

SÉANCE MENSUELLE DU 21 JUIN 1955.

Présidence de M. A. LOMBARD, président.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

- 11276 *Borgniez, G.* Problèmes de l'approvisionnement en eau au Congo Belge. L'intervention du Fonds du bien-être indigène. Le forage de puits par injection d'eau à travers les formations meubles récentes ou actuelles. Couillet, 1954, 31 pages et 35 figures.
- 11277 *Boutakoff, N.* The Dwyka glaciation and the Ecca epiglacial beds of the Congo Basin. Moscou, 1940, 23 pages et 3 figures.
- 11278 *Boutakoff, N.* Oil in Victoria. Melbourne, 1951, 9 pages, 5 figures et 1 carte.
- 11279 *Boutakoff, N.* The Great-Circle Stress Pattern of the Earth. Sydney, 1952, 4 pages et 1 figure.
- 11280 *Boutakoff, N.* The structural pattern of South-West Victoria. Melbourne, 1952, 11 pages et 10 figures.
- 11281 *Boutakoff, N.* et *Sprigg, R. C.* Summary report on the petroleum possibilities of the Mount Gambier Sunklands. Melbourne, 1953, 14 pages et 2 cartes.
- 11282 *Boutakoff, N.* et *Whitehead, S.* Enhydros or Water-Stones. Melbourne Geological collections in the University, Geological Museum and National Museum. Melbourne, 1952, 3 pages et 3 planches.
- 11283 *Cornet, A.* et *collaborateurs.* Gouvernement général de l'Algérie. Direction du commerce de l'énergie et de l'industrie. Service de la Carte Géologique. Carte géologique de l'Algérie. 2^e édition. Échelle : 1/500.000. Paris, 1952 (6 feuilles).
- 11284 *Hirschberg, D.* Dosage de radioéléments par la distribution des intervalles entre désintégrations. Efficacité des estimations. 1954, 3 pages et 2 figures.
- 11285 *Hirschberg, D.* Dosage de radioéléments par la distribution des intervalles entre désintégrations. Application au Rd Th. 1954, 10 pages et 6 figures.
- 11286 *I.R.S.I.A.* Comptes rendus de recherches. Travaux du Comité pour l'établissement de la carte des sols et de la végétation de la Belgique (Centre Roentgenographique). Bruxelles, 1955, 162 pages et figures.

- 11287 *Joset, A. et Holtzscherer.* Rapports scientifiques des expéditions polaires françaises. B° : N. III, 2. Sondages séismiques au Groenland. Troisième partie : Détermination des épaisseurs de l'Inlandsis du Groenland. Paris, 1954, 31 pages et 23 figures.
- 11288 *Kufferath, H.* Revue de quelques travaux récents sur les microfossiles. Bruxelles, 1941, 4 pages.
- 11289 *Kufferath, H.* Les microfossiles (2^e partie). Bruxelles, 1954, 20 pages.
- 11290 *Rothé.* Le tremblement de terre d'Orléansville et la sismicité de l'Algérie. Paris, 1955, 9 pages et 4 figures.
- 11291 *Tonnard, V.* La Pédogénèse dans la forêt de Saint-Michel. Bruxelles, 1955, 24 pages et 9 figures.
- 11292 *Verstraete, E.* Analyse, synthèse et application rationnelles de pélagonomie dynamique. Lois physico-mathématiques du régime des mers ouvertes et des rivières à marées. Amélioration de l'Escaut maritime. Bruxelles, 1918, 59 pages.
- 11293 *Verstraete, E.* Analyse, synthèse et application rationnelles de pélagonomie dynamique. Amélioration de l'Escaut maritime. Supplément. Loi des multiples rapports pélagonomiques. Bruxelles, 1904, 31 pages.
- 10914 *Comité Spécial du Katanga.* Publications relatives à la carte du Katanga. Feuilles Manono et Kaniama (édition provisoire sans figuration du relief). Échelle : 1 : 200.000^e. Bruxelles, 1955.
- 9935 *Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo Belge.* Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi préparée par le Comité exécutif de la flore du Congo belge et du Jardin botanique de l'État. *Spermatophytes*. Volume VI. Bruxelles, 1954, 417 pages et figures.
- 10434 *Société Nationale des Distributions d'eau.* Rapports présentés par le Conseil d'Administration et par le Comité de Surveillance à l'assemblée générale du 7 juin 1955. Bruxelles, 1955, 78 pages et 1 carte.
- 10224 ... III^e Congrès National des Sciences. Bruxelles 30 mai-3 juin 1950. Volume 4. Géodésie, Géophysique, Hydrologie, Photogrammétrie, Météorologie, Géologie, Paléontologie, Minéralogie, Sciences géographiques. Bruxelles, 1950, 160 pages, figures et planches.
- 10646 *Rothe, J. P.* Géophysique (3^e partie). Le Puy, 1954, 81 pages et figures.

2^o Nouveau périodique :

11294 *Bruxelles*. Université libre de Bruxelles. Centre de Géochimie appliquée. Bulletin d'information n^o 1 (mai 1955).

Communications des membres :

C. STEVENS. — *Les relations anciennes de la Meuse lorraine et de l'Oise*. (Texte ci-après.)

J. JEDWAB. — *Remarques pratiques sur la prospection géochimique de Zn-Pb-Cu par la dithizone*. (Texte ci-après.)

Présentation d'ouvrage.

M. A. DELMER dépose sur le bureau un exemplaire d'un travail publié dans les deux premières livraisons 1955 des *Annales des Mines de Belgique* et portant comme titre : *La faille eifélienne et le Massif de Herve. Ses relations avec le Bassin houiller de Liège*. Son auteur, notre collègue M. J. M. GRAULICH, y étudie les relations tectoniques entre ce qu'on appelle le Bassin houiller de Liège, d'une part, et le Bassin houiller de Herve, d'autre part. Cette question a fait autrefois l'objet de nombreux travaux, mais aujourd'hui M. J. GRAULICH la reprend en exploitant à fond la découverte capitale publiée en 1943 par MM. CH. ANCIEN, W. VAN LECKWYCK et A. UBAGHS, d'une lacune stratigraphique du Dinantien au bord nord du Bassin de Herve. M. J. M. GRAULICH admet que cette lacune est un trait caractéristique de l'unité tectonique qu'est le Bassin de Herve, trait qu'on doit pouvoir retrouver sur le bord sud accessible du massif. Effectivement, cette hypothèse permet d'interpréter de façon très satisfaisante les coupes des vieux sondages de la région notamment celui de Henne et celui de Streupas.

Dès lors, la faille des Aguesses-Asse joue un rôle considérable, elle sépare deux unités tectoniques nettement distinctes.

Les conséquences économiques d'une telle hypothèse n'échapperont à personne.

Du point de vue théorique la question mérite également une attention toute spéciale. On retrouverait donc dans le Bassin de Herve une structure comparable à celle qu'on connaît depuis longtemps dans le Couchant de Mons et le Centre et où les massifs subautochtones sont cachés en tout ou en partie

par des massifs charriés. Le Massif du Borinage-Masse serait l'homologue du Massif de Herve.

Ces quelques indications sont destinées à éveiller la curiosité des membres. L'effort à pénétrer ce travail trouvera sa récompense dans le plaisir de suivre pas à pas une argumentation bien charpentée et souvent perspicace.

Cet effort à d'ailleurs été réduit au minimum par le grand nombre de figures et planches particulièrement soignées qui accompagnent le mémoire.

Les relations anciennes de la Meuse lorraine et de l'Oise (*),

par CH. STEVENS.

C'est sous ce titre que, le 16 janvier dernier, j'ai déposé une communication à la Société Géologique de Belgique; elle a donné lieu à de sérieuses objections; elles ont été exprimées par MM. P. FOURMARIER et P. MACAR. Je remercie mes savants collègues pour la courtoisie avec laquelle ils les ont formulées (1). Ce fut d'ailleurs une excellente chose, car, en exposant une discussion au grand jour, une société scientifique remplit son objet.

J'ai donc examiné les critiques; j'en ai conclu que ma communication aurait beaucoup gagné à mieux dégager ce qui est essentiel de ce qui est accessoire. C'est ce que je ferai aujourd'hui.

*
**

Les *arguments essentiels* se résument en deux points :

PREMIER POINT. — Dans sa totalité, la Semois était autrefois une rivière subséquente du Bassin de Paris. Dans ces conditions, son confluent à Monthermé se trouvait à une altitude supérieure à celui de la Chiers. C'est l'inverse aujourd'hui; *donc, le cours de la Meuse de Monthermé a été inversé.*

(*) Manuscrit remis à la séance.

(1) *Soc. Géol. de Belgique*, Liège, t. 78, 1954-1955, pp. 111-119.

SECOND POINT. — Quand la Meuse de Monthermé s'écoulait vers le Sud, elle était indépendante de la Meuse dinantaise qui s'écoulait vers le Nord. Elle appartenait donc à un réseau hydrographique différent. Par où ce réseau débouchait-il ? On ne voit guère que la Sormonne et cela conduit à l'Oise, tout comme le cours supérieur de l'Eau Noire conduit à la Wartoise.

La base de ce raisonnement réside dans la nature subséquente de la Semois. Si l'on émettait des doutes à ce sujet, la discussion serait féconde. Mais est-ce bien nécessaire ?

CONSIDÉRATIONS ACCESSOIRES.

Les captures. — M. PAUL FOURMARIER rappelle qu'en matière de captures, le critère le meilleur doit toujours être fourni par les dépôts laissés par la rivière disparue ou inversée. Il n'existe pas un géologue au monde qui ne se range à cet avis. En Belgique, nous possédons même trois captures qui ont précédé de peu l'alluvionnement : l'une à Wacken, dans la vallée de la Mandel; une autre à Hyon, dans la vallée de la Trouille; enfin le coude de capture de Gand. De sorte que les alluvions recouvrent à la fois la rivière capturée et la rivière capturante.

Des observations aussi favorables ne sont pas toujours réalisées. Si M. FOURMARIER veut bien m'en excuser l'expression, je dirai que ce sont des « prix de beauté ». Car, dans la série des captures, il existe des seconds prix qui occupent des rangs très honorables. Elles se sont produites sur des surfaces en voie de surélévation et elles se sont surimposées. Ce sont de vieilles captures. Elles ont possédé autrefois tous les critères souhaitables, mais elles les ont perdus au cours des âges. Elles ont conservé de nombreux traits de leur jeunesse. Mais on doit se montrer plus sévère à l'égard de ce qui subsiste de leur beauté déchue.

Ces captures sont observables en divers points de l'Ardenne et elles sont fréquentes en Moyenne-Belgique. C'est un trait morphologique qui se reproduit. C'est un fait acquis, et l'on ne peut fonder une hypothèse solide dans l'ignorance des faits. A la frontière, la capture ancienne de l'Eau Noire me paraît évidente. J'en appelle à la consultation de la planchette des Rièzes. La capture est d'autant plus certaine que le tracé supérieur de l'Eau Noire s'écoule dans une direction opposée à celle

qui lui permettrait de rejoindre directement la Meuse (fig. 1.)
Je dépose la planchette des Rièzes au service géologique de Belgique, afin qu'elle puisse être consultée par tous.

Le Dôme de Godinne; le massif de Rocroi. —
Ni le dôme de Godinne, ni le massif de Rocroi n'ont empêché

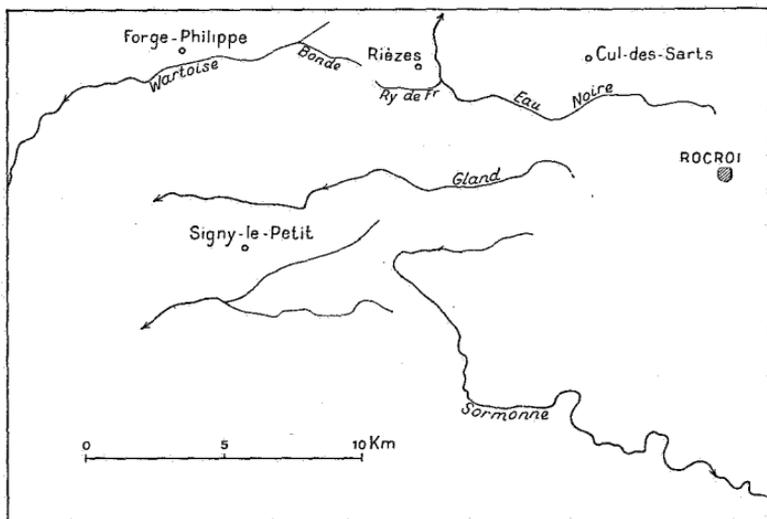


FIG. 1.

la Meuse de passer. A leur sujet, on pourrait faire appel aux principes actualistes : où l'enfant est passé ...

Le tracé actuel de la Meuse est assez ancien. C'est en quoi je suis d'accord avec M. MACAR. C'est d'ailleurs conforme aux études de CH. DE LA VALLÉE-POUSSIN et de M^{lle} JACOBIA HOL qui ont conclu à l'antécédence de la Meuse ardennaise.

L'influence des rivages éocènes et oligocènes. — Dans l'état actuel de la Géomorphologie ardennaise, cette influence est nulle. C'est en quoi ma manière de voir s'oppose entièrement aux conceptions de M. MACAR. J'ai d'ailleurs la conviction que mon sympathique collègue de Liège les modifiera, parce qu'elles s'opposent à des faits établis : les lambeaux éocènes et oligocènes se sont logés dans des dépressions du socle paléozoïque. La pénéplaine qui les recoupe et qui les a isolés est donc d'un âge beaucoup plus récent. Cela résulte de

l'étude de la carte, de l'étude du socle en Moyenne Belgique et de la consultation des dossiers du Service Géologique de Belgique.

L'ennoyage de la Meuse dinantaise. — Ainsi définie, la pénélaine ardennaise s'incline vers la Meuse dinantaise.

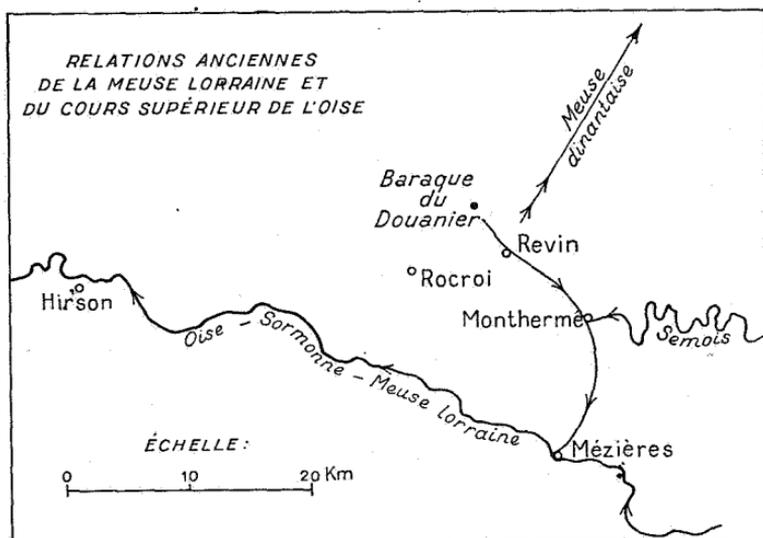


FIG. 2.

C'est encore une *constatation de fait*. Il suffit de consulter n'importe quelle carte hypsométrique pour s'en convaincre.

Le coude de capture de Revin. — De Monthermé à Mézières, le cours de la Meuse a été inversé : elle s'écoulait autrefois vers le Sud, elle coule aujourd'hui vers le Nord. Il est arrivé un moment où la jonction s'est établie avec la Meuse dinantaise et il faut rechercher le point où la jonction s'est opérée. J'ai pensé qu'il se trouvait à Revin et j'en ai exposé les raisons. S'il en existe une autre plus vraisemblable, je l'accepterai bien volontiers.

Je considère la capture comme s'étant réalisée soit sur un recouvrement, soit sur la pénélaine; mais, en tout cas, au cours de ses premières déformations.

Par ce qui précède, j'espère avoir apporté quelques clartés. J'exprime encore à MM. FOURMARIER et MACAR mes sincères remerciements pour m'en avoir fourni l'occasion.

**Remarques pratiques
sur la prospection géochimique de Cu-Zn-Pb
par la dithizone (*),**

par J. JEDWAB.

La faveur dont commence à jouir la géochimie provient pour une grande part des succès obtenus dans la prospection des gîtes de Cu-Zn-Pb par dosages colorimétriques des traces de ces métaux dans les sols, alluvions, eaux et plantes. Les nombreux procédés et variantes que l'on trouve décrits dans la littérature démontrent à suffisance la maniabilité du réactif généralement utilisé pour ces métaux, la dithizone (diphénylthiocarbazone).

Les principes et limites de son utilisation une fois compris, on parvient généralement à adapter les procédés du travail de routine aux conditions locales et aux matériaux d'analyse choisis ou imposés (sols, eaux, plantes, etc.).

Cependant, tous ceux qui ont pratiqué la prospection géochimique par dosage de traces savent que la reproductibilité d'une méthode mise au point dans un certain laboratoire dépend parfois de facteurs ténus, que l'on ne parvient pas toujours à circonscrire rapidement.

Aussi est-il particulièrement important, dans la phase de début d'une méthode nouvelle de prospection, lorsque tenants et adversaires s'affrontent et que les principes et possibilités risquent encore d'être mis en question, de signaler toutes les causes d'erreurs et de déception que l'on a reconnues, afin de

(*) Manuscrit remis à la séance.

lever les imprécisions qui persistent forcément dans la description imprimée d'une méthode analytique.

Notre but ici est donc de rendre compte d'observations peut-être connues de certains pratiquants, mais rarement signalées.

1. ANALYSE DES EAUX COURANTES.

Le procédé décrit par HUFF (1948) donne satisfaction pour le dosage de Cu et Zn. Nous ne le décrirons pas ici. Rappelons simplement que l'on dose par ce procédé un total de métaux à un pH 5,5 au moyen d'une solution de dithizone à 0,0016 % dans le tétrachlorure de carbone. Le fer bivalent est renseigné comme ne réagissant qu'à pH 6-7 et ne se rencontrant qu'en concentrations infimes dans les eaux naturelles.

Une prospection expérimentale menée dans l'Est de la Belgique nous a appris plusieurs faits intéressants se rapportant au fer :

1° Des microorganismes aquatiques réducteurs de fer peuvent produire des quantités non négligeables de fer bivalent. Celui-ci peut être suivi sur d'assez grandes distances (200-300 m) à partir d'une source ou mare ferrugineuse. Un dosage effectué à la source d'un ruisseau ferrugineux a montré 0,003 gr/l de fer total, dont 0,002 de fer bivalent.

2° Aux pH 6 à 8,9, la réaction de Fe^{2+} à la dithizone (sol. à 0,001 % dans CCl_4) est très vive. Il est donc essentiel de prendre garde à la présence des microorganismes réducteurs lorsque l'on fait un dosage de métaux totaux, sans ajuster le pH. Aux pH 4,75 à 5,5 il n'y a pas de réaction du Fe^{2+} . Cuivre et plomb réagissent plus faiblement que le zinc à ces pH faiblement acides.

3° Il existe une différence fondamentale entre les solutions de dithizone dans CCl_4 et dans CHCl_3 : le Fe^{2+} ne réagit pratiquement pas au pH neutre dans la solution chloroformique, alors que dans la solution tétrachlorurée la réaction est très vive.

Une méthode très simple de dosage des métaux lourds dans les eaux vient d'être décrite par WARK (1954). Le solvant de la dithizone est le chloroforme. L'eau à analyser est portée à un pH 8,9 par un tampon citrique. A ce pH et dans ce solvant, le citrate ne complexe pas le zinc (cfr plus loin).

Nous pouvons donc dire en conclusion que le choix du solvant de la dithizone a une importance primordiale et que la solution chloroformique est la plus avantageuse pour le dosage du total des métaux dans les eaux et, en particulier, lorsqu'il peut exister du fer bivalent organogène.

2. ANALYSE DES SOLS.

Des résultats satisfaisants ont été obtenus pour le dosage de Cu et Zn (+ Pb) par le procédé décrit par HY ALMOND et MORRIS (1951) : attaque du sol par de l'acide faible à chaud, dosages à pH différents pour Cu et Zn. Pour empêcher la précipitation du fer lors de l'ajustement du pH par de l'ammoniaque, on ajoute préalablement du citrate d'ammonium. Ce dernier réactif est d'ailleurs universellement employé pour effectuer le dosage du zinc en présence des métaux du groupe du fer.

Nous avons observé que s'il n'y a pas de fer présent dans la solution, le zinc est parfaitement complexé par le citrate, même s'il est présent en fortes quantités, et la dithizone ne le détecte plus. Il est facile de mettre en évidence ce rôle important du fer en préparant trois solutions contenant des quantités de zinc identiques :

1. Zn + citrate;
2. Zn sans citrate;
3. Zn + Fe + citrate,

et en les secouant avec la dithizone.

Nous avons également observé que la sensibilité du zinc est légèrement diminuée dans la solution 3 en comparaison avec la solution 2.

S'il est vrai que des sols dépourvus de fer sont quasi inconnus, le fait méritait d'être signalé. En effet, il était rationnel de résoudre le problème du fer bivalent dans les eaux dont nous avons parlé plus haut en introduisant systématiquement du citrate. Mais des irrégularités ont rapidement été signalées à notre attention par M. R. JÉROME, de l'Association de Prospection et Recherches Minières, qui menait des essais sur le terrain. Ce n'est qu'après la démonstration du pouvoir complexant du citrate sur le zinc en l'absence de fer que le problème a reçu une solution entièrement satisfaisante.

BIBLIOGRAPHIE.

- ALMOND, HY et MORRIS, H. T., 1951, Geochemical techniques as applied in recent investigations in the Tintic district, Utah. (*Econ. Geol.*, vol. 46 pp. 608-625.)
- HUFF, L. C., 1948, A sensitive field test for heavy metals in water. (*Ibid.*, vol. 43, pp. 675-684.)
- WARK, W. J., 1955, Geochemical prospecting in lakes and rivers. (*Canad. Min. and Metall. Bull.*, vol. 48, pp. 195-198.)

CENTRE DE GÉOCHIMIE APPLIQUÉE
DE L'UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES.

DISCUSSION.

M. P. de Magnée demande : quel est l'ordre de grandeur des teneurs moyennes dans les eaux étudiées et des teneurs significatives pour la présence de minéralisation ?

Les teneurs normales en Zn sont de 2.10^{-5} gr Zn/litre. Les teneurs moyennes pour les eaux courantes, influencées par une minéralisation ou une ancienne mine vont de $0,5.10^{-3}$ à 10^{-3} gr Zn/litre. Des teneurs anormalement hautes de 2.10^{-2} et même 5.10^{-2} gr Zn/litre ont été observées.

M. M. Sluys s'informe, étant donné la présence simultanée de Cu et Zn-Pb dans les minéralisations du Congo, s'il est possible d'effectuer en même temps le dosage de Cu, Zn et Pb ?

Le cuivre est dosé à un pH acide de 3,5. Le Zn au pH 4,8 à 5,5 et le Pb au pH 8,5. Tous les dosages peuvent être effectués sur la même prise d'eau.

Notes géologiques sur un récent voyage au Yemen (*),

par F. GEUKENS.

*En hommage à son Excellence
Cadi El Amri.*

Les indications géologiques du Yemen ont été limitées, jusqu'à présent, aux renseignements de quelques explorateurs et géologues (1) qui avaient reçu la permission de faire le voyage entre les trois villes principales : Hodeidah, le port de la Mer Rouge, Sanaa, la capitale et Taïz, résidence actuelle du Roi.

Envoyé par les Nations Unies, dans le cadre de l'assistance technique, aux pays sous-développés, et avec la permission du Roi, l'Imam, AHMAD IBN YAHIA, il nous a été possible de traverser tout le pays pendant onze mois.

Nous voulons simplement signaler, dans ces quelques lignes, les formations principales reconnues dans le pays ainsi que leur répartition géographique.

La morphologie.

Au point de vue morphologique on peut distinguer trois grandes unités :

- 1° la plaine côtière,
- 2° la région montagneuse ou l'« Arabie heureuse »,
- 3° la partie désertique et le désert.

La plaine côtière ou le Tihama constitue une bande assez monotone, sans relief, de 20 à 40 km, qui s'étend le long de la Mer Rouge; limitée vers l'Est par des montagnes, elle correspond à la partie effondrée. La région montagneuse se présente sous deux aspects différents; vers l'Ouest elle est caractérisée par

(*) Manuscrit remis à la séance.

(1) BOTEZ, G., Bucarest, 1912.

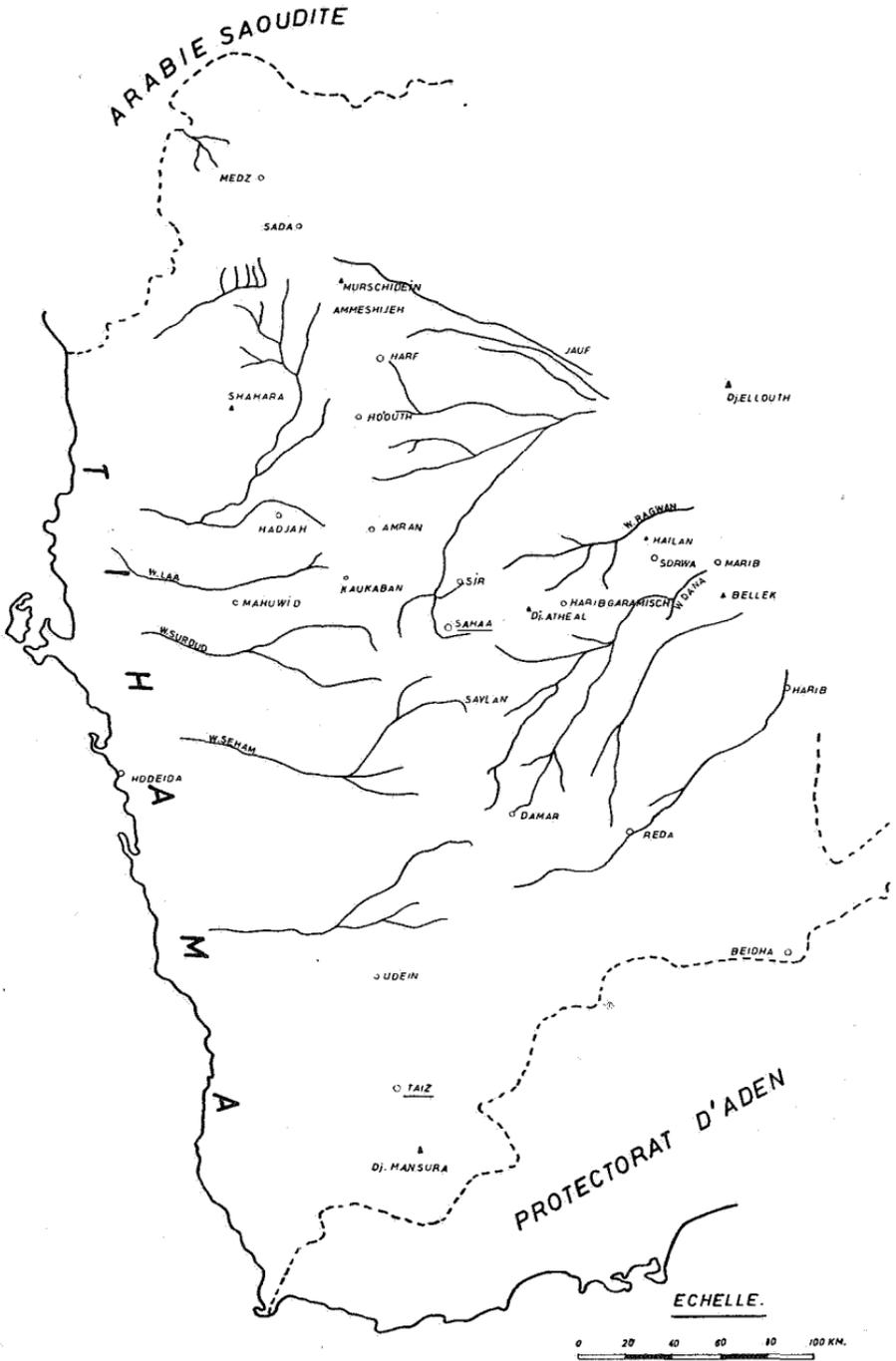
LAMARE, P., Paris, 1924, 1930, 1931.

RATHJENS, C. und VON WISSMANN, H., Hamburg, 1934.

VON WISSMANN, H., RATHJENS, C. und KOSSMAT, F., Stuttgart, 1942.

BASSE, E., KARRENBERG, H., LEHMAN, J.-P., ALLOITEAU, J. et LEFRANC, J. P., 1954, Fossiles du Jurassique supérieur et des « Grès de Nubie » de la région de Sanaa (Yémen). *B.S.G.F.*

LIPPARINI, T., 1954, Contributi alla conoscenza geologica del Yemen (S.W. Arabia). *B.S.G.I.*



des vallées très encaissées, qui se sont formées après effondrement de la Mer Rouge. Les rivières, par érosion régressive, attaquent la partie centrale du pays; elles ont les caractères de rivières très jeunes. Plusieurs phénomènes de captage y sont nettement visibles. Cette région forme un contraste frappant avec la zone plus vers l'Est, où s'étendent de larges plaines, drainées vers l'intérieur du pays et séparées par des montagnes ou des plateaux.

La région orientale est plutôt désertique. Elle varie du Nord vers le Sud : à partir de la frontière septentrionale jusqu'au Djebel Ellouth s'étend une région désertique très rocheuse; la partie entre Djbel Ellouth et Scheif Beihan (12 km au Nord de Harib) correspond à un grand bassin tectonique, limité par des failles et recouvert par des sables : c'est le désert sablonneux de Ramlet Sabatein; plus au Sud nous retrouvons une région montagneuse, moins désertique que la première : elle s'étend jusqu'à la frontière méridionale et représente des vestiges d'une ancienne pénéplaine.

La stratigraphie.

En ce qui concerne l'échelle stratigraphique, nous pouvons la résumer comme suit :

1° Le Quaternaire est représenté par des formations marines près de la côte, des formations éoliennes et fluviatiles à l'intérieur du pays, ainsi que par des roches volcaniques irrégulièrement dispersées dans la partie centrale et septentrionale du pays.

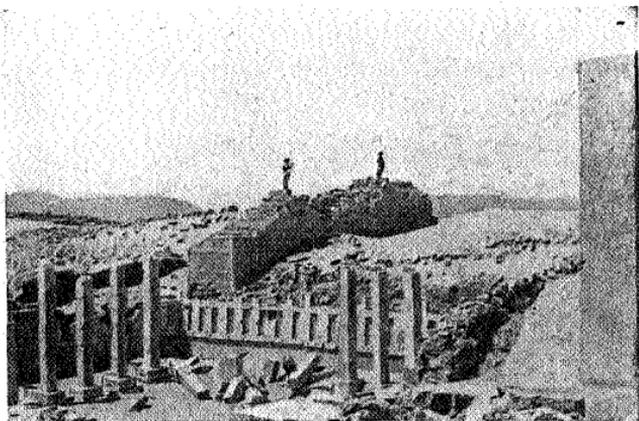
2° Les formations marines du Tertiaire affleurent exceptionnellement : elles existent dans la plaine côtière et la partie orientale. Des formations volcaniques très importantes, datant également de cette période, s'étendent sur presque le tiers du pays.

3° Les roches du Secondaire se laissent facilement distinguer à cause des deux faciès différents : de haut en bas on distingue des formations gréseuses, à aspect continental, dans lesquelles nous avons retrouvé des niveaux fluvio-marins fossilifères; une zone argileuse constitue la transition aux couches calcareuses exclusivement marines.

4° Des formations gréseuses et poudinguiiformes d'âge non déterminé.



**FIG. 1. — Djebel Abbeleh à l'Est de Sada.
Les calcaires jurassiques mis en contact par faille
avec le socle granitique
recouvert par des grès continentaux (nubiens).**



**FIG. 2. — Le temple à Marib.
Fouilles de la mission Wendell Phillips.**



FIG. 3. — Fortifications de la ville de Sada.

5° Toutes ces couches, qui n'ont pas subi des déformations orogéniques, reposent par discordance sur des roches métamorphiques, également d'âge indéterminé.

Le Quaternaire.

En dehors des sables éoliens (près de la côte et dans le désert) et du löss (sur les plateaux) nous considérons comme d'âge quaternaire les énormes cônes de déjections et les terrasses qui en constituent le prolongement à l'aval. On retrouve des terrasses non seulement dans le cours inférieur des principales rivières mais également dans le cours supérieur des rivières, appartenant au bassin de la Mer Rouge. Plusieurs de ces rivières viennent de capter des cours d'eau dirigés autrefois vers l'intérieur du pays.

Il est fort probable que la partie inférieure des dépôts fluviatiles, qui ont plus que 30 m d'épaisseur et qui s'étendent dans les larges plaines de la région centrale, est d'âge tertiaire (par exemple les environs de Sada, d'El Harf, de Sanaa, de Jauf, d'Amran, de Yerim, de Damar, de Mabar, de Saylan, d'Jenadije, etc.). Pendant le Pléistocène et même durant le Holocène, le pays a connu des éruptions volcaniques qui, dans la partie centrale du Yemen, ont couvert de grandes étendues (entre Sanaa et Amran, entre Sorwa et Marib, entre Damar et Reda), tandis que plus au Nord elles n'ont formé que des cônes isolés (Murchidein, Barash, etc.).

Le Tertiaire.

Les couches calcareuses et schisteuses entourant les dômes diapyrriques de sel, reconnus dans le désert, peuvent être considérées comme d'âge tertiaire.

Les formations les plus importantes du Tertiaire appartiennent à la « Trapsérie », formée d'une alternance de couches dures et moins dures d'origine volcanique; elle est constituée principalement de tufs, de laves basaltiques, de rhyolite, d'andésite et de trachite, traversées par de nombreux dykes.

Des lentilles de dépôts fluviatiles sont intercalées entre ces formations volcaniques. Irrégulièrement dispersées elles sont composées de schistes bitumineux, de sable, contenant localement des fossiles d'eau douce; on y retrouve également des restes de bois totalement ou partiellement brûlés lors d'une éruption et déposés ensuite dans les alluvions.



FIG. 4. — La structure plissée dans un diapir de sel (Safir).

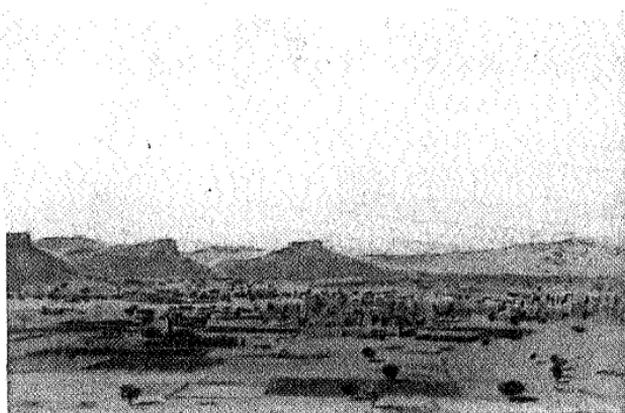


FIG. 5. — Vue générale du bord sud du graben de Sada constitué de calcaires jurassiques.



FIG. 6. — Forteresse construite sur les déchets d'une ancienne exploitation de minerai de fer.

La « Trapsérie », dont l'épaisseur peut atteindre plus de 1.300 m, s'étend d'une façon ininterrompue sur toute la partie centro-méridionale du pays (environ 300 km \times 170 km). Sans tenir compte des répartitions locales, nous la retrouvons au Sud du parallèle 15°30; vers l'Ouest l'extension est limitée par les failles du graben de la Mer Rouge; au Nord-Est nous la rencontrons des deux côtés de la vallée de Wadi Sir; vers l'Est elle suit à peu près le méridien de 44°30 jusqu'au parallèle de Damar; à partir de Reda, où cette série est partiellement couverte par des laves récentes, la limite suit, à quelques kilomètres près, le méridien de 45°.

Trois horsts assez importants font affleurer les roches sous-jacentes; le premier, le horst de la région du Djebel Mansura, se trouve au SSW de Rahida, à 30 km environ au Sud de Taïz; l'autre s'étend entre Udein et Heïs, à 40 km au Nord de Taïz; le troisième correspond aux montagnes au Sud de Wadi Seham.

Plusieurs phases de calmes volcaniques, d'une durée assez importante, ont interrompu la période d'éruptions. Ceci est indiqué par des sols d'altération, des dépôts fluviatiles interstratifiés, l'allure du relief sur lequel les laves se sont épanchées, etc. La période elle-même a commencé depuis le Crétacé, puisque dans le horst au Nord de Taïz on voit les grès crétaciques alternant avec les tufs dans la zone inférieure de la « Trapsérie ».

L'âge des laccolites, qui ont été observées même à travers les calcaires comme, par exemple, le Djebel Ramid au Sud de Ho'outh (entre Sanaa et Sada), reste problématique. Un autre problème plus compliqué est fourni par les massifs granitiques récents, qui sont entourés de laves et de tufs très disloqués. Ces granites n'appartiennent pas au socle ancien (par exemple Djebel Sabber au Sud de Taïz, Djebel Hofash entre Wadi Surdud et Wadi Sehâm, etc.). Faute d'autres données, nous les groupons tous dans la même période que les autres activités volcaniques qui ont formé la « Trapsérie ».

Le Crétacé.

Les grès blanchâtres du mésozoïque supérieur contiennent des niveaux poudinguiformes à éléments de quartz et montrent une stratification entrecroisée. Localement, la partie supérieure est caractérisée par des niveaux riches en hématite. Ces couches, dont l'épaisseur varie de 150 m dans les régions méridionales à 300 m plus au Nord, contiennent rarement des niveaux fluvio-



FIG. 7. — Le centre de la ville de Sada.



FIG. 8. — Le cours supérieur de Wadi Laa;
les grès crétacés (la falaise) reposant sur les schistes
et calcaires jurassiques.



FIG. 9. — Un dyke à travers la série volcanique
entre Sana et Suq-el-Chamis.

marins fossilifères. Elles affleurent sur les crêtes entre Wadi Surdud et Wadi Laa notamment dans la section Kaukaban Djebel Hofasch. Nous les retrouvons également au Nord et Nord-Est de Sanaa (Wadi Sir), où elles entourent les roches éruptives sous forme d'une bande de 4 à 5 km de largeur. Cette zone se prolonge vers le Sud jusqu'au Nord-Est de Damar, où elle disparaît en dessous de la « Trapsérie ». A partir de Reda elle réapparaît et se prolonge vers le Sud, sous forme d'un liseré étroit. Les mêmes roches sont reconnues dans les trois horsts signalés plus haut, où elles affleurent à plusieurs reprises à cause des failles verticales qui se répètent plusieurs fois.

Entre Sanaa et Sada, dans la région d'Ammeshië, la zone inférieure des grès blancs crétaciques affleure dans un synclinal peu prononcé; elle provoque une séparation naturelle entre la partie centrale et septentrionale du pays; cette zone, étant très stérile, n'est pas peuplée.

Le Jurassique.

Les calcaires jurassiques (moyen et supérieur) occupent de très grandes étendues. Ils affleurent sous forme de lentilles dans les horsts qui se relèvent à travers la « Trapsérie ». Dans la partie orientale du pays nous les retrouvons en dessous des grès blancs; ils affleurent également sur une bande de quelques km, dirigée Sud-Nord à partir de la frontière du Protectorat d'Aden. A 20 km au Nord de Reda, ils s'élargissent brusquement jusqu'au parallèle de Djebel Kenin. A l'Est du Djebel Athéal ils ne forment qu'une mince bande. Au Nord-Est de Wadi Sir, les couches se replient vers l'Est entourant un grand anticlinal à noyau de roches métamorphiques; on y voit une bande calcaireuse se prolongeant par Djebel Hailan (au Nord de Sorwa) vers Marib; elle est limitée au Nord par des failles du graben de Jauf-Marib-Safir. A partir de Marib, la bande calcaireuse se replie vers le Sud-Est (Djebel Bellek); au Sud elle est coupée par une faille. Limité également par des failles, nous retrouvons un petit massif calcaireux au Sud de Wadi Dana, à l'Ouest du Djebel Bellek.

C'est surtout au Nord de Wadi Laa, Wadi Sir et Wadi Ragwan que le Jurassique prend une grande extension. Toute la région comprise entre Amran et Sada est couverte de roches calcaireuses. L'eau météorologique y est dirigée vers le Jauf, centre de civilisation depuis l'antiquité. Au Nord-Est de Jauf,

les calcaires sont mis en contact par faille avec des roches plus anciennes. Au Nord de Wadi Laa ils correspondent aux crêtes les plus élevées, qui sont séparées par des falaises parfois descendant à pic (Djebel Massouat-Haddja-Kholan).

L'épaisseur et le facies des calcaires sont fort variables. Dans la partie méridionale du pays les calcaires sont peu épais et ont une teinte bleu foncée. Les bancs se développent vers le Nord et de l'Est vers l'Ouest; ils deviennent plus claires, même jaunâtres et plus marneux. C'est surtout la partie inférieure qui est fort variable. Au Sud et à l'Est les bancs reposent par un conglomérat d'éléments fins sur le socle, tandis que vers le cours inférieur de Wadi Laa et Wadi Surdud nous retrouvons des schistes, des conglomérats à gros blocs et des grès. Les grès de base ont plus de 100 m dans le cours supérieur de Wadi Surdud et ressemblent très fort au grès du Crétacé.

La zone de transition vers les couches crétaciques est également plus développée vers le Nord-Ouest. Dans la région de Sanaa, la partie supérieure du jurassique contient des niveaux de gypse et d'albâtre; dans la région au Sud-Ouest de Sada nous avons constaté des dépôts de gypse dans la partie inférieure du Jurassique intercalés entre les schistes et les calcaires. L'épaisseur totale peut atteindre, au Sud du pays, 100 à 150 m, tandis que nous avons mesuré 590 m dans la région de Wadi Laa.

Les grès continentaux.

Le Nord et surtout le Nord-Est du pays est recouvert par des dépôts continentaux constitués par du grès grossier blanchâtre à stratification croisée, alternant avec des niveaux poudingiformes à éléments de quartz roulé. Les eaux qui ont amené ces dépôts venaient du Sud. Ces couches qui reposent sur le socle ont certainement 150 m d'épaisseur et le contact avec les roches plus jeunes se fait presque partout par failles. Les rares endroits où ces roches sont recouvertes de couches jurassiques nous ont montré qu'un passage progressif de la partie inférieure des roches jurassiques ou grès continentaux est fort probable. A l'Est du Wadi Jauf, ces couches continentales se prolongent vers le Sud-Est, où elles butent contre une faille verticale.

Les mêmes roches affleurent à 10-15 km à l'Ouest de Sada, elles s'étendent vers le Sud et prennent une grande extension au Nord du Djebel Shahara.

Le socle métamorphique.

Toutes ces formations sont concordantes et reposent par discordance sur des roches plissées et métamorphiques. Ce socle est formé de quartzite, de micaschistes, de marbre, de schiste à grenats, de granite et rarement de pegmatites. Il affleure sur une grande étendue dans le Sud-Est du pays. A 12 km au Nord de Harib il est bordé par un effondrement sous forme d'un graben, qui s'étend jusqu'au Djebel Ellouth. Vers le Nord-Ouest de Marib un anticlinal se prolonge en direction de Harib el-Garamisch. Au Nord-Est du pays, à partir de Djebel Ellouth, le socle affleure plus au Nord jusqu'à la région recouverte de grès continentaux. Dans le Nord-Est du pays, le socle constitue le fond des ravins ou bien il affleure dans des bombements anticlinaux. Les mêmes roches métamorphiques prennent une grande extension dans le Nord-Ouest et Ouest du graben de Sada et se prolongent vers le Sud, dans la région de Wadi Mour, jusqu'au cours inférieur de Wadi Laa.

Le socle affleure également dans les horsts surélevés à travers les roches volcaniques.

Tectonique.

Au point de vue tectonique nous avons constaté localement une grande complexité de failles radiales. Elles ont formé plusieurs grabens assez importants. Les failles les plus frappantes ont une direction parallèle au graben de la Mer Rouge ou perpendiculaire à celle-ci. Il y a pourtant des failles à toutes directions. Nous avons constaté également que les failles peuvent changer progressivement de direction.

INSTITUT GÉOLOGIQUE,
LOUVAIN.

