen Formen), Akkumulationsformen mit den verschiedenen Tönen der blauen und grünen Farbe dargestellt. Es ist sehr wichtig auf der geomorphologischen Karte das Alter der Formen auszudrücken. Wie ich schon gesagt habe, ist das Problem der Altersbestimmung der Akkumulationsformen verhältnismässig einfach. Die Bestimmung des Alters der Erosions-Denudationsformen ist dagegen sehr schwierig. Im Ganzen kann man sagen, dass das Problem der Datierung der Oberflächenformen in der CSSR noch sehr wenig bearbeitet ist. Gleichzeitig verändert man in manchen Fällen die Datierung der einzelnen Formen, manchmal des wesentlichen Charakters. Darum wurde als Grundlage für die Legende die Gliederung nach Vorgängen und nicht nach Alter genommen. Das Alter drückt man auf den Karten, die nach der oben erwähnten Legende zusammengestellt wurden, mit zwei Arten aus. Das Alter der Verbnungsflächen und der Terrassen des verschiedenen Ursprungs ist mit der waagerechten Schraffur (Raster) dargestellt. Das Alter der Gehänge bezeichnet man mit den Indizien. Die Gehänge sind nämlich nach der Ansicht der Verfasser der Legende das progressivste Element des Reliefs, das den immerwährenden Veränderungen unterworfen ist. Darum kann man nicht oft bei den einzelnen Teilen der Gehänge die Grenze unter den einzelnen Entwicklungsphasen feststellen. Nebenbei muss man damit rechnen, dass die meisten Oberflächenformen der Tschechoslowakei polygenetische Formen sind. Die Klimaschwankung im Tertiär und Quartär verursachte, dass neben den Formen des gegenwärtigen milden humiden Klimas sich noch die Formen des periglazialen, glazialen Klimas aus dem Pleistozän und des warmen humiden Klimas aus dem Tertiär erhielten. Die Indizien, die ebenso wie bei den Karten im Massstabe 1 : 200,000, führen oft bei den Gehängen die breite Zeitspanne nach der absoluten geologischen Skale an.

Die Grösse der Neigung ist hier nicht nach der exakt gestellten Skale der Neigungen ausgedrückt. Wir unterscheiden nur mässig und steil geneigte Erosions-Denudations- und Akkumulationshänge und Gehänge der Canyons und canyonförmigen Täler. Die Gliederung geht einerseits aus der genetischen Erfassung der Karte und andererseits aus der Forderung der guten Lesbarkeit der Karte aus. Die Unterscheidung der drei Grundelemente im Relief des Böhmisches Massivs-Denudationsflächen (Neigung bis  $4^{\circ}$ ), mässig geneigte Gehänge der abgerundeten Rücken und Flachtäler (Neigung bis  $18-21^{\circ}$ ) und Steilhänge der Kerbtäler spiegeln sehr gut drei Grundentwicklungsphasen des ganzen Massivs wider. Die Grenzen zwischen den einzelnen Hangformen wurden auf Grund der zahlreichen Messungen im Terrain und vielen morphometrischen Karten festgestellt.

Während die Grenzen zwischen den Flächen, die den Bestandteil der Verebnungsflächen bilden, und mässig geneigten Hängen meistens sehr wenig deutlich sind, ist die Grenze zwischen den mässig geneigten und Steilhängen regelmässig mit deutlichen Neigungsbruch bezeichnet. Ähnlich auch in den Karpaten ist die Unterscheidung der mässig geneigten Hänge und der Steilhänge gemeinsam mit der Bezeichnung der Verebnungsflächen des verschiedenen Alters für die Grundsetzung der Hauptentwicklungsphasen dieses Gebirges genügend. Die Detailgliederung der Hänge nach dem Grad der Neigung stellt die spezielle morphometrische Karte dar. Die Karte ist auf der hypsometrischen Unterlage mit den Grundhöenschichten, je 5 m entfernt, zusammengestellt.

Die bedeutendste Forschungsmethode bei der ausführlichen geomorphologischen Kartierung ist die geomorphologische Analyse im Terrain. Gerade im Terrain wurden die Formen des Reliefs und deren Teile kartiert und man stellt die geomorphologische Arbeitskarte zusammen. Der Fortgang bei der Zusammenstellung der Karte besteht aus einigen Grundphasen. In der ersten Phase studiert der Geomorphologe die Grundliteratur, die geologischen Karten und führt die Interpretation der topographischen Karten im Massstab 1:25,000 beziehungsweise auch in grösseren Massstäben durch. Nur orientierungsweise studiert er die Luftaufnahmen. Die zweite Phase ist die Forschung im Terrain. Während der ausführlichen Kartierung arbeitet der Wissenschaftler oder Spezialist im Terrain, gewöhnlich allein. Er hat meistens zur Verfügung ein Motorrad oder ein Auto. Zuerst werden die Orientierungstouren im Terrain durchgeführt, damit die Grundzüge des untersuchten Gebietes erfasst werden. Später kartiert man so, dass die Grenzen der Formen in die Karte eingetragen wurden. Im Berg- und Hügelland beginnt man von der Kartierung der Verebnungsflächenreste, in den Flachebenen von der Talau und in der Stufenlandschaft von den Flussterrassen.

Die Untersuchung ist mit den Bohrungen und Schürflöchern begleitet. Wir studieren, beschreiben und zeichnen die Profile der Aufschlüsse. Es werden auch Proben für die Bearbeitung im Laboratorium entnommen. Auf jedem Quadratkilometer befinden sich gewöhnlich vier Dokumentationspunkte. Die dritte Phase ist die Bearbeitung der Terrainforschungen im Laboratorium. Mit der Hilfe der Luftaufnahmen ergänzt man die Arbeitskarte, die im Terrain festgestellt wurde. Das Dokumentationsmaterial wird bearbeitet und der Schlussbericht wird zusammengestellt. Im Kabinett für Geomorphologie der ČSAV in Brno ist die Jahresnorm für einen wissenschaftlichen Arbeiter bei der Kartierung im Massstabe 1:25,000:100—150 km<sup>2</sup>.

Die Forschungsergebnisse sind im Schlussbericht, der im Staatsarchiv verwahrt ist, bearbeitet. Berichte wurden meistens veröffentlicht. Die ausführlichen geomorphologischen Farbkarten wurden bisher nicht herausgegeben. Die Ausgabe der Farbkarten im Massstabe 1:50,000 wird geplant. Meistens sind die Karten in der schwarzweissen Schraffur im verkleinerten Massstabe 1:50,000 — 1:100,000 veröffentlicht.

Die geomorphologische Kartierung ist eine junge wissenschaftliche Disziplin, die sich jetzt schnell entwickelt. In der gegenwärtigen Zeit verläuft die systematische geomorphologische Kartierung in vielen Staaten. Die Karte ist sehr wichtig für die Geomorphologie. Mit der Hilfe der Karte kann man sich die Verbreitung der verschiedenen Objekte und Erscheinungen vorstellen, den Zusammenhang unter ihnen feststellen und die Rayonisierung durchführen. Darum ergänzt die Karte nicht nur

den Text, sondern sie ist ein gleichgeltendes selbstständiges Mittel der geographischen Forschung. Die Zusammenstellung der Karte fordert exaktere Bestimmung der Forschungsmethoden, die Gewinnung der exakten und vollkommenen Angaben über das Untersuchungsgebiet. Die Verbreitung der geomorphologischen Kartierung bedeutet darum einen grossen Fortschritt in der Geomorphologie. Da der Erfolg der geomorphologischen Kartierung von der Ausarbeitung der Klassifikation der Reliefformen abhängt, beobachten wir auch einen grossen Fortschritt in der Einführung der quantitativen Methoden in die Geomorphologie und den exakteren Zutritt zum Studium der Entwicklung der Erdoberfläche. Gleichzeitig kommt aber eine ganze Reihe von unerklärten Problemen vor und zwar von Problemen der wesentlichen Bedeutung. Die Gründung der IGU-Subkommission bedeutet einen grossen Fortschritt für die Lösung dieser Probleme und dadurch für die Entwicklung der Geomorphologie überhaupt.

den Tact, welchen die Natur in der Wahl der Mittel zur  
Erreichung des Zweckes zeigt. Ein Naturforscher, welcher  
sich in der Beschauung der Thiere verweilt, wird durch  
die Betrachtung der verschiedenen Thiere zu einer  
Vermuthung der Zweckbestimmtheit der Thiere  
gebracht. In der Naturgeschichte der Thiere  
findet man, dass die Natur die Mittel zur  
Erreichung des Zweckes in der Beschauung  
der Thiere zeigt. Die Naturgeschichte der  
Thiere ist eine Wissenschaft, die sich mit  
den Thieren beschäftigt. Die Naturgeschichte  
der Thiere ist eine Wissenschaft, die sich  
mit den Thieren beschäftigt. Die Naturgeschichte  
der Thiere ist eine Wissenschaft, die sich  
mit den Thieren beschäftigt.

Seite

I. Einleitung 1

II. Die Naturgeschichte der Thiere 2

III. Die Naturgeschichte der Pflanzen 3

IV. Die Naturgeschichte der Minerale 4

V. Die Naturgeschichte der Geographie 5

VI. Die Naturgeschichte der Astronomie 6

VII. Die Naturgeschichte der Mathematik 7

VIII. Die Naturgeschichte der Philosophie 8

IX. Die Naturgeschichte der Medizin 9

X. Die Naturgeschichte der Jurisprudenz 10

XI. Die Naturgeschichte der Pädagogik 11

XII. Die Naturgeschichte der Kunst 12

XIII. Die Naturgeschichte der Wissenschaften 13

XIV. Die Naturgeschichte der Religion 14

XV. Die Naturgeschichte der Sitten 15

XVI. Die Naturgeschichte der Politik 16

XVII. Die Naturgeschichte der Kriegskunst 17

XVIII. Die Naturgeschichte der Seiner Kunst 18

XIX. Die Naturgeschichte der Malerei 19

XX. Die Naturgeschichte der Bildhauerei 20

XXI. Die Naturgeschichte der Musik 21

XXII. Die Naturgeschichte der Poesie 22

XXIII. Die Naturgeschichte der Schen Kunst 23

XXIV. Die Naturgeschichte der Wissenschaften 24

XXV. Die Naturgeschichte der Religion 25

XXVI. Die Naturgeschichte der Sitten 26

XXVII. Die Naturgeschichte der Politik 27

XXVIII. Die Naturgeschichte der Kriegskunst 28

XXIX. Die Naturgeschichte der Seiner Kunst 29

XXX. Die Naturgeschichte der Malerei 30

XXXI. Die Naturgeschichte der Bildhauerei 31

XXXII. Die Naturgeschichte der Musik 32

XXXIII. Die Naturgeschichte der Poesie 33

XXXIV. Die Naturgeschichte der Schen Kunst 34

XXXV. Die Naturgeschichte der Wissenschaften 35

XXXVI. Die Naturgeschichte der Religion 36

XXXVII. Die Naturgeschichte der Sitten 37

XXXVIII. Die Naturgeschichte der Politik 38

XXXIX. Die Naturgeschichte der Kriegskunst 39

XL. Die Naturgeschichte der Seiner Kunst 40

XLI. Die Naturgeschichte der Malerei 41

XLII. Die Naturgeschichte der Bildhauerei 42

XLIII. Die Naturgeschichte der Musik 43

XLIV. Die Naturgeschichte der Poesie 44

XLV. Die Naturgeschichte der Schen Kunst 45

XLVI. Die Naturgeschichte der Wissenschaften 46

XLVII. Die Naturgeschichte der Religion 47

XLVIII. Die Naturgeschichte der Sitten 48

XLIX. Die Naturgeschichte der Politik 49

L. Die Naturgeschichte der Kriegskunst 50

LXI. Die Naturgeschichte der Seiner Kunst 51

LXII. Die Naturgeschichte der Malerei 52

LXIII. Die Naturgeschichte der Bildhauerei 53

LXIV. Die Naturgeschichte der Musik 54

LXV. Die Naturgeschichte der Poesie 55

LXVI. Die Naturgeschichte der Schen Kunst 56

LXVII. Die Naturgeschichte der Wissenschaften 57

LXVIII. Die Naturgeschichte der Religion 58

LXIX. Die Naturgeschichte der Sitten 59

LXX. Die Naturgeschichte der Politik 60

LXXI. Die Naturgeschichte der Kriegskunst 61

LXXII. Die Naturgeschichte der Seiner Kunst 62

LXXIII. Die Naturgeschichte der Malerei 63

LXXIV. Die Naturgeschichte der Bildhauerei 64

LXXV. Die Naturgeschichte der Musik 65

LXXVI. Die Naturgeschichte der Poesie 66

LXXVII. Die Naturgeschichte der Schen Kunst 67

LXXVIII. Die Naturgeschichte der Wissenschaften 68

LXXIX. Die Naturgeschichte der Religion 69

LXXX. Die Naturgeschichte der Sitten 70

LXXXI. Die Naturgeschichte der Politik 71

LXXXII. Die Naturgeschichte der Kriegskunst 72

LXXXIII. Die Naturgeschichte der Seiner Kunst 73

LXXXIV. Die Naturgeschichte der Malerei 74

LXXXV. Die Naturgeschichte der Bildhauerei 75

LXXXVI. Die Naturgeschichte der Musik 76

LXXXVII. Die Naturgeschichte der Poesie 77

LXXXVIII. Die Naturgeschichte der Schen Kunst 78

LXXXIX. Die Naturgeschichte der Wissenschaften 79

LXXXX. Die Naturgeschichte der Religion 80

LXXXXI. Die Naturgeschichte der Sitten 81

LXXXXII. Die Naturgeschichte der Politik 82

LXXXXIII. Die Naturgeschichte der Kriegskunst 83

LXXXXIV. Die Naturgeschichte der Seiner Kunst 84

LXXXXV. Die Naturgeschichte der Malerei 85

LXXXXVI. Die Naturgeschichte der Bildhauerei 86

LXXXXVII. Die Naturgeschichte der Musik 87

LXXXXVIII. Die Naturgeschichte der Poesie 88

LXXXXIX. Die Naturgeschichte der Schen Kunst 89

LXXXXX. Die Naturgeschichte der Wissenschaften 90

LXXXXXI. Die Naturgeschichte der Religion 91

LXXXXXII. Die Naturgeschichte der Sitten 92

LXXXXXIII. Die Naturgeschichte der Politik 93

LXXXXXIV. Die Naturgeschichte der Kriegskunst 94

LXXXXXV. Die Naturgeschichte der Seiner Kunst 95

LXXXXXVI. Die Naturgeschichte der Malerei 96

LXXXXXVII. Die Naturgeschichte der Bildhauerei 97

LXXXXXVIII. Die Naturgeschichte der Musik 98

LXXXXXIX. Die Naturgeschichte der Poesie 99

LXXXXXX. Die Naturgeschichte der Schen Kunst 100



RAJMUND GALON

Toruń

GEOMORPHOLOGICAL MAP OF THE POLISH LOWLAND  
ON 1 : 50,000 SCALE

The Detailed Geomorphological Map of The Polish Lowland is based on the general principles of geomorphological mapping in Poland, laid down by the Committee of the Geomorphological Map with M. Klimaszewski as chairman. These principles have been established at numerous meetings dealing with the Detailed Geomorphological Map, organized by the Division of Scientific Research of the Polish Geographical Society in 1950-1953. However, the particular character of the lowland relief with its divergent multitude of forms of deposition suggests a different pattern for this map, different from that used for other regions of Poland. A picture of this geomorphological-cartographical diversity of the Polish Lowland may be seen in the geomorphological map of the Bydgoszcz region on 1 : 25,000 scale, presented by R. Galon in 1947 on the session of the Polish Geographical Society at Toruń. The systematic geomorphological mapping of the area of the Polish Lowland was started in 1950, being carried out by the geographical centres at Łódź, Poznań, Toruń and Warszawa. The Toruń centre of geomorphological mapping which later was converted into the Department of Lowland Geomorphology and Hydrography of the Institute of Geography of PAN (Polish Academy of Sciences) was, and continues to be, the coordinator of geomorphological mapping with regard to the remaining centres; so far, the cost of both field work and printing is being covered by the Institute of Geography of PAN. The work of geomorphological mapping is being done on 1 : 25,000 scale, whereas publishing of the mapped sheets (arranged in the new international division) is done on 1 : 50,000 scale.

Similarly as the maps prepared by the management of the Cracow centre, the Detailed Geomorphological Map of the Polish Lowland distinguishes the following relief features:

a) the morphometric features of land forms (relative heights of morainic hummocks or erosional escarpments, inclinations of slopes within a moraine plateau, etc.)

b) the morphographic features of the relief (flat moraine plateaus, morainic hummocks, esker ridges, outwash plains, etc.)

c) the genetic character of landforms (valley terraces, subglacial channels, erosional escarpments, zones of scarp degradation, alluvial cones, dunes, etc.)

d) the age of landforms (such as Pleistocene landforms produced by the exaration activity of inland ice, lateglacial and postglacial landforms of eolian origin).

The above description of landforms takes into due consideration all the most important features of the relief; as a rule, the morphometric and morphographic features and their character are expressed in the very name of a landform, whereas their age as well as the type of relief-forming process is expressed by its appropriate classification. Herewith are given the categories of age and genetics of the various landforms as distinguished in the Geomorphological Map of the Polish Lowland:

1. Pleistocene landforms produced by the depositional activity of inland ice,
2. Pleistocene landforms produced by the erosional activity of inland ice,
3. Pleistocene landforms originated in the zone of stagnant and dead ice,
4. Pleistocene landforms produced by the depositional activity of glacial meltwaters,
5. Pleistocene landforms produced by the erosional activity of glacial meltwaters,
6. Other Pleistocene landforms,
7. Pleistocene landforms originated under periglacial climate,
8. Lateglacial and postglacial (Holocene) landforms of aeolian origin,
9. Lateglacial and postglacial (Holocene) landforms of erosional and denudational origin,
10. Postglacial (Holocene) landforms produced by the depositional activity of fluvial waters,
11. Postglacial (Holocene) landforms produced by the erosional activity of fluvial waters,
12. Postglacial (Holocene) landforms produced by the activity of lake and sea waters,
13. Tectonic forms,
14. Landforms produced by vegetation,
15. Anthropogenetic forms.

The list shows that the geomorphological map depicts the dynamics of the relief and of its changing pattern. It differentiates between older groups of landforms developed in various climatic conditions and landforms developing in the modern climate. Thus the geomorphological map expresses the polygenetic evolution of the lowland relief.

Now some of the most important features of the geomorphological map shall be discussed. To start with, this map shows no isohypses (in contradistinction to the geomorphological map of mountains and highlands). The contours of the region are merely shown by symbols for distinguished landforms; the relative heights are given by numerals indicating altitudes, entered in the map.

Particular attention should here be paid to the altitude scale applied to scarps in level surfaces, especially to erosional escarpments in the moraine plateau, in outwash plains and in valley terraces. These escarpments are particularly characteristic of the young postglacial landscape.

By the use of thinner and heavier lines in the map a very plastic and measurable image was created. Erosional cuttings of the moraine plateau and the dimensions of eroded forms are shown very distinctly.

A separate symbol indicates the zone of slope denudation along erosional escarpments, embracing edge zones of destruction (soil erosion) as well as shelves of colluvial deposits and minor alluvial cones at valley floors, at the foot of an erosional escarpment.

At times, instead of colluvial deposits there occur gentle flattenings at the foot of slopes of denudational character. Where slopes have undergone far-reaching degradation, a symbol for gentle denudation slopes is applied.

The most important divergence from the method normally applied in maps of geological-morphological type for distinguishing forms of direct glacial accumulation is the classification applied here for forms of the morainic plateau; this classification takes into account both the above mentioned morphographic features and the morphogenetic categories corresponding to these features. The morphometric features of the relief simultaneously given in the map make it possible to define the differences in height of plateau forms and to determine the predominant inclination of their forms. In this manner we are enabled to compare the landforms of successive glaciations in Poland as well as the degree of alteration subsequently suffered by these landforms.

The present classification of landforms of the Polish Lowland omits the term: end moraine. This is due to the viewpoint that hummock and hill forms observed on a plateau within the area of the Last Glaciation—unless produced by dead ice—usually show features of marginal forms. Even an undulant moraine plateau, provided its differences in height appear zonally or are more or less genetically connected with chains of morainic hummocks or hills, has the features of a marginal character. The above data may be supplemented by suitable explanations and fragmental maps showing the author's view on some detail of the geomorphological map.

The differences in height of landforms of direct glacial deposition are stated in the map with regard to the height of the flat moraine plateau as level reference.

The extreme differences in height observed in the Polish Lowland, extending from the bottom of sub-glacial channels or ice-marginal streamways to the top of the most important marginal deposits of the inland ice, exceed at times 200 meters.

The present cartographical image of the relief of the Polish Lowland, comprising the categories of landforms enumerated below (67 items in all), is the result of many years research and numerous debates. The content of this map is steadily increasing in data given and the number of distinguished landforms is constantly being augmented. At the same time, the geomorphological map is continually growing significance for a thorough analysis of the relief of a region, preventing one-sided interpretations of landforms and unadvantageous restriction of the problems of geomorphology, while assisting in preparing auxiliary maps for purposes of scientific study and use in the field.

Each sheet of the geomorphological map is supplemented by a text containing, inter alia, geological and morphological sections across the

area under discussion, a list of most important outcrops, and maps on controversial matters. The text consists of the following chapters:

1. Preface,
2. Method applied,
3. Survey of references cited,
4. General features of region discussed,
5. Geomorphological characteristics,
6. Discussion on problems of morphogeny,
7. Literature,
8. Figures.

Geographical Institute of the Polish Academy of Sciences, Department of Geomorphology and Hydrography of the Polish Lowland at Toruń.

JOHANNES GELLERT

Potsdam

## ÜBER GEOMORPHOLOGISCHE KARTIERUNGSARBEITEN IN DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK

Auf dem XIX Internationalen Geographischen Kongress referierte der Verfasser über die Konzeption und Methode einer morphogenetischen Karte der Deutschen Demokratischen Republik im Maßstabe 1 : 200,000 und legte Entwürfe einer Legende und eines Probeblattes vor (vgl. Abstracts of Papers, Stockholm 1960, s. 97 und Geogr. Berichte 1960, S. 1—19). Seitdem wurden die Studien zu dieser morphogenetischen Karte 1 : 200,000 fortgeführt und Studien zu einer geomorphologischen Spezialkarte 1 : 25,000 aufgenommen. An diesen Studien sind vor allem Mitarbeiter der geographischen Institute der Universitäten Greifswald und Leipzig sowie der Pädagogischen Hochschule Postdam und des Institutes für Kartographie der Technischen Universität Dresden beteiligt. Sie wirken zusammen in einer Arbeitsgemeinschaft „Zeichenschlüssel geomorphologischer Karten“ der Kammer der Technik unter Leitung von Dipl. Geogr. Habel, Dresden, und im Arbeitskreis Geomorphologische Kartierung der Fachsektion Physische Geographie der Geographischen Gesellschaft der DDR unter Leitung des Verfs.

Der geographischen Gliederung des Territoriums der Deutschen Demokratischen Republik in einen nördlichen Flachlands-Teil und in einen südlichen Mittelgebirgs-Teil entsprechend gliedern sich die Studienarbeiten zur geomorphologischen Kartierung in eine geomorphologische Kartierung des quartären Norddeutschen Flachlandes und in eine solche des Mittelgebirges, das im Tertiär und Quartär seine Formung erhielt. Während die Studien zur geomorphologischen Kartierung des Mittelgebirges aus sachlichen und methoden Gründen (s.u.) noch wenig fortgeschritten sind, haben die Studien zur geomorphologischen Kartierung des Norddeutschen Flachlandes einen gewissen vorläufigen Abschluss gefunden. Es gilt das vor allem für den Flachlandsanteil der morphogenetischen Karte 1 : 200,000, aber auch für den der geomorphologischen Karte 1 : 25,000. Es findet das seinen Ausdruck in der Fertigstellung eines weiteren Blattes der morphogenetischen Karte 1 : 200,000, des Blattes Potsdam, dem erstmalig ein Erläuterungsheft beigegeben wurde, in der Ausarbeitung der Grundlage zu einer Legende für die geomorphologische Kartierung des Norddeutschen Flachlandes im Maßstabe

1 : 25,000 und in der Fertigstellung des Blattes Potsdam dieser Karte. Weitere Zeichnungen geomorphologischer Karten ähnlicher Art liegen vor.

Die Konzeption und Methodik der morphogenetischen Karte 1 : 200 000 wurde hierbei auf Blatt Potsdam auf Grund der Spezialkartierungen von Brunner (vgl hierzu: Eisrandlagen und Vereisungsgrenzen im Hohen Fläming. Beiheft zur Zeitschr. Geologie Nr 31,1961) und Franz (Morphogenese der Glaziallandschaft südlich von Potsdam. Geogr. Ber. 1961, S. 214 ff.) erneut bestätigt. Diese morphogenetische Karte ist gewissermassen zweischichtig. Sie enthält in einer Schwarz-Weiss-Zeichnung die Verbreitung, Ausdehnung und Anordnung der geomorphologischen Formentypen, wie sie sich vor allem aus einer Differenzierung der Formenfolge der glaziären Serie ergeben. Gegliedert in glazigene Formen, glazifluviale Formen, periglaziäre Formen sowie äolische und alluviale Formen handelt es sich hierbei sowohl um Akkumulationsformen als auch um Abtragungsformen. Durch die Möglichkeit der Kolorierung dieser Schwarz-Weiss-Zeichnung kann mit beliebigem Akzent die geomorphologische Struktur des dargestellten Gebietes verdeutlicht werden (fabrige Formentypenkarte). Als eine Besonderheit dieser morphogenetischen Karte betrachten der Verf. und seine Mitarbeiter die Kolorierung schwarz-weissen Formentypenkarten nach dem erdgeschichtlichen Alter der Formen, d.h. nach der erdgeschichtlichen Zeit ihrer Anlage oder wesentlichen Gestaltung. Hierzu diente im 1. Entwurf (vgl. Blatt Berlin-Nord in Geogr. Ber. 1960) für die elster-bis weichselglazialen und holozänen Formen eine Farbfolge von gelbgrün über verschiedene Grüntönungen zu blau. Auf Grund einer uns gegebenen Anregung soll diese Farbfolge jetzt durch eine solche von karmin über verschiedene Blautönungen zu grün für die holozänen Formen ersetzt werden.

Den einzelnen Blättern der morphogenetischen Karte der DDR im Massstab 1 : 200,000 sollen Erläuterungshefte beigegeben werden, wie sie bei geologischen Karten schon lange üblich sind. Sie sollen den Benutzer eines jeden Kartenblattes zunächst einen allgemeinen Überblick über die Situation des Kartenbereiches geben und weiterhin einige für das Verständnis der Formen und Formengeschichte notwendige geologische Angaben enthalten sowie auf geomorphologische Einzelheiten hinweisen, die zum Verständnis des Karteninhaltes notwendig sind. Sie sollen schliesslich die genetischen Zusammenhänge der dargestellten Formentypen erläutern und die erdgeschichtliche Datierung der Oberflächenformen des dargestellten Gebietes belegen. Die von Brunner und Franz verfassten Erläuterungen zu Blatt Potsdam der morphogenetischen Karte 1 : 200,000 stellen den ersten Entwurf dieser Art dar.

Auf Grund der bisherigen Erfahrungen sind der Verf. und seine Potsdamer Mitarbeiter der Auffassung, dass sich die Konzeption und Methodik der morphogenetischen Karte 1 : 200,000 für das Gebiet des Norddeutschen Flachlandes im vollen Umfang verwirklichen lässt. Probleme, die heute noch bestehen, betreffen kaum die Konzeption und Methodik der Karte als vielmehr den Stand der wissenschaftlichen Forschung, so z.B. die wichtige Frage nach dem Alter der periglaziären Formen und der Dünen in den einzelnen eiszeitlichen Gürteln. Es zeigt sich, dass kartographische Darstellung der Morphogenese eines Gebietes Lücken in unserem Wissen aufdeckt und anregt, sie zu schliessen. Die morphogenetische Karte erfüllt damit eine wichtige Aufgabe.

Während die Arbeiten zur morphogenetischen Karte der DDR bisher fast ausschliesslich von dem Postdamer Arbeitskreis durchgeführt wur-

den, sind an den Arbeiten zu einer geomorphologischen Karte 1 : 25,000 ein grösserer Kreis von Flachlands-Geomorphologen der DDR beteiligt. Ausgehend von zahlreichen Einzelerfahrungen bei der kartographischen Darstellung von quartär-geologischen und quartär-geomorphologischen

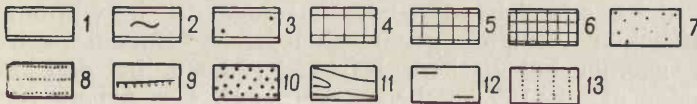
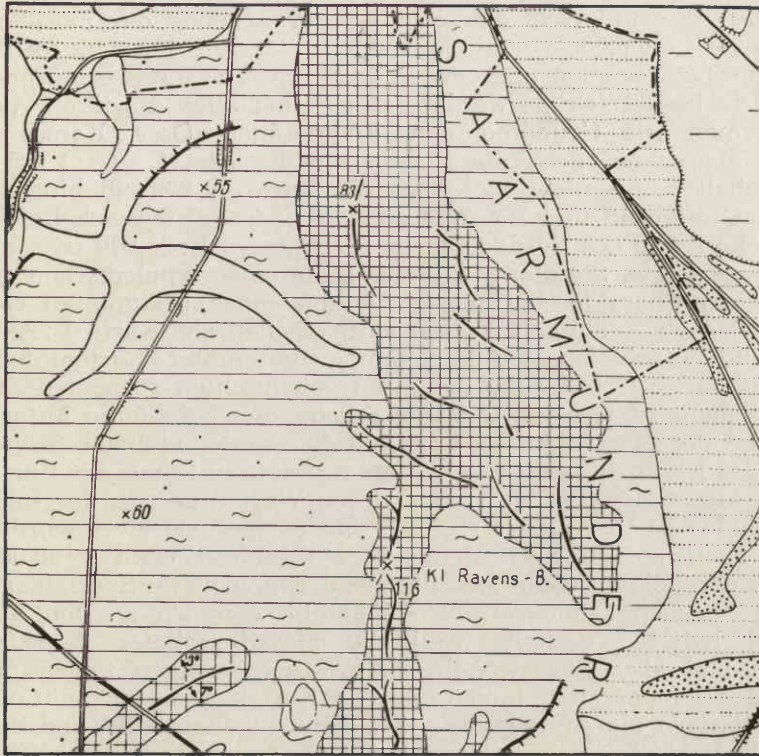


Fig. 1. Morphologische Spezialkarte 1 : 25,000. Blatt Potsdam-Süd.  
 Bearbeiter: H. J. Franz

Zeichenerklärung

Glazigene Formen: 1 — Grundmoränen eben bis flachwellig, unter 3m auf 100 m; 2 — Grundmoränen wellig, über 3 m auf 100 m; 3 — Grundmoräne übersandet; 4 — Stauchmoräne 5-10 m; 5 — Stauchmoräne 10-30 m; 6 — Stauchmoräne über 30 m

Glazifluviale und fluviale Formen: 7 — Sanderflächen; 8 — Talsande; 9 — Steilhang, Stufe, Terrassenkante

Periglaziale Formen: 10 — Dünengebiete; 11 — Periglaziales Trockental; 12 — Humose Ablagerungen in Flussauen und Rinnen;

Antropogene Formen: 13 — Aufschüttungsflächen

Untersuchungen und von der Flachlandslegende der morphogenetischen Karte 1 : 200,000, die als Vorarbeit für eine die ganze Deutsche Demokratische Republik umfassende geomorphologische Übersichtskarte in Angriff genommen wurde, wurde in Zusammenarbeit vieler im Norddeutschen Flachland arbeitender Geomorphologen die Grundlage für eine

Legende zur Geomorphologischen Kartierung des Norddeutschen Flachlandes 1 : 25,000 im Bereich der Deutschen Demokratischen Republik erarbeitet und von Franz dem Entwurf des Blattes Postdam dieser Karte zugrundegelegt. Auch diese Legende der geomorphologischen Karte 1 : 25,000 stellt die Formentypen des Flachlandes in den Mittelpunkt der Darstellung. Sie unterscheidet sich von der Legende der morphogenetischen Karte 1 : 200,000 vor allem dadurch, dass die Formentypen differenzierter erfasst werden und dass in weit stärkerem Masse morphometrische Werte berücksichtigt werden, so z.B. bei allen glaziären Akkumulationsformen wie Grundmoränen, Endmoränen, Oser, Kames u. dgl. Hiervon abgesehen, geht diese geomorphologische Karte 1 : 25,000 in ihrem Inhalt damit nicht viel über die Karte 1 : 200,000 hinaus. Auch diese, in Greifswald und Potsdam zunächst parallel entwickelte geomorphologische Karte des Norddeutschen Flachlandes 1 : 25,000 ist somit eine Formentypenkarte. Sie dient in erster Linie einer typologischen geomorphologischen Charakterisierung des Reliefs eines bestimmten Gebietes. Sie kann jedoch — ähnlich wie die morphogenetische Karte 1 : 200,000 — durch eine entsprechende Auszeichnung bestimmter Karteninhalte auf dem Wege einer Kolorierung jedweden gewünschten speziellen Zwecken dienstbar gemacht werden. Indessen scheint den beteiligten Mitarbeitern die Fläche des Kartenblattes 1 : 25,000 für weite, vielfach formenarme Gebiete des Norddeutschen Flachlandes mit diesem Inhalt der Karte nicht voll ausgenutzt zu sein, oder mit anderen Worten gesagt, der Inhalt der geomorphologischen Karte 1 : 25,000, wie er hier skizziert wurde, wäre vielfach auch auf Karten kleineren Massstabes, etwa 1 : 50,000 und 1 : 100,000 darstellbar. Wenn sich die geomorphologische Spezialkartierung in der Deutschen Demokratischen Republik dennoch an den Massstab 1 : 25,000 hält so deshalb, weil die Messtischblätter 1 : 25,000 die gängigen und allseits verwendbaren grossmassstäbigen topographischen Karten des Landes sind, topographische Karten 1 : 50,000, mit wenigen älteren Blättern als Ausnahme, z. Zt. nicht zugänglich sind und die alten Karten 1 : 100,000 mit ihrer Darstellung des Geländes in Schraffen topographisch nicht ausreichend sind. Verschiedentlich wurden indessen wissenschaftlichen Arbeiten geomorphologische Karten nach Art der skizzierten geomorphologischen Karte 1 : 25,000 in den Massstäben 1 : 50,000 oder gar 1 : 100,000 beigegeben, z.B. der Arbeit von Peter (Greifswald 1960) über die Oberflächengestaltung des Greifswald-Wolgaster Raumes im östlichen Mecklenburg.

Noch nicht erprobt sind die in der Legenden-Grundlage verzeichneten Kartenzeichen für die Formen der Küste (aktive Steilküste, inaktive oder fossile Steilküste, Küste mit breitem Geröllstrand bzw. breitem Sandstrand, grosse subfossile Strandwälle, Dünenfelder u.U. mit Angabe der Dünenkämme, Blöcke auf Strand und Schorre, Seesandebenen). Sie beruhen auf den Erfahrungen der Greifswalder Küstenstudien und der küstenmorphologischen Studien des Verf. auf Hiddensee (Küstenstudien auf Hiddensee. Wiss. Zeitschr. d. Päd. Hochschule Potsdam, math.-nat. R. 5/1960, 129-156) und am Fischland (Steilufer, Seesandwiesen und Dünen am Fischland usw., desgl. 6/1960, 1-12). Die dort (und in: Grundzüge d. Phys. Geogr. v. Deutschland, Bd. 1, S 408) vom Verf. im ungefähren Massstab 1 : 25,000 abgedruckte Karte des Steilufers des Dornbusch auf Hiddensee lässt es durchaus möglich erscheinen, die für die geomorphologische Kartierung 1 : 25,000 vorgeschlagene Legende der Küstenformen zu verfeinern. Es wäre damit möglich, die Steilufer in



einer verfeinerten Typisierung wiederzugeben und auch morphometrische Werte, wie etwa die Steiluferhöhe oder sein Böschungsgrad, zu berücksichtigen. Darüber hinaus stellt die zitierte Kartierung des Steilufers den Versuch dar, über die morphologischen Typen hinaus morphologische Einzelformen zu erfassen, wozu der reiche Formenschatz des Steilufers natürlich mehr verlockt als der Formenschatz einer mehr oder weniger flachen Moränenlandschaft.

Mit dieser Gegenüberstellung von morphologischem Typ und morphologischer Einzelform sei auch die durchaus noch offene Frage nach einer Grundkonzeption der geomorphologischen Karte 1:25,000 überhaupt angeschnitten. Während die morphogenetische Karte der Deutschen Demokratischen Republik im Masstab 1:200,000 auch für ihren Flachlandsanteil die Darstellung der Oberflächengestalt eines Gebietes als ein erdgeschichtlich entstandenes Gefüge gesetzmässig entwickelter Oberflächenformen zur Konzeption hat und deshalb morphologischen Formentyp und ihr Entstehungsalter darzustellen sucht entbehrt die geomorphologische Karte 1:25,000 noch einer klaren Konzeption, die ihrem Masstab entspricht. Die Anregungen zur Ausarbeitung einer Legende für die geomorphologische Kartierung im Masstab 1:25,000 ging von den Kartographen bzw. der oben genannten Arbeitsgemeinschaft aus. Im Gegensatz zur geomorphologischen Kartierung der Küste, die, vielfach im Masstäben 1:5,000 bis 1:10,000 durchgeführt, für den Küstenschutz interessant und wertvoll ist, mangelt es der geomorphologischen Kartierung 1:25 des Binnenlandes vor allem noch der klaren Erkenntnis ihres Bezuges zur Praxis. Es ist das zu einem erheblichem Masse darin begründet, als zahlreiche Aussagen die anderwärts der geomorphologischen Karte entnommen werden und dieser eine grosse praktische Bedeutung geben, im Bereich der Deutschen Demokratischen Republik aus anderen, bereits verfügbaren Quellen, insbesondere den geologischen Spezialkarten 1:25,000, den Bodenkarten, den Angaben der Bodenschätzung und der land- und forstwirtschaftlichen Standorterkundung, zu entnehmen sind oder von entsprechenden speziellen wissenschaftlichen Diensten, insbesondere den wissenschaftlichen Institutionen und Betrieben der Staatlichen Geologischen Kommission und den Organen der land- und forstwirtschaftlichen Standorterkundung, erarbeitet werden. Es hat das die Folge, dass — mit Ausnahme der Küstenmorphologie — die Geomorphologie in der DDR bislang nur schwache Beziehungen zur Praxis hat. Solche bahnen sich für die physische Geographie ganz allgemein in neuerer Zeit vor allem auf landschaftsökologischem Gebiet an und können auf diesem Wege vielleicht auch für die Geomorphologie und damit auch für die geomorphologische Kartierung wertvoll werden.

Weitaus problematischer ist — von dieser Beziehung zur Praxis ganz abgesehen — die geomorphologische Kartierung des Mittelgebirges sowohl im grossen Masstab 1:25,000 als auch im mittleren Masstab der morphogenetischen Karte 1:200,000. Die Versuche und Diskussionen hierzu, an der vor allem Mitarbeiter der Institute in Leipzig, Dresden, Potsdam und auch Jena beteiligt sind, haben bislang noch zu keinem brauchbaren Ergebnis geführt. Es ist das nicht zuletzt darin begründet, dass über den Formenschatz des Mittelgebirges, seine Formentypen und deren Genese sowohl in morphodynamischer als noch viel mehr in erdgeschichtlicher Hinsicht noch ausserordentlich widersprechende Ansichten bestehen. Es hat das zur Folge, dass die Versuche einer morphogenetischen Kartierung der Mittelgebirge im Prinzip noch nicht über die

Kartierung einer treppenförmigen Folge von Verebnungen tertiären und quartären Alters als morphologische Leitformen hinausgekommen sind, wenn auch mancherlei Verfeinerungen in der morphologischen Aufnahme und in der Differenzierung der Formen zur Anwendung kamen. Vor allem sind es zwei Probleme, die nach Ansicht des Verf. als Voraussetzung für eine einheitliche geomorphologische Kartierung der Mittelgebirge sowohl im Massstab 1 : 25,000 als auch im Massstab 1 : 200,000 der Lösung bedürfen: 1) die Einanderzuordnung bzw. Art der Superponierung von Mikro-, Meso- und Makroformen als charakteristische Formen eines Reliefs oder als zusätzliche Formen und Formenbestandteile grösserer Formeneinheiten, und 2) die Bewertung des Anteiles jüngerer morphologischer Prozesse, insbesondere periglaziärer Art oder postglazialen und holozänen Alters, an der Gesamtgestaltung des Reliefs oder der Formen des Mittelgebirges. Beides sind Fragen, die in gleicher Weise die wissenschaftliche Erkenntnis betreffen als auch die Konzeption der jeweiligen Karte und die Methodik der kartographischen Darstellung beeinflussen. Dieser wissenschaftliche Meinungsstreit über die geomorphologische Typisierung und über die Genese der Mittelgebirgsformen in dynamischer und erdgeschichtlicher Hinsicht führt z. Zt. hinsichtlich der Konzeption und Methodik der geomorphologischen Kartierung im Mittelgebirge zu einer starken Zurückhaltung in der Präzisierung des Inhaltes von geomorphologischen und morphogenetischen Karten des Mittelgebirges. Er fördert die Tendenz, die Oberflächengestalt der Mittelgebirge vorwiegend nach morphographischen und morphometrischen Gesichtspunkten zu erfassen. Das bedeutet aber ein Entfernen von der wissenschaftlichen Konzeption sowohl der morphogenetischen Karte 1 : 200,000 als auch der geomorphologischen Karte 1 : 25,000 des Flachlandes (s.o.) und birgt die Gefahr einer in Konzeption und Methodik auseinandergehenden geomorphologischen Kartierung von Flachland und Mittelgebirge in sich, was zu vermeiden ist. Von den beteiligten Instituten in Leipzig, Dresden und Potsdam werden z. Zt. eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt, die das Ziel haben, sowohl die aufgezeigte morphologische Problematik als auch die Fragen der Konzeption und Methodik zu lösen. Sie sind jedoch noch nicht weit genug fortgeschritten, als dass sich heute schon Ergebnisse abzeichnen, die eine der wissenschaftlichen Kritik standhaltende und in ihrer Konzeption und Methodik befriedigende Lösung der geomorphologischen Kartierung in der Deutschen Demokratischen Republik erkennen lassen.

FRANS BENOIT GULLENTOPS

Leuven

## LA CARTOGRAPHIE GÉOMORPHOLOGIQUE EN BELGIQUE

Depuis la guerre plusieurs géomorphologues, attachés généralement aux Universités, ont effectué à titre privé des cartographies géomorphologiques à des fins pratiques. Pour le planning régional une carte géomorphologique était estimée aussi nécessaire que les cartes lithologiques, pédologiques, phytosociologiques et géotechniques.

Les différents auteurs de ces cartes se sont tous laissés guider principalement par le caractère des pentes pour une double raison:

1) ces pentes sont importantes pour délimiter les zones où la construction tant de maisons et d'usines que de routes et d'infrastructures, peut se faire avec un coût minimum.

2) ces pentes sont indispensables pour orienter l'utilisation agricole des terres dans la voie optimale. Le remembrement des parcelles et la mécanisation, en changeant la structure agraire traditionnelle, risquerait autrement d'entraîner l'érosion du sol.

D'une toute autre nature est la carte géomorphologique au levé de laquelle s'est attelé le Centre National de Recherches Géomorphologiques créé en 1959. Il groupe librement les Départements de Géographie Physique des Universités comme un lieu de rencontre et un moyen de coordination.

Le but est l'étude géomorphologique fondamentale et la carte géomorphologique en sera le moyen d'expression principal. La philosophie en est que toutes les formes de terrain, même les plus minuscules, ont leur cause et que le géomorphologue trouve sa seule raison d'être dans leur explication.

C'est dans la mesure où le géomorphologue pourra lire les moindres formes terrestres, mieux que le géologue et le pédologue, que sa science sera respectée, indispensable et utile.

La carte à la plus grande échelle disponible est utilisée comme document de base pour le travail de terrain. Une nouvelle carte est en cours d'exécution à l'échelle de 1 : 15,000 avec courbes de niveau de 1 m ou 2,50 m.

En général il s'avère que pour l'analyse effectuée sur le terrain une telle échelle est suffisante. Dans certains cas de reliefs fouillés on a pour-

tant recours à l'agrandissement photographique à l'échelle du 1 : 5,000 de ces documents.

Les chercheurs du Centre ont estimé nécessaire d'employer des cartes à une aussi grande échelle par suite de la politique même suivie par le Centre. Notre but est bien sûr de pouvoir expliquer et dater finalement les formes du relief, mais une analyse descriptive aussi exhaustive que possible doit précéder ce pas final. Le premier travail sur le terrain consiste donc dans un levé morphographique et morphométrique détaillé. Il est basé sur une mesure complète des pentes, sur une délimitation des ruptures de pente, concaves et convexes, une analyse des formes horizontales comme niveaux d'érosion, terrasses et plaines alluviales et des observations sur la nature des sédiments. Des exemples de ce travail analytique sont présentés à ce symposium par les cartes au 1 : 5,000 de M. Pissart, au 1 : 10,000 de M<sup>lle</sup> Mammerrickx, au 1/15,000 de M. Fourneau.

Bien que les légendes descriptives employées permettent déjà une analyse poussée, il est certain que la multiplication des observations y apportera des changements qui iront sans doute vers une représentation encore plus fouillée.

Malgré les grandes échelles employées de nombreux petits phénomènes ne peuvent être décomposés dans leurs éléments constitutifs, p. ex. un ravin dans sa concavité sommitale, ses pentes et les caractères de son fond. Il est donc nécessaire de recourir pour la représentation simple de phénomènes complexes à des sigles prenant peu de place sur la carte.

Toutes les cartes géomorphologiques comprennent de tels sigles et leur nombre va toujours croissant avec une échelle décroissante. Nous voudrions faire appel à tous les géomorphologes pour que l'emploi d'un sigle soit toujours accompagné d'une description monographique complète du phénomène, avec coupes et photos. Le nombre de types de ravins p. ex. est très grand et dans toutes les langues il existe une terminologie spéciale dont certains mots ont reçu une consécration internationale. Il est évident toutefois que ces noms ne couvrent pas partout la même forme. Il serait ainsi désirable d'arriver à traiter ces descriptions monographiques des formes comme les paléontologues traitent les fossiles, avec une typologie et nomenclature réglée.

Après cette phase analytique à grande échelle succèdera une phase d'interprétation dont quelques essais ont déjà été effectués. Les couleurs serviront à concrétiser les hypothèses de genèse et d'âge auxquelles le chercheur aura abouti.

La première intention du Centre était de publier cette carte finale accompagnée d'un texte explicatif à l'échelle du 1 : 50,000. Il est apparu toutefois que l'élément morphométrique est si important et qu'il deviendrait quasiment non représentable à cette échelle sans une généralisation qui lui enlèverait toute signification réelle. Ceci rend fort probable que l'échelle ultime choisie pour la publication en couleurs sera celle du 1 : 25,000, échelle de base de la nouvelle carte topographique et également de la nouvelle carte géologique du Royaume.

F. JOLY

Paris

## UN EXEMPLE DE CARTE GÉOMORPHOLOGIQUE EN PAYS SEMI-ARIDE NORD-AFRICAIN \*

Au cours du colloque de Cartographie géomorphologique, Mr. Dresch a présenté, à titre d'exemple de réalisation, une carte géomorphologique du Rharb (Maroc occidental) au 1 : 200,000, établie à l'Institut scientifique chérifien, à Rabat, en 1961, d'après des documents et des notes de terrain recueillis par J. Le Coz. L'intérêt de cette carte d'essais est de proposer une méthode de rédaction et, en tenant compte des imperfections de la réalisation, de suggérer certaines améliorations.

Les principes directeurs ont été les suivants:

1. La couleur symbolise le facteur génétique essentiel. Elle exprime le rôle primordial joué, dans la genèse du relief, par ces combinaisons de facteurs, plus ou moins directement liées aux conditions climatiques et structurales, qui forment ensemble un mode déterminé de démolition des roches, de transport et d'accumulation des débris; combinaisons auxquelles on a donné le nom de «systèmes morphogénétiques».

L'effet déterminant de la structure est caractérisé par la dominante rouge. Rouges francs pour les structures plissées, ocres rouges pour les structures subtabulaires ou de couverture, violets rouges pour les structures volcaniques.

Les verts sont affectés aux formes impliquant l'intervention de l'eau à l'état liquide. Vert-émeraude pour les formes fluviales (dues à l'écoulement dans un lit fluvial ou aux déplacements du lit fluvial). Vert-de-mai pour les formes d'altération chimique et de transport en masse sur les versants. Vert-cinabre pour les formes hydroéoliennes et de transport diffus semi-arides et arides.

Les jaunes et orangés représentent les formes dues à l'action du vent.

Les violets et violets de Parme symbolisent les formes impliquant l'intervention de l'eau à l'état solide: formes glaciaires, nivales et périglaciaires.

---

\* Paper contributed by scholar who could not attend the Conference meetings.

Les ocres figurent les formes dues à la désagrégation mécanique et au transport par pure gravité.

Les bleus décrivent les formes marines et lacustres. Bleu-outremer pour les formes marines immergées. Bleu-turquoise pour les formes lacustres et pour les eaux courantes continentales actuelles.

Les bruns, sous forme de hachures lâches, représentent les restes de topographies anciennes dont la genèse exacte est difficile à saisir: « surfaces d'aplanissement » ou « surfaces d'érosion ».

Les gris sont réservés aux faits dûs à l'intervention humaine et à la toponymie; le noir aux contours géologiques et aux accidents tectoniques remarquables.

Ainsi ces figurés diversement colorés, s'opposant ou se mêlant les uns aux autres, montrent aussi bien les combinaisons morphogénétiques que les formes aberrantes (étrangères, exotiques), de même que les régions à dominante structurale et celles où se révèle une activité climatomorphologique importante.

2. La structure est traitée avec soin, par des figurés dans la couleur convenable. C'est là, crois, un point original et un point important de cette carte. Dans la plupart des cas, en effet, les auteurs de cartes morphologiques n'ont pas envisagé de représentation systématique et complète de la structure. Il est vrai, qu'en Europe elle est souvent masquée par toutes sortes de dépôts ou de formations superficielles; et puis cette attitude est un peu une réaction contre les « excès » antérieurs de la « morphologie structurale ». Je crois pourtant que c'est un tort, surtout pour les régions arides où les formes structurales sont plus nettes que partout ailleurs, plus lisibles et, partant, mieux marquées dans le paysage. Cette notation de la structure concerne les trois points suivants:

a) La lithologie, élément essentiel du modelé différentiel. Les divers types de roches sont représentés par des figurés symboliques inspirés de ceux couramment usités en géologie. Quand il s'agit de roches consolidées, le figuré est dessiné sur un fond tramé de même couleur. Quand il s'agit de roches meubles, le figuré prend une signification granulométrique (tiretés fins pour les argiles, points de plus en plus gros pour les limons, sables, galets et blocs) et est tracé sur fond blanc. On notera que ceci permet toutes sortes de combinaisons graphiques soit de taille, soit de couleur des signes, qui peuvent même être dosées quantitativement.

b) Les formes structurales, directes, ou dérivées de l'érosion du squelette lithologique. J'entends par là les formes qui doivent l'essentiel de leur physionomie aux caractères de la structure: escarpements ou pentes tectoniques, formes d'érosion différentielle, formes de remblaiement ou d'accumulation.

c) Les accidents tectoniques et les déformations. Il ne peut naturellement s'agir que des plus marquants d'entre eux, ceux qui jouent réellement un rôle morphologique. Ils apparaissent notamment dans le tracé des formes structurales elles-mêmes, qui est différent selon qu'il représente un accident en corniche subhorizontale, un accident monoclinale ou un accident cassant. Mais les déformations apparaissent aussi parce que, dans les régions plissées, les figurés sont orientés perpendiculairement aux pendages, ce qui donne une idée des contorsions de la structure.

3. La chronologie est notée par la teinte dans la couleur. C'est sans doute la partie la moins bonne de la carte présentée, parce

qu'on a voulu faire trop de paliers, et aussi par des fautes de réalisation technique. Mais on peut concevoir des paliers moins nombreux, avec des indices chiffrés ou lettrés qui permettent de s'y retrouver. Je préconise en tous cas que ce soit la teinte la plus foncée (teinte de base) qui soit affectée aux phénomènes les plus récents. Ce sont en effet les phénomènes les plus caractéristiques des conditions actuelles, souvent encore actifs, donc dynamiques et dignes, à ce titre, d'attirer l'attention. En outre, ce sont souvent les moins étendus, donc ceux qui doivent ressortir le plus visuellement. Une ou deux autres teintes, obtenues en abattant chaque couleur de base avec du blanc, suffiront en général à décrire convenablement la chronologie.

4. Le figuré des formes est donné par des signes linéaires mis en place et en vraie grandeur à l'échelle, et traités dans la couleur du facteur génétique responsable.

Les traits continus et pleins sont les formes d'érosion; les traits discontinus et creux les formes d'érosion plus ou moins altérées; les formes d'accumulation sont en tiretés ou en pointillés représentant leurs caractéristiques granulométriques. Je ne pense pas qu'il y ait de difficultés à ce sujet sur lequel tous les auteurs sont d'accord. En fait, il n'y a guère de limites à l'imagination dans ce domaine, mais l'emploi de ces signes serait opportunément codifié. Au reste, beaucoup sont déjà passés dans la pratique courante. Ces signes devront en outre être dimensionnels, c'est-à-dire intégrer les renseignements de pentes ou de dénivellations chaque fois qu'on ne pourra les faire figurer sur le fond, et ceci selon des paliers qui pourront être variables selon les régions. Ils pourront être en vraie grandeur à l'échelle quand la forme à représenter tiendra une place suffisante sur la carte; sinon, il faudra recourir à des signes collectifs, figuratifs de toute une morphologie locale.

L'ensemble de la carte a été traité sur un fond en courbes de niveau. On a ajouté quelques indications tectoniques en gris (au lieu de noir); des hachures en brun soulignent les restes d'anciennes topographies ou l'extension des surfaces d'aplanissement. Telle quelle, la carte reste du moins très lisible malgré la quantité de renseignements qu'elle contient. Il est bon de remarquer en outre que la méthode permet des tirages analytiques couleur par couleur, ou par combinaisons de deux ou trois couleurs qui donnent une vue soit par étage chronologique, soit par système morphogénétique, des phénomènes morphologiques cartographiés.

The text is extremely faint and appears to be bleed-through from the reverse side of the page. It contains several paragraphs of text, likely discussing a technical or scientific topic, but the words are illegible due to the low contrast and ghosting effect.



ZBIGNIEW KARAKIEWICZ

Kraków

THE IMPORTANCE OF A GEOMORPHOLOGICAL SURVEY  
FOR ESTABLISHING THE DIRECTIONS OF THE DEVELOPMENT  
OF KRAKÓW AND ITS SURROUNDING AREA

1. Space planning based in Poland on prewar experience has after the second war greatly developed its scope and the methods of its approach. Regional planning has recently developed in close cooperation with economic planning. Town planning comprises now all of our big cities, the majority of the smaller towns and also many settlements and villages. For those towns and settlements general plans have been worked out and their aim is to set down the land use during a long distance period of more or less twenty years. On the basis of those longdistance plans we work out 5 year plans (phases) and synchronize them with general economic plans — they become, therefore, a basis for the realization of investment projects. At present, besides planning for big areas which includes whole districts we prepare plans for cities and their surrounding areas, for groups of township settlements (conurbation), for rural settlements and for individual towns and settlements.

The difference between each of those plans lies in the degree of their precision. For regional plans we consider a scale of between 1 : 300,000 and 1 : 50,000 as sufficient for indicating the general direction of development; for urban groups and settlements we apply a scale of between 1 : 25,000 and 1 : 10,000 and this is essential for setting down the zones of the grounds which are to be utilized; the scales for plans of smaller settlements and of parts of big towns are still more detailed and allow to localize the different objects. Progress in the method of space planning consists in taking into consideration more and more of those factors which exercise an influence on the development of a town. This means a study of the following items: the circumstances of the geographic environment, the conditions for draining the area, of supplying it with water and with other facilities, transportation possibilities, demography and sociology, industry, services, housing and other conditions. Special studies cover all of these items and their aim is to attain more and more precision and scientific correctness. The contact of theory and practice brings about a close cooperation between the plan designing planning offices and the theoretical centers.

2. In the last edition of the general plan for the town of Kraków, approved in 1958, the special study included also a close examination of the relief and hydrographic conditions of the whole area of the town in its administrative limits on the scale of 1:10,000. In this study the cooperation of geographers, morphologists and hydrographers was tested for the first time in their common effort over the urban plan of Kraków. In the second stage of this work which is to revise the plan of 1958 the scope of the plan will include the whole ensemble of the town, i.e. the city and its environment. One of the first and essential subjects of the study of the town's geographic environment was that taken up by the Physical Geography Center of the Kraków University which, in agreement with our planning office, produced a geomorphological map of the whole urban ensemble.

The substance of this map, its degree of precision and the means of preparation were discussed with the planning office before the effort was taken up in 1957. The discussion started with taking up the matter of the key to the geomorphologic map and it was composed according to the general programme of the complex geographic research of the Polish Academy of Science. In the discussion account was also taken of the experience which the Bureau had gained when using geomorphologic maps of Kraków, and of the experience of those who had produced the map.

3. The aim of this map was to classify the landforms which would be more or less useful for different kinds of utilization. The Workshop was obliged to choose between the different conditions of utilization and to determine the destination of the areas according to different forms of utilization, such as urban and rural settlements, communication, industry, recreation grounds, agriculture etc. The morphologic map helped to carry out the first elimination of unsuitable areas, as it clearly exposes the difficulties which would arise for different forms of utilization. The map also allows to discover those areas which are most suitable for different kinds of utilizing the ground. The final choice of an area was of course also influenced by the results of other studies, such as the study of hydrography, of the climate, soil, of natural and landscape values, communication possibilities and the whole series of problems related to man and to economics.

For practical use of the map the choice of an adequate scale was of great importance. A general plan of a town and of its surrounding areas ought to establish, on the basis of the map, a good approximate definition of the location of the settlement areas and it should also define their possibilities of absorption. It must also trace the course of the roads of communication and fix the limits of the different means of utilizing the grounds. Special studies must, therefore, take into account the morphometry, i.e. the special dimensions of the given phenomena. A scale of 1:25,000 has proved to be sufficient for those aims as the map conforms very closely to the situation in the area.

4. As cooperation between the Bureau and the Physical Geography Center proceeded, it became necessary to broaden the initial programme. The pioneering character of this cooperation should here be stressed, as it went on from day to day and was simultaneous to the field-work, to the designing of the map and to the edition of its explanatory descriptions. During this work it became, for instance, necessary to design a synthetic and basic geomorphological map. Though the first key was

reduced to a minimum, the number of inscriptions was still too great to allow the map to serve practical aims. The synthetic version, which groups phenomena according to their usefulness, was produced by a team of geomorphologists who designed an overlying diagram of the qualifying classification. The text of the explanatory descriptions of the map was also discussed. Following a motion of the Bureau the authors produced an introductory description which explains the method of work on the map and the definitions which it carries. This description is especially necessary, for many of those who avail themselves of the map are often specialists in a different field and have no experience of detailed geomorphology.

Direct cooperation between the Bureau and the Physical Geography Center lasted for 5 years and helped to introduce a number of new ideas according to the Bureau's wishes; it also brought about an understanding between the aims of epistemological, theoretical knowledge and the aims of practical usefulness which both partners strove to attain.

5. Work on the new version of the plan for the urban ensemble of Kraków, which covers the town and its surrounding area, begins now with setting the general directions of development. The important growth of industry, and the scientific and cultural effort which centers in Kraków trace the road of development for an agglomerate ensemble which would house about one million of inhabitants. Finding new settlement areas for the township depends on the natural conditions of the region. The valley of the Vistula in which the center of Kraków is now located has few advantages because of its unfavourable climate.

Regions having the most advantages are chosen on the basis of the qualifying research made by geomorphologists. A synthesis of the different factors which contribute to the forming of a geographic milieu takes into consideration the quality of the soil which should be kept free for building purposes, the hydrographic conditions which enable the drainage of the area and also the possibilities of supplying it with all of the necessary facilities. The geomorphologic map shows the possibilities of tracing adequate lines of communication which will join the chosen areas with the town itself.

With the help of this map we also study the visual qualities of the landscape and are able to choose the best areas for gardens and other recreational grounds.

The areas which on the geomorphological map are shown as inadequate for settlement and for other forms of making use of the grounds, must also be studied with the aim of finding means of their utilization. Cooperating with agricultural, forestry and soil — improvement specialists, with nature protection centres etc. we are able, with the help of the geomorphological map, to control and to correct the previous forms of utilizing the given grounds. Conclusions which we draw in this sphere aim at transforming the geographic milieu.

What we have already said about the practical use we have made of the geomorphological map during the different stages of work on the general plan of the town does not exhaust all of the possibilities offered by the richness of its material.

In a further workshop cooperation, the authors of the geomorphological scheme ought to aim at expressing suggestions which would point out the best direction for the town's development, considering the given frame. Similar results of other special studies might help to choose the

best direction for the town's development or help to choose one of the several alternatives of this direction. The widest survey of the development possibilities of the town is to be found in the direction plan which emerged from an analysis of a number of factors which influence development and either further it or stand in its way. In recent years Polish specialists have taken up the theoretic principles of the analysis of the so called "barriers" which oppose the town's tendency to develop, and they also study the principles which govern the choice between possible alternative solutions. In the method of planning directions it is very important to lean on a sound estimate of the values and the drawbacks of the geographic milieu. The validity of this estimate depends of the precision with which knowledge has been taken of the existing situation and of the dynamism of phenomena. In working out this estimate, town-planning specialists must have the help of specialists in other spheres of knowledge, only then will mistakes resulting from incompetence be really avoided.

Accurate studies of the region should also serve as indication for every more detailed town-planning. Such indications being an extract of the general plan should be available to those who work on a given project of an ensemble of buildings or even on a project of one building. Similar indications ought to result from the geomorphological map and they should be available for physiographic studies, i.e. for those who classify the building value of a given area for a projected development.

MIECZYSLAW KLIMASZEWSKI

Kraków

## THE PRINCIPLES OF GEOMORPHOLOGICAL MAPPING IN POLAND

The idea of the 'Geomorphological Map of Poland' on a scale of 1 : 50,000 arose in 1946<sup>1</sup>, and it has been performed within the scientific plan of the Institute of Geography of the Polish Academy of Sciences, since 1950. The geomorphological mapping is being carried out by scientific workers at almost all of the Geographical Institutes (of the Polish Academy of Sciences and of the Universities) in Poland, 30-40 participants annual.

The conception of a geomorphological survey of Poland resulting in the geomorphological map arose,

1) because of the request to gain a more accurate knowledge of the elements of the geographical environment

2) because of the desire to become acquainted with the relief not merely from a qualitative aspect but also from a quantitative one.

In order to obtain a complete picture of the relief and a knowledge of the geomorphological development of a particular area the examination of all the forms and even the forms' elements is necessary.

The investigation of all the forms occurring in a particular area compels us to plot these forms on a topographical map, to map these forms, to make use of the method of the geomorphological survey.

The geomorphological survey is based on plotting all of the landforms stated during the field investigations on a topographical map by means of signs, having first given their description and dimensions as well as their genetical and chronological classification.

This geomorphological survey resulted in the 'Geomorphological Map of Poland'. It is not an outline map but a detailed map on a scale of 1 : 25,000 (in the field) and 1 : 50,000 (in press). This map has been performed in the field (just as the geological one). It cannot be compiled at the desk.

---

<sup>1</sup> Lectures on the principles of geomorphological mapping and the importance of the detailed geomorphological map for both science and practise were presented by the author in Poland and in Budapest (1953), Moscow (1955), Freienwalde and Leipzig (1955), Strasbourg (1956), Rio de Janeiro (1956), Göttingen (1957), Madrid (1957), Peking, Nanking and in Kanton (1958), in Berlin (1959), in Stockholm (1960), in Amsterdam and in Utrecht (1961).

The geomorphological mapping in Poland is not being restricted to the registration and the location of landforms of a defined origin (as some other geomorphological maps do it). On the basis of the mapping the chief problem of geomorphology may be solved, i.e. to recognize the geomorphological development of a particular region as well as to recognize the further development tendencies. These are based on and related with other elements of the geographical environment undergoing changes in the course of development. We must, therefore, reconstruct the relief's development in relation to the geological structure as well as the climatic, botanical and soil conditions which prevailed in different periods of their development.

The construction of the geomorphological map of Poland allows the development of the relief to be easily read. To meet this requirement the principle of a chronological and a genetical classification of landforms has been introduced both in the field investigations and in the office of the map.

The investigation of forms cannot be limited to the determination of their origin. It must allow the conditions under which the particular forms have been created to be determined. I am of the opinion we cannot separate neither origin from age nor process from time.

The introduction of a chronological and a genetical classification into the content of the geomorphological map of Poland permits

1. the reader to be orientated in the location and the mutual relation of forms of different origin and age;

2. the history of the relief's development to be inferred from the map and the further development's tendencies to be foreseen. In the list of landforms which have been examined and mapped during the geomorphological survey of Poland the forms so far observed are grouped according to their origin and age: forms which came into existence during the Palaeogene, the Neogene (in the Miocene, in the Pliocene), in the Pleistocene (in the particular glacial and interglacial periods) and in recent time (Lower and Upper Holocene) due to the destructive and constructive action of both the internal and the external agents. Their origin may be due to any of the following kind of processes: tectonic, denudational, fluvial, fluvio-glacial, glacial, karstic, suffosional, nivation processes, buried ice forms, aeolian, lacustrine, marine, organic processes and man.

#### THE PRINCIPLES OF THE POLISH GEOMORPHOLOGICAL MAP'S CONSTRUCTION

Forms of known origin and age which have been examined in detail were plotted against contours (on a scale of 1:50,000) by means of coloured patches and signes. Colours have been chosen to indicate both the origin (agent and process) and the geological age of particular forms. By these means the destructive or constructive action of agents responsible for the relief formation in a specific period can be recognized:

agent + age + process

For instance: Signs in red colour mean different forms which have been created by the destructive action of flowing water and denudational processes in recent time.

Blue signs inform of forms whose origin is due to the constructive action of rivers and denudational processes in recent time.

Orange coloured signs mean different forms due to the destructive action of rivers and denudational processes in the Pleistocene.

Green signs show different forms due to the constructive action of flowing waters and denudational processes in the Pleistocene.

Grey signs mean different forms due to the destructive action of rivers and denudational processes in the Pliocene.

On the geomorphological map, the colours indicate both the destructive or the constructive action of differing agents in different periods, the signs mean the result of their action i.e. the concrete forms.

Thus the colours indicate both the origin and the geological age of the particular forms. Colours indicating either the age or the origin of forms make the map's legibility difficult. Its result is a map showing in the first place the age or the origin, but not the age and the origin at the same time. The use of complicated symbols as numbers, letters and figures will also make the geomorphological map's legibility difficult.

The geomorphological map of Poland not merely indicates the age and the origin of strictly localized forms but also gives some morphometric information. Since particular forms are shown true to scale their true dimensions may be calculated. Their absolute or relative height may be found from the contours. The depth and height of small forms (e.g., gorges, edges of terraces) is indicated by the adequate thickness of lines and by varying grades of jags, while the inclination of slopes is shown by shades of the colour defining the age of form of which the slope is an element.

In this way by means of colours and signs the geomorphological map informs of the appearance (morphography), of the dimensions (morphometry), of the origin (morphogenesis) and of the age (morphochronology) of the landforms, thus containing all the data necessary for depicting the character and the development of the relief.

This development, however, according to the map's principles should be considered (reconstructed and foreseen) on the background of geological structure and in connection with other elements of the geographical environment (climate, water, soils, vegetation) changing in the course of its development as well as with man's activity (natural conditions and their transformations by man). In order to trace and to establish the relation of landforms to the geological structure and to consider the relief's development on a lithological and tectonic background the geological map and other ones may be used in field studies. These data cannot obscure the contents of the geomorphological map.

The printing of a multicoloured map (8 colours) is very expensive. Geomorphological maps in two colours (provisional edition) which are based on the original multicoloured geomorphological map are being, therefore, printed.

On those maps, edited by the Geomorphological Department of the Polish Academy of Sciences in Toruń, water is shown by means of the black colour whereas the landforms of a known age and origin are shown by means of sepia-coloured signs.

On the geomorphological map of the Upper-Silesian Industrial District, prepared for printing at the Geomorphological Department of the Polish Academy of Sciences in Kraków, the geomorphological content was plotted on contours.

The Tertiary, Pleistocene and recent forms due to the destructive action of rivers and denudation processes are indicated by the thickness of ruled signs, whereas forms whose origin is due to fluvial and denudational accumulation are indicated by spots of differing size.

We took great trouble to permit the characteristic features of relief and its development to be easily depicted and to be as much as possible clearly and plastically reproduced on the geomorphological map of Poland.

These features failed on the provisional edition of maps (two colours only).

#### THE SCIENTIFIC AND PRACTICAL SIGNIFICANCE OF THE 'GEOMORPHOLOGICAL MAP OF POLAND'

The detailed geomorphological map of Poland presents an exact picture of the relief. It permits, therefore, the stages in the relief's development and the role played by different agents to be reconstructed.

Furthermore, the map showing the distribution of all the forms of known dimensions, origin and age, allows the mutual relations and their regionalization to be established. It permits also the morphogenetical regions to be both delimited and characterized in detail. The geomorphological map enables the right development of regional studies to be carried out for comparison. Furthermore, it allows the forms which have been created, still come into existence and still develop in areas of similar geological structure under differing climatic conditions as well as in areas of a differing geological structure but under similar climatic conditions, to be compared.

The realization of the geomorphological survey in areas of differing geological structure under differing climatic conditions will allow the relief's development and the rules of development to be recognized far more exactly. Furthermore, maps performed in different areas will permit the forms of the same age (for instance, Holocene) to be compared both from a qualitative and a quantitative point of view. So the exact recognition of the role played by climatic conditions in the formation of the relief of the earth's surface may be possible. The climatic relief types as well as the morphoclimatic zones and regions may be determined. It is beyond doubt the geomorphological map is of a great value for the development of geomorphology. Its lack stopped for a high degree that development.

The detailed geomorphological map meets also the requirements of practicians of the planning and economic institutions. Owing to the chronological — genetical classification, which allows the older and the younger forms to be distinguished, to their morphometric features (e.g., inclination) and to the great notice taken of the recent forms (and processes), as well as of their development and their further development's tendencies the geomorphological map gives a complete picture of the relief necessary in economic purposes, as well as an exact information of the distribution of forms favourable and unfavourable to different types of economy.

In agriculture, for instance, it is not only necessary to know the general character of the relief (distribution of elevations and hollows,



inclination of slopes) but also the present morphogenetic processes often resulting in forms (canyons, 'Tilke', land-slides, talus-cones et c.).

The planning of towns, settlements and industrial objects, the projecting of urban, rural and industrial buildings and communication lines (roads and railways) requires the knowledge of both the main relief features (including inclination) and the distribution of unsuitable forms as scarps, walls, steep slopes, gorges, canyons, karstic sink-holes, inundated terraces, active alluvial fans, land-slides, hollows due to mining subsidence and other forms.

The knowledge of the relief is also necessary in the planning of water-undertakings, for the projecting of ameliorations and canals, e.g., the knowledge of the relief and the morphogenetic processes occurring in valleys and river basins where dams have been constructed (rate of erosion and denudation, land-slides, karstic phenomena etc.).

The knowledge of the relief and forms both favourable and unfavourable to various types of economy as well as the knowledge of the distribution of the landforms facilitates a better planning and the more rational use of the particular areas. The knowledge of both the rules of development of the young forms and the conditions of their development makes it possible to deal with unfavourable processes and forms (e.g. ravines, land-slides, sink holes etc.), to control and to transform nature.

In some respect, however, the geomorphological map's content is too complicated to be easily understood by a practician-non-geographer. For this reason, special maps may be constructed from the detailed geomorphological map forming a basis for all the geomorphological studies and special works (just as the geological map forms a basis for every geological special study). There may be maps showing the distribution of the particular forms unsuitable for a particular type of economic activity (e.g. land-slides, ravines, talus cones, active alluvial fans, sink-holes) as well as improvement maps and qualification maps.

The construction of the improvement maps depends on the fact that all forms occurring in the particular area and registered on the geomorphological map are assessed on their value and their use in a particular type of economic activity, e.g., surfaces of planation, accumulation plains, slopes, ravines, land-slides etc. for agriculture, building, communications and other. Thus every form is considered either favourable or unfavourable to a particular kind of economy.

Forms classified on this basis are being transferred by means of two signs (one of them showing favourable forms, the other one unfavourable forms) from the geomorphological map to the special improvement map. This map shows the economic evaluation of areas (forms and form complexes) for the particular types of economic activity from a geomorphological point of view.

The use made of the geomorphological map by planning and economic institutions indicates not merely its scientific and theoretical value but also its practical one. Because of that scientific and practical significance of the map every geomorphologist who is examining and mapping a particular area has to take notice of every form, process and phenomenon from both a theoretical and a scientific point of view (age, origin) and a practical one (its economic evaluation, its use in economic purposes). There is no question but the twofold aspect is favourable to the further development of geomorphology.



PIERRE MICHEL

Dakar

## LES CARTES GÉOMORPHOLOGIQUES LEVÉES DANS LES BASSINS DU SÉNÉGAL ET DE LA GAMBIE (AFRIQUE OCCIDENTALE)

L'exploration géomorphologique des bassins du Sénégal et de la Gambie, s'étendant sur environ 500 000 km<sup>2</sup>, ne remonte qu'à ces toutes dernières années. Elle est orientée vers des buts essentiellement pratiques : mise en valeur agricole, prospections minières, recherches hydrogéologiques, moyens de communications. Les levés des cartes géomorphologiques n'ont donc pas été effectués de façon systématique sur l'ensemble du territoire, par coupures au 1 : 50,000 ou au 1 : 200,000, mais ils sont liés aux études menées récemment dans différents secteurs, qui ont exigé un travail de terrain plus ou moins long.

L'attention se porta d'abord sur la basse-vallée et le delta du Sénégal, où existent encore de vastes terres incultes. Une équipe, dirigée par J. Tricart, leva en 1954 la carte du delta au 1 : 50,000 pour le compte de la Mission d'Aménagement du Sénégal (MAS), carte publiée récemment en trois coupures à l'échelle du 1 : 100,000 [1]. Travaillant à cet organisme de 1954 à 1957, j'ai complété et élargi ces études géomorphologiques. J'ai dressé ainsi la carte géomorphologique de la région de Saint-Louis, à l'extrémité Sud-Ouest du Delta, puis celle de la basse-vallée du Gorgol, dernier affluent de droite du Sénégal, et enfin celle de la vallée du Sénégal, en aval de Bakel. Depuis cette date, dans le cadre de mes travaux au Bureau de Recherches Géologique et Minières (BRGM), j'ai établi des cartes géomorphologiques de certains secteurs des hauts-bassins du Sénégal et de la Gambie, notamment dans les environs de Kayes, sur le Bafing moyen, dans la région de Kédougou et j'ai pu faire un levé rapide de la basse-vallée de la Gambie et de la Basse-Casamance. Ces cartes et croquis n'ont pas été publiés jusqu'à présent. Ils sont inclus dans divers rapports des Services Techniques que je citerai au fur et à mesure. Pour certaines cartes j'ai utilisé la couleur, pour d'autres uniquement des figurés en noir, qui permettent une diffusion plus rapide. Nous allons maintenant les passer en revue et examiner brièvement leurs caractéristiques et les modes de représentation adoptés.

Sur les cartes des vallées du Sénégal et du Gorgol nous avons à fi-

gurer surtout des formations alluviales et éoliennes. Pour celle du delta du Sénégal s'ajoutent des dépôts littoraux. Toutes ces régions se caractérisent par la faiblesse ou même l'absence de relief notable. Par contre la microtopographie (levées, terrasses, cuvettes) joue un rôle très important, puisque c'est elle qui règle les submersions en fonction des crues, donc qui commande souvent les processus actuels. Nous avons insisté sur les aspects morphogénétique et chronologique dans l'établissement de ces cartes, tout en indiquant la nature lithologique du matériel.

La région de Saint-Louis, à l'extrémité Sud-Ouest du delta du Sénégal, présente une morphologie très complexe : des formations dunaires, d'âges et d'aspects différents, s'imbrequent dans des alluvions fluviales et des dépôts marins ou lagunaires d'âge et de nature divers. J'ai donc adopté l'échelle du 1 : 50,000 et même à cette échelle certains secteurs de la carte se présentent comme des mosaïques (il ne serait pas possible de la réduire sans procéder à des simplifications).

Cette carte a été levée lors d'une étude sur les gisements de coquillages [2], demandée par la Direction des Travaux Publics du Sénégal. Les coquillages sont en effet d'une grande utilité pratique, puisque dans le Delta du Sénégal, constitué uniquement de formations meubles, il n'existe aucun autre matériel dur pour le ballast des routes ou voies ferrées et les pistes de terrains d'aviations. Or la plupart des gisements exploitables sont liés aux dépôts d'une transgression marine du Quaternaire récent, pendant laquelle la mer, atteignant la côte + 4 à + 6 m., a envahi le delta et la basse-vallée du Sénégal. J. Tricart a montré qu'il s'agit de l'Ouljien [1], défini au Maroc par M. Gigout. Il fallait donc bien individualiser cette terrasse au matériel sableux sur laquelle s'élèvent souvent de petits alignements dunaires Nord-Sud, au sable jaune; elles se sont formées pendant la régression pré-flandrienne. Ces petits cordons dunaires se distinguent des grands dunes rouges, orientées NE-SW, plus anciennes, par la couleur du sable et l'orientation. Formées pendant une période continentale très sèche, les dunes rouges s'étendent à la bordure du delta, mais il subsiste cependant plusieurs lambeaux au milieu des dépôts de la transgression ouljienne partiellement remaniés par le vent. Près de l'Océan, la terrasse ouljienne ou les cordons dunaires préflandriens sont souvent recouverts par les dunes littorales récentes. Ces dunes très enchevêtrées, parfois paraboliques, dont certaines progressent encore vers l'intérieur sous l'effet des alizés maritimes, masquent donc une partie des dépôts sableux contenant les niveaux de coquillages. Sur la carte nous avons bien individualisé les trois systèmes dunaires par l'âge, indiqué au moyen de teintes plates, et par l'orientation des crêtes dunaires, figurée d'un trait noir renforcé.

Nous avons indiqué la lithologie des dépôts puisqu'elle traduit la mieux la morphogénétique dans cette zone d'accumulation. Les alluvions du Sénégal et de ses défluent sont constituées de matériel fin : limon et sable des levées; argile de décantation des eaux de crue dans les cuvettes ou des eaux de ruissellement dans les interdunes. Les dépôts marins récents et actuels sont représentés surtout par des vases, sauf sur le littoral même. Les différents signes lithologiques sont dessinés en noir (points, tirets etc.). Pour la recherche de niveaux de coquillages on peut, grâce à cette carte, éliminer rapidement les zones défavorables : d'abord celles où s'étaient des apports fluviaux de limon, sable fin et d'argile, mais aussi celles couvertes de vasières, puisqu'elles ne renferment guère de bancs coquilliers. Restent les terrasses marines sablonneuses, dont le

matériel a pu être remanié en surface par le vent. Nous avons vu que les niveaux de coquillages se situent surtout dans les dépôts de la transgression ouljiennne. Les restes de plage dunkerquienne (maximum de la transgression flandrienne) en contiennent aussi, mais les niveaux sont toujours très minces; ils ne présentent que peu d'intérêt pour une exploitation. Le matériel étant le même, c'est la teinte plate indiquant l'âge qui permet de les distinguer facilement sur la carte. Pour la chronologie nous avons choisi une gamme de couleurs allant du brun foncé (dunes pré-ouljiennes) jusqu'au jaune clair (dépôts actuels). Notons encore que nous avons utilisé une alternance de bandes verticales, pour figurer soit des formes polygéniques (bas de plage ouljiennne, façonné à nouveau au Dunkerquien), soit une superposition à faible profondeur de dépôts, d'âge et souvent aussi de nature différents (pellicule d'argile sur terrasses sableuse ouljiennne).

Pour la basse-vallée du Gorgol et la vallée du Sénégal en aval de Bakel, il s'agissait de cartographier, d'une part, les microformes du lit majeur et la dynamique du lit mineur, d'autre part, les reliefs (plateaux et buttes), les glacis, les restes de terrasses et les systèmes dunaires, qui bordent la vallée. Comme ces cartes ont été établies en vue d'un aménagement rural, nous avons fait l'inventaire détaillé des paléformes et mis l'accent sur les mécanismes actuels.

J'ai d'abord levé la basse-vallée du Gorgol et sa bordure à l'échelle du 1 : 50,000 [3]. Voici les principaux éléments de leur morphologie : des buttes et petits plateaux de grès du Continental Terminal souvent coiffés d'une cuirasse ferrugineuse (Mio-Pliocène), dominant la vallée. En contre-bas s'étend un vaste glacis sableux. Au bord de la vallée existent en plusieurs endroits des restes de deux terrasses graveleuses et d'une terrasse sableuse, plus récente. Enfin au Sud-Ouest s'allonge un massif de dunes parallèles, alignées ENE-WSW (dunes pré-ouljiennes); dans la vallée même subsistent encore deux lambeaux de ce massif dunaire qui l'avait barrée jadis. Mais la vallée alluviale se caractérise surtout par la présence de deux systèmes de levées, celui du Gorgol à l'amont et celui beaucoup plus puissant du Sénégal, qui bouche la vallée à l'aval; entre ces deux systèmes s'étendent de vastes cuvettes, à peine cloisonnées, où les eaux de la crue se décantent actuellement.

Nous avons donc à faire à des entités géomorphologiques bien distinctes. Pour qu'elles ressortent et aussi pour que la carte puisse être facilement ronéotypée, j'ai combiné la forme (morphographie et morphogénétique), l'âge et la lithologie en un seul figuré. Ainsi le glacis sableux est représenté par de gros points, le massif dunaire par des points plus petits et plus serrés avec des traits renforcés, indiquant des crêtes de dunes, les terrasses graveleuses par des carrés (haute-terrasse) ou des triangles (basse-terrasse) etc. Les levées alluviales jouent un grand rôle dans l'inondation. La plupart ont été formées lorsque les crues étaient plus fortes et quand le niveau marin était légèrement plus élevé, obligeant le Sénégal et le Gorgol de remblayer; elles correspondent donc au maximum de la transgression flandrienne (Dunkerquien). Localement, dans les méandres, existent des levées plus récentes, mais qui sont aussi, par endroits, érodées par la rivière; nous les avons appelées subactuelles. Ces levées ne s'exhaussent plus; elles ne sont donc plus fonctionnelles. Mais le long de la rive convexe s'étire souvent un liseré de dépôts qui sont encore engraisés par la crue : ce sont les levées actuelles. Toutes les levées sont formées d'un matériel identique; des

sable fins et des limons. Nous les avons représentées par des hachures, mais en les disposant de façon différente selon l'âge de la levée. Pour les levées dunkerquiennes, les plus étendues, l'écartement des hachures indique si elles sont insubmersibles (traits serrés) ou recouvertes par forte crue (traits espacés).

Nous avons prêté une attention particulière à la dynamique actuelle. Le lit mineur fonctionnel est figuré par deux traits continus, les lits anciens et les chenaux de difflueance pendant la crue, par des traits en tiretés. Nous avons, bien sûr, indiqué par des barbuies les berges sapées à la montée de la crue et par un pointillé les bancs de sable apparaissant à l'étiage. Les cuvettes inondées régulièrement, donc couvertes d'une couche d'argile de décantation, sont figurées au moyen de tiretés horizontaux. Ainsi sur la carte, comme dans la nature, ces surfaces planes et monotones se détachent bien des systèmes de levées au microrelief souvent enchevêtré. Dans les cuvettes existent parfois des parties très basses où les eaux de la crue stagnent plus longtemps et où, en conséquence, le niveau d'argile est plus épais et plus compact; un resserrement des tiretés les indique.

La carte de la vallée alluviale du Sénégal et de sa bordure a été établie d'après les mêmes principes [4]. J'ai levé certains secteurs à l'échelle du 1 : 50,000 (région de Matam), parfois même à celle du 1 : 25,000 (environs de Dagana, où le projet d'aménagement de la M.A.S. prévoit la construction d'un barrage). Mais pour dresser une carte géomorphologique général de la vallée depuis Bakel jusque'à Richard-Toll (situé à la tête du delta), soit d'une superficie d'environ 20,000 km<sup>2</sup> (500 km. de long et 40 km. de large en moyenne), j'ai adopté l'échelle du 1 : 200,000. Elle donne une très bonne vue d'ensemble du microrelief de la vallée alluviale et des caractères morphologiques de sa bordure. Comme la basse-vallée du Gorgol, elle est dominée dans sa partie amont par des buttes et plateaux du Continental Terminal, couvert d'une cuirasse ferrugineuse, en partie démantelée; à un niveau inférieur on trouve parfois des lambeaux d'un glaciais cuirassé. En contre-bas s'étale le bas glaciais sableux, parsemé de gravillons ferrugineux. Plusieurs restes de deux terrasses graveleuses anciennes jalonnent aussi le bord de la vallée. Dans sa partie aval, la vallée est bordée au Sud par un glaciais polygénique, portant un épandage de graviers ferrugineux recouvert de sable; au Nord se profilent les grands alignements de dunes rouges du Trarza et du Brakna, dont il subsiste quelques témoins dans la vallée au milieu des alluvions du Quaternaire récent. Un liseré de terrasse marine ouljiennaise ourle par endroit la bordure. Le lit majeur d'une largeur de 15 à 25 km. est sillonné par des systèmes de levées qui cloisonnent la vallée en un grand nombre de cuvettes, de dimensions extrêmement variables. Les levées dunkerquiennes, très puissantes et le plus souvent insubmersibles, en forment l'armature. Dans les boucles des méandres, dont quelques unes sont recoupées, se développe un faisceau de levées subactuelles, au modelé encore très frais, se terminant sur la rive convexe par une bande de levées actuelles.

Les figurés de cette carte au 1 : 200,000 sont soit identiques à ceux de la carte du Gorgol au 1 : 50,000, soit très semblables. Naturellement je n'ai pas pu cartographier toujours certains détails. Aussi j'ai groupé la lanière de levées actuelles avec le faisceau de levées subactuelles, beaucoup plus large. Il m'a cependant été possible de représenter à cette échelle les principales manifestations de la dynamique actuelle : sapements de

berge, grands bancs de sable du lit mineur, décantation argileuse importante dans les parties basses de cuvette ou dans des dépressions mal vidangées. Mais la carte montre surtout les différentes unités géomorphologiques. Pour la vallée alluviale, elle permet de saisir les divers systèmes de levées avec deltas adventices, qui accompagnent le cours actuel ou les anciens bras et défluent du Sénégal et qui jouent un si grand rôle dans la mise en valeur agricole. Afin de rendre la carte plus expressive on peut figurer l'âge des formations par des teintes plates en adoptant la gamme de couleurs utilisée pour le delta, en le complétant par des tentes plus foncées pour le Quaternaire ancien et le Mio-Pliocène.

Si le delta et la vallée du Sénégal ont été cartographiés en premier lieu, des recherches récentes du B.R.G.M. ont permis d'établir des cartes et croquis géomorphologiques de plusieurs autres secteurs de ce vaste territoire. Ainsi lors d'une reconnaissance de la Basse-Gambie et de la Casamance j'ai dressé une carte au 1:200,000 couvrant un degré carré et demi (feuilles Ziguinchor et Sokone) [5]. Ces travaux se situaient dans le cadre d'études hydrogéologiques. C'est pourquoi j'étais amené à faire une part assez large à la lithologie qui conditionne la perméabilité des terrains; j'ai figuré en outre des éléments de tectonique lorsqu'elle intervient directement dans le tracé des lignes de partage des eaux et, par ce biais, dans la position de la nappe phréatique. En voici un exemple: les sondages électriques, et mécaniques pour recherches de pétrole ont détecté une structure anticlinale dans les couches du Crétacé recouvertes par les formations du Tertiaire, à une quinzaine de kilomètres de la rive Sud de la Gambie. Or cette structure a vraisemblablement joué au Quaternaire, puisque la ligne de partage des eaux passe à proximité du fleuve Gambie, alors qu'elle est très éloignée de la rivière Casamance; en outre, la nappe phréatique s'y trouve nettement perchée par rapport aux régions voisines. Pour ces raisons j'ai indiqué la structure anticlinale révélée par les études géophysiques.

Cette carte de la Basse-Casamance et de la Gambie méridionale représente donc les principales entités géomorphologiques d'abord en fonction de leur rôle dans le domaine de l'hydrogéologie. Nous nous trouvons dans une région formée de sédiments récents. La carte montre l'étendue du plateau très uniforme de grés, souvent argileux, du Continental Terminal. Elle indique les affleurements du cuirasse latéritique, qui grâce à ses fissures peut être perméable en grand et permettre de bonnes concentrations d'eau dans le niveau sous-jacent. Ce plateau a été découpé par les entailles souvent ramifiées d'un ancien réseau hydrographique pendant la régression préouljienne, entailles colmatées depuis par des sables fins très argileux, imperméables. Nous avons tracé la limite du golfe ouljiennais et figuré les dépôts des deux dernières transgressions marines qui présentent des aptitudes hydrogéologiques variables: lambeaux de terrasse sableuse ouljiennaise, au sable bien trié, peu argileux, sauf au fond du golfe où le brassage par les vagues était faible; cordons littoraux flamandais effilochés, dont le matériel exclusivement sableux est aussi très trié; vasières anciennes dénudées et vasières actuelles peuplées d'une mangrove très dense. Les fragments de terrasse ouljiennaise et les cordons flamandais, bien perméables, contiennent de petites nappes d'eau douce; ils présentent un intérêt hydrogéologique incontestable au milieu des étendues de vase gonflée d'eau salée.

Dans les hauts-bassins du Sénégal et de la Gambie, les travaux sur le terrain, complétés par l'étude des photos aériennes

nes m'ont permis de dresser un certain nombre de croquis géomorphologiques, le plus souvent à l'échelle du 1 : 50,000, mais il n'a pas encore été possible d'y procéder à une cartographie complète et systématique. Ces recherches étaient orientées vers la prospection minière : étude des alluvionnements actuels et surtout anciens pour connaître les possibilités de concentration alluviale de minerais; étude des altérites et des cuirasses pour recherches de bauxite ou pour détecter des roches mineralisées, qu'elles cachent [6]. Il est à noter que dans tous ces croquis je n'ai employé que des symboles en noir et pas de teintes plates, afin qu'ils puissent être ronéotypés et diffusés rapidement.

Voyons d'abord les formations alluviales. J'ai cartographié au 1 : 50,000 les alluvions du Sénégal dans les environs de Kayes et de deux petits affluents, la Kolinbine et le Karakoro [7]. Elles se présentent dans cette région sous la forme de deux remblais sablo-limoneux emboîtés, formant terrasse. Le premier remblai, très étendu, passe dans les régions septentrionales aux dunes rouges préouljiennes. J'ai figuré les profonds ravinements qui l'entament; on peut distinguer ceux qui fonctionnent encore chaque année pendant la saison des pluies (région de Kayes) et ceux qui sont maintenant stabilisés (Kolinbine). Les dépôts situés en amont, le long du Bakoy et du Bafing (cours supérieur du Sénégal), de la Falémé, de la Gambie, ont aussi retenu notre attention et certains secteurs particulièrement intéressants ont été cartographiés au 1 : 50,000 [8, 9]. Là, les alluvions récentes, surtout sablo-argileuses, se cantonnent dans d'étroites vallées, au-dessus desquelles s'accroche parfois un témoin d'une terrasse graveleuse ancienne. Le substratum pointe par de nombreux seuils dans le lit mineur des rivières; il est utile d'indiquer la nature de la roche, au moyen d'une lettre par exemple, car le façonnement du seuil est surtout fonction de la lithologie [9]. J'ai aussi figuré les graviers sous berge, puisqu'ils présentent un grand intérêt pour la prospection minière. Mais ces minces bandes alluviales sont comme écrasées par les étendues et les reliefs des interfluves.

Sur les interfluves prédominent largement les surfaces planes, horizontales ou légèrement déclives, très monotones, séparées par des escarpements raides où les affleurements de roches résistantes (grès-quartzite, dolérite) peuvent former des corniches subverticales de plusieurs dizaines de mètres de haut. Il existe deux grands types de surfaces planes: les surfaces recouvertes d'une cuirasse latéritique ou ferrugineuse, plus ou moins épaisse et qui s'étagent souvent en plusieurs niveaux; les surfaces rocheuses ou sablonneuses sur lesquelles peuvent se dresser brusquement des inselbergs. Les premières sont typiques du modelé, du Fouta Djallon, de la partie Sud du Plateau Mandingue et des plaines de la Falémé et de la Gambie, les secondes s'étendent dans les régions plus septentrionales.

Examinons maintenant de plus près les surfaces cuirassées. On peut les classer en deux catégories; les pénéplaines ou pédiplaines recouvertes d'un manteau de produits d'altération très épais, dont la partie supérieure est fortement indurée par le fer ou par l'allumine; les glacis étagés, portant en général une cuirasse moins épaisse, qui s'ordonnent en fonction du chevelu hydrographique (il s'agit en somme de surfaces d'érosion locales). Les recherches ont montré l'existence de trois surfaces d'aplanissement dans les hauts-bassins du Sénégal et de la Gambie. Elles datent du Secondaire et du début du Tertiaire (Eocène). Soumises à l'érosion aréolaire en surface et à l'entaille linéaire des cours



d'eau, elles ont été morcelées en une multitude de plateaux mollement ondulés, aux contours souvent très digités. Parfois ne subsiste plus qu'un lambeau, perché sur des corniches de grès-quartzite ou de dolérite. Les glacis, situés toujours à des altitudes plus basses, ont été façonnés pendant le Quaternaire ancien. Ils présentent toujours une pente dans une certaine direction : celle-ci, en général faible (de  $1^{\circ}$  à  $5^{\circ}$ ), peut varier en suivant le profil longitudinal. Cependant dans le Plateau Mandingue méridional s'intercale souvent entre les plateaux de la surface éocène et les glacis quaternaires une topographie de collines, entièrement couvertes d'une cuirasse, et les plateaux mêmes se terminent alors, non par une corniche, mais par des versants cuirassés, en pente douce. Ce modelé confus, qui tranche sur les formes planes, a été élaboré, semble-t-il, au Pliocène et fossilisé immédiatement après par le revêtement ferrugineux.

Il importe donc d'indiquer en premier lieu l'âge relatif ou absolu des surfaces cuirassées. Ce facteur peut avoir une grande importance pratique. Les études récentes ont montré que seules les latérites de vieilles surfaces d'aplanissement, qui ont subi une longue évolution, sont localement bauxitiques [10]. Sur les croquis au 1 : 50,000 j'ai figuré les différents glacis et lambeaux de pénéplaines cuirassés par des traits horizontaux ou verticaux ou bien par des quadrillés, jouant sur l'écartement des traits pour les distinguer : ils sont d'autant plus espacés que la surface cuirassée est plus récente [9, 10, 11]. Les taches bauxitiques au milieu des latérites plus ferrugineuses ont été indiquées par une lettre ou par un grisé [9, 10]. Des petites flèches donnent le sens de la pente; on peut faire varier l'épaisseur du trait en fonction de la valeur de la pente [9].

Nous avons vu que ces cuirasses, formées à faible profondeur par lessivage de haut en bas ou oblique, sont attaquées par l'érosion depuis qu'elles sont venues en affleurement. Sur les glacis supérieur, les plus anciens, la partie la plus dure du revêtement a souvent été décapée et un niveau moins imprégné par les oxydes de fer, donc plus tendre, apparaît. La surface du glacis n'est alors plus rigoureusement plane, mais présente un micro-relief complexe de marche d'escalier, de creux, de petites crêtes. Cependant pour pouvoir cartographier cette dégradation il faut adopter une échelle assez grande. Sur le croquis morphologique des environs de Tinkoto (région de Kédougou), levé au 1 : 25,000, je la signale par les tiretés remplaçant les traits continus [11]. Une dernière question se pose pour ces glacis cuirassés : le matériel cimenté par les oxydes de fer est-il autochtone ou allochtone ? en d'autres termes, provient-il de la décomposition de la roche in situ ou a-t-il été apporté par ruissellement ? Il est en général difficile de répondre à cette question, pourtant d'une importance majeure pour la prospection minière par méthode géochimique, qu'on essaie d'appliquer à ces vastes surfaces cuirassées sans le moindre affleurement de roche. Faute de coupes naturelles, il faut alors procéder à un certain nombre de sondages, car le matériel de surface ne peut donner que des indications peu sûres [12]. Or ces sondages qui demandent des moyens financiers d'une certaine ampleur, sont peu nombreux jusqu'à présent : on ne peut donc encore préciser sur la carte si la cuirasse est « autochtone » ou « allochtone » que dans de petits secteurs nettement localisés.

Nous voyons par ces remarques qu'il faut attacher une grande importance à la représentation des surfaces cuirassées, si étendues dans les régions tropicales de l'Afrique de l'Ouest. Je traiterai plus brièvement les surfaces planes rocheuses ou sablonneuses, qui

caractérisent les zones plus sèches. On les suit depuis les régions de savane arborée jusqu'en plein désert. Nous les avons déjà rencontrées en bordure de la basse-vallée du Gorgol et de celle du Sénégal, en aval de Bakel. On peut aussi les classer en deux catégories: les bas glacis, non cuirassés, qui s'étalent largement sur les roches tendres ou se limitent à une bande de part et d'autre du lit majeur des rivières dans les roches dures; les plateaux tabulaires, souvent superposés, qui dominent les bas-glacis parfois de plusieurs centaines de mètres. Les glacis n'ont souvent qu'une pente infime, inférieure à 1°; par ci, par là, apparaissent des dalles rocheuses où pointent des chicots à allure ruiniforme au milieu de la nappe sableuse. Il n'est naturellement pas possible de figurer ces petits détails sur les croquis au 1 : 50,000; seul sont représentés les inselbergs d'un certain volume.

Les plateaux sont, par contre, presque toujours dénudés. Certaines roches, notamment les grès et les grès-quartzites, sont profondément hachées par des réseaux de diaclases. Les plus importantes guident souvent les ravins qui dissèquent le plateau, intervenant ainsi dans la morphogénèse. C'est pourquoi il m'a paru utile de les indiquer par un tireté long et mince [9]. Les plateaux élevés portent parfois encore des témoins du manteau latéritique de la surface d'aplanissement éocène, notamment dans la région de Kita [9] et plus au Nord dans le massif de l'Assaba. Ces surfaces planes, à la roche burinée, se terminent généralement par une corniche subverticale, de hauteur très variable. Je l'ai figurée au moyen d'un trait renforcé; l'épaisseur du trait permet de distinguer les corniches importantes, hautes de plus d'une dizaine de mètres, et celle qui n'ont que quelques mètres. Dans les formations gréseuses du Plateau Mandingue les couches dures alternent souvent avec des niveaux plus tendres (grès-quartzites sur grès friables ou argileux). Les versants des grands plateaux présentent donc en général une série de gradins avec petits replats structuraux. Sur ce croquis les traits épais des corniches successives rendent bien ce relief en gradins [9]. Sous les corniches, les versants sont en général couverts d'éboulis, colonisés et fixés par la savane arborée. Je ne les ai pas encore figurés, n'ayant pas eu le temps de cartographier ces formations de pente qui ne présentent pas d'intérêt pour la prospection minière; mais il suffirait de les porter sur les croquis pour les compléter.

Ce rapide tour d'horizon montre que l'élaboration des cartes géomorphologiques est bien amorcée dans les bassins du Sénégal et de la Gambie. On peut la considérer comme une oeuvre pionnière, puisque les reconnaissances géomorphologiques débutent seulement dans les « pays neufs ». Et même dans la plupart des « vieux pays », où les recherches se poursuivent depuis plusieurs décades, le levé de cartes géomorphologiques à grande échelle ne remonte qu'à ces toutes dernières années. Il faut souligner que, dans notre cas, les recherches orientées directement vers des applications pratiques ont permis de progresser à une bonne cadence dans des régions d'accès et de parcours difficiles. Les cartes ont été levées le plus souvent à l'échelle du 1 : 50,000, quelquefois à celle du 1 : 25,000. Celles au 1 : 200,000 donnent des vues d'ensemble de grandes régions sans simplifications excessives. Nous avons vu que les éléments à cartographier sont très divers, allant des dépôts de vase et des cordons sableux actuels jusqu'aux lambeaux de vieilles pénéplaines couvertes d'un épais manteau latéritique, en passant par des dépôts marins anciens, des formations alluviales variées, plusieurs systèmes dunaires,

des glaciis sableux, des glaciis étagés couverts de cuirasses ferrugineuses, des inselbergs et des plateaux aux roches diaclasées. Comme le but pratique auquel devait répondre la carte ou le croquis variait souvent d'une étude à l'autre, nous avons mis l'accent tantôt sur tel facteur ou tel élément, tantôt sur tel autre. C'est pourquoi il n'a pas été possible jusqu'à présent d'établir une légende uniforme. Le moment est venu de se pencher sur ce problème.

#### NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Tricart J., Notice de la carte géomorphologique du Delta du Sénégal. Mémoire du B.R.G.M.
- [2] Michel P., Note sur la géomorphologie des environs de Saint-Louis et les dépôts de coquillages — Arch. M.A.S. mars 1957, Bull. n° 108.
- [3] Michel P., Rapport sur la géomorphologie de la vallée alluviale du Gorgol et de sa bordure — Arch. M.A.S. — nov. 1956, Bull. n° 107.
- [4] Michel P., Rapport préliminaire sur la géomorphologie de la vallée alluviale du Sénégal et de sa bordure (de Bakel à Richard-Toll) — Arch. M.A.S. — déc. 1957, Bull. n° 111.
- [5] Michel P., Étude géomorphologique de la Casamance et de la Gambie méridionale — Arch. B.R.G.M. — mars 1961.
- [6] Michel P., L'évolution géomorphologique des bassins du Sénégal et de la Haute-Gambie. Les rapports avec la prospection minière. Revue de Géomorphologie Dynamique 1959 n° 5 à 12, p. 117 à 143.
- [7] Michel P., Note sur l'évolution géomorphologique des vallées de la Kolinbine, du Karakoro et du Sénégal dans la région de Kayes. Arch. B.R.G.M., avril 1960.
- [8] Michel P., Rapport de mission au Soudan occidental et dans le Sud-Est du Sénégal. Fasc. II: dépôts alluviaux et dynamique fluviale — Arch. B.R.G.M. — sept. 1959.
- [9] Michel P., Observations sur la géomorphologie et les dépôts alluviaux des cours moyens du Bafing et du Bakoy (Rép. du Mali) — Arch. B.R.G.M. — juillet 1962.
- [10] Michel P., Rapport de mission au Soudan occidental et dans le Sud-Est du Sénégal. Fasc. I: Recherches de bauxite — Arch. B.R.G.M. — février 1960.
- [11] Michel P., Note sur les formations cuirassées de la région de Kédougou (Sénégal) — Arch. B.R.G.M. — avril 1961.
- [12] Michel P., Étude géomorphologique des sondages dans les formations cuirassées de la région de Kédougou (Sénégal). Arch. B.R.G.M. — juin 1962.

#### Abréviations:

B.R.G.M.: Bureau de Recherches Géologiques et Minières  
M.A.S.: Mission d'Aménagement du Sénégal

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

TADEUSZ MURAWSKI

Toruń

DIE ROLLE DER AUSFÜHRLICHEN GEOMORPHOLOGISCHEN KARTE  
BEI DER BEARBEITUNG DER PHYSIOGRAPHISCHEN GRUNDLAGEN  
DER STADT- UND LANDBEZIRKSPLANUNG

I. EINLEITUNG

Unsere Konferenz ist den Problemen der Ausnutzung der Ergebnisse von geomorphologischen Forschungen für praktische Zwecke gewidmet. Mein Referat widme ich ausschliesslich der Bedeutung der geomorphologischen Karte des Polnischen Flachlandes bei der Gestaltung der Raumpläne für Ansiedlung und Bearbeitung der Bewirtschaftungspläne sowie Einrichtung der bestehenden Stadtansiedlungen. Die Bedeutung der geomorphologischen Karte ist in diesem Fall jedoch beschränkt, da sie Informationen erteilt zur Durchführung der Qualitätschätzung nur einer Komponente der geographischen Naturlandschaft.

II. BEARBEITUNG DER PHYSIOGRAPHIEN FÜR STÄDTE

Die intensive Entwicklung der Industrie in unserem Land nach dem zweiten Weltkrieg und der damit verbundenen grossen Zuströmung von Menschen — die auf dem Lande entbehrlich waren — zur Arbeit in der Stadt, sowie grosse Kriegsvernichtungen, veranlassten dringend schnellen Auf- und Ausbau der Städte. Man muss dabei klar sein, dass ein grosser Teil unserer Städte alte, in früheren historischen Zeiten erbaute, Ansiedlungen sind. Diese Ansiedlungen wurden im Verteidigungslände lokalisiert, also im Gelände wo es schwer heranzukommen ist. Die zuvor günstige Lage wurde nun zur Hemmung bei dem Ausbau der Stadt, oder sogar zwingt sie zum Ausbau auf einem durchaus ungünstigen Gelände. Diese Tatsache sowie die Anwendung von schnellen Baumethoden, wobei ungünstige Erscheinungen bei der Grundlage des Baues nach dem Bauabschluss und nicht während der Bauzeit vorkamen, waren der Grund nicht immer begründeter ökonomischer Verluste.

Um diesen Verlusten vorzubeugen entwickelte sich in unserem Land eine neue Disziplin der physischen Geographie — die sogenannte urbanistische Physiographie. Am Anfang der Entwicklungszeit dieser Disziplin befassten sich damit vor allem wissenschaftliche Institute, insbesondere geographische. Dort auch wurden die Problematik und die Methoden der physiographischen Bearbeitungen vorbereitet. Da jedoch der Bedarf immer grösser wurde, gründeten sich Betriebe deren Spezialität die Herstellung von physiographischen Dokumenten ist.

Die Aufgabe einer urbanistischen Physiographie ist die Bedingungen der betreffenden Umgebung in solcher Art vorzustellen, damit der Urbanist und Verfasser des Bewirtschaftungsprojekts sich orientieren kann, welche Flächen und weshalb als Bauplatz nicht geeignet sind, welche noch weiteres Studium benötigen, wo und weshalb Schwierigkeiten entstehen, und wo keine Hindernisse bestehen um jeden Entwurf frei auszuführen. Es ist dabei zu bemerken, dass übereinstimmend mit den in Polen verbindlichen Gesetzen kein Bewirtschaftungsplan der Stadt ohne der Vorlage einer urbanistischen Physiographie entgeltig bewilligt werden kann.

Bevor ich die Bedeutung der ausführlichen geomorphologischen Karte für dieser Art Bearbeitungen bespreche, möchte ich Ihnen zuerst beispielweise einige physiographische Bearbeitungen vorlegen, die für die Städte der Woiwodschaft Bydgoszcz, bei uns hergestellt wurden. Diese Vorlagen sind jedoch beschränkt, da die Geländequalifikation von drei Elementen der Umgebung abhängig ist — und zwar: den Landschaftsformen, dem geologischen Bau und den Wasserverhältnissen. Die Bearbeitung einer Physiographie verläuft in drei Etappen: Inventarisierung, Qualitätsschätzung und Qualifikation.

Zur Inventarisierung gehört das Sammeln von tatsächlichen Material, das zur Durchführung einer Qualitätsschätzung und Qualifikation des betreffenden Geländes unentbehrlich ist. Das Beispiel einer Inventarisierung sind Karten der Geländeneigungen, der geologischen Gründe, der Wasserverhältnisse und der Trockenschicht. Auf der Geländeneigungskarte unterscheidete man sechs Neigungsgruppen. Auf der geologischen Grundkarte ist verschiedener Grund vorgestellt, der geotechnisch erklärt ist. Auf der Wasserverhältnisskarte wurde die Lage des Wassers mit Hydroisobathen bezeichnet. Es wurden ebenfalls das Oberflächenwasser, die Ausflüsse des Grundwassers zur Oberfläche, die technischen Einrichtungen der Wasserwirtschaft und der gleichen bezeichnet. Hiermit endet die Etappe der Inventarisierung und beginnt die Etappe der Qualitätsschätzung.

Zur Qualitätsschätzung gehört die Beurteilung der Eigenschaften eines Elements der geographischen Naturlandschaft mit Berücksichtigung der urbanistischen Zwecke.

In den vorgezeigten Arbeiten wurde die Qualitätsschätzung nicht graphisch vorgestellt. Man begnügte sich mit einer Beschreibung der einzelnen Elemente. Man unterschied hierbei vier Neigungsklassen, vier Grundklassen und vier Wasserklassen für Bauzwecke. Das Kriterium für Qualitätsschätzung ist: die Grösse der Neigung, die Druckwiderstandsfähigkeit des Bodens und die Lage des Grundwasserspiegels sowie dessen Senkungsmöglichkeit.

Es folgt jetzt die dritte und die wichtigste Arbeitsetappe, es ist die Qualifikation, wobei das Forschungsgelände vielseitig begutachtet wird. Zur Qualifikation müssen zuvor die Klassen der Qualitätsschätzung aus-

gesondert werden. Der Effekt einer allseitigen Beurteilung ist die Qualifikationskarte. Auf dieser Karte unterscheidet man fünf Kategorien der Qualifikationsbezirke, die mit den Buchstaben von *A* bis *E* bezeichnet werden. Die allgemeine Charakteristik der einzelnen Bezirke ist folgend: Bezirk *A* umfasst Bezirke die sich besonders für Wohnungsbau eignen. Bezirke *B* und *C* eignen sich für den Bau, doch bestehen dort weniger günstige naturelle Verhältnisse. Bezirke *D* und *E* eignen sich überhaupt nicht zum Bau — der erste wegen grosser Neigung, der zweite wegen schlechten Wasserverhältnissen und untragbarem Grund.

Wir müssen jedoch erklären, welche praktische Bedeutung eine ausführliche geomorphologische Karte bei dieser Art Bearbeitung hat. Der Vergleich einer geologischen Bodenkarte besonders der dort vermerkten geologischen Bodenzonen, mit der geomorphologischen Karte zeigt, dass diese Zonen im allgemeinen sich mit den geomorphologischen Einheiten decken, und Unterschiede nur in wenig wichtigen Einzelheiten bestehen. Wenn uns also eine ausführliche geomorphologische Karte zur Verfügung steht, können wir mit grosser Annäherung annehmen, welche geotechnische Verhältnisse dort bestehen. Es hat eine besonders grosse Bedeutung bei der Anfertigung einer physiographischen Beurteilung, welche hauptsächlich auf Grund der schon vorhandenen Arbeiten und kurzer Erkundung im Gelände, entsteht. Auf Grund der geomorphologischen Karte kann man ziemlich genau bezeichnen, welches Gelände für Bauzwecke das Günstigste ist.

Nach Berücksichtigung der morphometrischen Angaben, welche eine morphologische Karte enthält, kann man diejenige Gebiete, die als Baugelände ungünstig sind, ausschliessen. In dieser Weise kann die ausführliche geomorphologische Karte des Polnischen Flachlandes in Beziehung zu den physiographischen Beurteilungen die geologische Bodenkarte und Neigungskarte ersetzen. Ich muss hier hinzufügen dass die ausführliche geomorphologische Karte einigermaßen auch die Karte der Wasserverhältnisse ersetzen kann. Dies ist ein besonderes Problem. Ich möchte sie jedoch bekannt machen mit der Probe die im unserem Institut ausgeführt wurde, und welche vom Verhalten der Grundwasser in Abhängigkeit von den Formen und Bauart des Geländes handelt. Auf der Grundlage der genauen Geländeforschungen hat man annähernd die Gestaltung der Grundwasser festgestellt. Obwohl diese Angaben nicht streng verbindlich sind, können sie jedoch einigermaßen eine Karte der Wasserverhältnisse ersetzen. Auf diese Art ist es möglich auf Grund einer ausführlichen geomorphologischen Karte eine wertvolle physiographische Beurteilung auszustellen.

Die geomorphologische Karte hat eine grosse Bedeutung im Bereich der Ausfertigung der allgemeinen und einzelhaften Physiographien. Es sind dazu zwar besondere Geländeforschungen nötig, jedoch sind diese nur im engen Bereich des Bearbeitungsgebietes beschränkt. Der Besitz einer geomorphologischen Karte ermöglicht uns die Betrachtung des bearbeiteten Gebietes nicht isoliert, sondern im grösseren Rahmen. Ausserdem erleichtert diese Karte das richtige Planen der Forschungen, deren Konzentrierung in wesentlichen Stellen, und im Notfalle der Umgestaltung einer der Eigenschaften der Umgebung, ist die Folgerung betreff der Art und Richtung der Umgestaltung auch viel erleichtert. Die zahlreichen Aussprüche derjenigen Leute, die beruflich mit der Ausfertigung der Physiographien beschäftigt sind, bestätigen die grosse Bedeutung der geomorphologischen Karte.

Eine grössere Bedeutung hat die geomorphologische Karte bei der Bearbeitung der Physiographien der Landkreise. Dieses ist ein neues Problem. Gemäss den verbindlichen Direktiven sollen die Physiographien der Landkreise folgende Aufgaben erfüllen:

1. Für die Bedürfnisse der Landwirtschaft — die Nützlichkeit der Gebiete für bestimmte Gebrauchsart bezeichnen, die Gebiete ausscheiden für welche eine Regulierung der Wasserverhältnisse notwendig ist und auch solche Gebiete für welche die Errichtung eines Schutzes vor der Bodenerosion nötig ist, sowie andere Eingriffsarten angeben welche die Ergiebigkeit der Landwirtschaft steigern.

All diese Angaben müssten uns ermöglichen das Bezeichnen der entsprechenden Richtungen der Landwirtschaft, eventuelle Änderung der Bodenbenutzung, das Planen der eigentlichen Massnahmen für die Umgestaltung der natürlichen Bedingungen, sowie das Planen des Grades der Notwendigkeit und Möglichkeit einer Mechanisierung der Landwirtschaft. Also kurz gesagt, sollen sie uns die nötigen Hinweise erteilen, welche zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion und zur Bearbeitung der Besiedlungspläne unentbehrlich sind.

2. Im Bereich der Tauglichkeit für die Besiedlungszwecke — eine Physiographie soll feststellen welche Gebiete sich als Baugelände eignen und welche zu diesen Zwecken ungünstig sind. Sie soll auch das Vorkommen verschiedener Mineralrohstoffe, besonders der Rohstoffe für Baubedürfnisse, bezeichnen. Weiterhin soll man dank der Physiographien die Bedingungen des schon erbauten Siedlungsnetzes beurteilen können, sowie die günstige oder ungünstige Lage der Siedlungen unterscheiden und Hinweise zur Erweiterung des Siedlungsnetzes erhalten.

Diese Angaben mit den Angaben aus dem Bereich der Landwirtschaft sollen uns das Material zur Analyse des heutigen Siedlungsnetzes, die Hinweise zur weiteren Gestaltung der Siedlung und deren Verbindungsnetzes, und auch zur Errichtung der Erholungsstätten verschaffen. Ausserden sollen sie hinweisen, wo die Ausbeutung der Mineralrohstoffe, besonders der Baustoffindustrie, möglich ist. Natürlich wird dabei die Möglichkeit einer Entwicklung der örtlichen Industrie in Betracht genommen.

Das waren im allgemeinen die Aufgaben einer urbanistischen Physiographie der Landkreise. Und was für eine Rolle spielt hier die ausführliche geomorphologische Karte? Ihre Bedeutung könnte man wie folgt präzisieren:

#### a) im Bereich der Ansiedlung

Die geomorphologische Karte, auf der man die geomorphologischen Einheiten und ihre Bauart bezeichnet hat, ermöglicht uns das Aussondern der günstigen Baugebiete, sowie der Gebiete, die sich für Bauzwecke nicht eignen. Es ist sehr wesentlich, dass das Aussuchen der Baugebiete ohne spezielle zusätzliche Forschungen im Gelände möglich ist. Die Bearbeitung eines Bewirtschaftungsplanes, insbesondere eines Siedlungsnetzes, benötigt auch noch eine Analyse der Form und der zur Zeit dort wirkenden Faktoren. Man kann zum Beispiel beim Bearbeiten der Baupläne für Erholungsstätten im Küstengebiet die Analyse der Küstenlinie und aller Faktoren, die auf die Küstenlinie gegenwärtig



einwirken können, nicht unterlassen. Ausserdem sind die Oberflächenformen oft sehr bedeutend für andere Naturbedingungen des betreffenden Gebiets. Das Lokalklima, welches von geomorphologischen Formen abhängig ist, hat zum Beispiel eine grosse Bedeutung für das Siedlungsnetz sowie für die geplante Weiterentwicklung der Ansiedlungen.

b) im Bereich der Landwirtschaft

Der wichtigste Faktor, der die Entwicklung der Landwirtschaft beeinflusst, ist die Qualität des Bodens. Die geomorphologische Karte gibt uns im allgemeinen manche Hinweise über die Qualität des Bodens, aber eine grössere Bedeutung hat sie bei der Ausfertigung einer Bodenkarte durch den Bodenartforscher. Ich muss hier hinzufügen, dass die geomorphologische Karte grossen Bedarf bei den Bodenartforschern findet, da sie ihnen sehr behilflich bei einer Feststellung des Auftretens von verschiedenen Bodenarten ist. Die Bedeutung einer geomorphologischen Karte in solcher Auffassung ist natürlich indirekt. Diese Karte hat auch eine direkte Bedeutung, und zwar dient sie zur Bezeichnung der Gebiete die vor verschiedener Bodenerosion geschont werden müssen, und vor allem kann man aus solcher Karte urteilen, welche entsprechenden Mittel gegen vorkommende Erosion vorzunehmen sind. Die Frage der Entwässerung oder Bewässerung eines Gebietes kann man nicht lösen ohne die Berücksichtigung der Bodenformen dieses Gebietes. Die Mechanisierung der Landwirtschaft, insbesondere die Mechanisierung der Ackerbestellung, muss der Gestaltung der Oberfläche des betreffenden Gebiets angepasst werden.

c) im Bereich der Entwicklung der Lokalindustrie

Die auf der Karte ausgesonderten Sanderflächen, Oser, Kames und manchmal auch Endmoränen informieren uns wo Sand, Kies und Steine auftreten. Die bezeichneten Staubeckenebenen und manchmal auch Kames, sowie eine genauere Charakteristik der Gestaltung der Grundmoränen informieren uns über das Auftreten der keramischen Tonerden. In den Verhältnissen des Polnischen Flachlandes sind es die wichtigsten Baurohstoffe.

#### IV. ABSCHLUSS

Eine ausführliche geomorphologische Karte hat auch für andere Gebiete der wirtschaftlichen Tätigkeit des Menschen eine Bedeutung, aber das gehört schon nicht zum Thema dieses Referats. Zum Schluss will ich hinzufügen, dass jeder Physiograph seine Arbeit von der Analyse der Bodenformen beginnt, denn so empfehlen es die für solche Arbeiten verbindlichen Anweisungen.

Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page. The text is mirrored and difficult to decipher.

A. PISSART, P. MACAR

Liège

LÉGENDE DE LA CARTE GÉOMORPHOLOGIQUE DU DOMAINE  
DE L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE, AU SART TILMAN \*

FONDS DE VALLÉE ET TERRASSES

1. *Plaine alluviale* de l'Ourthe : La plaine alluviale de l'Ourthe située entre le passage à niveau de Colonster, et la ferme du même nom, est inondée lors des crues de la rivière. Toutefois, une partie importante de sa surface, située au pied du versant, a été recouverte récemment de déblais, et est maintenant de ce fait, à l'abri des inondations.

2. *Surfaces subhorizontales* correspondant à des terrasses de l'Ourthe couvertes d'alluvion : Des lambeaux de trois niveaux de terrasses distinctes ont été retrouvés dans les limites du domaine de l'Université. La terrasse inférieure, dont la surface topographique se trouve à 130 m, correspond d'après C. Ek (1956), au niveau n° 4 de la Meuse (classification P. Macar 1939). La terrasse de 170 m témoigne de l'existence d'un méandre très important de l'Ourthe en cet endroit, lors de l'édification de la plaine alluviale du niveau n° 6. Enfin, à l'W. de la ferme du Sart, un lambeau situé à 182 m, est un reste du niveau de terrasse n° 7.

3. *Anciennes alluvions* de l'Ourthe recouvertes de dépôts de pente : En plusieurs endroits, les dépôts de terrasses sont masqués du côté du versant par des dépôts de pente qui les recouvrent. La limite des alluvions ainsi cachées est souvent difficile à préciser.

4. *Terrasse dénudée* : Deux replats extrêmement bien développés à l'altitude de 212 m paraissent être des terrasses dénudées de l'Ourthe. Il n'est pas exclu que quelques cailloux roulés y soient encore conservés.

L'éperon entre le ruisseau de Sordeye et l'Ourthe, montre un étroit replat à la côte de 140 m. Ce replat constitue probablement un témoin du niveau de terrasse 5'. Par ailleurs, le même symbole de terrasse dénudée a été figuré à l'extrémité inférieure de la terrasse de 170 m, où

\* Paper contributed by scholar who could not attend the Conference meetings.

il reflète surtout l'incertitude où nous nous trouvons en ce qui concerne l'extension exacte de la couverture de cailloux roulés.

5. *Terrasse polygénique* : A côté d'une terrasse polygénique typique, située à proximité du passage à niveau de Colonster, et dont l'extension est mal précisée, il est possible que certaines parties des versants reliant entre elles les différentes terrasses, soient également des terrasses polygéniques, en partie remaniées.

6. *Cônes de déjection* : A son arrivée dans la plaine alluviale de l'Ourthe, le ruisseau du Blanc Gravier a édifié un cône de déjection important, de forme absolument caractéristique. Un cône semblable, mais beaucoup moins étendu a été construit par le ruisseau situé immédiatement au S.

7. *Fond plat, large de 4 à 10 m, dans le cours supérieur des ruisseaux* : Les parties amont des vallées montrent généralement, sur une certaine longueur, un fond plat, de largeur souvent assez irrégulière, et qui témoigne sans doute de processus différents du simple écoulement fluvial. On y trouve d'ailleurs parfois des indices actuels de mouvements de masse longitudinaux favorisés par l'humidité qui y règne. Ces fonds proviennent peut-être du remblayement de vallées à section transversale en V.

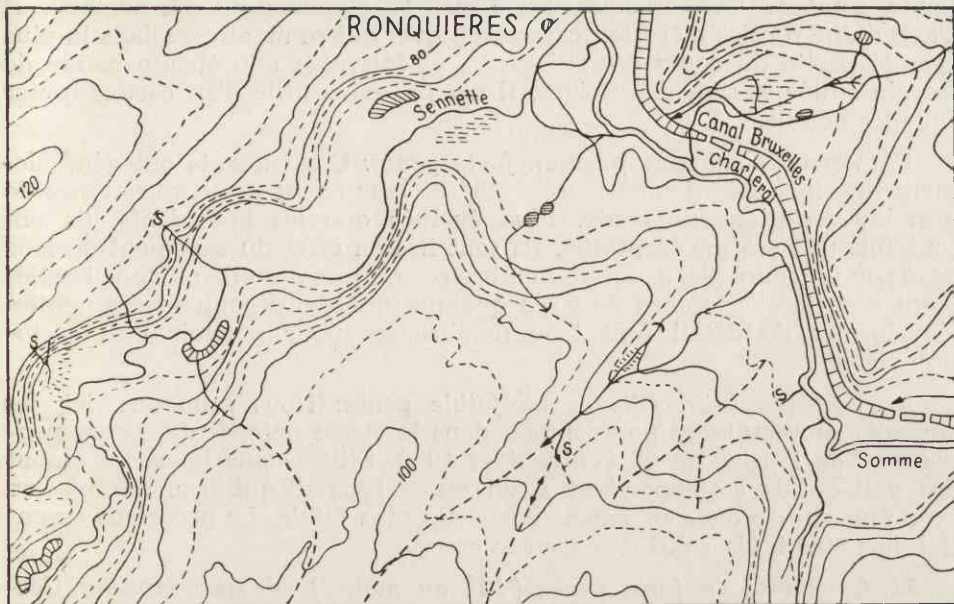
8. *Coulées de congéfluction longitudinale* : Nous n'avons indiqué sur la carte que deux coulées de solifluction, celles qui étaient les plus typiques. La plus importante, située dans la partie supérieure du ruisseau du Blanc Gravier, est longue de près de 200 m et entourée par deux ruisseaux parallèles. Descendue du plateau sous forme d'une langue de boue, cette coulée de solifluction s'est mise en place pendant les périodes froides du quaternaire, sous l'influence des alternances de gel et dégel. C'est vraisemblablement sa formation qui a provoqué, près de son extrémité amont, la disparition locale de l'abrupt structural mentionné au point 21.

## VERSANTS

11. *Versants raides, dûs à l'érosion actuelle au pied du versant*: Ces versants sont la conséquence de l'érosion actuelle des ruisseaux. Il s'agit généralement de pentes très inclinées, nées du sapement de leur base par le cours d'eau. D'ordinaire rectiligne lorsqu'ils sont localisés dans des dépôts meubles, ils deviennent irréguliers dans le paléozoïque. Ce type de versant est interrompu à la partie supérieure par une rupture de

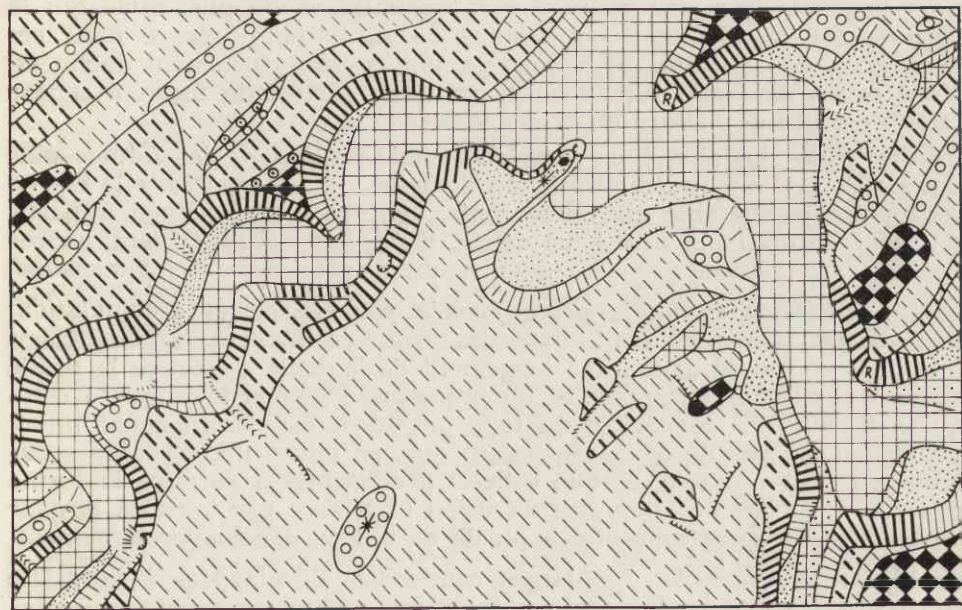
La carte géomorphologique de domaine de l'Université de Liège, au Sart Tilman

1 — Fond de vallée principale pente  $< 2^\circ$ , souvent  $0,5$  à  $1^\circ$ ; 2 — Fond de vallée secondaire toujours inférieure à  $5^\circ$ ; 3 — Versant modèle par l'action principale de l'érosion verticale ou latérale d'une rivière; souvent subrectiligne = pente  $> 20^\circ$ ; 4 — Idem à pente moins forte de  $10$  à  $20^\circ$ ; 5 — Versant ancien de la rivière ou versant convexe  $< 10^\circ$ ; 6 — De  $5'$  à  $12^\circ$  versant convexe; 7 — De  $0,5$  à  $5^\circ$  versant convexe; 8 — Concavité basale (pente de  $2$  à  $10^\circ$ ) dans vallée; 9 — De  $2$  à  $5^\circ$  versant concave; 10 — De  $5$  à  $10^\circ$  versant concave; 11 — Replât de  $0$  à  $0,5$ ; 12 — Replât d'origine structurale; 13 — Col; 14 — Carrière désaffectée; 15 — Rupture de pente en rideau; 16 — Glissement de terrain; 17 — Encaissement d'un ruisseau ou berges abruptes de la rivière principale; 18 — Source; 19 — Étang; 20 — Marécages; 21 — Encaissement à la source; 22 — Écluse du canal; 23 — Thalweg de vallon sec, avec petite partie concave de chaque côte.



Echelle : 1:15000 { Traits plein : 10 m  
 Equidistance : 5 m } pointille : 5 m

1



2

- |    |      |    |    |    |    |    |    |
|----|------|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2    | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
| 9  | 10   | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 17 | S 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |    |

pente convexe très brusque, montrant la jeunesse du phénomène. Il s'agit d'une reprise d'érosion caractéristique, qui se manifeste dans la plus grande partie du cours des ruisseaux, et intéresse une étroite bande de terrain située sur les deux rives. Il n'a pas paru utile d'en cartographier tous les détails.

12. *Versants subrectilignes en forte pente*: Ces versants ont généralement une inclinaison supérieure à  $25^\circ$  et leur profil ne montrent pas de grandes variations de pente. Plus évolués que les précédents, ils ont toutefois une origine identique. Ils sont nés en effet du sapement de leur base par un cours d'eau. En de nombreux endroits des sillons de ruissellement récents et profonds de 0,5 à quelques mètres découpent ces pentes. Ces formes de détail sont trop nombreuses pour pouvoir être cartographiées.

13. *Versants subrectilignes en faible pente*: Nous groupons ici les versants subrectilignes non compris dans la classe précédente. Leurs pentes sont de l'ordre de  $6^\circ$  (entre  $4^\circ$  et  $10^\circ$ ). Situés dans la partie amont des vallées, ils correspondent à un autre type d'équilibre, en relation avec une vitesse d'encaissement beaucoup plus faible. Le processus essentiel doit être ici la solifluction ou le creep.

14. *Concavité en forte pente ( $15^\circ$  au moins) née par érosion*: Certains versants subrectilignes en forte pente, montrent localement des concavités nettement marquées, dont les pentes peuvent varier de  $15^\circ$  pour la partie la moins inclinée à  $35^\circ$  pour la partie plus raide qui la surmonte. Généralement une rupture de pente nette sépare dans ces concavités une section faiblement et une section fortement inclinées. Nous avons distingué sur la carte ces deux parties de façon à rendre mieux compte de l'allure de la concavité.

Une concavité d'un type semblable, mais présentant des formes plus douces s'observe à l'extrémité S. du domaine. Par sa genèse, elle est en tout point comparable aux précédentes, encore que façonnée à partir d'une pente originellement plus douce. Sans doute s'agit-il dans un cas comme dans l'autre, d'amorce de niveaux d'aplanissement quaternaires.

15. *Concavité en faible pente formée par érosion et accumulation*: Les versants situés en contrehaut des terrasses montrent généralement une belle concavité dans le prolongement de laquelle se trouve la partie subhorizontale de la terrasse. Si un processus d'érosion identique à celui qui a façonné les concavités du type précédent est certainement intervenu, il n'y a pas de doute cependant que, en outre, une certaine accumulation s'est produite, et que celle-ci a contribué à parfaire la forme concave. Protégée de la reprise d'érosion ultérieure par toute la largeur de la terrasse, cette concavité a pu de ce fait se développer largement.

16. *Large convexité*: Les larges convexités, développées à la partie supérieure du relief indiquent une évolution continue, sans histoire complexe, des secteurs sur lesquels elles s'étendent. Ces convexités sont très généralement regardées comme dues à l'action du creep. On n'y trouve, semble-t-il, qu'une faible épaisseur de dépôts de pente recouvrant le bed-rock.

17. *Courte convexité*: Les courtes convexités sont toujours des secteurs de raccord entre deux tronçons de versants qui subissent ou ont subi une évolution propre différente. C'est la zone où deux processus dif-

férents se rencontrent, ou se sont rencontrés autrefois; le processus d'aval étant toujours le plus rapide, qu'il s'agisse de l'érosion verticale ou latérale d'une cours d'eau, ou encore que nous nous trouvions à l'extrémité amont de la région où le processus (de solifluction probablement) responsable de l'édification des concavités, devient prépondérant.

18. *Versant en pente faible dégagé dans les sables*: Un type de versant particulier s'étend largement, sur la retombée N. de la crête du Sart Tilman. Sa caractéristique essentielle est sa faible inclinaison ( $3^\circ$  au maximum). Des mesures très soigneuses seraient nécessaires en chaque endroit, pour préciser si son allure est convexe, concave ou rectiligne. La campagne de sondages menées par le service du Professeur Calambert, a vérifié que ces pentes sont développées dans des sables.

19. *Versant concave provenant de l'évolution d'un versant subrectiligne en forte pente due à l'érosion de la rivière*: A proximité du ruisseau du Blanc Gravier, autour de la terrasse de 170 m, on distingue un large amphithéâtre dû à l'érosion latérale de l'Ourthe au moment de l'établissement de cette ancienne plaine alluviale.

20. « *Abrupt* » très atténué, développé dans les sables: (pente maximum  $4^\circ$ ) forme très nette à l'Est de la tour du « Bol d'air » et probablement façonnée lors du dégagement du niveau d'aplanissement (N $^\circ$  24) qui la touche à sa base.

#### FORMES STRUCTURALES

21. *Abrupt structural*: Au S. du domaine, un abrupt structural très net correspond à l'épaisseur des sables oligocènes et de la nappe moins épaisse des graviers liégeois qui les surmontent. Cet abrupt, dont la pente atteint  $16^\circ$  (ce qui est le double du versant qui le prolonge vers le bas), est dû à la résistance plus grande des graviers.

22. *Fragment de pénéplaine exhumée*: Immédiatement au N. de l'abrupt structural ci-dessus apparaît une surface plane de faible éten due qui correspond au dégagement de la surface pénéplainée du paléozoïque (pénéplaine prémaestrichtienne).

23. *Replat structural*: Les graviers liégeois constituent un niveau résistant dont la surface supérieure, plus ou moins modifiée par la solifluction, est conservée au S. du domaine.

#### SURFACE D'APLANISSEMENT

24. *Lambeau d'aplanissement*: Le grand replat développé le long de la route du Condroz vers 248-250 m, paraît bien un lambeau aplanissement développé sur les sables oligocènes.

#### DIVERS

25. *Versant raide d'une vallée asymétrique*: Ce symbole a pour but de souligner l'existence, dans les parties tout à fait supérieures des Ruisseaux du Blanc Gravier et de Sordeye, de tronçons de vallées asymétriques dont le versant sur est le plus raide.

... 19. Vozrast en gants f...  
... 20. Vozrast en gants f...  
... 21. Vozrast en gants f...

... 22. Vozrast en gants f...  
... 23. Vozrast en gants f...  
... 24. Vozrast en gants f...

... 25. Vozrast en gants f...  
... 26. Vozrast en gants f...  
... 27. Vozrast en gants f...



JERZY POKORNY, MARIA TYCZYŃSKA

Kraków

METHOD OF EVALUATION OF RELIEF FOR LAND PLANNING  
 PURPOSES (ON EXAMPLE OF THE REGION OF KRAKÓW)

A detailed study of the relief of Kraków and its region and the evaluation of this relief for economic purposes was one of the basic works necessary for the elaboration of an urban plan for this area (about 2,000 square km.). This work was done from 1957 to 1962 at the Department

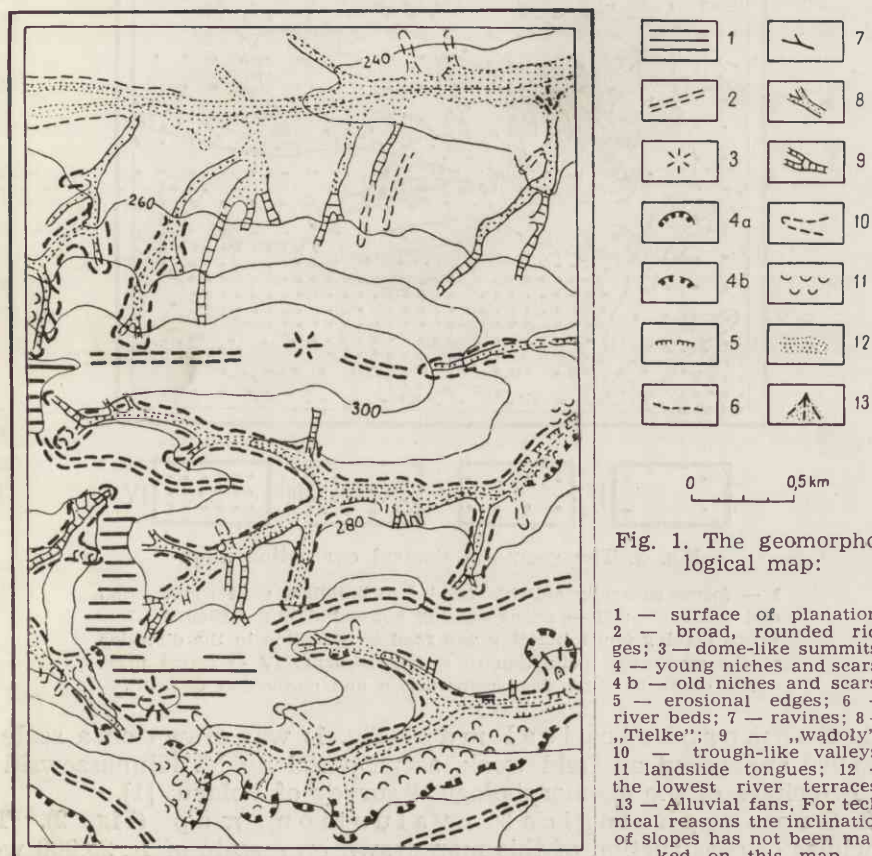


Fig. 1. The geomorphological map:

- 1 — surface of planation; 2 — broad, rounded ridges; 3 — dome-like summits; 4 — young niches and scars; 4 b — old niches and scars; 5 — erosional edges; 6 — river beds; 7 — ravines; 8 — „Tielke”; 9 — „wady”; 10 — trough-like valleys; 11 — landslide tongues; 12 — the lowest river terraces; 13 — Alluvial fans. For technical reasons the inclination of slopes has not been marked on this map.

of Physical Geography, Jagiellonian University, under the directions of Professor Dr. M. Klimaszewski for the Urban Planning Bureau in Kraków. It consists of 3 parts: 1. geomorphological map, 2. geomorphological evaluation map, 3. explanatory text.

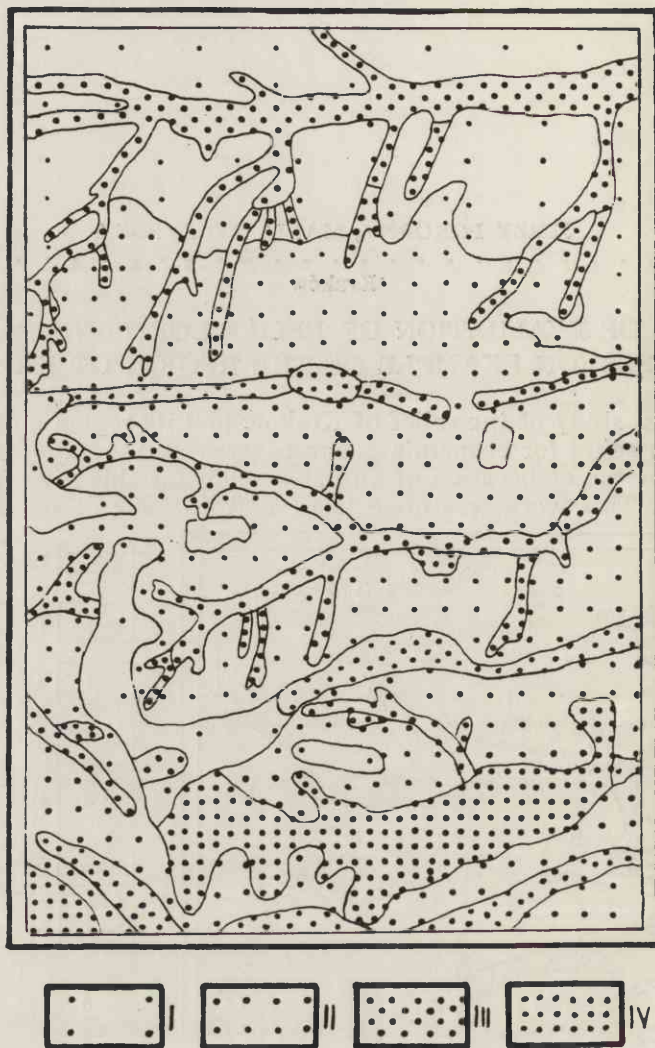


Fig. 2. The geomorphological evaluation map:

I — forms generally suitable for house building, road construction and cultivation; II — forms making house building difficult; III — forms making house building and road construction in the direction of the maximum inclination of slopes difficult; IV — forms making house building, road construction and cultivation difficult.

1. Geomorphological map (Fig. 1) was drawn on a scale of 1:25,000 and based on field work, as proposed by M. Klimaszewski in his 'Principles of the geomorphological survey of Poland' [1].

2. Geomorphological evaluation map (Fig. 2). The principles of construction of this map drawn on a scale of 1:25,000 were

based on the work of M. Klimaszewski [2]. The results of investigations of L. Starke l [3] and E. Jońca [4] describing the technical demands concerning the relief were also taken into consideration.

On the base of the works mentioned above as well as on that of own field investigations the present authors have classified all the forms in the area concerned on the geomorphological evaluation map with reference to their suitability for: (a) house building, (b) road construction, (c) cultivation.

The key to this map is given below (Tables I-IV).

Table I. Landforms generally suitable for house building, road construction and cultivation

Landforms	Reasons for evaluation
1 Surfaces of planation and structural plains	Flatness, compactness, slow dissection
2 Slopes, valley-sides and trough-like valleys inclined up to 8‰	Low inclination, lack of intensive mass movements
3 Plains of the middle and high river accumulation terraces and alluvial fans inclined up to 8‰	Flatness, compactness

Table II. Landforms making house building difficult

1 Broad, rounded ridges	Steepness of the lower part of slopes makes access to the top of a ridge difficult, lack of flat areas
2 Isolated flat areas up to 10 ha on the top of hills and ridges, separated by slopes inclined over 8‰	Hardly accessible small areas
3 Plains of the low river accumulation terraces	Wetness, low compactness, dissection by a dense network of meanders

Table III. Landforms making house building and road construction in the direction of the maximum inclination of slopes difficult

1 Slopes and valley-sides inclined 8-30‰	Steepness, intensive mass movements and soil erosion
2 Trough-like valleys inclined 8-30‰	Steepness, intensive mass movements and soil erosion, danger of the head-water erosion (downcutting)

Table IV. Landforms making house building, road construction and cultivation difficult

1 Narrow and sharp ridges; dome-like, mound and conical summits	Steep slopes, intensive soil erosion
2 Slopes and valley-sides inclined over 30‰	Steepness, intensive mass movements and soil erosion
3 Niches of rockfalle and landslide scars	Steepness, danger of further mass movements

4	Erosional edges of terraces, alluvial cones and slopes	Steepness, danger of further undercutting
5	River beds	Steep, frequently undercut walls, filling with water
6	Abandoned meanders	Steep sides, wet bottom, often filled with water
7	V-shaped valleys	High, steep and rocky valley-sides, mass movements; narrow, strongly eroded valley floor
8	Ravines, gorges, gullies	Steep valley-sides, narrow valley floor often filled with debris, rapid development, accumulation of silt at the outlet of gullies
9	Parowy and "old loess canyons"	Steep valley-sides, floor filled with water and debris during snow melting and rainfalls
10	Tilke — wądoły	Steep valley-sides, "flowing" corrasional valley floor
11	Rockfall talus	Unstable and chaotic arrangement of rock fragments
12	Talus cones	Steepness and unsteadiness
13	Landslide tongues	Unsteadiness, unevenness of the surface, water in underground and surface reservoirs
14	Plains of the lowest river accumulation terraces and corresponding alluvial fans	Non compact, wet, often inundated
15	Suffosional pits	Steep walls, rapid development
16	Sand dunes	Unsteadiness, steepness of the leeward side, unfertile soil
17	Deflation pits	Uneven and wet bottom
18	Solution sink holes	Steep and rocky walls, danger of solution subsidence
19	Sink holes reproduced in the loess cover	Steepness of walls, danger of subsidence, filling with water during rainfalls and snow melting
20	Peat-bog plains	Wet, not compact ground
21	Quarries, clay-, sand- and gravel-pits	Steep walls, uneven floor, often filled with water
22	Road cuttings	Steep walls, rapid development when road cut in the mantle rock, especially in loess (erosion, mass movements)
23	Mining- and slag dumps	Steep walls, low compactness, danger of self-ignition in mining-dumps
24	Artificial mounds	They are protected as the monuments of the past (e.g., Kościuszko-Mound)
25	Surface water	

The map of the evaluated forms was drawn in 4 colours on a transparent paper and attached to the geomorphological map. The limits of the towns and villages were also marked on this map. This enables to reckon

the percentage of particular evaluation classes in each administration unit, thus allowing to estimate the role of relief in the planned development of towns and villages.

3. Explanatory text to each sheet of map on a scale of 1 : 25,000 comprises:

a) introductory note (location of area concerned, summary of the results of former investigations),

b) description of the main geomorphological and geological features and the division into geomorphological units,

c) inventory of forms, their distribution and detailed characteristics, d) morphographic, morphometric, morphochronological and morphogenetic characteristics of the relief in each geomorphological unit,

e) evaluation of the relief for planning purposes in each administration unit (town, village).

This method used by the present authors for the characteristics of the region of Kraków can also be applied in the geomorphological investigation and evaluation of other areas. In the regions of a different type of relief a supplement to the list of forms and an extension of the economic evaluation of these forms will be, of course, necessary.

#### REFERENCES

- [1] Klimaszewski M., The principles of the geomorphological survey of Poland. *Przegl. geogr.* Vol. 28, Supplement, Warszawa 1956.
- [2] Klimaszewski M., Problematyka szczegółowej mapy geomorfologicznej oraz jej znaczenie naukowe i praktyczne (Problèmes concernant la Carte Géomorphologique Détaillée, son importance scientifique et pratique). *Przegl. geogr.* Vol. 32, z. 4. Warszawa 1960.
- [3] Starkel L., Znaczenie mapy geomorfologicznej dla rolnictwa. *Przegl. geogr.* Vol. 26, z. 4. Warszawa 1954.
- [4] Jońca E., Użyteczność gospodarcza form na przykładzie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Praca magisterska w Katedrze Geografii Fizycznej UJ, Kraków 1958 (not published).



LUDMILA ROSZKÓWNA

Toruń

LE PROBLÈME D'ÉROSION DU SOL SUR LE TERRITOIRE  
DE LA VOÏÉVODIE DE BYDGOSZCZ  
D'APRÈS LA CARTE GÉOMORPHOLOGIQUE

Les recherches de M<sup>me</sup> A. Reniger en 1950 [7] sur l'intensité et l'extention d'érosion du sol en Pologne ont démontré, que  $\frac{1}{5}$  partie du territoire de l'État et  $\frac{1}{10}$  de la Voïévodie de Bydgoszcz est menacée par ce processus.  $\frac{1}{10}$  c'est une valeur approximative. On peut supposer, en s'appuyant sur l'analyse provisoire de la carte géomorphologique de la Voïévodie, que pendant les recherches plus précises cette valeur s'augmentera.

Le problème d'érosion du sol commence d'être un problème pour l'État entier à cause de vaste élargissement du phénomène en question. Cette notice possède un caractère d'orientation.

En s'appuyant :

- 1) sur l'analyse des cartes topographiques détaillées (1 : 25,000)
- 2) sur la carte géologique d'ensemble (1 : 300,000) et surtout
- 3) sur la carte géomorphologique d'ensemble de la Voïévodie de Bydgoszcz [3] (fig. 1) et
- 4) sur les cartes géomorphologiques détaillées, que nous avons hélas seulement pour les certaines espaces, on a dressé une carte de degrés de la menace par l'érosion du sol des différentes contrées de la Voïévodie (fig. 2).

Le problème d'érosion du sol est analysé ici seulement au point de vue géomorphologique. Nous n'avons pas pris en considération des autres facteurs, alors, ni une couverture de plantes, ni des relations hydrographiques ou microclimatiques, ni des moments antropogéniques etc. Ces sont des thèmes pour les autres spécialistes<sup>1</sup>. Je pense, que la carte présentée, malgré son caractère général, peut rendre certains services dans la planification agraire.

---

<sup>1</sup> T. Celmer élabore déjà le problème d'influence des conditions hydrographiques sur l'érosion du sol de la Voïévodie de Bydgoszcz.

## LE RELIEF DE LA VOÏÉVODIE DE BYDGOSZCZ

Le territoire de la Voïévodie en question comprend les espaces de différente genèse et de différent aspect morphologique. Le jeune relief glacial du stade de Frankfurt (Poznań) domine avec tout un éventail des formes typiques : de moraine de fond, des moraines terminales des

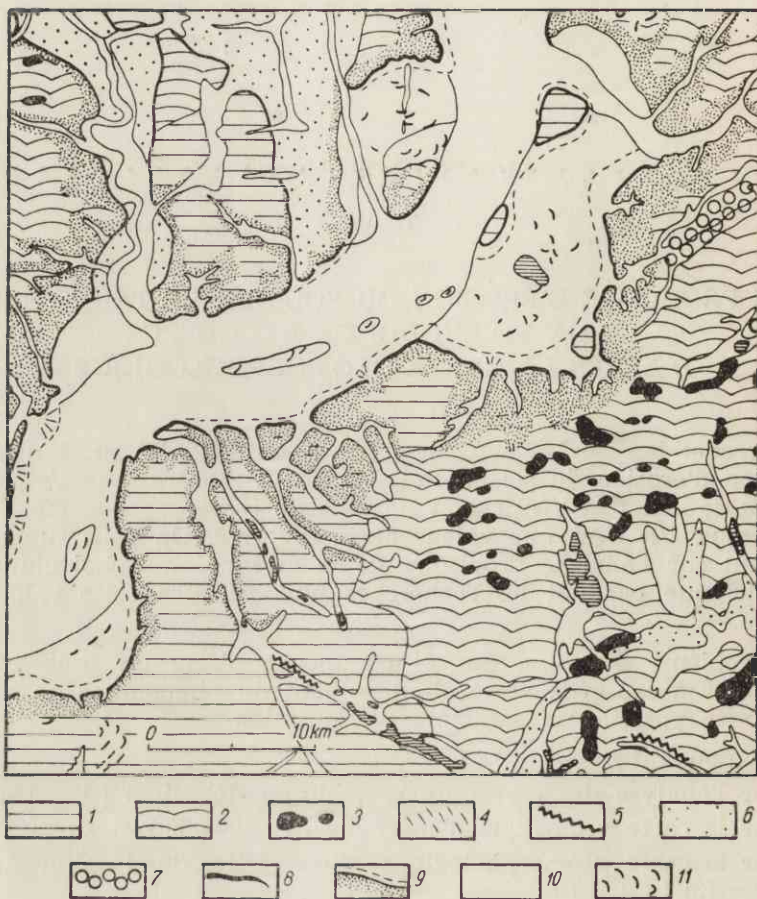


Fig. 1. Carte géomorphologique générale de la Voïévodie de Bydgoszcz

R. Galon, L. Roszkówna

- 1 — moraine de fond plate, 2 — moraine de fond ondulée, 3 — collines morainiques (le plus souvent — les moraines terminales), 4 — drumlins, 5 — osar, 6 — sandres, 7 — terrains riches en dépression après la glace morte, 8 — ruptures des pentes, 9 — zone des processus de dénudation sur les pentes, 10 — fonds des vallées, des chenaux sousglaciaires et des dépressions fermées, 11 — dunes

chenaux sousglaciaires, des sandres (plaines fluvioglaciaires), des vallées proglaciaires (pradoliny) et les autres. Par place le modelé glacial est un peut estompé par les processus périglaciaires. Sans s'arrêtant sur la genèse du relief, je vais caractériser brièvement le relief lui-même, avec ce qui se lie immédiatement le problème d'érosion du sol.



Sans doute les grandes formes d'érosion fluviale sont un élément très caractéristique dans le relief de la Voïévodie. La plus grande entre eux, la vallée proglaciaire (pradolina) de Noteć-Warta et de la Vistule moyenne, traverse toute la Voïévodie. Elle donne des dénivellations relatives de 40 à 50 m et même de 140 m (aux environs de Dębowa Góra). Au

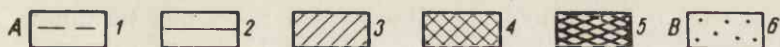
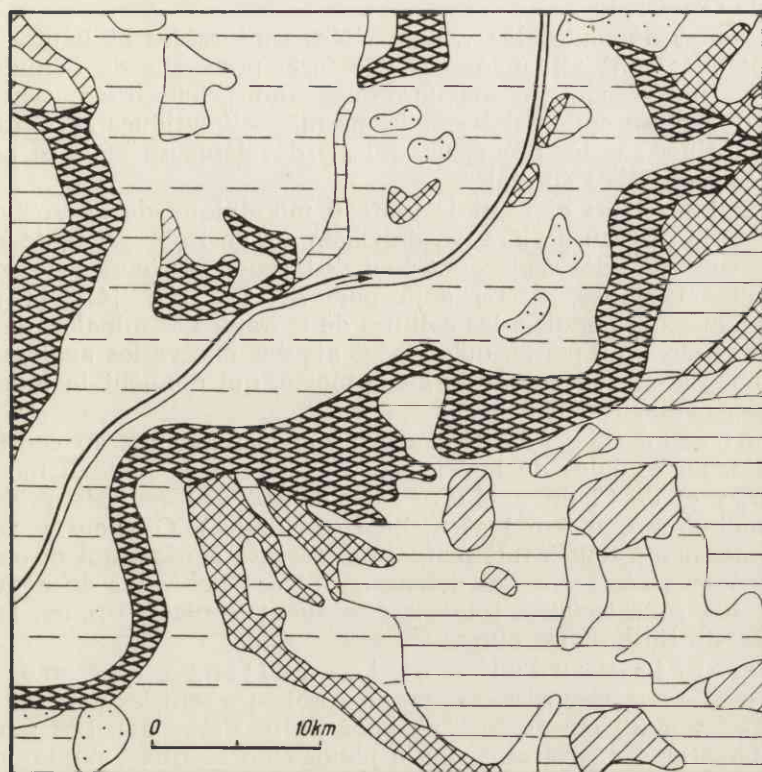


Fig. 2. Le degré de la menace par l'érosion du sol sur le territoire de la Voïévodie de Bydgoszcz, d'après la carte géomorphologique L. Roszkówna

- A. Erosion aquatique du sol: 1 — degré — érosion presque nulle, 2. — degré — faible, 3 — III degré — plus forte, 4 — IV degré — intense, 5 — V degré-ravineuse  
 B. Erosion éolienne du sol: 6 — érosion éolienne potentielle

milieu de la Voïévodie cette vallée forme un énorme bassin de Toruń-Bydgoszcz (80 km de longueur et 20 km de largeur). Un pareil bassin, quoique moindre, se trouve aux environs de Włocławek. Sur les vastes terrasses de ces bassins se sont développées des dunes atteignant la hauteur relative parfois de 30 m.

Deux autres vallées : la vallée de la basse Vistule dans sa partie de la percée et la vallée de la basse Drwęca dissèquent le plateau moreni-

que, situé au N et NE de la « pradolina » nommée. La profondeur de la vallée de Drwęca atteint 30 m et sa largeur — 2,5-3 km et même 7 km. Mais le plus profond sillon sur le territoire de la Voïévodie forme la vallée de la basse Vistule: 60-70 m. Son fond est situé 30 m plus bas, que le fond de « pradolina ». Sa largeur moyenne amonte à 6 km. Nous y trouvons aussi des bassins, dues aux méandres de la Vistule, p. ex. le bassin de Grudziądz.

Les pentes de toutes les vallées citées sont raides et hautes et c'est pourquoi elles sont attaquées par des forts processus de dénudation et d'érosion. Une grande profondeur de ces sillons, leur orientation et leur largeur différente créent des conditions microclimatiques spécifiques qui peuvent influencer sur les processus, qui s'y développent. Mais ce problème exige des recherches spéciales.

Les vallées citées divisent le plateau morainique de la Voïévodie en 4 régions : le plateau de Krajna, de Chełmno, de Dobrzyń et de Kujawy. Dans chacune de cette région on peut distinguer plusieurs paysages morphologiques typiques, décrits déjà par R. Galon [4]: la moraine de fond plate, ou ondulée, les collines de moraines terminales, des drumlins, des sandres. Je pense, qu'on peut ajouter encore les agglomérations de profonds creux de culots de glace morte, qui donnent la topographie accentuée, collineuse.

La moraine de fond plate. On la rencontre au centre de la Voïévodie, au couloir de la Vistule, surtout sur le plateau morainique de Kujawy et de Chełmno. Elle se caractérise par des faibles dénivellations (moindres que 5 m) et inclinaisons ( $2-3^\circ$ ). On peut y reconstruire des enfoncements tout à fait plats de différente genèse, qui disparaissent lentement sous l'influence du labourage et des processus de dénudation. Les chenaux sousglaciaires souvent dissèquent le plateau p. ex. le chenal de Gopło, de Żnin et les autres.

La moraine ondulée et les collines des moraines terminales se tiennent souvent ensemble. Ce sont les terrains les plus variés. Ils apparaissent surtout au bord de la Voïévodie. Les plus grandes dénivellations se trouvent sur le plateau de Krajna (maximum 90 m Dębowa Góra au bord de la « pradolina »). Les nombreuses dépressions soulignent encore le caractère collineux des moraines terminales. Certaines d'eux forment des lacs, les autres — déjà des marais et des tourbières. Selon K. Kalinowska [5] 67,4% des lacs sur le territoire de la dernière glaciation sont déjà desséchés. Pour la Voïévodie de Bydgoszcz cette valeur est encore plus grande et amonte à 72,4%. Les lacs, qui sont restés sont progressivement colmatés.

Drumlins. Les ensembles des drumlins sur le plateau de Dobrzyń ont aussi le caractère collineux. Les dénivellations atteignent ici 7-15 m et les inclinaisons des pentes  $10-18^\circ$ .

Les plaines fluvioglaciales. Elles comprennent les vastes espaces de la partie NW de la Voïévodie. D'ailleurs on peut les rencontrer partout. Ordinairement leur relief est peu accentué; par place des dunes s'y sont développées, de temps en temps des chenaux sousglaciaires les traversent.

L'agglomération des creux de glace morte est parfois si grande, qu'on peut parler d'un spécifique paysage de dépressions. Il se lie toujours avec un croisement de chenaux sousglaciaires, ou il paraît dans leur prolongement.

Selon A. Reniger 88% de la Voïévodie appartient à la I<sup>re</sup> classe de la menace par l'érosion du sol, c'est à dire à la classe la plus moindre (M<sup>me</sup> Reniger distingue 5 classes). Seulement 12% de la surface de la Voïévodie appartiennent à la III<sup>me</sup> classe avec une faible érosion et seulement par place plus intense (Dębowa Góra et les collines morainiques sur le plateau de Chełmno). C'était un aspect très général. Mais ce n'est, que la carte géomorphologique (M<sup>me</sup> Reniger ne possédait pas de carte semblable) nous à démontré, que la surface de la Voïévodie est très variée et grâce à cela les différents genres et les différents degrés d'érosion du sol peuvent s'y développer. En général on peut distinguer ici l'érosion aquatique et l'érosion éolienne. Cette dernière existe là, où les forêts ont été abbatues par les hommes.

#### L'ÉROSION AQUATIQUE DU SOL

En ce basant sur les crithères morphologiques nous avons distingué en limites d'érosion aquatique 5 degrés de la menace par l'érosion du sol. Quatre premiers degrés (I-IV°) sont liés avec une dénudation superficielle. Le cinquième (V°) se lie avec une érosion lineaire.

I° — l'érosion presque nulle, elle comprend: a) les fonds des vallées, b) plaines de la moraine de fond platte, c) plaines fluvio-glaciaires grâce à son caractère de plaine, ainsi qu'une grande filtrabilité des sables.

Il faut ajouter, que dans cette partie centrale de la Voïévodie, où juste domine la moraine de fond platte et des grandes vallées, le climat est excessivement sec. Les précipitations annuelles sont les moindres de la Pologne entière 450-500 mm.

II° — l'érosion faible. Elle se développe sur la surface de la moraine de fond ondulée, où les dénivelations varient entre 5 et 10 m, mais les inclinaisons sont petites: 3-5-7°. Aussi sur les versants noué des vallées et des chenaux.

III° — l'érosion plus forte. Les collines de moraines terminales, les pentes des chenaux sousglaciaires et des vallées de 10-15 m de hauteur et encore plus, mais surtout avec une forte inclinaison des pentes 7-15°, y appartiennent.

Comme résultat d'une dénudation, les sommets des élévations avec le temps sont privées d'une couche de sol fertile. Il s'agglomère aux pieds des pentes dans les abaissements. En même temps les sommets et les ruptures des pentes se font plus claires. Le sol tacheté s'y forme. En resultat les conditions agraires sont pires aussi sur les sommets, comme dans les dépressions.

IV° — l'érosion intense. Elle embrasse les pentes des chenaux sousglaciaires et des vallées, où les inclinaisons sont assez grandes et varient entre 15 et 20° (parfois même plus). Les dénivelations dépassent 15 m, arrivant par place jusqu'à des dizaines de mètres.

L'intensité des processus sur les versants dépend: 1) de leur mor-

phologie, 2) de leur structure géologique et litologique, 3) de leur exposition au soleil et aux vents etc.

On peut constater, que sur les sandres (où nous avons le matériel sableux) la zone d'érosion le long des bords des chenaux sousglaciaires et des vallées est plus étroite, que le long d'eux sur une moraine de fond argileuse. Une grande perméabilité de matériel sandrique et à l'ordinaire la présence des forêts explique ce phénomène.

La menace par l'érosion du sol des pentes sur la moraine de fond argileuse est augmentée par le labourage. Les articles de St. Bac [1] et de J. Oströmęcki [6] démontrent comment le labourage, et surtout défectueux, accélère les processus d'érosion sur les pentes. Aussi sur le terrain drumlinisé du plateau de Dobrzyń l'érosion du sol est intense. La couverture argileuse des drumlins, leurs dénivellations assez grandes, comme les inclinaisons y favorisent le développement d'érosion du sol.

V° — l'érosion ravineuse. Les plus grandes dévastations sont dues à ce genre d'érosion à cause de la vitesse, d'intensité des processus et d'irréversibilité du phénomène. Il n'y a pas ici de régénération. Parce que l'érosion ravineuse non seulement arrache une couche superficielle du sol, mais aussi attaque le plateau morainique et amoindrit la surface d'une terre labourable.

Le rythme d'évolution saisonnière, lié avec les saisons annuelles, est typique pour l'érosion ravineuse. L'espace attaquée par l'érosion ravineuse sur le territoire de la Voïévodie n'est pas tout petite. Elle accompagne les plus grande vallées. Le développement des ravins peut être accéléré par le relief du plateau attaqué, c.à.d. par la présence des dépressions. Lorsque le ravin atteint l'une d'elle, il augmente sa possibilité de pénétration à l'intérieur du plateau.

La zone des ravins doit être singulièrement entourée de soins agricoles et boisée. La largeur de cette zone en Voïévodie est différente. Parfois elle amonte à plusieurs km. Si la densité des ravins est assez grande, alors sur la ligne de leur limite se forme un seuil de dénudation, une rupture de pente, qui est la limite des processus de dégradation.

#### L'ÉROSION DU SOL ÉOLIENNE

Dans les conditions du climat humide, que nous avons maintenant en Pologne, l'érosion éolienne du sol n'apparaît pas dans son état pur. Elle est accompagnée ordinairement par l'érosion aquatique. Surtout les pluies diluviennes accélèrent les dévastations éoliques. Elles préparent le terrain pour l'érosion éolienne en arrachant les plantes et en formant un réseau de sillons et de rigoles.

L'érosion éolienne du sol peut seulement se développer là, où l'homme imprudemment a abbatu les forêts. Sur le territoire de la Voïévodie elle aurait pu se développer sur les dunes, dans les bassins de Toruń-Bydgoszcz et de Włocławek à cause d'une grande épaisseur de sables, qui s'y trouvent (des dunes de 20-30 m de hauteur).

Les sandres sont moins menacés par ce genre d'érosion. La couche des sables parfois y est tout à fait mince et le matériel souvent trop gros, pour que le vent puisse le transporter.

A cause de manque des observations plus détaillées, nous pouvons distinguer seulement :

1) l'érosion éolienne actuelle, qui envahie des petits terrains et représente le plus haut degré de la menace pour l'agriculture et

2) l'érosion éolienne potentielle, qui peut être comparable avec le premier degré (I°) de la menace dans l'échelle d'érosion aquatique.

Nous pouvons observer l'érosion éolienne actuelle p.ex. aux environs de Toruń, où ont été abbatu les forêts à la fin du XIX s. pour recevoir une terre agricole. Maintenant ce sont des terrains très pauvres, qui doivent être exploités autrement et non par l'agriculture.

### CONCLUSION

La classification en degrés de la menace par l'érosion du sol, présenté ci-dessus, considère un jeune relief glaciaire et les conditions de milieu géologique caractéristique pour lui. Pour les terrains d'une autre morphogénèse, la classification sera autre.

En se basant sur la carte qualificative, on a compté en % les espèces de différents degrés de la menace. On a obtenu les valeurs suivantes :

L'érosion aquatique :

I° - 55,2% } 76,4% de la surface de la Voïévodie  
II° - 21,2

III° - 8,5 } 18,5% de la surface de la Voïévodie  
IV° - 6,0  
V° - 4,0

L'érosion éolienne :

- 5,1

---

100,0%

Les deux premiers degrés ne sont pas dangereux pour l'agriculture. Ils contiennent  $\frac{2}{3}$  partie de la Voïévodie. Le problème de la protection du sol devant sa dénudation paraît pratiquement depuis le III<sup>me</sup> degré de la menace. Alors, 18,5%, ce qui donne presque  $\frac{1}{5}$  de la Voïévodie, est menacée par l'érosion plus grave à cause de la prédisposition morphologique. C'est une valeur proche à la moyenne, exprimée par A. Reniger pour la Pologne entière. Mais elle est plus haute, que la valeur obtenue par cette auteur pour la Voïévodie de Bydgoszcz — 11,9% ; chez nous 18,5%.

Alors, la carte morphologique nous a permis de dresser la carte qualificative, qui nous démontre, que le problème d'érosion du sol existe sur le territoire de la Voïévodie, quoique nous nous rendons compte, qu'elle doit être maintenant vérifiée dans le terrain.

## NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Bac St., Wpływ pracy pługą na przemieszczanie gleb (L'influence d'un labourage sur de déplacement du sol — L.R.), Roczn. Nauk Roln., t. 54, Warszawa 1951.
- [2] Dobrzański B., Malicki A., Ziemnicki S., Erozja gleb w Polsce (L'érosion du sol en Pologne — L.R.), Państw. Wyd. Roln. i Leśn., Warszawa 1953.
- [3] Galon R., Roszkówna L., Przeglądowa mapa geomorfologiczna woj. bydgoskiego (La carte géomorphologique d'ensemble de la Voïévodie de Bydgoszcz — L.R.) Przegl. geogr., t. 25, z. 3, Warszawa 1953.
- [4] Galon R., Próba interpretacji mapy geomorfologicznej woj. bydgoskiego z punktu widzenia rejonizacji produkcji rolnej (An experimental interpretation of the geomorphological map of Bydgoszcz voivship from the point of view of the regionalization of agricultural production), Przegl. geogr., t. 26, z. 4, Warszawa 1954.
- [5] Kalinowska K., Zanikanie jezior w Polsce (Disappearance of the post glacial lakes in Poland). Przegl. geogr., t. 33, Warszawa 1961.
- [6] Ostromecki J., Wpływ erozji na żyzność gleby i planowanie w krajobrazie moreny dennej (L'influence d'érosion sur la fertilité du sol et la planification dans le paysage de la moraine de fond — L.R.) Roczn. Nauk Roln. Leśn., t. 54, z. 1, 1951.
- [7] Reniger A., Próba oceny nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce (Un essai d'appréciation d'intensité et d'extention d'érosion potentielle du sol en Pologne — L.R.), Roczn. Nauk Roln., vol. 54, 1950.
- [8] Reniger A., Znaczenie rzeźby terenu dla rolnictwa (The significance of land relief for agriculture), Przegl. geogr. t. 26, Warszawa 1954.

JAN SZCZEPKOWSKI

Bydgoszcz

AN APPRAISEMENT OF USEFULNESS OF  
'THE GEOMORPHOLOGICAL MAP OF THE POLISH LOWLAND'  
FOR REGIONAL PLANNING AND SPACE ECONOMY

Although systematic geomorphological mapping of the Polish lowlands has been carried out since 1950 — the results of this work are not yet commonly known; in certain economical planning circles at least. First printed copies of the map discussed, concerning the area of Bydgoszcz province (voivodship), appeared just in 1958 and till now only an insignificant part of this province has been covered by separate sheets. It is a great pity, that works mentioned above advance so slowly, because the area of Bydgoszcz voivodship — being almost thoroughly built of diverse glacial and postglacial landforms — seems to be especially fit for applying the Geomorphological Map of the Polish Lowland to numerous branches of planning and practical life.

The principal advantage of geomorphological maps, issued by the Lowland Geomorphology and Hydrography Department of the Geographical Institute in Toruń, lies in their usefulness for analysis of location values in general, and for choosing a definite location alternative in particular. Reading of these maps gives us an exact view upon the land relief, its mineral structure and potential kinds of soils.

I. The land relief, measured by relative heights and degrees of inclination, is of great economic importance, although by far lesser than in mountainous or hilly regions. Notwithstanding, several features of the terrain hypsometry in Middle and North Poland can gravely influence state and social economy. The data included in the geomorphological maps of the Polish Lowland, enable regional planists to take important conclusions, concerning the following problems:

1. General location of industrial establishments and other important objects of investment:

a) At the first place it is necessary to point out close connections between land relief and the place, where a new factory should be constructed. The larger a plant, the more excluded any uneven ground. If only two location alternatives are at hand, the flat area is being chosen before the undulant one. Size and shape of desirable industrial areas are quite legible on maps on 1 : 50,000 scale already.

b) Vertical distance from water (river or lake) is a very important matter too, since the costs of pumping water to the factory remarkably burden its production. The location of cellulose plant in Świecie on the Vistula River, opposite Chełmno, was strictly connected with a similar fact.

c) A hypsometric analysis of area between existing railway-line and the place of postulated location of a new factory can inform us, whether a railway-siding across this area could be traced or not. Exactly in such a manner, a proposition of founding a great electric plant on the Wdzydze Lake was abolished. It was later localized on the banks of the Brda River in Koronowo, near Bydgoszcz.

d) A very close connection links numerous sewer systems, especially of gravitation type, with land relief and its inclination. The sewer-irrigated fields in Bydgoszcz, Inowrocław and Koronowo (under construction now) are in some way subjected to the hypsometrical features of the environment.

e) When a dam on a river is being constructed we must take into consideration not only the geological character of the ground, but also the oblong and diagonal profiles of the river valley. Upon these facts a great part of costs of the whole investition is depending, as well as size of losses caused by the inundation. Such analysis had been carried out, before the construction of great dams on the Vistula and Brda rivers has begun.

f) Outwash plains (sandbars) and flat moraine plateaux are the best grounds for building airfields and aerodromes.

2. Tracing of linear objects of investment, with different kinds of communication at the head.

a) Crossing of river and glacial meltwater-river valleys by aid of bridges, dikes and earth-walls; availing of erosional side-cuts, slide niches and slide tongues; avoiding of former river beds with ox-bow lakes, flood plains with peat-bogs and steepy slopes—all these are important elements of analysis when tracing a new road or railway-line.

b) Construction of navigation as well as irrigation canals is closely connected with avoiding all possible ground elevations. On the other hand we endeavour to make use of glacial meltwater-river valleys and subglacial channels to spare big earth-works. The so called lateral canal of the hydroenergetic plant in Koronowo makes use of a row of subglacial channellakes.

3. A great attention is paid in agriculture to a proper preservation of the slopes against different kinds of soil-erosion. In this purpose, *inter alia*, special ploughing, prohibition of pasture, afforestations and so on, are being applied.

II. The geomorphological maps may also be used as an approximative source of information, concerning mineral structure of the outermost earth-layer and spread of raw materials, such as: sands, gravels, loams, clays and peats.

1. Raw materials connected with landforms produced by the depositional activity of inland ice and glacial meltwaters, as well as with postglacial landforms of aeolian and humid climate origin.

a) Upon the whole territory of the Polish Lowland the brick-kiln industry is exploiting vast layers of morainic clays and so called striped loams (varves) from bottom plains of former glacial lakes.



Other branches of building-material industry, as concrete- and glass-industries, are also exploiting raw materials from beds *in situ*, for instance sands and gravels of river, sanders and dune origin.

b) Deep cuts of river and glacial meltwater-river valleys into the surface of the earth, enable us to reach the unveiled layers of the Tertiary-age and facilitate the exploitation of Oligocene glauconie sand, Miocene brown coal and Pliocene, so called 'speckled' or Poznań loam.

2. Landforms produced by vegetation comprehend peat-bogs situated on flood and outwash plains, as well as in dead- and inland-ice depressions (so called eye-holes). Great peat areas are used as meadows and pasture-ground or are exploited for fuel purposes.

3. Mineral structure of the outer earth-layers is of a great significance for many practical reasons. Deep and heavy foundations of buildings, permeability of water and pressure-endurance of ground — all these problems can influence decisions, concerning realization of aerodromes, canals, dwelling settlements etc.

III. The soils of the Polish Lowland are mostly genetically bound with glacial and postglacial depositional activity. On the moraine plateau of Ziemia Chełmińska (Chełmno-Land), for instance, fertile clayey soils have developed. On the other hand, barren, sandy soils characterize the dune Basin of Toruń, as well as the sander outwash plain of Bory Tucholskie (Tuchola-Forest). Fertile river-loames appear in the Lower Vistula Valley, below Chełmno. On the peat plains of Western Kujawy — dried up bottoms of former lakes — very fertile black humus soils have developed in recent time.

The knowledge of main geomorphological types of soils enables us — in case of lack of a detailed, special map of soils — to put forward preliminary suggestions concerning the regionalization of agriculture, localization of anti-wind forest belts, afforestation of barren lands and so on.

IV. The usefulness of the Geomorphological Map of the Polish Lowland for regional planning and economical analysis of location values — does not exhaust all advantages of this map. The so called urban physiography is also based on discussed material. The scale of map illustration of mentioned physiography oscillates between 1:2,000 and 1:10,000. Urban physiography is of great significance, especially for solving difficult problems connected with detailed location of important objects of investment in great cities.

I should like to finish my short report with two following conclusions:

1) A complete cover of our region by means of geomorphological maps is necessary as soon as possible,

2) Other elements of geographical environment, such as climate, waters and soils — should be also mapped, in a manner serviceable for regional planning.

The maps mentioned above should become not only a permanent instrument in hands of a regional planist, but also a bridge linking both parts of geography, as well as all natural science with economy and sociology.



JEAN TRICART

Strasbourg

CARTES GÉOMORPHOLOGIQUES ET GÉOMORPHOLOGIE  
APPLIQUÉE L'EXPERIENCE DU CENTRE DE GÉOGRAPHIE  
APPLIQUÉE

L'expérience qu'a faite notre équipe s'est déroulée d'une manière à peu près opposée à celle de nos collègues polonais. En Pologne, ce sont les géographes qui ont eu l'initiative de la carte géomorphologique détaillée. Ils se sont organisés, dans le cadre de l'Académie des Sciences, pour effectuer le levé systématique de leur pays à l'échelle du 1 : 25,000. A partir de la carte ainsi obtenue, ils préparent des schémas simplifiés, les cartes de « bonification », destinées aux usages pratiques. Bien entendu, les nécessités de l'application, de plus en plus universellement reconnues, se répercutent sur leur programme de travail et c'est maintenant en partie d'après elles que sont établies les priorités pour les levés nouveaux. En France, au contraire, il y a une dizaine d'années, au moment où les Polonais publiaient leurs premiers extraits de cartes, personne ne songeait, dans les milieux scientifiques, à une telle entreprise. Lorsque A. Cholley prit la décision de préparer la carte géomorphologique du Bassin de Paris réalisée sous sa direction, nous avons timidement suggéré que le travail se fasse sur le terrain et demandé les moyens d'appliquer une telle méthode. Nous ne reconstrûmes aucun écho et toute la carte ne fut qu'un effort de compilation destiné à mettre sous forme graphique des travaux déjà effectués, thèses ou monographies diverses. Encore à l'heure actuelle aucun cadre, aucun moyen de financement n'existent pour un levé géomorphologique détaillé.

Dans ces conditions, c'est à partir de nécessités pratiques immédiates que nous avons pu tenter notre expérience.

Les origines en remontent à 1953 quand Mr. Nesterenko, alors directeur de la Mission d'Aménagement du Sénégal, eût l'idée de faire appel à nous pour collaborer à l'étude des problèmes très ardu de mise en valeur du Delta du Sénégal. Après une première mission, de reconnaissance, il nous est apparu que la rédaction d'une carte géomorphologique serait la meilleure méthode. Il s'agissait, en effet, non seulement de reconstituer en détail l'histoire géomorphologique du Delta, mais aussi de connaître sa dynamique avec précision et de donner de la région une

description précise et minutieuse. Tenant compte des premières publications polonaises sur question nous proposâmes cette solution, qui fut adoptée. Dès juin 1954, dans des conditions climatiques très dures, les levés étaient mis en route, à l'échelle du 1 : 50,000. Ils ont été menés de manière intensive jusqu'en septembre 1954, puis interrompus à cause de la crue, et repris sur des points particuliers jusqu'en février 1956, date à laquelle les travaux de terrain furent terminés. La cartographie géomorphologique ne fut cependant point arrêtée à la M.A.S. A partir de septembre 1954, cet organisme disposa de notre élève, P. Michel qui compléta certains levés du Delta et étendit le travail à la basse et moyenne vallée du Fleuve.

Bien que nous ayons été très libre dans le cadre du contrat signé avec la M.A.S., notre cartographie, entièrement financée par un organisme de développement faisant porter son principal effort sur les problèmes agricoles, était éminemment pratique et devait satisfaire un certain nombre d'objectifs. Elle devait, avant tout, être un document de base destiné à permettre de faire un choix entre plusieurs politiques de mise en valeur. Avec les études hydrologiques, elle était appelée à fournir les données fondamentales du milieu physique dans une région encore très insuffisamment connue et où les travaux d'aménagement projetés seraient appelés à provoquer un bouleversement plus ou moins complet de ce milieu. On ne disposait, en effet, à l'époque, que d'une couverture de photographies aériennes, d'ailleurs intensivement utilisées dans nos travaux. Il n'y avait pas encore de carte topographique digne de ce nom et l'inventaire pédologique en était à ses débuts. La cartographie géomorphologique fut donc décidée pour compléter les autres études, plus classiques, déjà mises en train : topographie, pédologie, hydrologie. Sa réalisation a permis de découvrir la place de la géomorphologie dans les études de base d'un grand projet d'aménagement hydraulique.

Au point de vue topographique, des économies considérables ont été réalisées pour les levés effectués après la préparation de la carte géomorphologique. Celle-ci, en effet, fait apparaître les lignes directrices du relief, par exemple, dans un delta, les systèmes de levées alluviales faisant saillie, et les cuvettes plus déprimées, les dunes, les plages anciennes dont l'altitude est fortement influencée par l'âge. Le topographe, au lieu de placer ses cheminements de manière purement géométrique, peut donc centrer son effort sur la détermination des cotes de reliefs particulièrement importants et traces ses courbes de manière à les caractériser. Suivant le résultat cherché, on gagne soit du temps, soit de l'exactitude. C'est pourquoi, pour certaines études ultérieures, comme celle du site du barrage de Dagana, les levés très détaillés, avec courbes de niveau de 0,5 m d'équidistance, ont été effectués en liaison étroite avec le géomorphologue qui cartographiait la région au 1 : 20,000.

Dans certains cas, notamment au stade des avant-projets, le levé géomorphologique peut permettre de faire l'économie d'un levé topographique détaillé. Il fait, en effet, apparaître clairement certaines régions impropres à l'aménagement, comme des terrasses trop élevées pour être irriguées, des cuvettes salées, des champs de sable éolien etc.

Au point de vue pédologique, la géomorphologie s'est révélée extrêmement précieuse. En effet, à condition de comporter des indications lithologiques détaillées et une figuration précise de la chronologie, la carte géomorphologique fournit les données fondamentales qui ont, dans un ensemble climatique donné, commandé la pédogénèse. La durée dont

ont disposé les sols pour se former, les matériaux initiaux, les conditions morphodynamiques (érosion, enfouissement sous des apports détritiques), auxquelles ils ont été ou restent soumis, apparaissent clairement.

L'étude morphogénétique du Delta a permis d'éclairer quelques problèmes pédologiques de toute première importance. Entre les dunes ou à leur pied, par exemple, la présence de sols bruns calcaires est apparue résulter d'une transgression marine, ouljienne, pénétrant en digitations et ayant permis la sédimentation de débris de coquilles. Auparavant, les pédologues croyaient à un simple effet topographique de catena, avec lessivage d'un calcaire (inexistant) dans les dunes et son abandon dans les zones basses sous l'effet de l'évaporation. Plus importante encore fut la découverte de l'origine du sel qui, abondant dans les sols, empêche toute culture traditionnelle dans la région. Malgré des teneurs élevées, ce sel disparaît rapidement sous l'effet de l'irrigation, ce qui était une énigme pour les agronomes et les pédologues. La chose s'explique: ce sel est précipité actuellement depuis l'atmosphère, associé à un limon qui provient de la déflation dans les sebkhas. Il n'est donc pas incorporé au profil pédologique et relativement libre. De la sorte, on peut l'éliminer facilement. La carte fait apparaître les différentes zones de déflation et l'intensité des phénomènes qui s'y exercent.

Il s'est ainsi avéré que l'étude géomorphologique d'une région devait précéder son étude pédologique, la connaissance de la morphogénèse étant aussi indispensable à la compréhension de la pédogénèse que celle du climat et de la végétation. La carte géomorphologique est un document de base pour la cartographie pédologique, beaucoup plus que la carte géologique. Les relations de cause à effet entre la géomorphologie et la pédologie sont en effet plus étroites, plus nombreuses et plus directes qu'entre la géologie et la pédologie. Presque toutes les relations entre pédologie et géologie passent, en effet, par la géomorphologie. Les sables, par exemple, se façonnent en dunes et ce modèle éolien commande la formation des sols et leur évolution.

Eclairé par la carte géomorphologique sur les conditions qui ont commandé la genèse des sols, le pédologue peut concentrer son effort sur les sujets propres de sa discipline, sur les caractéristiques des sols, leur classification, leurs propriétés agronomiques. Sa cartographie est énormément facilitée. Les grandes limites pédologiques coïncident toujours avec des contacts de la carte géomorphologique: champs de dunes d'âge varié, anciennes plages, terrasses, systèmes de levées alluviales sableuses, cuvettes de décantation argileuses, sebkhas ont chacun leurs types de sols caractéristiques. A l'intérieur des unités géomorphologiques, des variétés de sols peuvent apparaître, par exemple, pour des raisons topographiques commandant les conditions hydrologiques (catenas). Tel est le cas entre le sommet des dunes anciennes et leurs flancs. Mais la carte géomorphologique guide néanmoins le pédologue de manière très efficace. Dans beaucoup de cas, il effectue des contrôles au lieu de mettre en place des limites à partir de rien.

Or, la pédologie utilise, par nécessité, des méthodes coûteuses: fosses, sondages, analyses. Lorsque les prélèvements sont effectués suivant une méthode géométrique, en damier, ils serrent difficilement la réalité et il faut réduire beaucoup la dimension des mailles pour arriver à une précision satisfaisante. Et le prix croît en fonction géométrique. La carte géomorphologique permet, au cours d'une première étape, de limiter les prélèvements aux principales unités pédogénétiques qui res-

sortent de son étude afin de caractériser ces unités. Si des subdivisions apparaissent, il suffit dès lors de les préciser. On en trouve d'ailleurs vite l'origine, ce qui guide le contrôle et la cartographie.

Dans le Delta du Sénégal, la comparaison des levés pédologiques effectués avant la cartographie géomorphologique et après elle a fait ressortir une diminution de coût d'environ 75%. Si l'on tient compte du prix de revient de la carte géomorphologique et en l'amortissant entièrement sous la rubrique de la seule étude pédologique, sans tenir compte de ses autres applications, on arrive à une économie d'environ 50% sur la carte pédologique.

Au point de vue de l'aménagement, la carte géomorphologique s'avère d'une extrême utilité aussi.

Dans certains cas, les conditions géomorphologiques sont, en elles-mêmes, suffisamment défavorables pour interdire tel ou tel type de mise en valeur dans une situation économique donnée. Tel est le cas, par exemple, dans le Delta du Sénégal, pour les sebkhas et pour certaines cuvettes de décantation peu colmatées et trop mal drainées pour que des réseaux de collature puissent y être installés sans recourir au pompage. Certaines autres unités géomorphologiques ne sont susceptibles que d'utilisations bien déterminées, comme les dunes qui ne peuvent admettre que l'élevage. Dans ce dernier cas, la figuration de la dynamique actuelle fait ressortir les effets de la dégradation résultant du surpâturage et indique les zones où des mesures doivent être prises pour enrayer ce processus (mise en défens, reconstitution de la couverture végétale).

L'étude détaillée des processus géomorphologiques et leur figuration cartographique sont le point de départ de certains projets destinés à éliminer des actions nuisibles. Par exemple, dans le Delta du Sénégal, les sebkhas littorales situées au NW et dont les produits de déflation sont poussés par les vents dominants vers les zones aménageables, sont extrêmement néfastes. Or, leur cartographie a montré que l'on pouvait aisément y bloquer la déflation en les noyant au moyen d'eau de mer, amenée par un canal de 300 m de long, à creuser sur l'emplacement d'un ancien bras du Fleuve, obstrué partiellement par les dunes du cordon littoral. Le fond de ces sebkhas, est, en effet, à une cote inférieure de plusieurs mètres à celle de la mer, dont l'eau y alimente des sourcins qui contribuent à fournir du sel emporté par le vent.

Dans les régions retenues pour la création de casiers rizicoles, le dessin des levées alluviales et des exutoires des cuvettes peut être mis à profit pour mieux adapter les aménagements aux conditions naturelles. Dans le périmètre ancien de Richard-Toll, digues et canaux ont été construits suivant un plan géométrique, dans l'ignorance du micro-relief qui apparaissait mal sur les levés topographiques. A Rosso, au contraire, 5000 ha ont été équipés à partir des indications fournies par notre carte. Les levées anciennes, partiellement insubmersibles, ont été utilisées pour implanter les installations (hangars, magasins, logements etc.) et les canaux d'amenée. Ceux-ci dominent ainsi toujours les cuvettes sans qu'il soit besoin de remblais importants, limités aux interruptions entre les levées anastomosées en faisceaux. Les casiers épousent les cuvettes et les collatures ont été aménagées dans les marigots de vidange, qui jalonnent les parties les plus déprimées. Il a suffi de supprimer quelques bouchons empêchant une vidange complète et de rectifier certains tracés, de recalibrer certains lits, pour avoir un réseau bien adapté. De la sorte, les terrassements ont été très réduits et une économie de 40% environ

a été réalisée sur ce chapitre. A elle seule, elle dépasse de plusieurs fois le coût total des études géomorphologiques.

Enfin, la connaissance du régime du Fleuve, appuyée sur les levés systématiques, a permis de prévoir quelques inconvénients graves qui auraient résulté de certains projets. Tel est le cas du projet de barrage de Gouina. L'idée d'un grand bureau d'étude spécialisé était de construire ce barrage pour retenir le début de la crue et la lâcher ensuite brusquement pour inonder rapidement les zones cultivables de la vallée utilisées par les Africains pour les cultures de décrue. De la sorte, les irrégularités du début de la crue, souvent dommageables, seraient éliminées. On éviterait aussi les pertes considérables d'eau dues à l'évaporation pendant une montée lente des eaux. Mais nous avons constaté que la principale période d'activité du Sénégal était justement lors de la montée de la crue, qui provoque, dans la basse vallée, un doublement approximatif de la pente de la surface des eaux. C'est alors que les rives concaves sont sapées, que les méandres évoluent, que des masses considérables de sable sont mises en mouvement dans le chenal et que les bancs de sable, gênants pour la navigation, se déplacent. Déjà, dans les conditions actuelles, ces phénomènes sont nuisibles et dangereux. Or, accroître la brusquerie de la montée de la crue les accentuerait considérablement. Cela aboutirait à provoquer la destruction de plusieurs villes par sapement des berges concaves sur lesquelles elles sont installées et à augmenter l'instabilité et le volume des bancs de sable que l'on voudrait, au contraire, fixer pour améliorer la navigation. Nos arguments ont paru assez sûrs pour faire ajourner la construction du barrage de Gouina et pour faire élaborer, à la place, un projet de barrage à Dagana, à la tête du Delta, moins ambitieux et mieux adaptés aux conditions géomorphologiques.

Lors de cette première expérience de cartographie géomorphologique détaillée réalisée en France, nous avons pu tenir compte des travaux polonais, dont les données préliminaires venaient d'être publiées et qui nous furent exposés lors d'une visite par le Professeur M. Klimaszewski. Notre carte, par suite des particularités de la région, a mis l'accent sur la chronologie, la lithologie et la dynamique. En effet, il était essentiel que les différentes accumulations détritiques soient bien distinguées les unes des autres par leurs faciès et par leur âge: de la sorte, les pédologues ont trouvé sur la carte les éléments dont ils avaient le plus besoin. Les différences d'âge se traduisant ici presque toujours par des différences d'altitude, la chronologie revêtait également une grande importance pour les écologistes et les ingénieurs. La carte fut initialement dessinée au 1 : 50,000 et fit l'objet d'une diffusion intérieure à la M.A.S. sous cette forme. Seule une feuille fut publiée à cette échelle. La publication de l'ensemble de la carte n'a pu se faire que pardivement, par suite de difficultés financières et seulement à l'échelle du 1 : 100,000, après réfection complète du dessin qui a obligé à simplifier un peu la présentation initiale.

Dès 1957, nous avons été chargés de nouveaux travaux cartographiques en Afrique occidentale par la Direction Fédérale de l'Hydraulique d'A.O.F. En effet, à la suite des résultats obtenus au Sénégal, cet organisme a décidé de considérer les cartes géomorphologiques comme l'un des documents de base dont l'établissement est nécessaire pour les études de développement agricole. A cette date, on mettait entrain de vastes programmes d'études sur la moyenne vallée du Niger ( 80,000 km<sup>2</sup> ) afin

de réaliser des améliorations agricoles et de rendre le fleuve plus aisément navigable.

Une première mission, dirigée par J. Tricart, eût lieu en 1957. Elle avait surtout pour objet une reconnaissance générale des zones intéressantes la Mission d'Étude et d'Aménagement du Niger (M.E.A.N.). Cependant, nous effectuâmes le levé de deux petits secteurs-échantillons à l'échelle du 1 : 45,000, qui est celle des photographies aériennes. Nous eûmes aussi à étudier en détail un projet d'aménagement du Lac Faguibine, à l'W de Tombouctou. Pour ce dernier travail, une carte géomorphologique au 1 : 45,000 fut dressée d'un secteur du Delta intérieur du Niger. La conception de base est la même que celle de la carte du Delta du Sénégal, mais la reproduction fut faite uniquement en noir et blanc, ce qui obligea à quelques modifications. Les simplifications nécessaires ont été faites aux dépens de la chronologie, lithologie et processus ne subissant aucun changement. Pour les dunes, par exemple, seules les formes fixées et vives furent distinguées, car c'est essentiellement cette différence qui intéresse les ingénieurs. Par contre, pour les diverses nappes alluviales, des systèmes de hachures ont permis de conserver toutes les différenciations chronologiques, car elle présentent une grande importance pratique.

Cette carte était destinée à fournir des données en vue de la modification des conditions d'alimentation du Lac par l'intermédiaire de travaux sur deux défluent du Niger dont les eaux le rejoignent. Aucune carte topographique valable n'existait et aucun travail cartographique détaillé n'avait été fait.

Notre étude a fait ressortir :

a) Le trajet extrêmement compliqué des eaux, variable suivant la hauteur de la crue. Ces eaux cheminent, en effet, sur un vieux delta avec dunes avant de se concentrer dans deux marigots. Avant notre levé, ces trajets n'étaient pas entièrement connus et des mesures de débit qui avaient été effectuées depuis un an avaient abouti à des estimations fausses car une partie des eaux contourne la station. La carte fait ressortir, par le figuré des types de lits et des zones inondables, les secteurs les meilleurs pour les jaugeages. Une nouvelle campagne de jaugeages a été effectuée aussitôt après nos travaux et a permis, cette fois, des estimations de débit correctes et fort différentes des précédentes.

b) La dynamique de l'écoulement, qui est très lent dans la zone voisin du Niger où les eaux passent par dessus des seuils constitués par des levées et des terrasses anciennes, s'étalent entre les dunes quaternaires et dans des bras morts. Il s'agit là d'une delta ancien, en cours de désorganisation. Puis, à l'aval, sous l'effet d'une reprise d'érosion provoquée par la baisse postpluviale du niveau des lacs, l'écoulement se concentre dans des lits bien incisés où l'érosion est violente lors du début de la crue, avant que les lacs ne se remplissent. Les berges y sont violemment sapées et des masses de sable considérables, libérées, s'accumulent en bancs la long des marigots, puis en delta dans le premier bac. Dans la partie amont, les herbes flottantes qui poussent au fur et à mesure de la montée des eaux entravent parfois l'écoulement en formant des embâcles.

Cette étude dynamique a permis de suggérer un type d'aménagement qui concilie la nécessité de contrôler l'entrée d'eau dans les lacs et de ne pas créer un déséquilibre géomorphologique. La partie amont du secteur à reprise d'érosion de l'aval est celle qui se prête le mieux à l'établisse-



ment de barrages, et ceux ci permettraient de plus de bloquer l'érosion régressive qui est néfaste, car elle menace de dissection les terres alluviales inondées de l'amont, qui sont cultivées, et provoque le recouvrement de riches terroirs par les sables deltaïques à l'aval.

Les ingénieurs chargés d'étudier ce nouveau type d'aménagement se sont fondés sur la carte géomorphologique. Grâce au figuré de la lithologie, ils ont pu déterminer l'emplacement le plus propice et préciser à quel endroit seraient extraits les matériaux pour la construction des digues en terre. L'allure générale de la topographie ressortant de la carte géomorphologique, il a été possible de ne pas faire un levé topographique détaillé de toute la région et de se limiter à une série de profils dans les secteurs cruciaux.

c) Les conditions de l'agriculture ressortent de notre carte. Dans cette région, on pratique, en effet à peu près uniquement les cultures de décrues, faites sur les zones inondables détrempées une fois que les eaux ont baissé. Or, notre carte figure ces zones, en distinguant celles qui sont inondées en années normale et celle qui ne le sont qu'en année exceptionnelle. De plus, nous indiquons aussi la nature des formations: argiles et limons, sables limoneux, sables, dont dépendent essentiellement les divers types de sols.

Au stage de l'avant-projet, la carte met ainsi parfaitement en lumière les secteurs propices à l'agriculture et ceux qui ne le sont pas. On peut ainsi éviter qu'un aménagement ne vienne submerger des terres fertiles et les rendre difficilement utilisables, comme c'était le cas du projet primitif que nous avons fait abandonner.

A la suite de ces premiers travaux, un contrat nous a chargés de toutes les études géomorphologiques relatives à la moyenne vallée du Niger. Il s'est traduit par une cartographie au 1 : 200,000 de toute la plaine inondable aux environs de Mopti, où elle s'étale sur 80 km de large. Ce travail, dirigé par J. Gallais vient d'être achevé.

En France même, nous sommes beaucoup moins avancés et les divers essais de cartographie géomorphologique que nous avons effectués n'ont eu aucune finalité pratique. Ils ont été réalisés au titre de la recherche avec les crédits propres du Centre de Géographie Appliquée en vue d'améliorer nos méthodes. Tel fut le cas, par exemple, de la feuille Orgelet au 1 : 50,000, dans le Jura.

Les travaux de cartographie géomorphologique qui nous sont demandés depuis 1957 par le Ministère de l'Agriculture n'ont abouti qu'à la rédaction de cartes spéciales et non de cartes détaillées complètes :

Levé au 1 : 5,000 du fond des vallées du Guil et de l'Ubays, à la suite de la crue catastrophique de juin 1957 faisant ressortir les dégâts qu'elle a provoqués et servant de base à un programme de remise en état et de correction des cours d'eau. La reconstruction de la route nationale 202 dans les gorges du Guil et celle de nombreux villages a été faite en partie d'après nos études.

Levé au 1 : 20,000 de tout le bassin du Guil, de l'Ubaye et de la Cerveyrette aboutissant à une carte de l'érosion actuelle au 1 : 50,000 destinée également à la remise en état de la région et à la lutte contre cette érosion. Les phénomènes qui se sont déclanchés lors de la crue de juin 1957 sont particulièrement mis en lumière.

Levé au 1 : 10,000 de plusieurs fonds de vallées soumis à des modifications géomorphologiques intenses: Gard, Cèze, Adour etc. en vue

d'analyser leur dynamique et de fournir des données pour des programmes de correction.

Ce n'est que maintenant qu'en France on se rend compte, dans certains milieux, de l'intérêt des cartes géomorphologiques détaillées, notamment comme support d'une cartographie pédologique à la même échelle.

C'est à partir de ces expériences que nous avons forgé peu à peu, en tenant compte de ce qui se faisait à l'étranger, notamment en Pologne, notre propre conception de la carte géomorphologique détaillée. Il nous faut maintenant développer cette conception, le rendre plus systématique et mettre au point une méthode applicable dans tous les cas et dans toutes les régions. Malheureusement, il s'agit de recherche fondamentale et, en France, les autorités responsables ne se sont pas encore laissé convaincre de l'intérêt de telles recherches. Elles sont nettement en retard sur les ingénieurs et les techniciens, qui, eux, les apprécient. Aussi nos travaux sont-ils pratiquement conditionnés par la conclusion de contrats qui répondent toujours à des nécessités pratiques immédiates. L'application est un aiguillon irremplaçable pour la recherche, mais il faut qu'elle soit complétée par des crédits suffisants utilisables avec une grande souplesse. Eux seuls permettent un travail systématique et l'exploration de voies nouvelles incertaines. C'est le grand mérite des autorités polonaise que de l'avoir compris et que d'avoir donné aux géomorphologues les moyens qui leur permettent, à la fois, de satisfaire aux exigences de l'application et de faire des recherches fondamentales systématiques grâce auxquelles se forgent les nouvelles méthodes dont le besoin découle du contact avec les techniciens.

#### NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ottmann L., Étude statistique des phénomènes de versants d'après la Feuille Barcelonnette au 1:50,000e. Mémoires et Documents CNRS, Cent. Doc. Cartogr. et Géogr., 1961, t. VIII, p. 116-138.
- Tricart J., Un complément des cartes géologiques: les cartes géomorphologiques. Bull. Soc. Géol. Fr., 6 sér., t. IV, p. 739-50.
- Tricart J., Un nouvel instrument au service de l'agronomie: les cartes géomorphologiques Sols Africains, IV, 1956, n° 1, p. 66-102.
- Tricart J., Géomorphologie dynamique de la moyenne vallée du Niger (Soudan). Ann de Géogr., 1959, p. 343-353.
- Tricart J., Étude géomorphologique du projet d'aménagement du Lac Faguibine (Rép. du Mali). African Soils, 1960. Vol. V, n° 3, p. 207-289.
- Tricart J., Présentation d'une feuille de la carte géomorphologique du Delta du Sénégal au 1:50,000. Rev. Géom. Dyn., X, 1960, p. 106-116.
- Tricart J., N. Guerra de Macedo, Étude géomorphologique de la moyenne vallée du Niger, Mém. IFAN, 1963, Sous presse.

H. Th. VERSTAPPEN

Delft

## THE APPLICATION OF AERIAL PHOTOGRAPH INTERPRETATION IN GEOMORPHOLOGICAL RESEARCH

**S u m m a r y:** Geomorphology has a central position in aerial photograph interpretation, because the landforms are the most conspicuous phenomena in the 3-D image obtained by stereoscopic vision of aerial photographs. The differences between 'static' and 'dynamic' photo-geomorphology are discussed in relation to their applicability. The importance of geomorphology for geological and pedological aerial photograph interpretation is mentioned, but special stress is laid on the role of photo-geomorphology in integrated surveys of natural resources and in studies of water resources.

The rapid development of aerial photograph interpretation in the last two or three decennia has contributed substantially to the furthering of geomorphological knowledge. The perfection of the techniques concerned has improved the quality of the aerial photographs to such an extent that stereoscopic study of them enables the expert to see, map and measure a wealth of geomorphological detail with an unprecedented speed and accuracy. At the same time a perfect insight is gained in the general characteristics of the landforms occurring. No other means of observation gives the geomorphologist such a clear picture of the subject of his study! It is beyond doubt that aerial survey gave as important an impetus to geomorphology as the introduction of laboratory research methods in this field of science. Geomorphological aerial photograph interpretation is a very direct interpretation, because the terrain forms are by far the most conspicuous phenomena in the three-dimensional image obtained by stereoscopic study of airphotos. There is comparatively little deduction involved and thus a high reliability is obtained. It goes without saying that a trustworthy interpretation can only be carried out by an expert in the field concerned and should be done in conjunction with field work. The advantage of the application of aerial photograph interpretation in the compilation of detailed geomorphological maps, f.i. to scale 1 : 25,000—1 : 50,000, is obvious. It ensures an accurate, detailed and quick representation of the relief forms and the investigations can be carried out even if no accurate topographical map is available. The latter aspect is, of course, especially important in rapidly developing countries.

Aerial survey had a second and even more important impact on geomorphology: it helped to form a link with neighbouring disciplines, such as geology, soil science, physical planning, etc. and thus contributed considerably to the transformation of geomorphology from a subject of purely academic interest into a modern science with many applications. Geological aerial photograph interpretation, for instance, is actually applied geomorphology as the geological features, such as rock types and structure, are normally not directly visible from the air, but their presence can only be deduced from related geomorphological phenomena. It is true that grey tones and vegetation elements sometimes are an indication for certain geological facts, but the most useful and frequent indications for the photo geologist are relief and drainage pattern. The landforms occurring in a certain area depend on the rock types on the one hand and on the erosional processes which prevail under the given circumstances of relief and climate on the other. For a correct interpretation, the geologist should have a thorough knowledge of geomorphological types and processes. It sometimes occurs that different rock types show rather similar terrain forms in which case they cannot be properly distinguished from the air. A minor change in lithology on the other hand, may in rare cases result in drastic changes in relief forms, which then are without or of little geological importance. It should be noted that the recognition of a geological phenomenon is only possible if its size is sufficient for the development of its characteristic topography. This fact, and not the photo scale, sets the limit for the detailness of the photo geological map. It is therefore feasible to use small scale photography which gives the best general view of the geological structure and which contributes to a higher production per man day.

The soil scientist, when engaged in photo interpretation, is also largely dependent on the geomorphologist as his object of study, the soil, is usually covered by vegetation and the soil profile cannot be seen at all. It is very fortunate that the boundaries of soil associations often coincide with geomorphological units, or at least have a simple relation to morphological boundaries. There are also other indications, like grey tone, vegetation, land use, etc. but the landform study is basic to pedological aerial photograph interpretation. The same holds true for land use mapping, in interpretation for engineering purposes, etc.

It is evident that, when compiling a geomorphological map with the aid of airphotos, or when applying geomorphological principles in the compilation of a geological or soil map, special stress is laid upon the 'static' aspects of geomorphology. The aim is to map the present terrain forms in their correct position and mutual relationship. Such landform mapping is nevertheless not merely descriptive. It is the insight in their genesis which allows for a classification and which clarifies their significance and their economic potentialities. Another type of geomorphological aerial photograph interpretation deals especially with the 'dynamic' aspects of this science. Emphasis in this case is not laid on the mapping of the existing situation, but on the active geomorphological processes and their effects. The application of the studies is particularly, though not exclusively, in engineering.

The author carried out extensive aerial photograph interpretation — with associated field work — in Sumatra and in the Moluccas, Indonesia, where he became acquainted with the latter two aspects of photogeo-

morphology. Though the work was mainly done for scientific purposes, practical conclusions could often be drawn from these detailed geomorphological studies. A geomorphological map of the volcanic island of Ternate (Moluccas) clearly revealed which parts of the surroundings were protected by ancient crater rims and relics of an old volcanic slope and which, to the contrary, were particularly vulnerable in case of an eruption. Geomorphology can certainly be extremely useful in the protection from disaster by volcanic eruptions. A photo reconnaissance for geological purposes was carried out in New Guinea, at a rate of 2000—3000 km<sup>2</sup> monthly. Major landform units could be distinguished but detailed observations, especially those of a lithological nature, could not be derived from the photos. The field worker on the other hand, did a number of detailed observations, mainly located along river valleys and coasts. Without the use of airphotos, the extrapolation of his observations to the not visited areas would apt to have been erroneous. The combination of field — and photo work was therefore particularly valuable in this applied research, which dealt almost exclusively with the “static” aspects of geomorphology. An interesting example of dynamic photogeomorphology is a study carried out by L. Herath at the international Training Centre for Aerial Survey, Delft, The Netherlands on the shoreline development of a part of the coast of Ceylon. He studied the changes of the coastline in the past from the position of old beach ridges and then estimated the future development. The longshore transportation of sand deduced as well as possible from the airphoto studies and some suggestions were made as to the causes of the coastal abrasion and its remedy.

The following uses can be made from aerial photographs in geomorphological research:

1. Compilation of a preliminary geomorphological map of an as yet not reconnoitred area. The results of the photo interpretation can be transferred directly to the topographic map, if such a map is available. Otherwise a basemap has to be made, e.g. by the slotted template method.

2. Preparation of the field work. The most interesting geomorphological phenomena can be located from the air and the trafficability of the terrain can be estimated. The most suitable traverses can thus be selected. The field work can thus be planned efficiently which reduces the time and cost involved considerably.

3. Extrapolation of results obtained by field work in a limited area only. This method is extremely useful and time saving when it is not possible or not essential to carry out a field check everywhere.

4. Revision of existing geomorphological maps. It is often possible to add a considerable amount of detail and to increase the accuracy of these maps.

5. Detailed positioning during the field work and accurate plotting of sampling spots and other observations. This greatly enhances the reliability of the map prepared. The observations are marked by tiny holes and the annotations are made on the back of the photo. An additional advantage is that frequently the correct connection between the individual field observations then can clearly be seen on the photographs.

6. Measurement of drainage density, height differences, relief energy, slopes, etc. Many morphometric problems are solved easiest by aerial survey!

7. Study of recent changes in the landforms. The rapid processes are, of course, the most interesting in this respect. Sedimentation (erosion by rivers, abrasion) accretion of coast lines, growth of coral reefs, lagoon deposits, shifting of dunes and soil erosion studies are promising subjects of dynamic photo geomorphology.

The applicability of geomorphological mapping and research to geology, soil science, engineering, etc. has already been mentioned and will not be further dealt with in this paper. An interesting and comparatively young application is in the integrated surveys of natural resources which are now being carried out in many developing countries. The aim is to make available a great many data on the geological and soil conditions of the area concerned, of its landforms and hydrological situation, of the land use and vegetation. Most of these projects have two things in common, viz. their large size and the necessity to have the basic information just mentioned, available at short notice. It is evident that the only justifiable answer to this problem is aerial survey, because it combines great accuracy with high speed and because it accelerates the costly field work. The work normally starts with the compilation of a basemap from the airphotos. This is essential because in most cases a suitable map does not exist. It occurs repeatedly that the experts engaged in natural resources inventory themselves spend time and energy on the preparation of such a map, which is then more or less suitable for their own purpose, but the quality of which is insufficient for many other aims. It is therefore efficient to have a reliable map made by the photogrammetrist, which can be used by all the experts working in the area and by those who will do so in the future. The region — often a drainage basin — then is analysed by a team of closely cooperating specialists who carry out the photo interpretation and the associated field work and further research. Quite remarkable results are sometimes obtained from the airphoto work. J. J. Reynders, Utrecht University, recently computed the rotation period of shifting cultivation from photo observation. This rotation period is, in sparsely populated areas, an indication of soil fertility, whereas it is a measure for population pressure in more densely populated parts. The tsetse fly in East Africa is affiliated to certain vegetation types, which can be mapped from the air. It is thus possible to plan a sleeping sickness campaign with the aid of airphotos. Recently a study in this field was made by J. Liben at the International Training Centre for Aerial Survey, Delft, The Netherlands. Harvest estimates also are amongst the possibilities.

The results of the various analyses carried out by the specialists concerned, are finally combined in a report in which all the necessary basic information can be found and in which the possibilities of further development are indicated. Inherent to all these studies is the 'analysis in layers', viz. separately for geology, soils, vegetation, etc. A common starting point the present land use, as mapped from the air, and the ultimate goal is to estimate the potential, future land use and to indicate how to achieve this.

The geomorphologist in such a team has a double role. His work can be very useful for the geologist and the soil scientist, because the landforms are basic in their fields of photo interpretation. He can furthermore study and evaluate the geomorphological characteristics of the various parts of the area in question and he can make a landform or geomorphological map. It is essential for the geomorphologist engaged in

such surveys to find the balance between the scientific and the practical side of the work. Research is, of course, necessary to obtain satisfactory practical results, but the scientific programme should not grow beyond proportion as far as time and budget are concerned. The same practical attitude also influences the outlook of the finished map: most maps will be in black and white, and the map symbols will be chosen from what is commercially available. The 'stick up' method, using Zipatone, and the like, is frequently used. This sets rigid limits to the application of (coloured) map symbols as used for the regular geomorphological map series of Poland and other countries. It is certain, however, that once a symbol comes in general use, it will also become manufactured.

Increasing emphasis is laid on the water resources of development areas. A number of factors play a role in this connection, but they all center on the water balance: precipitation = run off + infiltration + evaporation. The necessary hydrological data are often not or insufficiently available, which forces the hydrologist to leave the well trodden paths and to look for unconventional methods which will at least give him an adequate idea of the order of magnitude of the various aspects of the water problem. Aerial survey and especially photo geomorphology is then considered. Aerial photographs aid in selecting representative sites for rain gauges, especially in mountainous terrain. Every part of the drainage basin then is classified according to exposure, elevation, etc. Several gauges should be placed in every class distinguished and this rainfall data combined with the area covered by each class will give a fairly good idea of the annual rainfall and its distribution. The depletion of a snow cover can also be studied from the air, provided that successive coverages of aerial photographs are available. Interception of precipitation by the vegetation can be roughly estimated from the canopy density, etc., but little can be done about the evaporation. The surficial run off depends largely upon the permeability of the rock and soil types occurring and on the morphological characteristics. The drainage density and the steepness of the slopes are indications for its importance, and geomorphological airphoto interpretation is therefore an adequate approach. Springs can often be located from the air, especially if a prolonged dry season occurs and if infra-red photography is used. Dam site selection is also speeded up considerably by the use of airphotos.

Other possible applications of aerial photograph interpretation are e.g. in studies on disastrous floods, like the work of T. Nakano in Japan, and in irrigation studies. The remarkable thing in the latter projects is that the desired vertical accuracy is many times greater than the necessary planimetric precision. W. Schermerhorn (1958), the Dean of the ITC, Delft, therefore suggested a combination of the slotted template map compilation with an accurate leveling. The results of the leveling are indicated on a photomosaic where after the contours are completed while taking the landforms into consideration. Quite feasible are studies on the prevention or diminution of the filling up of reservoirs. The areas where rock types outcrop which are particularly susceptible to accelerated erosion, can be delineated and so can the steeper slopes. The necessary soil conservation and land use devices can thus be indicated and localized. The possibilities were explored at the ITC from an example from Ceylon.

Groundwater studies with the aid of aerial photograph interpretation are often carried out along the following lines: Analyses are made — on

separate sheets — from the surface waterfeatures; the landforms, with special stress on slopes; the surface materials and especially the alluvial and colluvial deposits; the hydrogeology, with special emphasis on water bearing formations, faults (joints, etc., and sometimes also from the vegetation) land use. The final conclusions are then drawn from the results of this multiple analysis. The author carried out a research of this kind in a part of East Africa where lack of water interfered with the introduction of cattle.

The applicability of photo geomorphology in natural resources surveys is increasingly appreciated by those concerned. The International Training Centre for Aerial Survey has the advantage that students come from all parts of the world and confront the instructors with their specific problems. The staff members thus get an open eye for the practical aspects of their fields of science. The numerous projects carried out abroad by the staff members contribute not only to the development of the areas concerned but also to the development of applied geomorphological and other research. The progress of aerial survey techniques, such as super wide angle photography, special emulsion types, electronic dodging, etc. results in increasingly better tools for the exploration of the natural resources of the world.

#### REFERENCES

- Buringh P., The role of aerial photography when drafting schemes for underdeveloped countries. *Neth. J. of Agric. Sci.*, 1953, 1, 4, pp. 251-255.
- Nakano T., Landform classification for flood prevention, using aerial photography, 1962 (in print).
- Reynders J. J., The analysis of shifting cultivation areas, 1962 (in print).
- Schermerhorn W., Luchtkartering in de zg. onderontwikkelde gebieden. *De Ingenieur, Waterbouwkunde*, II, 1958.
- Schermerhorn W., Actual problems in aerial survey. ITC Publication A/B1, 1960.
- Verstappen H. Th., Photogeological reconnaissance using trimetrogon air photography. UN-seminar on aerial survey methods and equipment. Paper I&NR/AS/4, 1960a.
- Verstappen H. Th., The role of aerial survey in applied geomorphology. *Rev. de géomorph. dynam.*, pp. 156-162, 1960 b.



## INTRODUCTION TO THE DISCUSSION

I. Presentation and review of the detailed geomorphological maps performed by different authors in different countries (table).

II. The detailed geomorphological maps hitherto performed are incomparable because of both the scope of content and the means of showing their content.

III. The problem, whether — for the scientific weal and for the better development of geomorphology — the geomorphological maps performed in differing regions ought to be comparable i.e. to be constructed according to similar principles and a similar (uniform) legend (like the geological maps) or not?

IV. In case of an affirmative answer we ought to aim at the establishment of the conception and the principles of construction of the detailed geomorphological map.

It requires the solution of the following problems:

1. The problem of the map's scale —

the map's content depends on the scale (the minor the scale the greater the number of forms, especially the elements of forms),

the method depends on the scale (the geomorphological map results from the geomorphological mapping), scales being used: 1 : 5,000, 1 : 10,000, 1 : 25,000, 1 : 50,000, 1 : 100,000, 1 : 200,000.

2. The problem of the aim of the detailed geomorphological map. What do we expect and what do we want to show

a) the location of forms of a defined appearance?  
of defined morphometric features?

of defined origin?

to recognize the distribution of landforms;

b) both the distribution and the mutual relation of forms whose origin and age has been defined to recognize the geomorphological development of the area represented?

Which of these conceptions will be more favourable for the development of science and of practice?

3. The problem of the scope of the geomorphological map's content.

All of the maps presented were called geomorphological maps yet the scope of their content is different.

Three maps show only morphographic and morphometric data, two maps show only morphogenetic data, two maps show morphogenetic and morphochronological data without the morphometric and morphographic ones, two maps show morphographic, morphogenetic and morphochronological data without the morphometric ones, two maps show all of the data required.

Do all of these maps represent geomorphological maps or the morphometric and

morphogenetical maps? Do the maps which include all of the data required (i.e. morphometric, morphographic, morphogenetic and morphochronological data) represent true geomorphological maps?

The definition of the scope of the geomorphological map's content is a basic problem.

4. The problem of the introduction of the lithological and hydrographical data into the content of the detailed geomorphological map; whether the geological and the hydrographical data ought to be introduced to the geomorphological map or not?

whether other maps ought to be used in the interpretation of the geomorphological content or not?

V. The principles of the detailed geomorphological map's construction.

The principles will depend on the aim of the map:

a) to inform only of the distribution of landforms,

b) to inform both of the development and the characteristic features of relief.

1. The problem of the background: white, topographical, geological or hydrographical background, contours

2. The problem of the legend:

A. Extent of legend:

a) preservation of regional legends

b) introduction of a general and uniform and comparable legend

B. Composition of legend:

a) a regional one according to the relief types

b) a monographical one according to the appearance

c) a genetical one

d) a chronological one

e) a chronological-genetical one

C. The means of showing the elements of relief (landforms):

by means of signs

by means of symbols

a) one-coloured or multi-coloured signs?

b) what does the colour indicate:

the type of relief?

the origin of forms?

the age of forms?

both the age and the origin of forms?

c) the sign: does it signal the occurrence of forms?

has it to be true to scale and to inform of the type of form as well as its morphometric features?

What do we want to show by means of the signs:

both the landforms and the elements of landforms whose origin has been defined (e.g. valley-sides)?

or only the elements of relief (e.g. slopes)?

d) symbols, letters, numbers, lines, figures — the problem: whether to introduce them or not?

VI. The problem of the use made of the detailed geomorphological map:

whether to introduce other data, e.g. pedological data or not?

whether to show only the complete picture of relief forming a basis for the construction of the improvement maps or not?

VII. The problem of the qualification and valuation of landforms:

whether a particular form is favourable for the development of different types of economy or not?

Mieczysław Klimaszewski  
Kraków

Characteristics of the geomorphological Maps

by

M. Klimaszewski

	Belgium (Bethune)	Belgium (Bethune)	Belgium	Belgium (Gullentops)	Belgium (Macar)	Canada (Robitaille)	Czechoslovakia (Demek)	Czechoslovakia (Demek)	France (Fricart)	France-Pyrenees (Fricart)	German Dem.Rep. (Gellert)	German Dem.Rep. (Gellert)	Great Britain (Savigear)	Great Britain (Waters)	Hungary (Balla, Pecz)	Japan (Tada)	Japan (Nakano)	Morocco (Dresch)	Morocco (Dresch)	Morocco (Le Coz)	Poland (Klimaszewski)	Poland (Galon)	Sudan (Berry)	Switzerland (Anheim)	U.S.S.R. (Baszenina)	U.S.S.R. (Spiridonow)	
Scale	1:5000	1:10000	1:15000	1:50000	1:100000	1:150000	1:25000	1:200000	1:50000	1:50000	1:25000	1:200000	1:25000	1:10000	1:200000	1:50000	1:50000	1:25000	white	white	contours	contours	white	white	topogr	contours	white
Background	contours	white	contours	contours	white	white	contours	white	white	topogr.	white	white	white	white	contours	topogr.	topogr.	white	white	contours	contours	white	white	topogr	contours	white	
Scope of Contents	(Mgr)	Mgr	Mgr	Mgr	Mgr								Mgr		(Mgr)	Mgr	Mgr	(Mgr)	(Mgr)	Mgr	Mgr	Mgr	Mgr	Mgr	Mgr	Mgr	Mgr
	(Mm)	Mm	Mm	Mm	Mm						(Mm)		Mm	Mm				(Mm)	(Mm)					Mm	Mm		
	Mgn			Mgn		Mgn	Mgn	Mgn	Mgn	Mgn	Mgn	Mgn			Mgn	Mgn	Mgn	Mgn	Mgn	Mgn	Mgn	Mgn	Mgn	Mgn	Mgn	Mgn	Mgn
							Mch		Mch						Mch				(Mch)	(Mch)	Mch	Mch				Mch	Mch
		(Lit)			Lit	Lit			Lit						Lit	Lit	Lit				Lit+Tec			Lit+Tec		Lit	
	Hydro	Hydro			Hydro									Hydro										Hydro			
Composition of Legend	Mgr			Gen		Gen	Gen/struct	Reg/gen	Gen/chron		Gen	Gen/chron			Gen	Gen	Reg	Gen	Gen	Gen/Chron		Gen/chron	Mgr+Mgn	Gen	Gen	Gen	
Colour							Gen	relief types	Mch						Lit	Mm+Mgn	Mm+Mgn				Mch		Mgn + Mch		Mgn	Mgn	
Sign	Mgr, Mm, Mgn	Mgr+Mm	Mgr+Mm	Mgr+Mgn	Mgr+Mm	Lit	Mgn	Mgn	Mgn	Mgn	Mm+Mgn	Mgn	Mm+Mgn	Mm	Mgr+Mgn	Selected land forms		(Mgr, Mm) Mgn (Mch)	(Mgr, Mm) Mgn (Mch)	Mgr+Mgn	Mgr+Mm	Mgn+Mch	Mgr+Mgn	Mgn	selected landforms	Mgn+Mch	
Symbol: letter number							Mch	Mch	Mch							Lit	Lit										
figure					Mm																						
						Mgn		selected features	Lit																Mch+Lit		
Extent of Legend	Reg	Reg	Reg	Reg	Reg	Reg	Reg	Reg	Reg	Reg	Reg	Reg	Reg	General	Reg	Reg	General	Reg	Reg	Reg	General	Reg	Reg	Reg	General	General	

Key: Mgr - Morphographical data, Mm - Morphometric data, Mgn - Morphogenetical data, Mch - Morphochronological data, Lit - Lithological data, Hydro - Hydrographical data, Struct - Structure, Tec - Tectonic data, Reg - Regional. ( ) - data being restricted to certain landforms.

Problems

RESOLUTIONS ADOPTED AT THE CONFERENCE OF THE SUBCOMMISSION  
ON GEOMORPHOLOGICAL MAPPING

During the sessions held in Kraków (3, 5, 6 May), in Toruń (10 May) and in Warsaw (12 May) twenty lectures were presented together with a selection of the detailed geomorphological maps produced in 14 countries. The Conference Participants considered these maps to be incomparable because of the scope of content and the mode of its representation. From the standpoint of the further development of geomorphology comparable geomorphological maps are needed. They ought, therefore, to be constructed on the following principles:

1. The detailed geomorphological map must result from a geomorphological mapping based on field investigations. Field data must be plotted on a detailed topographical map wherever possible supplemented by aerial photographs.

2. The detailed geomorphological map ought to be produced on the scale of 1:10,000 — 1:100,000. Those maps allow the relief to be exactly represented and most of the features to be located true to scale. Furthermore, those scales permit the detailed geomorphological maps to be produced with relative ease. It has been suggested to carry out field researches on small scale maps (e.g., 1:25,000) and to publish them on a larger scale (e.g., 1:50,000).

3. The detailed geomorphological map's aim is the complete representation of the relief from which its character, its history and its further development tendencies can be deciphered. Hence it follows, the detailed geomorphological map's aim is to represent the relief from the standpoint of dynamics. The detailed geomorphological map must inform of the distribution and of the relation between landforms whose dimensions, appearance, origin and age are known. The detailed geomorphological map must, therefore, include (a) morphographic, (b) morphometric, (c) morphogenetical and (d) morphochronological data.

4. The geomorphological content, i.e., all of the features occurring in the area investigated, must be plotted on contour lines by means of multicoloured signs true to scale. Both the signs and the colours must inform of the morphographic and the morphometric data, of the origin and the age of every landform.

5. Dating the landforms is a necessity because it introduces us into the map's content, and into the chronological order. Furthermore, it permits the relation between the landforms and geomorphological history to be established, and the further development tendencies to be foreseen.

6. In case of structural and depositional landforms the structural (lithological) data should be indicated by means of signs somewhat differentiated.

7. Regard paid to these principles will mark a step forward in the production of comparable maps, and it will allow the morphographical, morphometric and

morphogenetical maps to be eliminated from the category of the detailed geomorphological map.

8. The arrangement of the detailed geomorphological map's legend ought to be a chronological — genetical arrangement. The list of landforms which have been classified according to age and origin should be permanently completed. The Conference Participants which are working in regions of differing geological structure and climate approved, therefore, the proposal that the general list of landforms should be supplemented.

9. Signs used in the present geomorphological maps are incomparable. The views on the meaning of colours are different, too. At present colours inform either of the origin of landforms or of their age or both of their origin and age.

It will be the further aim of the Subcommittee on Geomorphological Mapping to prepare a list of landforms observed and to establish the signs for the detailed geomorphological map's uniform legend. This key will be constructed from following data:

a) present keys to geomorphological and morphogenetical maps,  
b) new complements to the general list of landforms,  
c) experience obtained by the production of fragments of the detailed geomorphological maps by the members of the Subcommittee on Geomorphological Mapping in regions of different geological structure and climate. These maps will be constructed on the principles discussed at the meeting in Kraków, and on the 'Table of signs used in the Detailed Geomorphological Map of Poland'.

The Conference participants pointed also to the detailed geomorphological map as a base for both the further development of geomorphology and of all regional — geomorphological studies. Attention has been called to the great practical importance of the detailed geomorphological map. From this map special maps can be produced, e.g., improvement maps which inform of the distribution of landforms and of landform groups either favourable or unfavourable to farming, communication, housing etc. Hence the importance of the detailed geomorphological map (just like the geological and the pedological maps) for both science and practice.

President of the Subcommittee  
on Geomorphological Mapping

(Professor Dr. M. KLIMASZEWSKI)

President of the Commission  
on Applied Geomorphology

(Professor Dr. J. TRICART)

INTERNATIONAL GEOGRAPHICAL UNION

Cracow, 18 May, 1962

COMMISSION ON APPLIED GEOMORPHOLOGY  
SUBCOMMISSION ON GEOMORPHOLOGICAL MAPPING

### GENERAL RESOLUTIONS

The members of the Commission on Applied Geomorphology, during their meeting in Poland from 3-12 May, 1962 have compared experimental studies carried out in countries of different economic structures and different geographical environments. They came to the conclusion that in all these countries, the detailed geomorphological maps are of a great practical value:

- for the preparation of soil maps and soil engineering maps
- for the study of urban and industrial development projects
- for the preparation of agricultural conservation schemes (irrigation, control of soil erosion, etc.)

The detailed geomorphological map in all these cases and in many others, like road site location or the protection of existing structures provide the engineers, planners and other specialists with information that cannot be obtained otherwise. This information facilitates their work and often results in considerable savings because of a better adaption to certain aspects of the natural environment. The risks of catastrophes which occur periodically throughout the world also can be considerably reduced this way.

The detailed geomorphological maps therefore should take their place at equal footing with topographical, geological, soil and engineering maps as basic information for any efficient regional development where use is made of the recent advancement of science.

The commission on applied geomorphology of the International Geographical Union therefore recommends:

1. that qualified geomorphologists should be encouraged to join teams in charge of the study of such problems, especially in the technical assistance programme of the United Nations;

2. that working groups should be organized in every country where the scientific development allows for it, with the aim of carrying out the systematic geomorphological mapping of the country on scales from 1:10,000 — 1:100,000. These working groups should aim at meeting the request of organizations engaged in activities for which geomorphological data are necessary. Previous experiences have shown already that the cost of such studies is very low as compared to their money-saving effect.

President of the Subcommission  
on Geomorphological Mapping

M. KLIMASZEWSKI

President of the Commission  
on Applied Geomorphology

J. TRICART



LIST OF THE DETAILED GEOMORPHOLOGICAL MAPS  
EXHIBITED IN THE INSTITUTE OF GEOGRAPHY  
JAGIELLONIAN UNIVERSITY, KRAKÓW

Belgium

- Carte géomorphologique du domaine de l'Université de Liège. Au Sart Tilman, 1 : 5000, par P. Macar et A. Pissart (manuscript), Liège 1962.
- Carte géomorphologique interprétative du Bassin du Samson, 1 : 40,000, par J. Mamerickx, (manuscript), Louvain 1961.
- Carte descriptive des versants. Bassin du Samson, 1 : 10,000. Levée par J. Mamerickx sous la direction du Prof. P. Béthune (manuscript), Centre National de Géomorphologie, Louvain 1961.

Canada

- Carte géomorphologique de la Région de Mould Bay. 1 : 10,000, by Robitaille.

Czechoslovakia

- Geomorphologische Karte. Blatt Dolni Kounice M-33-105-D-d, 1 : 25,000 (Manuskript). Bearbeitet im Kabinett für Geomorphologie der Č.S.A.V., Brno 1962.
- Geomorphologische Karte. Blatt Dlouhá Loučka, M-33-83-C-b, 1 : 25,000 (Manuskript). Bearbeitet im Kabinett für Geomorphologie der Č.S.A.V., Brno 1962.

France

- Carte géomorphologique du Delta du Sénégal, Rosso, Dagana-Feuille (III-3a), 1 : 50,000. Dressé et dessiné par le Laboratoire de l'Institut de Géographie de Strasbourg en 1956.
- Carte géomorphologique du Delta du Sénégal, Keur Macene, 1 : 100,000. Dressé par le Laboratoire de l'Institut de Géographie de Strasbourg en 1959. Dessiné par le Bureau de Cartographie du Service de la Recherche minière et de la Géologie.
- Carte géomorphologique du Delta du Sénégal, Dagana, 1 : 100,000. Dressé par le Laboratoire de l'Institut de Géographie de Strasbourg en 1959. Dessiné par le Bureau de Cartographie du Service de la Recherche minière et de la Géologie.
- Carte géomorphologique du Delta du Sénégal, Saint-Louis, 1 : 100,000. Dressé par le Laboratoire de l'Institut de Géographie de Strasbourg en 1959. Dessiné par le Bureau de Cartographie du Service de la Recherche minière et de la Géologie.
- Carte géomorphologique des Marigots de Koundi, Goundam et Tassakant (Étude et Aménagement du Niger), Echelle approximative 1 : 50,000. Dressée par J. Tri-



cart et T. Cardoso Silva. Dessiné par A. Maurer, L.I.G.U.S. African soils, vol. V., No. 3, 1960.

Carte géomorphologique, Barcelonnette, d'après Feuille XXXV-39, 1 : 50,000, Laboratoire de l'Institut de Géographie de Strasbourg.

Carte de quelques tracés successifs du cours de l'Adour Moyen entre Labatut et Nerbis, 1 : 50,000. Centre de Géographie Appliquée de Strasbourg.

#### German Democratic Republic

Morphologische Spezialkarte. Blatt Potsdam-Süd, 1 : 25,000, bearbeitet von H. J. Franz (Manuskript), Geographisches Institut der Pädagogischen Hochschule, Potsdam 1962.

Morphogenetische Karte der Deutschen Demokratischen Republik, Blatt Potsdam, 1 : 200,000, bearbeitet von H. Brunner und H. J. Franz (Manuskript) in der Physisch-Geographischen Abteilung des Instituts für Geographie der Pädagogischen Hochschule, Potsdam 1961.

Morphogenetische Karte, Blatt Berlin (Nord), 1 : 200,000, bearbeitet von E. Scholz (Nach Unterlagen von H. Lembke, H. Liedtke), Entwurf 1959.

#### Great Britain

Geomorphological Maps of approximately three square miles of the humid tropics, near Ibadan, Western Nigeria, 1 : 23,000, by R.A.G. Savigear, (Slopes and hills, Ztschr. für Geom. N.F., Handrapport, Gebrüder Borntraeger, Berlin-Nikolassee).

#### Holland

Bodenkarte der Umgebung von Moutfort. 1 : 15,000, von Jungerius P.D. (Zur Verwitterung, Bodenbildung und Morphologie der Keuper-Liaslandschaft bei Moutfort in Luxemburg), Druck von Mouton & Co, Den Haag.

#### Hungary

Die geomorphologische Übersichtskarte Ungarns. 1 : 200,000, von B. Bulla u. M. Pécsi (Manuskript), Budapest 1962.

#### Japan

Topographical Survey Map of the city of Isahaya and its vicinity showing classification of flood struck areas. 1 : 50,000, Supervision: Fumio Tada, author: Masahiko Ooya, Resources Bureau and Technics Agency 1959.

#### Morocco

Carte morphologique. Le Rharb, 1 : 200,000, par J. Le Coz, Dressé au Laboratoire de cartographie de l'Institut scientifique chérifien par A. André d'après la methode proposée par F. Joly. Imprimé par l'École du Livre — Rabat 1961.

Carte morphologique du Piémont Méridional du Djebel Sidi Bou Helal, 1 : 25,000, par J. Dresch.

Carte morphologique des Piémonts du Djebel Tebaga-Elaziza, 1 : 100,000, par J. Dresch.

#### Poland

Carte géomorphologique de Czarnohora. 1 : 25,000, par B. Świdorski, Zakł. graf. S.A. Książnica Atlas, Lwów.

Fragments of the Geomorphological Map of Poland. 1 : 50,000, by L. Starkel (Morphological development of the Escarpment of the Pogórze Karpackie between Dębica and Trzciana), Polish Academy of Sciences, Institute of Geography, Geographical Studies No. 11, Warszawa 1957.

- Geomorphological — improvement Map of the Upper Silesian Industrial District. 1 : 50,000 (manuscript). Supervision: M. Klimaszewski, author: E. Jońca, Chair of Physical Geography, Jagiellonian University, Kraków 1958.
- Geomorphological Map of Poland. Sheet Czarna Woda N-34-73-A, 1 : 50,000 (Provisional edition), Supervision: R. Galon, authors: Cz. Churska, M. Liberacka, Toruń 1958.
- Fragments of the Geomorphological Map of the Upper Silesian Industrial District. 1 : 50,000 (provisional edition). Supervision: M. Klimaszewski, Dep. of Geomorphology and Hydrography IG PAN in Kraków, Warszawa 1959.
- Geomorphological Map of Poland. Sheet Poznań N-33-130-D, 1 : 50,000, (provisional edition). Supervision: R. Galon, author: E. Tomaszewski, Toruń 1960.
- Geomorphological Map of Poland, sheet Frampol M-34-46-C, 1 : 25,000 (manuscript). Supervision: M. Klimaszewski, author: J. Buraczyński, Dep. of Geomorphology and Hydrography of Mountains and Uplands IG PAN, Kraków 1961.
- Geomorphological Map of Poland. Sheet Nałęczów M-34-33-A, 1 : 25,000 (manuscript). Supervision: M. Klimaszewski, authors: A. Kęsik, J. Rzechowski, Dep. of Geomorphology and Hydrography of Mountains and Uplands IG PAN., Kraków 1961.
- Geomorphological Map of the Polish Tatra Mtns. 1 : 20,000, by M. Klimaszewski (manuscript), Kraków 1961.
- Geomorphological Map of Poland. Sheet Częstochowa M-34-39-C, 1 : 25,000. Supervision: Prof. M. Klimaszewski, author: K. Klimek. Dep. of Geomorphology and Hydrography of Mountains and Uplands, IG PAN, Kraków 1961 (manuscript).
- Fragments of the Geomorphological Map of Poland. Sheet Lesko M-34-93-D, 1 : 50,000, by L. Starkel, Warszawa 1961.
- Geomorphological Map of the Kraków region, 1 : 25,000 (manuscript). Supervision: Prof. M. Klimaszewski, authors: J. Pokorny, M. Tyczyńska, Chair of Physical Geography, Jagiellonian University, Kraków 1962.
- Geomorphological-qualification map of the Kraków region, 1 : 25,000 (manuscript). Supervision: Prof. M. Klimaszewski, authors: J. Pokorny, M. Tyczyńska. Chair of Physical Geography, Jagiellonian University, Kraków, 1962.

#### Switzerland

- Geomorphologische Karte des Calancatales. 1 : 25,000, aufgenommen 1942-1956 durch René Seiffert — Basel, Eidg. Landestopographie — Wabern — Bern.
- Geomorphologische Karte des Zentralen Aargaus, 1 : 25,000, von Samuel Moser (nach Aufnahmen auf Plänen 1 : 5000 in den Jahren 1952-1958). Legende zu geomorphologischen Karten des Mittellandes u. des Juras zusammengestellt nach der Legende zur morphologischen Spezialkarte der Schweizer Alpen der Schweizerischen Geomorphologischen Gesellschaft nach Vorschlägen von H. Jäckli u. E. Bugmann u. eigenen Versuchen.

#### U.S.S.R.

- Геоморфологическая Карта Западного склона Урала. 1 : 50,000. Составлена Н. В. Башениной, Московский Государственный Университет им. М. В. Ломоносова, Географический факультет, 1957 год.
- Геоморфологическая Карта части Средне-Сибирского Платогорья. 1 : 50,000, составлена Ю. Г. Симоновым, Московский Государственный Университет им. М. В. Ломоносова, Географический факультет, 1957 год.
- Геоморфологическая Карта района Средней Азии. 1 : 100,000, составлена Н. П. Костенко, Московский Государственный Университет им. М. В. Ломоносова, Геологический факультет, 1957 год.

REFERENCES ON THE PRINCIPLES OF MAPPING AND CONSTRUCTION  
OF THE DETAILED GEOMORPHOLOGICAL MAPS

- [1] Annaheim H., Zur Frage der geomorphologischen Kartierung. „Petersm. Geogr. Mitt.“. Gotha 1956.
- [2] Башенина Н. В., Леонтьев О. К., Зорин Л. В., Пиотровский М. В., Симонов Ю. Г., Методические указания по геоморфологическому картированию и производству геоморфологической съемки в масштабе 1 : 50,000 — 1 : 25,000. Изд-во МГУ, 1959.
- [3] Башенина Н. В., Леонтьев О. К., Симонов Ю. Г., Вискребенцева В. С., Заруцкая И. П., Легенда геоморфологической карты советского союза масштаба 1 : 50,000 — 1 : 25,000, Москва 1960.
- [4] Башенина Н. В., Леонтьев О. К., Пиотровский М. В., Симонов Ю. Г., Методическое руководство по геоморфологическому картированию и производству геоморфологической съемки в масштабе 1 : 50,000 — 1 : 25,000, изд-во М.Г.У. 1962.
- [5] Ганешин Г. С., Эпштейн С. В., Современное состояние геоморфологического картирования в средних масштабах и основные пути их решения. Тр. II геом. сов. Изд-во ОГГН при АН СССР, Москва 1959.
- [6] Gellert J. F., Sachse R., Schollz E., Konzeption und Methodik einer morphogenetischen Karte der Deutschen Demokratischen Republik. Mitt. d. Geogr. Ges. d. DDR. 1960.
- [7] Instrukcja mapy geomorfologicznej i hydrograficznej. 1. Klasyfikacja genetyczno-chronologiczna form badanych i kartowanych w ramach zdjęcia geomorfologicznego Polski — opracowana przez M. Klimaszewskiego przy współudziale R. Galona. Biul. geogr. PAN Nr 7. 1954.
- [8] Jurczyński J., Rzut oka na rozwój zagadnienia mapy morfologicznej Polski. Przegl. geogr. t. 25, z. 3. 1953.
- [9] Klimaszewski M., The Principles of the Geomorphological Survey of Poland. Przegl. geogr. t. 28, Supplement 1956.
- [10] Klimaszewski M., Problematyka szczegółowej mapy geomorfologicznej oraz jej znaczenie praktyczne. Problèmes concernant le Carte Géomorphologique Détaille, son importance scientifique et pratique. Przegl. geogr., t. 32, z. 4. Warszawa 1960.
- [11] Марков К. К., Методика составления геоморфологических карт. Тр. Ин-та географии, 1948, вып. 39.
- [12] Passarge S., Morphologischer Atlas. Erläuterungen zu Lief. I. Morphologie des Messtischblattes Stadtremda. Hamburg 1914.
- [13] Скворцов Ю. А., Методы геоморфологического анализа и картирования Тр. Ин-та географии, вып. 39. Москва—Ленинград 1948.

- [14] Спиридонов А. А., Геоморфологическое картографирование. Географгиз, Москва 1952.
- [15] Спиридонов А. И., Опыт составления геоморфологических карт разных масштабов (1:50,000, 1:200,000 и 1,000,000) в единой легенде. Вестн. МГУ, сер. бiol. почвовед., геологии и географии, № 3, 1958.
- [16] Сваричевская З. А., О геоморфологическом картировании. Тр. Ин-та Географии, вып. 39, Москва—Ленинград 1948.
- [17] Tricart J., Carte géomorphologique du Delta du Sénégal au 1:50,000. Tome I-II, Archives d'Aménagement du Sénégal. 1954.
- [18] Tricart J., Z problematyki mapy geomorfologicznej. Przegl. geogr., t. 27, z. 2. Warszawa 1955.

## LIST OF ILLUSTRATIONS

<b>J. P. Bakker</b>	
1. The topographic basis of a part of Jungerius' pedo-sedimentological map of the Moutfort region in Luxemburg . . . . .	18
2. A section of Jungerius' pedo-sedimentological map of the Moutfort region in Luxemburg . . . . .	19
<b>K. Brydak, J. Plaskacz</b>	
1. Fragments of the geomorphological - improvement map of the Upper San Basin (East Carpathians) — by Leszek Starkel . . . . .	28
<b>J. Gellert</b>	
1. Morphologische Spezialkarte 1:25,000. Blatt Potsdam-Süd. Bearbeiter: H. J. Franz . . . . .	53
<b>A. Pissart, P. Macar</b>	
1. La carte géomorphologique de domaine de l'Université de Liège, au Sart Tilman . . . . .	91
<b>J. Pokorný, M. Tyczyńska</b>	
1. The geomorphological map . . . . .	95
2. The geomorphological evaluation map . . . . .	96
<b>L. Roszkówna</b>	
1. Carte géomorphologique générale de la Voïévodie de Bydgoszcz par R. Galon et L. Roszkówna . . . . .	102
2. Le degré de la meance par l'érosion du sol sur le territoire de la Voïévodie de Bydgoszcz, d'après la carte géomorphologique par L. Roszkówna . . . . .	103

GEOGRAPHICAL STUDIES No. 46  
PROBLEMS OF GEOMORPHOLOGICAL MAPPING

ANNEX

LANDFORM LIST AND SIGNS USED IN THE  
DETAILED GEOMORPHOLOGICAL MAP

by

MIECZYSLAW KLIMASZEWSKI

## INTRODUCTORY

The landform list used in the detailed geomorphological map has been prepared by Professor M. Klimaszewski acting in co-operation with Dr. S. Gilewska, Mrs. M. Klimkowa and Dr. L. Starkel at the Department of Geomorphology and Hydrography of Mountains and Uplands of the Institute of Geography, Polish Academy of Sciences. This landform list developed by the completion of the 'List of forms and signs used in the Geomorphological Map of Poland' which was worked out by M. Klimaszewski in 1956 and published in 'The Principles of the Geomorphological Survey of Poland' (*Przegląd Geograficzny*, 28, Supplement, Warszawa 1956) as well as of the landform lists enclosed in the detailed geomorphological maps constructed in different countries, especially by H. Annaheim, N. W. Baszenina, L. Berry, P. Bethune, B. Bulla, T. Czudek, J. Demek, J. Dresch, J. Franz, R. Galon, J. Gellert, F. Gullentops, F. Joly, M. Luknis, P. Macar, J. Mammerickx, E. Mazur, S. Mozer, Nakano, A. Pissart, Robitaille, R. Savigear, R. Seiffert, Sorret, A. Spiridonow, F. Tada and J. Tricart.

Both the scope of the landform list's content and its composition meets the requirement clearly defined by members of the Subcommission on Geomorphological Mapping IGU during their first meeting in Kraków (3-12.V.1962) and during their second meeting in Strasbourg (7-9.XII.1962). According to this requirement:

1. The arrangement of the geomorphological map's key is a genetical-chronological arrangement.
2. The geomorphological contents, i.e. the landforms are plotted on contour lines by means of multicoloured signs true to scale.
3. Both the signs and the colours inform of the morphographic and morphometric data as well as of the origin (agent, process) and age of every landform.
4. In case of structural and depositional landforms the structural (lithological) data are shown by special signs.
5. Symbols indicate some processes and micro-landforms.
6. Both the contents and signs were adopted to the detailed maps' scale (1 : 10,000, 1 : 100,000).
7. According to these principles the detailed geomorphological map
  - a) informs of the situation and mutual relation of the landforms whose appearance, dimensions, origin, structure and age are known,
  - b) includes morphographic, morphometric, morphogenetical, morphostructural and morphochronological data,
  - c) depicts the complete relief and permits its history to be reconstructed and its further development tendencies to be deciphered,

Table of colours  
used in the Detailed Geomorphological Map

Forms	Agent		Process	Age	Colour	
A.Tectonic	endogenetic forces	endogenetic forces and gravity	constructive	Tertiary Pleistocene Holocene	Indigo / grey Indigo / orange / green Indigo / vermilion / blue	
B.Volcanic	endogenetic forces		destructive	Pleistocene Holocene	Indigo	
	exogenetic forces /gravity/	constructive	Pleistocene Holocene	Madder lake, deep Madder lake, pale		
A.Denudative	gravity and water	flowing water and gravity	destructive	Paleogene Neogene Pleistocene Holocene	Left blue Neutral tint Orange Vermilion	
			constructive	Pleistocene Holocene	Sap-, May-, Emerald green Ultramarine	
B.Fluvial	stream water		destructive	Tertiary Pleistocene Holocene	Grey Orange Vermilion	
			constructive	Neogene Pleistocene Holocene	Olive green Sap-, May-, Emerald green Light blue	
C.Fluvial-deundative	stream water and gravity		destructive	Tertiary Pleistocene Holocene	Neutral tint Orange Vermilion	
D.Fluvio-glacial	proglacial streams		destructive	Pleistocene Holocene	Orange / violet blueish Vermilion / violet blueish	
			constructive	Pleistocene Holocene	Sap-, May-, Emerald green / brown Light blue / brown	
	subglacial streams		destructive	Pleistocene Holocene	Orange / violet blueish Vermilion / violet blueish	
			constructive	Pleistocene Holocene	May-, Emerald green / brown Prussian green / brown	
E.Karstic	surface and underground water		destructive /solution/	Tertiary Pleistocene Holocene	Carmine /differentiated thickness of lines/	
	stream water predominates	destructive	Tertiary Pleistocene Holocene			
		underground water	constructive	Pleistocene Holocene	Emerald green / carmine Light blue / carmine	
	constructive		Pleistocene Holocene	Vegetable green Cobalt blue		
F.Suffosional	underground water	destructive	Holocene	Vermilion		
G.Glacial	glaciers	frost, snow and ice	destructive	Pleistocene Holocene	Violet blueish, deep Light violet blueish	
			constructive	Riss	Burned Sienna	
					Indian red	
					Burned Umber	
				Wurm	Sepia	
					Raw Umber	
Vandyke brown						
Holocene	Burned light ochre					
H.Nival	snow		destructive	Pleistocene/ Wurm	Violet reddish, deep	
			constructive	Holocene	Light violet reddish	
I.Criogenetic	frost		destructive	Pleistocene/ Wurm	Violet reddish, deep / emerald green	
			constructive	Holocene	Light violet reddish / light blue	
J.Thermo-karstic	sun and ice	destructive	Pleistocene Holocene	Violet reddish, deep Light violet reddish		
K.Aeolian	wind	wind	destructive	Pleistocene Holocene	Crimson, deep Light crimson	
			constructive	Pleistocene Holocene	Chrome yellow, pale Chrome yellow, deep	
L.Limnic	lake water	waves	destructive	Pleistocene Holocene	Rose, deep Light rose	
			constructive	Pleistocene Holocene	Paris blue, deep Paris blue, pale	
M.Marine	sea water		destructive	Pleistocene Holocene	Rose, deep Light rose	
			constructive	Pleistocene Holocene	Paris blue, deep Paris blue, pale	
N.Orogenetic	plants and animals		organisms	destructive	Holocene	Sepia
				constructive		
O.Man made	man		organisms	destructive	Holocene	Black
				constructive		



nr inw.	tytuł	autor	opis	data	zbiórka
1	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...
11	...	...	...	...	...
12	...	...	...	...	...
13	...	...	...	...	...
14	...	...	...	...	...
15	...	...	...	...	...
16	...	...	...	...	...
17	...	...	...	...	...
18	...	...	...	...	...
19	...	...	...	...	...
20	...	...	...	...	...
21	...	...	...	...	...
22	...	...	...	...	...
23	...	...	...	...	...
24	...	...	...	...	...
25	...	...	...	...	...
26	...	...	...	...	...
27	...	...	...	...	...
28	...	...	...	...	...
29	...	...	...	...	...
30	...	...	...	...	...
31	...	...	...	...	...
32	...	...	...	...	...
33	...	...	...	...	...
34	...	...	...	...	...
35	...	...	...	...	...
36	...	...	...	...	...
37	...	...	...	...	...
38	...	...	...	...	...
39	...	...	...	...	...
40	...	...	...	...	...
41	...	...	...	...	...
42	...	...	...	...	...
43	...	...	...	...	...
44	...	...	...	...	...
45	...	...	...	...	...
46	...	...	...	...	...
47	...	...	...	...	...
48	...	...	...	...	...
49	...	...	...	...	...
50	...	...	...	...	...

d) is of a great value for the preparation of hydrological-, climatological-, soil-geological-, geographical agricultural-, industrial- and other studies,

e) forms a base for the construction of the geomorphological-improvement map needed for practical purposes,

f) is used in practice, especially in economic and regional planning.

8. The landform list's arrangement enables its further completion by geomorphologists carrying out field studies. I shall be grateful for propositions.

Landforms due to endogenetic forces

A. Tectonic forms

1. Slopes of fault scarps

a/ heavily changed

b/ slightly changed with a gradient of 2-4°

9-19°

19-45°

45-64°

more than 64°

2. Slopes of flexure scarps /see § A<sub>1</sub>/

3. Slopes of thrust scarps /see § A<sub>1</sub>/

4. Flanks /slopes/ of tectonic folds

5. Open earthquake rifts

6. Small tectonic scarps

7. Local subsidence

B. Forms due to vulcanicity

1. Slopes of volcanic cones with gradients of 2-4°

4-9°

9-19°

19-45°

2. Remnants of volcano slopes /see § B<sub>1</sub>/

3. Rim of crater

a/ fresh

b/ destroyed

4. Inner slope of crater /see § B<sub>1</sub>/

5. Rim of caldera a/ fresh

b/ heavily changed

6. Inner slopes of caldera

7. Parasitic cones

8. Lava tongues /confined to valleys/

9. Lava flows

10. Lava fields

11. Lava bridges or tunnels, spatter cones, dribble cones, lava cascades and tumuli, spines

Landforms due to exogenetic forces

A. Forms due to denudation

1. Destructional forms due to denudation

1. Fragments of a structural surface

a/ flat /with gradients up to 4°/

b/ inclined /with gradients of 4-9°/

consisting of sandstone

quartzite

limestone

dolomite





























marl

lava

Sign	Tertiary	
	Paleogene	Neogene
	Indigo / background in shades of grey	
	Indigo / background in shades of grey	
	Indigo / background in shades of grey	
	Indigo / background in shades of grey	
	Indigo	
	Indigo	
	Indigo / grey infill	
	Shades of Madder lake, deep	
	Shades of Madder lake, deep	
	Indigo	
	Shades of Madder lake, deep	
	Indigo	
	Indigo	
	Madder lake, deep	
	Madder lake, deep	
	Madder lake, deep	
	Madder lake, deep	
	Madder lake, deep	
	Madder lake, deep	
	Madder lake, deep	
	Madder lake, deep	
	Madder lake, deep	
	Madder lake, deep	
	Delft blue	Neutral tint
	Delft blue	Neutral tint
	Delft blue	Neutral tint
	Delft blue	Neutral tint
	Delft blue	Neutral tint
	Delft blue	Neutral tint
	Delft blue	Neutral tint
	Delft blue	Neutral tint

Quaternary

Mindel	Riss	Würm	Holocene
	Indigo / background in shadows of orange		
	Indigo / background in shades of orange		
	Indigo / background in shades of orange		
	Indigo / background in shades of orange		
	Indigo - upper line, Orange - lower line		Indigo - upper line,
	Indigo - upper line, Orange - lower line		Vermilion-lower line
Indigo / Sap	Indigo / May	Indigo / Emerald	Indigo / Light blue
green infill	green infill	green infill	infill
	Shades of Madder lake, deep		
	Shades of Madder lake, deep		
	Indigo		
	Shades of Madder lake, deep		
	Indigo		
	Indigo		
	Madder lake, deep		
	Madder lake, deep		
	Madder lake, deep		
	Madder lake, deep		
	Madder lake, deep		
	Madder lake, deep		
	Orange		
	Orange		
	Orange		
	Orange		
	Orange		
	Orange		
	Orange		
	Orange		

	Sign	Tertiary	
		Paleogene	Neogene
Remnants of a late mature relief /not rejuvenated/:			
2. Fragments of a surface of destruction			
a/ flat /with gradients up to 4°/		Delft blue	Neutral tint
b/ inclined /with gradients of 4-9°/		Delft blue	Neutral tint
initiated during the Paleogene		Delft blue	Neutral tint
Miocene			Neutral tint
Pliocene I			Neutral tint
Pliocene II			Neutral tint
Pliocene III			Neutral tint
3. Fragments of pediments formed by erosion and denudation with gradients of...			Neutral tint
4. Fragments of pediments formed by wash with gradients of...			Neutral tint
5. Fragments of the surfaces of planation			
a/ flat			Neutral tint
b/ inclined			Neutral tint
exhumed during the....		Delft blue	Neutral tint
6. Fragments of structural surfaces uncovered during the....		Delft blue	Neutral tint
7. Fragments of the planated surfaces exhumed from beneath a sheet of insoluble residue			Neutral tint
a/ flat			Neutral tint
b/ inclined			Neutral tint
during the....			Neutral tint
8. Breaks of slope separating different surfaces of planation or different pediments			Neutral tint
9. Ridges at the intersection of valley-sides:			
a/ sharp and rocky /crests/			Neutral tint
b/ narrow and rocky			Neutral tint
c/ narrow and rounded			Neutral tint
d/ broad and rounded			Neutral tint
10. Ridges de résistance			
a/ sharp and rocky			Neutral tint
b/ narrow and rocky			Neutral tint
c/ narrow and rounded			Neutral tint
d/ broad and rounded			Neutral tint
consisting of sandstone			Neutral tint
quartzite			Neutral tint
limestone			Neutral tint
extrusive rocks			Neutral tint
crystalline rocks			Neutral tint
11. Monoclinical ridges			
a/ sharp and rocky			Neutral tint
b/ narrow and rocky			Neutral tint
c/ narrow and rounded			Neutral tint



	Sign	Tertiary	
		Paleogene	Neogene
d/ broad and rounded			Neutral tint
consisting of quartzite			Neutral tint
sandstone			Neutral tint
limestone			Neutral tint
dolomite			Neutral tint
lava			Neutral tint
12. Double ridges			Neutral tint
13. Summits			
a/ sharp and rocky /arête, horns/			Neutral tint
b/ cone			Neutral tint
c/ mound			Neutral tint
d/ dome			Neutral tint
14. Passes, cols			Neutral tint
15. Slopes of structural escarpments			
a/ steep slope on outcrop of resistant rocks with gradients of....			Neutral tint Shades of grey
b/ gentle slope /glacis/ on outcrop of less resistant rocks with gradients of....			Neutral tint Shades of grey
16. Slopes of fault-line scarps		Indigo - fault line, Grey - combe	
a/ obsequent / with gradients of....			Shades of grey
b/ resequent / with gradients of....			Shades of grey
17. True monadnocks /de résistance/ Slopes of true monadnocks with gradients of... consisting of....			Neutral tint Shades of grey
18. Necks Slopes of necks with gradients of....			Neutral tint Shades of grey
19. Residual ridges and outliers Slopes of outliers with gradients of....			Neutral tint Shades of grey
20. Monadnocks Slopes of monadnocks with gradients of....			Neutral tint Shades of grey
21. Inselbergs Slopes of inselbergs with gradients of....			Neutral tint Shades of grey
22. Small residual forms			
a/ cornices			Neutral tint
b/ rock walls			Neutral tint
c/ buttresses and recesses			Neutral tint
d/ pulpit rocks			Neutral tint
e/ mushroom rocks			Neutral tint
f/ needle rocks			Neutral tint
g/ castellated rocks			Neutral tint
h/ natural arches-bridges			Neutral tint
i/ earth pyramids,-pillars			Neutral tint
j/ balanced-or-rocking stones			Neutral tint
k/ erratic boulders			Neutral tint
l/ rock block fields /felsenmeer/			Neutral tint
23. Structural-denudative breaks of slope			
convex in profile			Neutral tint
concave in profile			Neutral tint





































	Sign	Tertiary	
		Paleogene	Neogene
24. Scarps of escarpments due to resistance on outcrops of quartzite			Neutral tint
sandstone			Neutral tint
limestone			Neutral tint
dolomite			Neutral tint
25. Flat surface of structural rock terraces			Neutral tint
26. Cornices de résistance			Neutral tint
27. Structure-controlled troughs on slopes			Neutral tint
28. Valleys formed by corrasion			Neutral tint
29. Valleys formed by solifluction -			
Dellen			
a/ long			
b/ short on the slopes			
c/ with a flowing bottom			
30. Ablation troughs			
31. Rock-faces			Neutral tint
32. Chutes			
33. Scar of a rock-fall			
a/ fresh			
b/ old			
34. Scar of step of a rock-slide			
a/ fresh			
b/ old			
35. Scar or step of a land-slide, -slip			
a/ fresh			
b/old			
36. Soar or edge of a rock-slump			
a/ fresh			
b/ old			
37. Scar or edge of a land-slump			
a/ fresh			
b/ old			
38. Fissures above the scars of land-slides, -slips			
39. Small land-slides, -slips and slumps			
II. Constructional forms due to denudation			
II <sub>1</sub> . Forms produced by gravity			
1. Scree or talus heaps			
2. Talus slopes			
3. Talus cones			
4. Land - slide, - slip tongues			
5. Solifluction tongues			
6. Slopes with terracettes			
7. Boulder tongues			
8. Mud - flow tongues			
9. Rock streams or rock glaciers			
10. Laves torrentielles /Muren/			
11. Colluvial fans			

Quaternary			
Mindel	Riss	Wurm	Holocene
	Orange		
	Orange		
	Orange		
	Orange		
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		
	Orange		
	Orange		
Orange - broken line,	Ultramarine - crescents		Vermilion -broken line, Ultramarine-crescents
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
Sap green	May green	Emerald green	Ultramarine
Sap green	May green	Emerald green	Ultramarine
Sap green	May green	Emerald green	Ultramarine
Sap green	May green	Emerald green	Ultramarine
Sap green	May green	Emerald green	Ultramarine
Sap green	May green	Emerald green	Ultramarine
Sap green	May green	Emerald green	Ultramarine
Sap green	May green	Emerald green	Ultramarine
Sap green	May green	Emerald green	Ultramarine
Sap green	May green	Emerald green	Ultramarine
Sap green	May green	Emerald green	Ultramarine
Sap green	May green	Emerald green	Ultramarine

Sign	Tertiary	
	Paleogene	Neogene
12. Creep - built /colluvial/ plain		
13. Solifluction built plains		
a/ free solifluction		
b/ constricted solifluction		
II <sub>2</sub> . Forms of proluvial origin		
1. Proluvial fans		
2. Plains due to proluvial accumulation /playa, sebkha/		
B. Fluvial forms		
I. Destructional forms due to river erosion		
1. River bed of permanent streams		
a/ out in rock		
b/ out in alluvia		
less than 1m. in depth		
more than 1m. in depth		
2. Channels of temporary moving water masses		
a/ out in rock		
b/ out in alluvia and colluvia		
less than 1m. in depth		
more than 1m. in depth		
3. Channel - and river banks		
a/ undermined		
b/ fixed		
c/ growing by upbuilding		
4. Abandoned loops /cut-offs, ox-bows, mort lakes/		
a/ fresh and deep with water		
b/ old, shallow, dry		
5. Steps in river - bed		
a/ low /rapids/		
b/ high /water-falls/		
6. Rocky lodges in river bed		
7. Potholes, evorsion channels, plunge pools		
8. Hanging valley steps		
9. Recession terrace scarps		
10. Gorges less than 3m. in depth		
3 - 6m. in depth		
6 - 12m. in depth		
more than 12m. in depth		
11. Undermined slopes, river-cliff		
less than 3m. in height		
3 - 6m. in height		
6 - 12m. in height		
more than 12m. in height		

Quaternary

Mindel	Riss	Wurm	Holocene
			Ultramarine
Sap green	May green	Emerald green	
Sap green	May green	Emerald green	
		Emerald green	Ultramarine
		Emerald green	Ultramarine
			Vermilion
			Vermilion
			Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
			Vermilion
			Vermilion
			Vermilion - line Ultramarine-dots
			Vermilion
			Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion

	Sign	Tertiary	
		Paleogene	Neogene
12. Edges and slopes of river-terraces and alluvial fans			
a/ well preserved			
b/ badly preserved			
3 - 6m. in height			
6 - 12m. in height			
more than 12m. in height			
13. Cut plains			
14. Sub-alluvial fan plain /alluvial glacia/ with a veneer of ....			
<b>II. Constructional forms due to fluvial accumulation</b>			
1. River - built plain			
consisting of gravel			Olive green
sand			Olive green
mud			Olive green
dating from the .....			
2. Alluvial terrace plains			
consisting of riverine gravel			Olive green
sand			Olive green
mud			Olive green
dating from the.....			
3. Rock terrace plain			
bearing riverine gravel			Neutral tint-lines
sand			Olive green-dots
mud			Neutral tint-lines
dating from the.....			Olive green-dots
4. Alluvial fan /-cone/ plain			
consisting of riverine gravel			Neutral tint-lines
sand			Olive green-dots
mud			Neutral tint-lines
with gradients less than 1°			Olive green-little dots and lines
1 - 3°			
3 - 6°			
more than 6°			
dating from the.....			
5. Terevat fans			
dating from the.....			Olive green
6. Delta plains			
formed by gravel			
sand			
mud			
clay			
7. Delta levees			
8. Intervening depressions			
9. Riverine gravel - banks			
10. Riverine sand - banks			

Quaternary

Mindel	Riss	Würm	Holocene
	Orange		Vermillion
	Orange		Vermillion
	Orange		Vermillion
	Orange		Vermillion
	Orange		Vermillion
	Orange		Vermillion
Orange-broken lines Sap green-background	Orange-broken lines May green-background	Orange-broken lines Emerald green-background	Vermillion-broken lines Light blue-background
Sap green	May green	Emerald green	Light blue
Sap green	May green	Emerald green	Light blue
Sap green	May green	Emerald green	Light blue
Sap green	May green	Emerald green	Light blue
Sap green	May green	Emerald green	Light blue
Sap green	May green	Emerald green	Light blue
Orange-lines Sap green-dots	Orange-lines May green-dots	Orange-lines Emerald green-dots	Vermillion-lines Light blue-dots
Orange-lines Sap green-dots	Orange-lines May green-dots	Orange-lines Emerald green-dots	Vermillion-lines Light blue-dots
Orange-lines Sap green-little dots and lines	Orange-lines May green-little dots and lines	Orange-lines Emerald green-little dots and lines	Vermillion-lines Light blue-little dots and lines
Sap green	May green	Emerald green	Light blue
Sap green	May green	Emerald green	Light blue
Sap green	May green	Emerald green	Light blue
Sap green	May green	Emerald green	Light blue
Sap green	May green	Emerald green	Light blue
Sap green	May green	Emerald green	Light blue
Sap green	May green	Emerald green	Light blue
Sap green	May green	Emerald green	Light blue

- 11. Riverine mud - banks
  - 12. Natural embankments /levees/
  - 13. Interfluvial aggradational spurs
- C. Fluvial - denudational forms
- I. Destructional forms due to river erosion and denudation

- 1. Valley sides cut during the.....
  - a/ very gently inclined /2 - 4°/ mantled with waste or solifluction deposits, now slightly denuded
  - b/ gently inclined /4 - 9°/ mantled with waste or solifluction deposits, now slightly denuded
  - c/ Steep /9 - 10°/ mantled with waste undergoing degradation or solifluction, now markedly denuded
  - d/ very steep, partly rocky /19 - 45°/, now intensively denuded
  - e/ precipitous, rocky /45 - 64°/ now intensively denuded
  - f/ Rocky faces / 65°/ now intensively destroyed by rock falls

- 2. Sides of structural gaps sunk in
  - quartzite
  - sandstone
  - limestone
  - dolomite
  - extrusive rocks

- 3. Sides of antecedent gaps
- 4. Sides of epigenetic gaps
- 5. Sides of gaps formed by headward erosion
- 6. Sides of overflow gaps
- 7. Sides of dry cols /wind-gaps/
- 8. Sides of inherited gaps
- 9. Cut off, severed spur






















- 10. Pseudo out-off hills
- 11. Epigenetic hills

- 12. Valley-spurs
- 13. Funnel-shaped valley head
- 14. Kettle-shaped valley head

- 15. Break of slopes separating various generations of valleys of differing age

- 16. Small valleys produced in cooperation with solifluction
  - a/ trough-like valleys on steep slopes
  - b/ Dellen resulting from the transformation of erosional valleys
  - c/ Incipient troughs

- 17. Small valleys produced by periodic water acting in co-operation with denudation
  - a/ fresh loess canyons, gorges
  - b/ ravines
  - c/ old canyons

Sign	Tertiary	
	Paleogene	Neogene
		
		
		
		Shades of Grey
		
		
		
		
		Neutral tint
		Neutral tint
		Neutral tint
		Neutral tint
		Neutral tint
		Neutral tint
		Neutral tint
		Neutral tint
		Neutral tint
		
		
		
		





	Sign	Tertiary	
		Paleogens	Neogens
d/ Tilke			
e/ bad-lands or scab-lands			
18. Steep slopes of assymetrical valleys			Neutral tint
19. Barrancoos			
<b>D. Fluvioglacial forms</b>			
<b>I. Destructional forms due to proglacial water erosion</b>			
1. Valley-, channel-sides cut by proglacial water during the former glaciations Würm with gradients of.....			
2. Sides of glacier margin valley trains /Urstromtal/ cut by proglacial - and extraglacial water during the former glaciations Würm with gradients of.....			
3. Sides of inherited gaps dating from the. former glaciations Würm with gradients of.....			
4. Trompetentäler			
5. Edges and slopes of outwash /sandur/ terraces and fluvio-glacial fans			
6. Cut sandur terrace plains			
7. Old and dry spill-ways			
8. Erosional-residuals of the ground moraine			
<b>II. Constructional forms due to proglacial water deposition</b>			
1. Outwash /sandur/ plains consisting of gravel sand			
2. Glacio-fluvial fan plains consisting of gravel sand			
3. Glacio-lacustrine plains consisting of clay silt			
4. Kame terrace plains consisting of gravel sand silt			
5. Fluvio-glacial kame ridges and hills consisting of gravel sand less than 5m. in height 5 - 10m. in height 10 - 30m. in height more than 30m. in height			
6. Glacio-lacustrine kame ridges and hills consisting of sand silt			

Quaternary			
Mindel	Riss	Würm	Holocene
			Vermilion-line, Light blue-little lines
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
Violet blueish-line, Orange-pinnacles			Violet blueish-line, Vermilion-pinnacles
Violet blueish-line, Orange-pinnacles			
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
	Orange		Vermilion
Violet blueish-line, Orange-combe			Violet blueish-line, Vermilion - combe
Violet blueish-lines, Green-background			Violet blueish-lines, Light blue-background
	Orange		Vermilion
	Brown-inner part, Violet-combe		
Sap green-background Brown-dots	May green-background Brown-dots	Emerald green-background Brown-dots	Light blue-background Brown-dots
Sap green-background Brown-dots	May green-background Brown-dots	Emerald green-background Brown-dots	Light blue-background Brown-dots
Sap green-background Brown-lines and dots	May green-background Brown-lines and dots	Emerald green-background Brown-lines and dots	Light blue-background Brown-lines and dots
Sap green- background Brown-little lines	May green-background Brown-little lines	Emerald green-background Brown-little lines	Light blue-background Brown-little lines
Sap green-background Brown-little lines and dots	May green-background Brown-little lines and dots	Emerald green-background Brown-little lines and dots	Light blue-background Brown-little lines and dots
	May green-background Brown-dots	Emerald green- background Brown-dots	Light blue-background Brown-dots
	May green-background Brown-dots	Emerald green- background Brown-dots	Light blue-background Brown-dots
	May green-background Brown-little dots and lines	Emerald green background Brown-little dots and lines	Light blue-background Brown-little dots and lines
	Brown-outer line and dots, May green-inner part	Brown-outer line and dots, Emerald green- inner part	Brown-outer line and dots, Light blue- inner part
	Brown-lines and dots, May green-inner part	Brown-lines and dots, Emerald green-inner part	Brown-lines and dots, Light blue-inner part
	Brown-lines, May green-inner part	Brown-lines, Emerald green-inner part	Brown-lines, Light blue-inner part

	Sign	Tertiary	
		Paleogene	Neogene
less than 5m. in height			
5 - 10m. in height			
10 - 30m. in height			
more than 30m. in height			
7. Supraglacial esker ridges and hillocks			
formed by a/ deposition			
b/ squeezing			
less than 5m. in height			
5 - 10m. in height			
10 - 30m. in height			
III. Destructional forms due to erosion of subglacial water			
1. Subglacial channel-sides belonging to former glaciations			
Würm			
with gradients			
less than 9°			
10 - 19°			
more than 20°			
2. Potholes /marmites/			
3. Flat subglacial channel floors			
4. Sides of lake cirques with gradients			
less than 9°			
10 - 19°			
more than 20°			
IV. Constructional forms due to subglacial water deposition			
1. Subaquatic esker ridges			
up to 5m. in height			
5 - 10m. in height			
10 - 30m. in height			
2. Esker ridges and hillocks formed in tunnels			
..... in height			
Karstic forms			
1. Forms due to solution			
Forms developing in limestone			
dolomite			
gypsum			
rock-salt			
1. Swallow,- sink holes /dolines/			
formed through solution			
less than 5m. in depth			
5 - 10m. in depth			
more than 10m. in depth			
a/ rocky and steep sides			
b/ smooth sides with soil cover			
c/ flat-floored			
Sink-holes resulting from the collapse of cavern roof /see § 1a/			
3. Uvalas			

thin line /0,3mm/

Quaternary			
Mindel	Riss	Würm	Holocene
		Brown	Light blue
		Brown	Light blue
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Orange		Vermilion
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Brown-combe	Brown-combe,	Brown-combe,
	May green-inner part	Emerald green-inner part	Prussian green-inner part
	Brown-lines	Brown-lines,	Brown-lines,
	May green-inner part	Emerald green-inner part	Prussian green-inner part

Light sea green - lithological background

Carmine - all karstic forms

thick line /0,7mm./

inactive	active
thick line /1mm./- broken	thick line /1mm./

Sign	Tertiary	
	Paleogene	Neogene
4. Large karstic depressions /cock-pits/ a/ due to solution b/ due to cavern collapse		thin line /0,3mm./
5. Sink-hole, fields		
6. Lapiés, karrenfields		
7. Groups of jamas		
8. Chasms /with depth in metres/		
9. Chimney-like shafts /with depth in metres/		
10. Funnel-shaped shafts /with depth in metres/		
11. Natural bridges and cave arches/		
12. Ponors a/ Pit ponors b/ Arch ponors		
13. Cavern entrances at valley floor level		
14. Hanging cavern entrances		
Karstic forms reproduced in insoluble rock-cover		
1. Swallow-, sink-holes due to solution		
2. Swallow-, sink-holes due to collapse		
3. Small karstic depressions		
II. Forms due to solution and water erosion		
1. Slopes of karstic gorges with gradients of..... dating from.....		
2. Sides of blind karstic valleys		
3. Steep terminal walls of blind valleys		
4. Corrosion notches /niches/		
5. Flat floors of central poljes covered with gravel sand silt with rocky bottom		
6. Flat floors of marginal poljes		
7. Sides of poljes		thin line /0,3mm./
8. Surfaces due to karst planation /see de- structional surfaces/		
9. Hanging karstic valley steps		
10. Karstic gateways		
11. Karstic spurs		
12. Segments of karstic gorges formed by collapse of cavern roof		
13. Mogotes /haystacks/, hums		
III. Karstic forms due to deposition of calcium carbonate		
1. Travertine bars up to 5m. in height 5 - 10 m. in height more than 10m. in height		
2. Travertine terraces		

Quaternary

Mindel

Riss

Würm

Holocene

Carmine - all karstic forms

thick line /0,7mm./

inactive	active
thick line /1mm./- broken	thick line / 1 mm./

Carmin-ruled areas,  
Emerald green-dots  
Carmin-ruled areas,  
Emerald green-dots  
Carmin-ruled areas,  
Emerald green-little  
dots and lines

Carmin-ruled areas,  
Light blue - dots  
Carmin-ruled areas,  
Light blue-dots  
Carmin-ruled areas,  
Light blue-little  
dots and lines





























Carmine - all karstic forms

thick line /0,7mm./

inactive	active
thick line /1mm./- broken	thick line /1mm./

Vegetable green  
Vegetable green  
Vegetable green  
Vegetable green

Cobalt blue  
Cobalt blue  
Cobalt blue  
Cobalt blue

	Sign	Tertiary	
		Paleogene	Neogene
IV. Forms due to deposition of mineral salts by heated underground water			
1. Cones, funnels			
2. Rims			
F. Suffosional forms			
I. Forms due to corrasion of underground water			
1. Suffosional /subcutaneous/ dimpling			
2. Suffosional pits			
less than 2m. deep			
more than 2m. deep			
3. Suffosional blind valleys			
4. Suffosional shafts			
5. Suffosional cavern entrances			
G. Glacial forms			
I. Destructional forms due to glacial erosion			
1. Rôches moutonnées			
up to 5m. in height			
5 - 10m. in height			
10 - 30m. in height			
more than 30m. in height			
with gradients of slope ....			
with a thin morainic veneer			
2. Grooves seperating rôches moutonnés			
3. Smoothed surfaces			
4. Sides of glacial rock basins and channels			
with gradients			
less than 30°			
more than 30°			
5. Glacial riegels			
6. Plains due to scouring			
with a thin morainic veneer			
7. Terminal basins			
II. Forms due to modification of preglacial features by mountain glaciers			
1. Corries, cirques			
due to alteration of former river valley heads /spring amphitheatres/			
2. Corries, cirques			
due to alteration of land-slip scars			
3. Valley corries, cirques			
due to alteration of portions of unrejuvenated preglacial valleys			
4. Sides of corries, cirques			
with gradients of less than 15°			
15 - 30°			
more than 30°			
5. Sides of glacial troughs			
with gradients of less than 15°			
15 - 30°			
more than 30°			
6. Sides of glacial troughs covered with a lateral moraine			

Quaternary			
Mindel	Riss	Würm	Holoocene
		Vegetable green	Cobalt blue
		Vegetable green	Cobalt blue
			Vermillion
			Vermillion
			Vermillion
			Vermillion
			Vermillion
			Vermillion
			Vermillion
			Vermillion
			Vermillion
			Vermillion
			Vermillion
			Vermillion
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish-crescents, Brown-circlets		Light violet blueish-crescents, Brown-circlets
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Violet blueish		Light violet blueish
	Shades of Violet blueish		Shades of Light violet blueish
	Shades of Violet blueish		Shades of Light violet blueish
	Shades of Violet blueish		Shades of Light violet blueish, Brown-dots



	Sigs.	Tertiary	
		Paleogene	Neogene
7. Break of the slope of glacial trough /margin of glacial scour/			
8. Walls of trough heads			
9. Flattened trough shoulders /benches, shelves/			
10. Steps on the floor of troughs			
11. Hanging tributary valley steps			
12. Cirque-terraces			
13. Fragments of planated surfaces due to glacial erosion			
14. Fjel plain due to alteration of old surfaces of planation			
III. Constructional forms due to inland ice deposition			
1. Flat ground moraine local relief up to 2m with gradients ranging up to 2° dating from the Riss I Riss II Brandenburg Stage Frankfurt Stage Pomeranian Stage Later Substages			
2. Undulating ground moraine, local relief from 2-5m. with gradients ranging up to 5° dating from the./see § 1/			
3. Depressions due to irregular glacial deposition dating from the./see § 1/			
4. End-, terminal-, frontal morainic bills and ridges dating from the./see § 1/ formed by			
a/ deposition			
thrust			
b/ less than 5m. in height			
5 - 10m. in height			
more than 10m.in height			
c/ fresh			
altered			
5. Depressions seperating end morainic ridges			
6. Ablation morainic hummocks and ridges less than 10m. high more than 10m. high			
7. Drumlin ridges less than 10m. high more than 10m. high			
8. Grooves seperating drumlins			
IV. Constructional forms due to valley glacier deposition			
1. Irregular surface of the ablation moraines			

		Quaternary		
Mindel		Riss	Würm	Holocene
		Violet blueish		Light violet blueish
		Violet blueish		Light violet blueish
		Violet blueish		Light violet blueish
		Violet blueish		Light violet blueish
		Violet blueish		Light violet blueish
		Violet blueish		Light violet blueish
		Violet blueish		Light violet blueish
		Violet blueish		Light violet blueish
		----- Burned Sienna -----		
		----- Indian Red -----		
			Burned Umber -----	
			Sepia -----	
			Raw Umber -----	
			Vandyke brown -----	Burned light ochre
		Shades of brown /see § 1/		
		Shades of brown /see § 1/		
		Shades of brown /see § 1/		
		Shades of brown /see § 1/		
		Shades of brown /see § 1/		
		Shades of brown /see § 1/		
		Shades of brown /see § 1/		
		Shades of brown /see § III/1/		

	Sign	Tertiary	
		Paleogene	Neogene
<b>2. Lateral morainic ridges</b> a/ up to 5m. high 5 - 10 m. high 10 - 30 m. high more than 30 m. high b/ fresh altered			
<b>3. Lateral morainic ridges</b>			
<b>4. Lateral morainic ridges due to ablation /lateral pseudo moraine/</b>			
<b>5. Transverse ablation morainic ridges</b>			
<b>6. Medial morainic ridges</b> a/ up to 5m. high 5 - 10m. high 10 - 30m. high b/ fresh altered			
<b>7. Ridges of bear - den moraines /block moraines/</b> a/ up to 5m. high 5 - 10m. high 10 - 30m. high more than 30m. high b/ fresh altered			
<b>H. Nivation forms</b>			
<b>I. Destructional forms due to nivation</b>			
1. Nivation cirques and niches			
2. Nivation hollows and nivation troughs			
3. Nivation terraces			
4. Nivation pavement			
5. avalanche scars			
6. Avalanche tracks			
<b>II. Constructional forms due to nivation</b>			
1. Fans and avalanche heaps			
2. Protalus ramparts, nivation ridges, winter-talus ridges			
3. Protalus-steps			
<b>I. Forms due to frost action</b>			
<b>1. Criogenetic forms</b>			
1. Patterned ground			
2. Polygonal ground			
3. Soil stripes			
4. Pingo			
5. Tufhur fields			
6. Planated surfaces due to cryoplanation			

Quaternary

Mindel

Riss

Würm

Holocene

Shades of brown /see § III/1/

Shades of brown /see § III/1/

Shades of brown /see § III/1/

Shades of brown /see § III/1/

Shades of brown /see § III/1/

Shades of brown /see § III/1/

Violet reddish

Light violet reddish

Violet reddish

Light violet reddish

Violet reddish

Light violet reddish

Violet reddish

Light violet reddish

Violet reddish

Light violet reddish

Violet reddish

Light violet reddish

Violet reddish

Light violet reddish

Violet reddish

Light violet reddish

Violet reddish

Light violet reddish

Violet reddish-outer  
line, Green-dots

Light violet reddish-  
line, Blue-dots

Violet reddish

Light violet reddish

Violet reddish

Light violet reddish

Violet reddish

Light violet reddish

Violet reddish

Light violet reddish

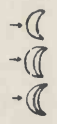




















Violet reddish

Light violet reddish

	Sign	Tertiary	
		Paleogene	Neogene
7. Terraces due to cryoplanation			
a/ fresh			
altered			
8. Thermokarst			
I. Forms due to melting out of buried ice blocks			
1. Kettles			
up to 2m. deep			
2 - 5m. deep			
5 - 10m. deep			
more than 10m. deep			
2. Large basins			
3. Channels due to melting out of buried ice masses			
4. Groups of kettles			
II. Forms due to melting out of hydrolaccolithes			
1. Ablation troughs surrounded by a mound /post-pingo/			
2. Shallow ablation pits			
9. Aeolian forms			
I. Destructional forms due to wind erosion			
1. Wind-excavated depressions /blow-outs/			
a/ stabilised			
b/ scoured by wind			
2. Wind-excavated troughs and basins with gradients of....			
3. Floors of wind-excavated troughs and basins			
4. Aeolian corrasion grooves /fields/			
5. Corrasional residuals			
6. Yardang fields			
7. Wind-excavated grooves /fields/			
8. Deflation residuals			
9. Slopes of deflation crests			
10. Mushroom-rocks			
11. Wind-polished surfaces			
12. Ventifact fields			
13. Plains with desert pavement			
a/ Stony			
b/ Pea iron			
14. Hollows left by uprooted trees			
15. Gassi			
II. Constructional forms due to aeolian deposition			
1. Barchanes			
up to 5m. high			
5 - 10m. high			
10 - 30m. high			
more than 30m. high			

**Quaternary**

<b>Mindel</b>	<b>Riss</b>	<b>Würm</b>	<b>Holocene</b>
		Violet reddish	Light violet reddish
		Violet reddish	Light violet reddish
		Violet reddish	Light violet reddish
	Violet reddish	Violet reddish	Light violet reddish
	Violet reddish	Violet reddish	Light violet reddish
	Violet reddish	Violet reddish	Light violet reddish
	Violet reddish	Violet reddish	Light violet reddish
	Violet reddish	Violet reddish	Light violet reddish
		Violet reddish	Light violet reddish
		Violet reddish	Light violet reddish
	Crimson		Light crimson
	Crimson		Light crimson
	Crimson		Light crimson
	Crimson		Light crimson
	Crimson		Light crimson
	Crimson		Light crimson
	Crimson		Light crimson
	Crimson		Light crimson
	Crimson		Light crimson
	Crimson		Light crimson
	Crimson		Light crimson
	Crimson		Light crimson
	Crimson		Light crimson
	Crimson		Light crimson
	Crimson		Light crimson
	Crimson		Light crimson
			Chrome yellow, deep- lines, Cadmium lemon- infill

Sign	Tertiary	
	Paleogene	Neogene
2. Developing barchans up to 5m. high 5 - 10m. high 10 - 30m. high		
3. Longitudinal dunes a/up to 5m. high 5 - 10m. high 10 - 30m. high more than 30 m. high b/active stabilised		
4. Transverse dunes a/ up to 5m. high 5 - 10m. high 10 - 30m. high more than 30m. high b/ active Stabilised		
5. Paraboliform dunes a/ up to 5m. high 5 - 10m. high 10 - 30m. high more than 30m. high b/ active stabilised		
6. Dune fields /irregular dunes/		
7. Dune nets /crest lines marked/		
8. Conical dunes		
9. Sandy plains due to aeolian accumulation		
10. Sand heaps		
11. Sand strips		
12. Sand and silt mounds around vegetation		
13. Loess plains due to aeolian accumulation		
L. Forms of limnic origin		
I. Destructional forms due to abrasion by lake water		
1. Active cliff		
2. Abandoned cliff		
3. Wave-cut platform		
4. Wave-cut terrace plain		
5. Wave-cut notches /abandoned/		
II. Constructional forms due to lake water deposition		
1. Beach		
formed by gravel /shingle/		
sand		
silt		

Quaternary

Mindel	Riss	Würm	Holocene
			Chrome yellow, deep-lines, Cadmium lemon-infill
	Chrome yellow, pale		Chrome yellow, deep-line, little lines, little dots, Cadmium lemon-infill
	Chrome yellow, pale		Chrome yellow, deep Chrome yellow, deep-line and little dots, Cadmium lemon-infill
	Chrome yellow, pale		Chrome yellow, deep
	Chrome yellow, pale		Chrome yellow, deep Chrome yellow, deep-line and little dots, Cadmium lemon-infill
			Chrome yellow, deep
	Chrome yellow, pale		Chrome yellow, deep Chrome yellow, deep-line and little dots, Cadmium lemon-infill
			Chrome yellow, deep
	Chrome yellow, pale		Chrome yellow, deep Chrome yellow, deep Chrome yellow, deep Chrome yellow, deep Chrome yellow, deep Chrome yellow, deep Chrome yellow, deep Cadmium lemon-stippled
	Rose		Light rose
	Rose		Light rose
	Rose		Light rose
	Rose		Light rose
	Paris blue, deep		Paris blue, pale
	Paris blue, deep		
	Paris blue, deep		



	Sign	Tertiary	
		Paleogene	Neogene
2. Bar			
formed by gravel /shingle/			
sand			
silt			
M. Forms of marine origin			
I. Destructional forms due to marine abrasion			
1. Young active cliff			
permanently undercut			
periodically undercut			
consisting of sandstone			
quartzite			
limestone			
dolomite			
marl			
lava			
unconsolidated rock			
2. Ancient abandoned cliff			
3. Wave-cut platform			
4. Wave-cut terrace plain			
5. Stacks			
6. Headlands /spurs/			
7. Sea arches			
8. Sea caves			
9. Submarine outer edge of wave-cut platform			
10. Priele			
11. Wave-cut notches, nips			
II. Constructional forms due to marine deposition			
1. Beach			
consisting of gravel /shingle/			
sand			
silt			
2. Bay mouth bar			
consisting of gravel /shingle/			
sand			
silt			
3. Spit			
consisting of gravel /shingle/			
sand			
silt			
4. Bay bar			
consisting of gravel /shingle/			
sand			
silt			
5. Tamboli			
consisting of gravel /shingle/			
sand			
silt			

Quaternary

Mindel	Riss	Würm	Holocene
			Paris blue, pale
	Rose		Light rose
	Rose		Light rose
	Rose		Light rose
	Rose		Light rose
	Rose		Light rose
	Rose		Light rose
	Rose		Light rose
	Rose		Light rose
	Rose		Light rose
	Rose		Light rose
	Rose		Light rose
	Paris blue, deep		Paris blue, pale
	Paris blue, deep		Paris blue, pale
	Paris blue, deep		Paris blue, pale
	Paris blue, deep		Paris blue, pale
			Paris blue, pale
			Paris blue, pale
			Paris blue, pale
			Paris blue, pale

	Sign	Tertiary	
		Paleogene	Neogene
6. Coastal terrace plain consisting of gravel/shingle/ sand silt			
7. Beach ridge a/ consisting of gravel/shingle/ sand  b/ less than 5m. high more than 5m. high  c/ active undercut abandoned			
8. Barrier or offshore bar a/ consisting of gravel/shingle/ sand  b/ less than 2m. high 2 - 5m. high			
9. Floors of watten			
10. Bottoms of lagoons			
11. Submarine bars			
12. Alluvial fans at priede mouths			
13. Ridges formed by sand filling up priede			
14. Tidal deltas			
15. Coast with mangrove shrubs			
N. Organogenetic forms			
I. Destructional forms created by plants			
1. Hollows developing under the roots			
2. Oricangas			
II. Constructional forms created by plants			
1. Salt marsh plains			
2. Bog plains on lake shores			
3. Topogenous bog plains			
4. Domed bogs			
III. Destructional forms created by animals			
1. Depressions due to stamping			
2. Terracettes produced by sheep etc.			
IV. Constructional forms created by animals			
1. Reef flats, fringing reef, barrier reefs, coral atolls			
2. Termitaria fields			
3. Groups of ant hills			
4. Groups of mole hills			
5. Beaver dams			

Quaternary

Mindel	Riss	Würm	Holocene
			Paris blue, pale
			Paris blue, pale
			Paris blue-line and dots, Light Paris blue-infill
			Paris blue, pale
			Paris blue, pale
			Paris blue, pale
			Paris blue, pale
			Paris blue, pale
			Paris blue, pale
			Paris blue, pale
			Paris blue, pale
			Sepia
			Sepia
			Sepia
			Sepia
			Sepia
			Sepia
			Sepia
			Sepia
			Sepia
			Sepia
			Sepia
			Sepia

C. Man - made forms

Sign	Tertiary	
	Paleogene	Neogene
I. Destructional forms produced by man		
1. Quarries, clay pits, sand pits, gravel pits		
2. Old mining pits		
3. Holwegs and road cuttings		
4. Canal cuttings		
5. Hollows due to mining subsidence		
II. Constructional forms produced by man		
1. Mining, slag and industrial dumps		
2. Tumuli, barrows, prehistoric earthworks		
3. Railroads and embankments		
4. Embankments and groynes for flood prevention		
5. Agricultural terracing		

Quaternary			
Mindel	Riss	Würm	Holocene
			Black
			Black
			Black
			Black
			Black
			Black
			Black
			Black
			Black

TABLE OF CONTENTS

✓	Introduction (M. Klimaszewski) . . . . .	5
	Report of the international conference of the Subcommission on Geomorphological Mapping (M. Klimaszewski) . . . . .	8
	PAPERS READ AT THE MEETING OF THE SUBCOMMISSION ON GEOMORPHOLOGICAL MAPPING	
	J. P. Bakker — Different types of geomorphological maps. A comparison of the Polish geomorphological maps (Klimaszewski, Galon) with those from other countries . . . . .	13
	L. Berry — Geomorphological mapping in arid and semi-arid regions of the Sudan (East Africa) . . . . .	23
	K. Brydak, J. Plaskacz — Eine kurze Mitteilung über die Bedeutung der geomorphologischen Karte bzw. Bonitierungskarte für die Bearbeitung des Raumbewirtschaftungsplanes . . . . .	27
	B. Bulla, M. Pécsi — Die Geomorphologische Übersichtskarte Ungarns (1:200,000) . . . . .	33
	J. Demek — Gegenwärtiger Stand der geomorphologischen Kartierung in der Tschechoslovakei . . . . .	39
✓	R. Galon — Geomorphological Map of the Polish Lowland on 1:50,000 scale . . . . .	47
	J. Gellert — Über geomorphologische Kartierungsarbeiten in der Deutschen Demokratischen Republik . . . . .	51
	F. B. Gullentops — La cartographie géomorphologique en Belgique . . . . .	57
	F. Joly — Un exemple de carte géomorphologique en pays semi-aride Nord-Africain . . . . .	59
✓	Z. Karakiewicz — The importance of a geomorphological survey for establishing the directions of the development of Kraków and its surrounding area . . . . .	63
✓	M. Klimaszewski — The principles of geomorphological mapping in Poland . . . . .	67
	P. Michel — Les cartes géomorphologiques levées dans les bassins du Sénégal et de la Gambie (Afrique Occidentale) . . . . .	73
✓	T. Murawski — Die Rolle der ausführlichen geomorphologischen Karte bei der Bearbeitung der physiographischen Grundlagen der Stadt- und Landbezirkspanung . . . . .	83

M. Pissart, P. Macar — Légende de la carte géomorphologique du domaine de l'Université de Liège, au Sart Tilman . . . . .	89
✓ J. Pokorny, M. Tyczyńska — Method of evaluation of relief for land planning purposes (on example of the region of Kraków) . . . . .	95
✓ L. Roszkówna — Le problème d'érosion du sol sur le territoire de la Voïévodie de Bydgoszcz d'après la carte géomorphologique . . . . .	101
✓ J. Szczepkowski — An appraisalment of usefulness of the 'Geomorphological Map of the Polish Lowland' for regional planning and space economy . . . . .	109
J. Tricart — Cartes géomorphologiques et géomorphologie appliquée. L'expérience du Centre de Géographie Appliquée . . . . .	113
H. Th. Verstappen — The application of aerial photograph interpretation in geomorphological research . . . . .	121
✓ Introduction to the discussion — M. Klimaszewski . . . . .	127
✓ Resolutions adopted at the Conference of the Subcommission on Geomorphological Mapping (M. Klimaszewski, J. Tricart) . . . . .	129
✓ General resolutions (M. Klimaszewski, J. Tricart) . . . . .	130
List of the detailed geomorphological maps exhibited in the Institute of Geography, Jagiellonian University, Kraków . . . . .	133
References on the principles of mapping and construction of the detailed geomorphological maps . . . . .	136
Annex	
✓ M. Klimaszewski — Landform List and Signs used in the Detailed Geomorphological Map . . . . .	139

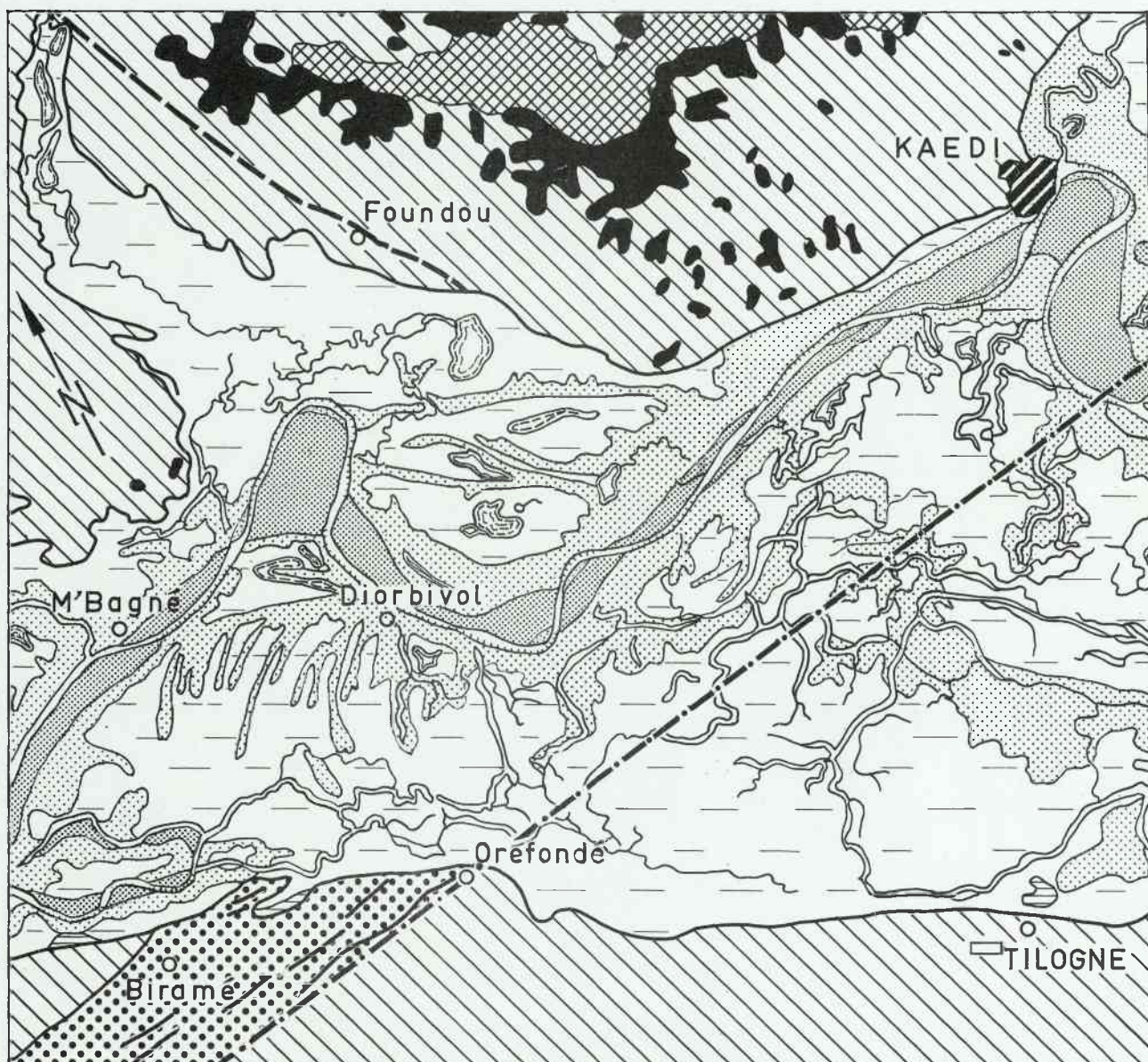


Following detailed geomorphological maps: Vallée du Bakoy ..., Vallée du Bafing ..., Partie Sud-Ouest du Delta du Sénégal ..., Vallée du Sénégal ..., are enclosed to the article by P. Michel — „Les cartes géomorphologiques levées dans les bassins du Sénégal et de la Gambie (Afrique occidentale). The remaining maps are examples of geomorphological maps prepared in the Geographical Institute in Strasbourg, under J. Tricart.

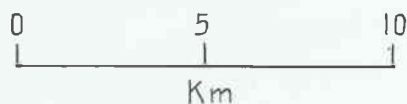
All the maps were made in the Geographical Institutes in Paris and Strasbourg with financial assistance of the International Geographical Union, Commission of Applied Geography.

*Problems of Geomorphological Mapping*

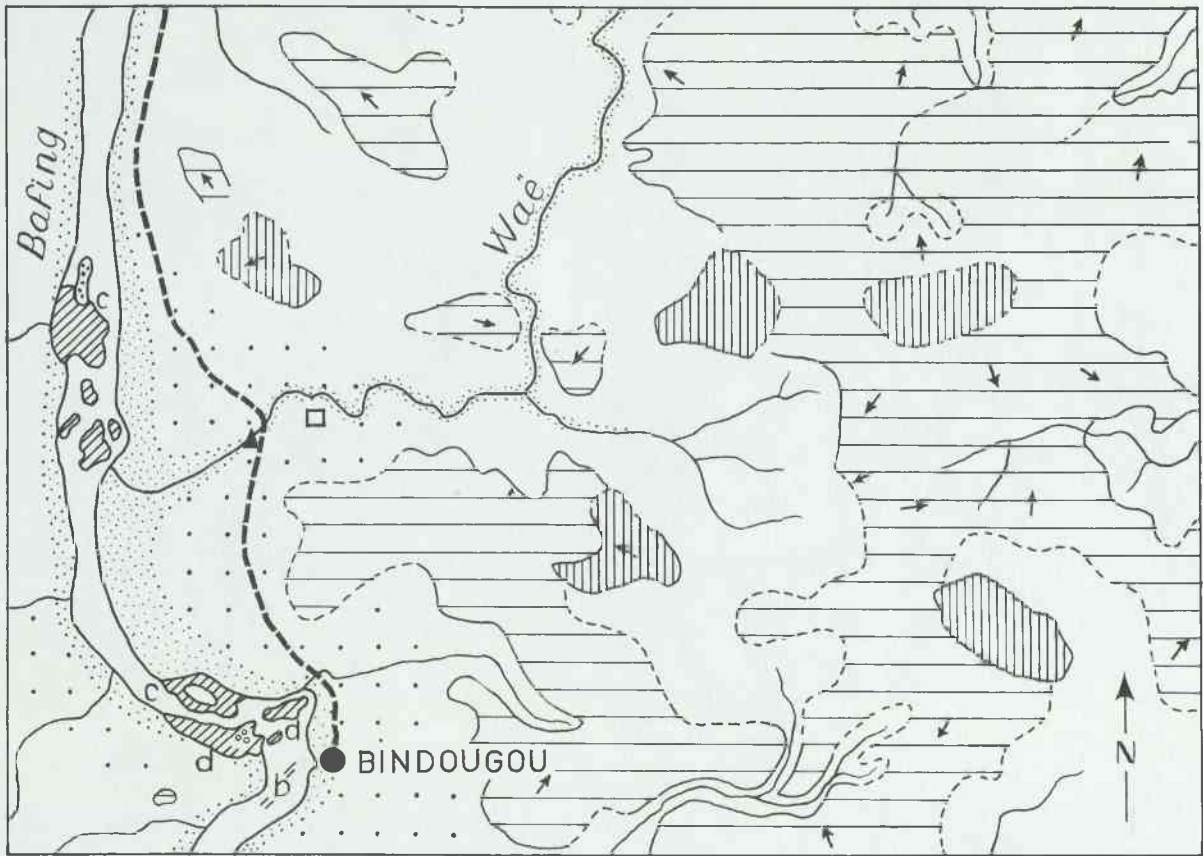
# VALLÉE DU SÉNÉGAL ET SA BORDURE RÉGION DE KAÉDI



	marigot		levées actuelles et subactuelles
	banc de sable		levées flandriennes et dunkerquiennes
	berge sapée		bas glacis sableux
	mare permanente		haut glacis cuirassé
	dépression au sol très argileux		buttes de grès du continental cuirassées
	cuvette au sol très argileux		dunes rouges et alignements dunaires
	lambeau de haute terrasse		limite orientale du faciès calcaire Eocène
	terrasse ouljienne		limite méridionale des massifs de dunes rouges





# VALLÉE DU BAFING DANS LA RÉGION DE BINDOUGOU (Plateau Mandingue)






 SEUILS ET POINTEMENTS ROCHEUX DANS LE BAFING :



b brèche      c corne      d dolérite


SURFACES CUIRASSÉES :

 glacis supérieur       glacis inférieur

 limite nette       limite imprécise       sens de la pente


FORMATIONS SABLEUSES ET GRAVELEUSES :

 remblai argilo-sableux       bas glacis sablo-argileux

 galets et graviers sous berge

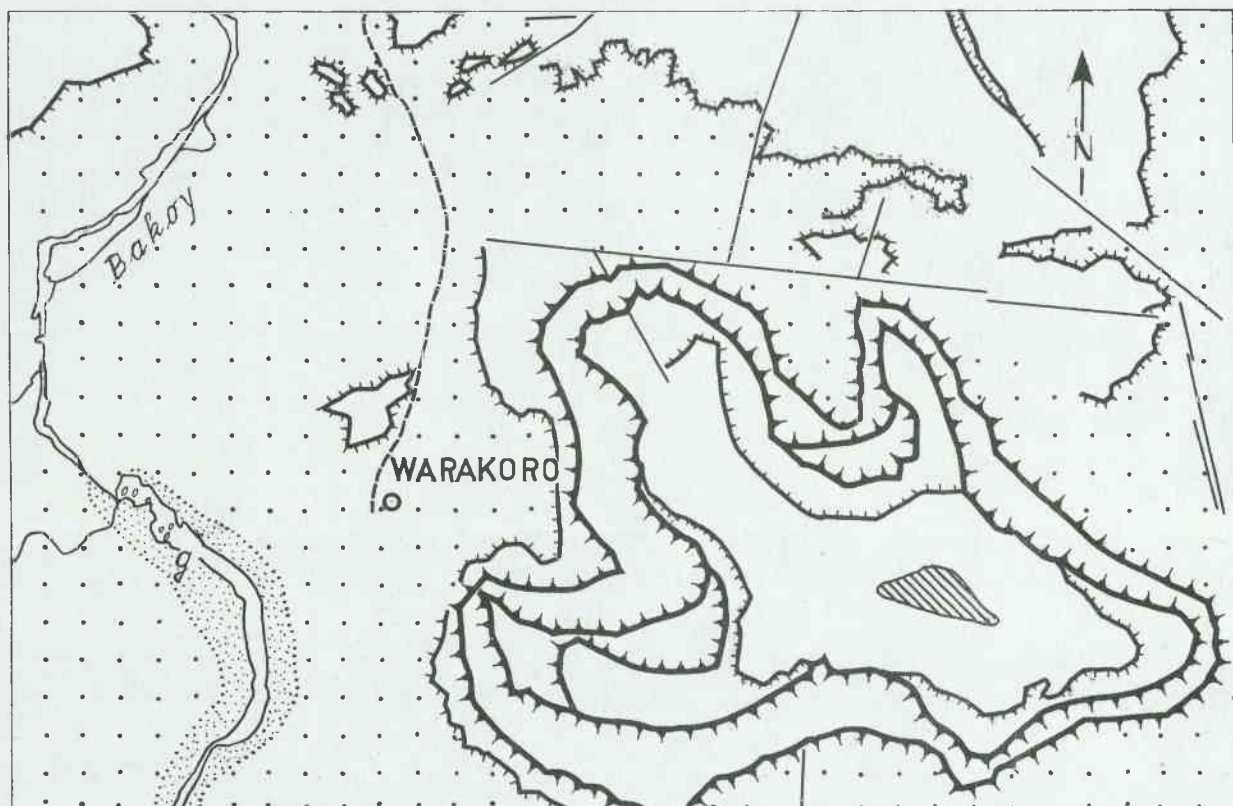
 galets et graviers dans des marmites

 colluvions de basse terrasse

 banc de sable et de gravier



# VALLÉE DU BAKOY DANS LES ENVIRONS DE WARAKORO (RÉGION DE KITA)



corniche



corniche importante



grès



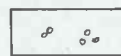
principales diaclases



piste



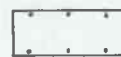
surface cuirassée: témoin  
de la seconde surface  
d'aplanissement



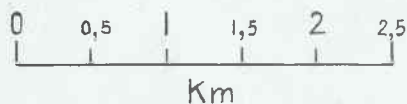
galets et graviers dans  
des marmites



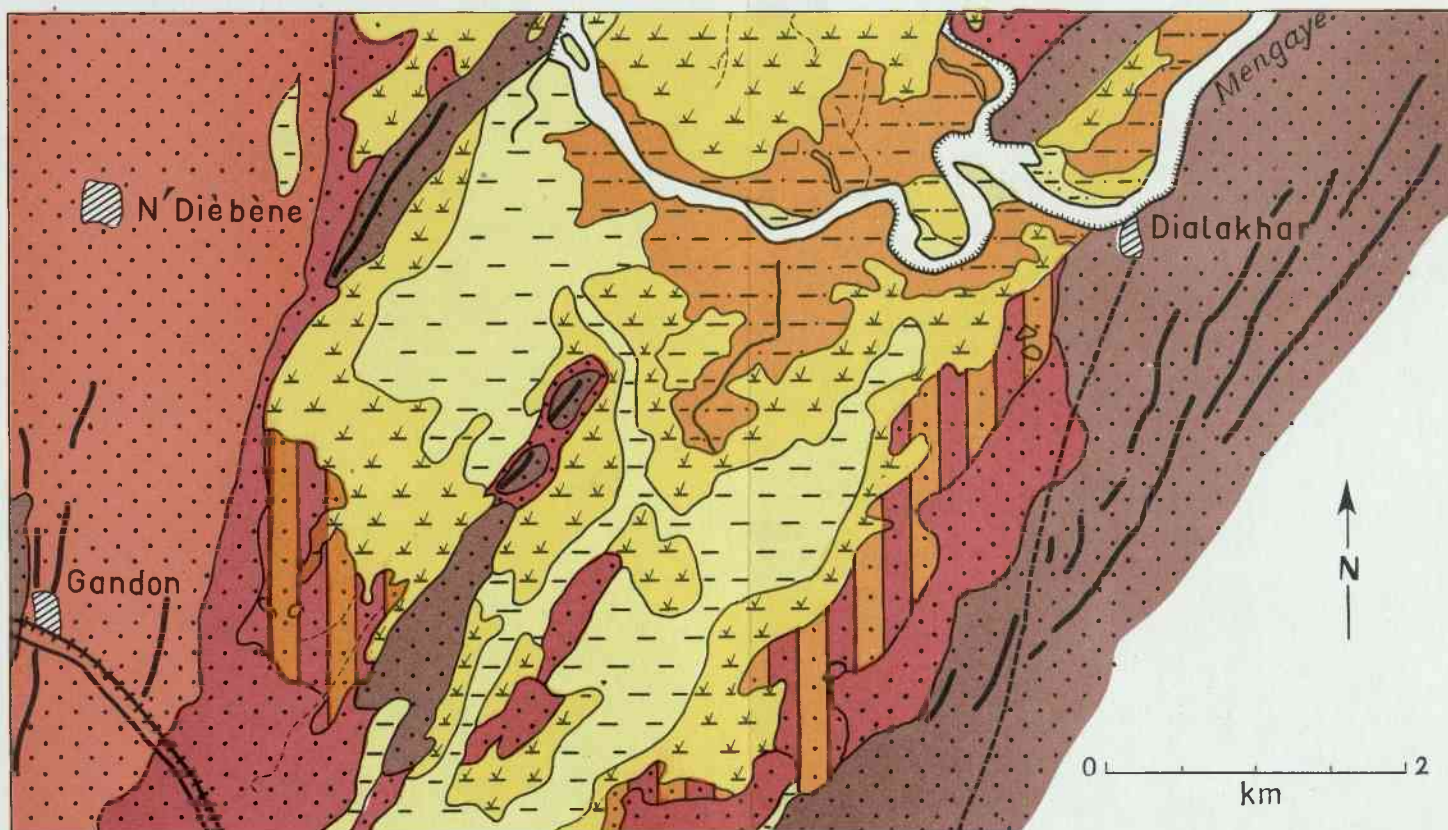
remblais argilo-sableux



bas glacis sableux



# PARTIE SUD-OUEST DU DELTA DU SÉNÉGAL ENVIRONS DE SAINT-LOUIS



agglomération

route

piste

voie ferrée

marigot permanent

marigot temporaire

berge sapée, talus

alignement dunaire

## GRANULOMÉTRIE

sable

argile

vase

## AGE ET MORPHOLOGIE

actuel variable

subactuel "

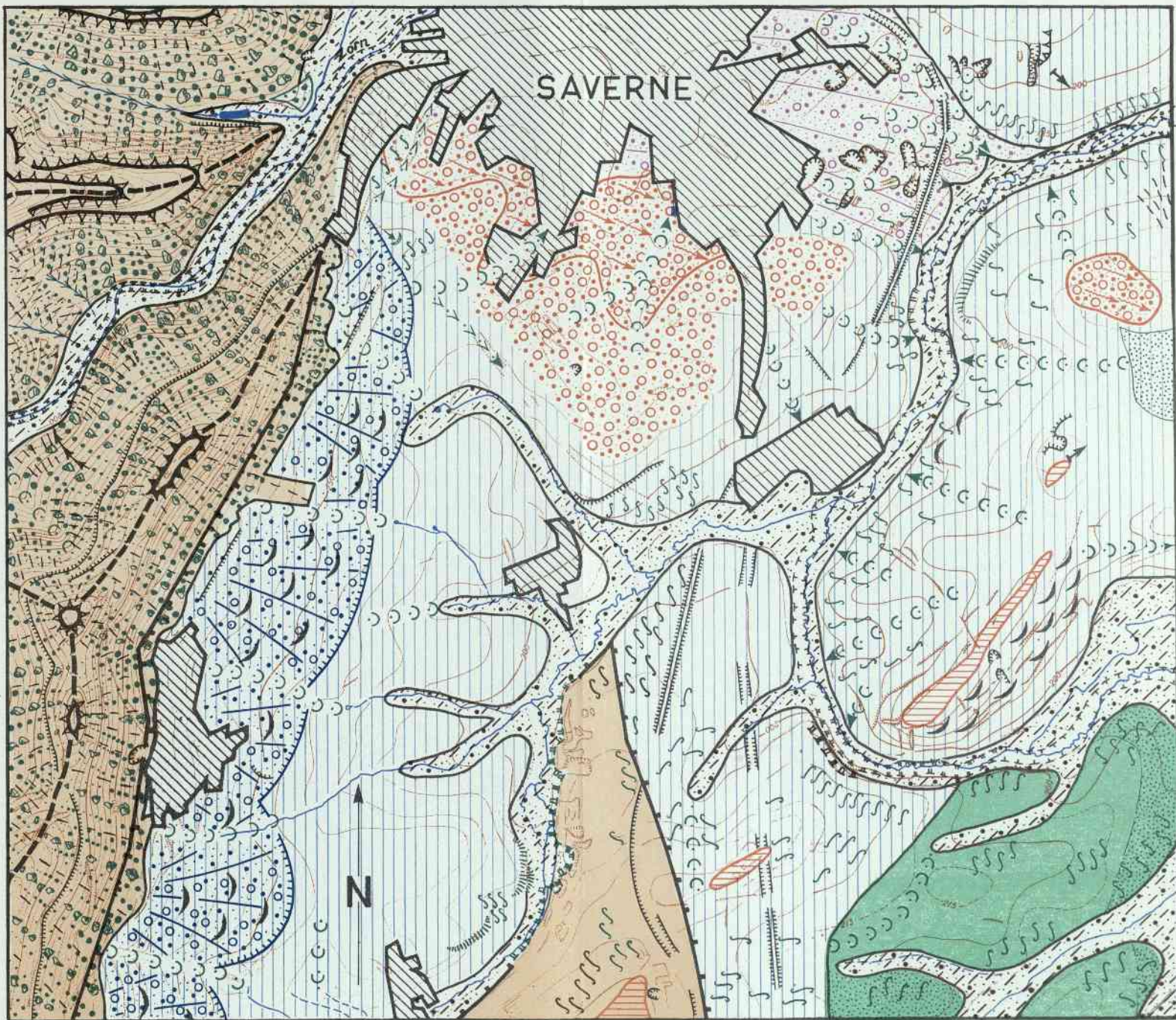
dunkerquien "

pré-flandrien dune

ouljien terrasse

pré-ouljien dune

# SAVERNE


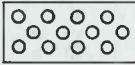
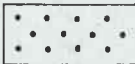



# ARMAÇÃO



## DONNÉES CHRONOLOGIQUES

- actuel                    noir
- Holocène                brun foncé
- Dunkerquien            brun moyen
- Flandrien                vert foncé
- Eemien-Ouljien        bleu vif
- Néogène                rouge vif

## DONNÉES LITHOLOGIQUES

- granite altéré  
  ( orange )                
- dépôts détritiques :
  - { galets                    
  - { sable                     
  - { argile                    






## ACTIONS EOLIENNES

- dune            { nette                    
- { estompée                





## MODELÉ ANTHROPIQUE ( noir )

- zone habitée            
- aérodrome              

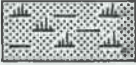





## ACTION DES EAUX COURANTES

- rivière            { permanente            
- { temporaire             
- berge sa péé        1-5 m            
- lac                    
- cuvette argilo-tourbeuse    

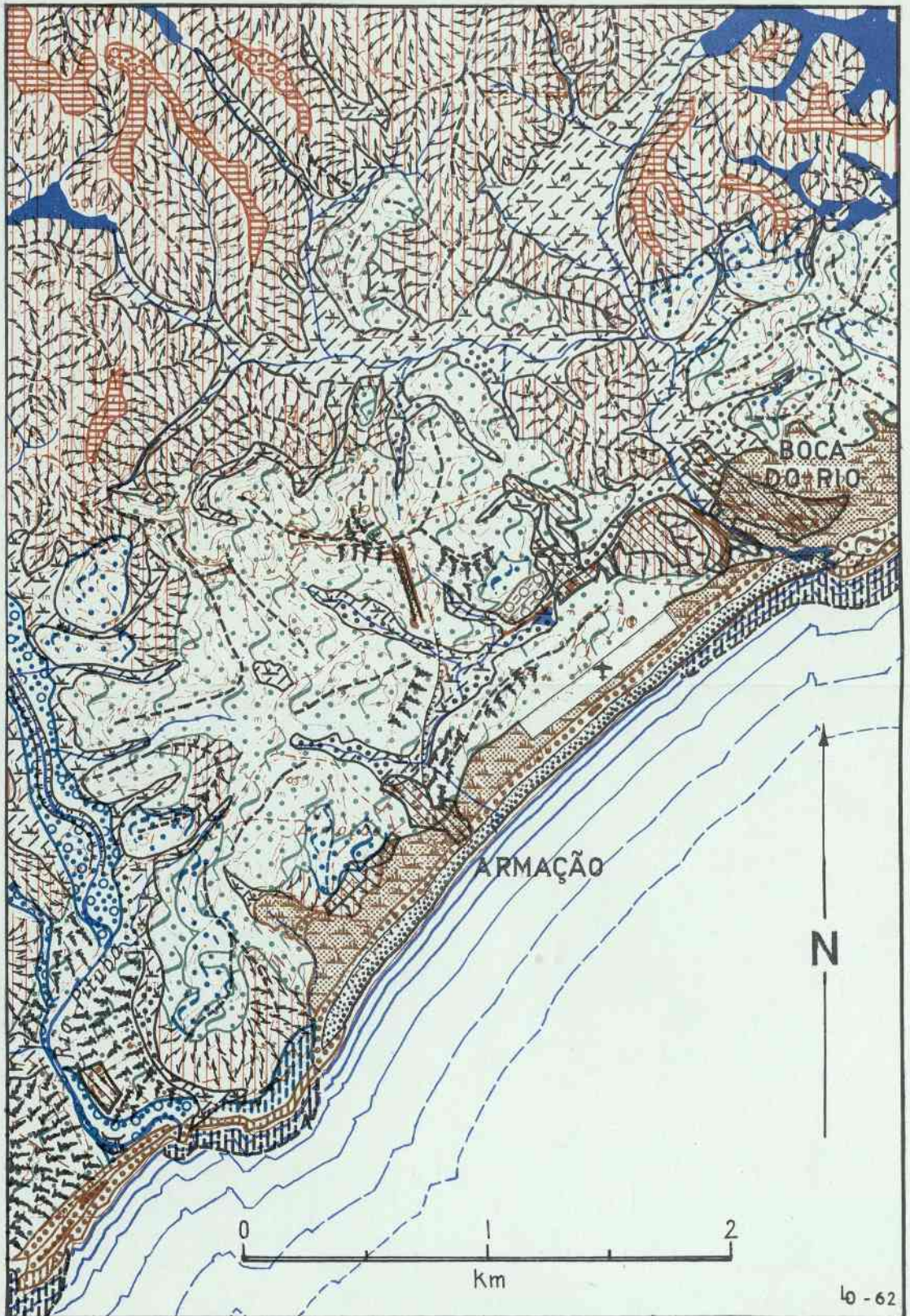
## MODELÉ DES INTERFLUVES

- ligne de partage des eaux    
- surface d'érosion            
- ruissellement diffus fort    
- reptation embryonnaire      

## ACTIONS MARINES ET LITTORALES

- marais littoral            
- cordon littoral            
- plate-forme d'abrasion    
- plage sableuse            
- remblai                    
- déblai                     

# ARMAÇÃO





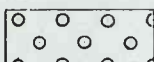





# SAVERNE

## DONNÉES CHRONOLOGIQUES

- actuel                    noir
- Holocène                brun foncé
- Tardiglaciaire        brun moyen
- Würm                    vert foncé
- Riss                     bleu foncé
- Quaternaire ancien violet
- Néogène                rouge vif





## DONNÉES LITHOLOGIQUES

- calcaire gélif  (bleu clair)
- grès compact : à plat bistre
- marnes : à plat vert
- alluvions :
  - blocs 
  - galets 
  - sable 
  - limon 
  - argile 

## DONNÉES TOPOGRAPHIQUES

- courbes de niveau ( bistre ) 
- ligne de crête ( noir ) 
- MODELÉ ANTHROPIQUE ( noir )
- surface bâtie 
- remblai 
- déblai 
- carrière 
- rideaux de labour 

## DONNÉES STRUCTURALES ( noir )










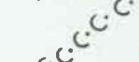
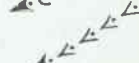
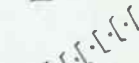
- corniche [
  - 5-10m 
  - >50m 
- faille 
- pendage 

## DONNÉES HYDROGRAPHIQUES ( bleu )





- rivière [
  - permanente 
  - temporaire 
- sourçin 

## DONNÉES GEOMORPHOLOGIQUES



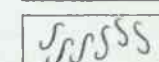

### a ) modelé d'entaille

- berge : adoucie 
- sapée < 1m  1-5m  5-10m  >10m 
  - fixée < 1m  1-5m  5-10m  >10m 
- vallons secs [
  - en berceau 
  - en V 
  - à fond plat 

### b ) formes d'accumulation

- cône de déjection 
- épandage semi-aride 
- glacis d'épandage 
- éboulis de gravité 

### c ) formes d'interfluves

- surface d'érosion 
- ruissellement embryonnaire 
- solifluction [
  - pelliculaire 
  - en loupes 

Cena zł 48.—