

SÉANCE MENSUELLE DU 18 NOVEMBRE 1952.

Présidence de M. P. DUMON, président.

Sur la proposition du Président, sont admis en qualité de membres effectifs :

MM. ROLAND DE LANGHE, étudiant, rue Vanderschrick, 90, Bruxelles; présenté par MM. P. De Béthune et F. Gullentops.

ARMAND FRANÇOIS, Ingénieur civil des Mines, Ingénieur géologue A.I.Lg.; présenté par MM. P. Fourmarier et R. Cambier.

ALFREDO SAN MIGUEL ARRIBAS, Professeur de pétrographie à la Faculté des Sciences de Barcelone, à Barcelone (Espagne); présenté par MM. M.-E. Denaeyer et R. Cambier.

En qualité de membre correspondant :

M^{me} DOLLY LEDENT, Assistante au Laboratoire de Minéralogie de l'Université Libre de Bruxelles, 28, boulevard Louis Schmidt, Etterbeek; présentée par MM. M.-E. Denaeyer et R. Cambier.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

- 10687 *Arkell, W. J. et Donovan, D. T.* The fuller's earth of the cotswolds, and its relation to the Great Oolite. Londres, 1952, 25 pages et 2 planches.
- 10688 *Bonte, A. et Ricour, J.* Feuille de Givet au 50.000°. Paris, 1950, 9 pages et 6 figures.
- 10689 *Bonte, A. et Ricour, J.* Feuille de Givet au 50.000°. Paris, 1951, 5 pages.
- 10690 *Bourcort, J. et Ricour, J.* Une hypothèse sur les conditions de sédimentation des niveaux salifères du Trias. Paris, 1952, 3 pages.
- 10691 *Doeglas, D. J.* Afzettingen gesteenten. La Haye, 1952, 173 pages et 54 figures.

- 10692 *Donovan, D. T.* The ammonites of the Blue of the Bristol, district. Part I. *Psiloceratidae* and *Schlotheimidae*. Bristol, 1952, 123 pages, 29 planches et 10 figures.
- 10693 *Fry, T. R.* Note on a section of alluvium at Broadmead Bristol. Bristol, 1951, 1 page.
- 10694 *James, J. H.* Notes on the relationship of the uriconian and longmyndian rocks near Linley, Shropshire. Londres, 1952, 3 pages et 1 planche.
- 10695 *Ricour, J.* Le gisement quaternaire de la carrière Ruquier à Oïssel (Seine-Inférieure). Lille, 1918, 25 pages et 15 figures.
- 10696 *Thoral, M.* et *Ricour, J.* Examen de quelques échantillons provenant du sondage de Torcieu (Ain) et conservés au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon. Paris, 1950, 2 pages.
- 10697 *Ricour, J.* Note préliminaire sur la flore du Trias de la Vanoise (Savoie). Paris, 1951, 3 pages.
- 10698 *Ricour, J.* A propos de la « chaîne vindélicienne ». Paris, 1952, 2 pages.
- 10699 *Simpson, S.* Some solved and unsolved problems of the stratigraphy of the Marine Devonian in Great Britain. Frankfurt a.M., 14 pages et 1 figure.
- 10700 *Whittard, W. F.* A geology of South Shropshire. Londres, 1952, 54 pages.
- 10087 *Institut Danois des Echanges Internationaux de Publications Scientifiques et Littéraires.* Septième année, 1951. Copenhague, 1952, 144 pages.

2° Nouveau périodique :

- 10701 *Budapest.* Acta technica Academiae Scientiarum Hungaricae. Tomes 1, 2, 3 (1951-1952).

Communications des membres :

C. STEVENS. — *Considérations sur la morphologie ardennaise.* (Texte ci-après.)

L. CAHEN. — *État actuel des recherches géochronologiques en Afrique sud-saharienne.* (Texte résumé ci-après.)

M. GULINCK. — *Une coupe dans le Panisélien supérieur de la Flandre orientale.* (Texte ci-après.)

J. DELECOURT. — *La géochimie des eaux houillères des Pays-Bas au III^e Congrès d'Heerlen.* (Texte ci-après.)

Quelques considérations sur la Géomorphologie ardennaise, ✓

par CH. STEVENS.

Comme beaucoup de régions naturelles, l'Ardenne répond à diverses conceptions. Dans le mémoire que j'ai consacré au « Relief de la Belgique » (1), je l'ai considérée comme répondant, dans notre Pays, à l'affleurement continu des terrains primaires. Mais, au point de vue orogénique, on peut faire intervenir d'autres considérations.

L'Ardenne constitue un fragment de la chaîne hercynienne. Sous cette forme, elle s'ennoie vers le Nord, sous un recouvrement de plus en plus épais de terrains secondaires et tertiaires. La chaîne s'y prolonge jusqu'à une limite coïncidant sensiblement avec celle de la Moyenne-Belgique. Sa présence a été reconnue sur les flancs de quelques vallées surimposées et par de nombreux sondages.

Or, en Moyenne-Belgique, l'activité orogénique s'est poursuivie très tardivement. Elle s'est transmise dans le recouvrement au point de s'imposer à la surface du sol. Puisqu'il en est ainsi, on peut présumer qu'elle s'est exercée plus au Sud, dans l'affleurement ardennais. Et, puisque l'énergie orogénique provient du Sud, il faut s'attendre à la voir se manifester avec une énergie plus grande encore. Malheureusement, en Ardenne, la détermination des grandes déformations n'est pas simple. L'absence d'un recouvrement pèse sur la recherche; mais ce n'est pas une raison pour les nier.

D'abord, l'Ardenne possède de beaux exemples de formes anciennes et exhumées qui interfèrent avec des formes récentes. Je les ai signalées dans la Haute Amblève et dans la vallée de la Warche (2). Mais le cas le plus intéressant nous est fourni par la dépression de la Famenne, qui n'est parcourue par aucune vallée importante et que la Lesse traverse de part en part.

Enfin, l'Ardenne est le siège d'une tectonique qui fait affleurer un jeu serré de roches d'inégales résistances. C'est en leur sein que se développe un nouveau cycle d'érosion, très peu avancé, d'ailleurs.

En dépit de ces difficultés, il est possible de dégager de beaux exemples de déformations épirogéniques. Nous allons les passer en revue.

1° LA SURÉLÉVATION DE L'EIFEL. — Toute la partie orientale de l'Ardenne est beaucoup plus élevée que le reste. Les courbes de 300 et de 400 m y possèdent des tracés continus et entourent des hauteurs atteignant 500, 600 et près de 700 m. Pour envelopper ces hauteurs, j'ai choisi la courbe de 300 m, parce que, précisément, c'est à partir de cette courbe que les altitudes croissent rapidement. D'ailleurs, ce tracé coïncide sensiblement avec l'affleurement des roches résistantes du Dévonien inférieur. De ce massif, les rivières importantes sortent, normalement, en disposition conséquent.

Quand on examine l'orientation axiale de ce massif, on voit les plus fortes altitudes s'aligner depuis l'Eifel jusqu'à la Baraque Michel et même jusqu'au plateau de Herve. Comme cet alignement est parallèle aux axes rhénans et comme, en relais, il se prolonge par le plateau campinois-limbourgeois, cette disposition ouvre la voie à l'hypothèse tectonique.

Ici les preuves abondent : la partie orientale de l'Ardenne correspond au large affleurement anticlinal du Dévonien inférieur et même au noyau cambrien de Stavelot. Elle renferme les venues volcaniques de l'Eifel et la plupart des sources minérales de Belgique; elle est aussi le siège de nos principales manifestations séismiques (3). Enfin, la surélévation est encore en cours, comme l'indiquent les récents nivellements (4).

L'Ardenne est le prolongement belge des plateaux rhénans; mais ces derniers plateaux sont affectés par des déformations varisques : Taunus, Westerwald, Sauerland, Hunsrück, y compris la crête du Soonwald, qui, sur la rive gauche du Rhin, prolonge le Taunus. On doit donc s'attendre à rencontrer la même disposition en Ardenne et au sein de la surélévation de l'Eifel. Pourtant, il ne faut pas perdre de vue que les grandes déformations épirogéniques ne coïncident pas toujours avec les détails de structure. Elles font songer aux navires qui obéissent à une mer houleuse et qui s'élèvent ou qui s'abaissent avec la complexité de leurs chargements. Ceci dit, le parallélisme des formes topographiques, d'orientation varisque, n'est pas moins frappant.

a) *La crête de Libramont.* — Connue depuis longtemps, on l'a souvent considérée comme « la crête principale de l'Ardenne ». Complètement entourée par les courbes de 500, de 450 et de 400 m, elle s'étend sur environ 60 km, depuis Mouzaive (Basse Semois) jusqu'à la frontière grand-ducale. Elle renferme des hauteurs atteignant 554 m (Nord de Libramont). Une crête transversale renferme le massif cambrien du Serpont (569 m). A la frontière grand-ducale, elle domine le synclinal de l'Oesling.

Je n'ai pas besoin de rappeler que cette crête, comme celle de la surélévation de l'Eifel, renferme les roches belges les plus touchées par le métamorphisme.

b) Au Nord de la crête de Libramont, le sol descend progressivement vers le *bassin des deux Ourthes*, dont l'orientation varisque est remarquable.

c) Négligeons d'intéressants détails et rendons-nous directement dans la Haute Amblève. Les *crêtes de Coö* et de *La Vecquée* reprennent l'orientation varisque. Au passage de l'Amblève, elles forment les cluses de Coö et de Quarreux et elles renferment le bassin du Roannay.

d) Au Nord, l'orientation varisque est successivement reprise par l'Eau de Spa, les Fonds de Staneux, la Hoigne de Polleur, le ruisseau de Sohan, la Vesdre (en amont de Fraipont), les Fonds de Soumagne et le plateau de Herve.

2° LA MEUSE DINANTAISE. — La Meuse dinantaise se dirige du Sud au Nord, où elle rejoint la Sambre-Meuse à Namur. Sa source, au plateau de Langres, la porte à la limite du bassin de la Méditerranée. C'est le type d'une vallée transversale qui, par antécédence, a entamé le socle ardennais. Sa longueur anormale semble provenir de la capture de la Meuse lorraine, ancienne tributaire du bassin de Paris. Cette capture paraît avoir été réalisée à Revin, à la crête même de l'Ardenne; elle aurait été facilitée par l'abaissement du niveau de base, dans la région namuroise.

L'origine tectonique de la Meuse dinantaise est facile à démontrer. Elle correspond à l'orientation orthogonale des plis intermédiaires; si l'on excepte quelques points de détail, elle correspond aussi au plus grand ennoyage du Dinantien.

L'observation morphologique conduit aux mêmes conclusions. La pénéplaine ardennaise, que ce soit du Condroz ou de l'Entre-Sambre-et-Meuse, plonge en convergence vers la Meuse dinantaise. Bien mieux, ce plongement s'accélère dans le voisinage du fleuve, de sorte que ce fleuve coule dans une auge tectonique, plus ou moins resserrée, que l'on peut suivre depuis la frontière française jusqu'à Namur. Il ne s'agit pas de terrasses supérieures, disposées en étages; les photographies aériennes indiquent qu'il s'agit bien d'une pénéplaine déformée. On en trouverait aisément confirmation en se rendant sur le terrain.

En résumé, c'est la reproduction de ce que nous observons dans la vallée de la Haine, mais d'une façon beaucoup plus adoucie.

Le cours actuel de la Meuse ne coïncide pas avec la zone axiale de l'auge. Que ce soit sous l'influence du recouvrement disparu ou que ce soit sous l'influence de l'évolution des méandres, il en résulte une intersection brutale de l'auge et de l'escarpement actuel. Cette intersection reproduit l'aspect caractéristique des formes emboîtées. On peut l'observer dans de nombreuses vallées ardennaises.

3° L'ENTRE-SAMBRE-ET-MEUSE. — Cette importante région se divise en trois parties :

a) Au Sud, au Sud de la courbe de 300 m, c'est le prolongement occidental de la Haute-Ardenne. Il correspond à l'affleurement du Dévonien moyen et du large affleurement du Dévonien inférieur. Les pentes sont fortes; les vallées sont énergiquement rajeunies et l'on aboutit ainsi, au delà de la frontière, à la pénéplaine surélevée de Rocroi.

b) Au centre, la Fagne de Mariembourg prolonge la Famenne. Elle correspond au large affleurement des schistes de Famenne, avec ses percées sporadiques de calcaires frasniens en « tiennes » ou en « terniats ».

c) Au Nord, c'est la région la plus étendue. C'est le prolongement occidental du Condroz.

Comprise entre l'ennoyage de la Meuse et l'ennoyage définitif de l'Ardenne, au sein de la dépression de l'Escaut, l'Entre-Sambre-et-Meuse est une zone de surélévation. De fait, elle correspond à la surélévation de Beaumont. Mais, située plus

près de l'envoyage général, les altitudes sont notablement plus faibles que dans le Condroz. Les altitudes dépassant 300 m sont exceptionnelles, alors qu'elles abondent dans le Condroz.

En résumé, l'Entre-Sambre-et-Meuse reproduit les caractères morphologiques de la zone ardennaise située sur la rive orientale de la Meuse, mais d'une façon beaucoup plus atténuée.

4. LES PROBLÈMES D'ÂGE. — Les problèmes chronologiques exigent de longs développements et je ne désire pas les aborder aujourd'hui. Je me bornerai à rappeler que, dans son mémoire sur l'« Hydrographie de l'Ardenne », M^{lle} JACOBA HOL a démontré que les terrasses de la Meuse dinantaise sont déformées en bombements; ceux-ci sont d'autant plus accentués, qu'ils correspondent à des terrasses plus anciennes (5). Cette étude a reproduit ce qu'AL. PENCK avait observé dans la vallée du Rhin. On peut donc affirmer que, dans son état actuel, la surélévation de l'Ardenne est en grande partie d'âge quaternaire.

BIBLIOGRAPHIE TRÈS SOMMAIRE.

1. CH. STEVENS, Le Relief de la Belgique (*Mém. Inst. géol. de Louvain*, t. XII, 1938).
 2. — Les surfaces topographiques emboîtées (*Bull. Soc. roy. belge de Géographie*, 1948, pp. 63-87).
 3. CH. CHARLIER, La Séismicité en Belgique (*Obs. roy. de Belgique*, 1951).
 4. INSTITUT GÉOGRAPHIQUE MILITAIRE, Deuxième nivellement général, Réseau de premier ordre, 1949.
 5. JACOBA HOL, Beiträge zur Hydrographie der Ardennen (*Jahresb. des Frankfurter Vereins für Geographie und Statistik*, 79 und 80^e Jahrgang, 1914-1916).
-

√ État actuel des recherches géochronologiques en Afrique Sud-Saharienne,

par L. CAHEN.

Le XIX^e Congrès géologique international a permis à plusieurs géologues d'apporter des éléments nouveaux permettant de dater des terrains anciens de l'Afrique Sud-Saharienne. Au cours de sa causerie, L. CAHEN a présenté et commenté les résultats apportés par A. M. MACGREGOR, de Rhodésie du Sud, L. T. NEL, de l'Union Sud-Africaine, et lui-même. Ces résultats seront publiés intégralement dans les *Comptes rendus* du Congrès.

En ce qui concerne l'Afrique centrale, les résultats actuellement connus sont, outre l'âge de la pechblende de Shinkolobwe (600 millions d'années), l'âge de l'orogénèse kibarienne (1,000 à 1,100 millions d'années) et celui d'une orogénèse antékibarienne qui se manifeste dans l'extrême SE du Katanga (1,500 millions d'années environ). Ce dernier âge, qui est publié par le Dr MACGREGOR, et le précédent ne sont encore que des âges « chimiques », et comme tels seront sujets à rectification lorsque les résultats des analyses isotopiques en cours seront connus.

En général, les âges connus datent un diastrophisme et ne constituent qu'une limite supérieure pour les terrains qui ont été marqués par ce diastrophisme; il en résulte que bien qu'une quinzaine de résultats (provisoires pour la plupart) soient connus pour l'ensemble de l'Afrique Sud-Saharienne, ils ne permettent pas encore à eux seuls d'asseoir les principales corrélations. On peut cependant prévoir que le jour où les données géochronologiques suffiront à résoudre les principales corrélations sans aucune utilisation d'éléments plus subjectifs n'est plus très éloigné.

Pour l'ensemble de l'Afrique Sud-Saharienne, au moins six diastrophismes précambriens successifs sont connus.

DISCUSSION.

Répondant à une question de M. Sluys, L. Cahen montre que dans la plupart des autres boucliers, les diastrophismes existent à des dates très comparables à celles qui repèrent les diastro-

phismes du bouclier africain. En particulier l'orogénèse laurentienne du bouclier canadien (1,030 millions d'années) et l'orogénèse kibarienne sont à peu près contemporaines.

M. M. Sluys tient à signaler que de nouvelles découvertes se font chaque jour dans le socle africain. C'est ainsi que dans le Nord du Ruanda, au-dessus de l'Urundi classique, on vient de découvrir un système nouveau en discordance de stratification. Ce système comporte, au-dessus d'un conglomérat de base, un ensemble d'assises où sont représentés des grès, des schistes et des calcaires silicifiés (cherts). Sous l'appellation de Miovi, il a été succinctement décrit par M. VARLAMOFF dans une note à la Société Géologique de Belgique. M. Sluys a, de son côté, envoyé des échantillons au Musée de Tervueren.

Une coupe dans le Panisélien inférieur en Flandre Orientale, ✓

par M. GULINCK.

Des fouilles exécutées en Flandre Orientale ont permis d'observer dans des conditions exceptionnellement favorables les caractères lithologiques et sédimentologiques d'une partie du Panisélien inférieur (Pic et Pim de la Carte géologique).

On trouvera sur la figure 1 un schéma d'ensemble de la coupe, dont voici une brève description :

a) Limon brun jaunâtre humifié à la partie supérieure, renfermant des intercalations sableuses vers le bas. Il repose sur une mince couche de sable roux, renfermant quelques cailloux de silex roulés et des fragments de grès siliceux.

Les zones inférieures présentent localement des traces de solifluction. Il y a de très nombreuses fentes de gel au contact du sable limoneux de base et des sables argileux paniséliens sous-jacents. Ces fentes sont généralement de dimensions réduites, mais sont très rapprochées et présentent des aspects variés.

b) Complexe de sable argileux renfermant plusieurs niveaux de concrétions gréseuses plates, plus ou moins dures.

Ce complexe se présente comme une masse sableuse renfermant un très grand nombre de minces intercalations discon-

tinues d'argile plastique, d'allure souvent très irrégulière. L'ensemble est percé par d'assez nombreuses pistes d'annélides.

La zone d'altération, qui s'étend jusqu'au niveau λ de la coupe, présente une teinte brunâtre ou brun grisâtre. On y rencontre localement de nombreuses mouchetures ferrugineuses rougeâtres.

Au-dessous, on observe une teinte vert ou bleu grisâtre, brunnissant légèrement après une courte exposition à l'air libre. Ce phénomène est particulièrement marqué pour les couches d'argile, qui finissent par prendre une couleur un peu différente de celle des sables environnants.

c) Banc continu, épais d'environ 70 cm, fendillé, de tuffeau gréseux calcarifère et glauconifère. On y rencontre des zones assez friables, surtout au contact des sables, et des noyaux silicifiés très durs. Les fossiles y sont très nombreux mais difficiles à dégager et souvent peu déterminables, car leur test est souvent réduit à l'état d'une poudre calcaire. On y rencontre en particulier :

Rimella fissurella, *Turritella solanderi*, *Pirula* sp., *Athleta cithara*, *Nautilus* sp., *Pinna margaritacea*, *Ostrea submissa*, *Callista* sp., *Trachicardium paniselense*, etc., *Lamna* sp.

d) Sable argileux de structure semblable à celle de la couche *b*. On n'y trouve que quelques rares petites concrétions gréseuses dispersées. Par contre, plusieurs minces niveaux franchement sableux se dessinent sur toute l'étendue de la coupe. Les fossiles y sont rares et toujours très altérés.

e) Banc de grès verdâtre continu, peu cohérent, faiblement argileux mais de composition homogène.

f) Complexe de sable vert foncé, très glauconifère et d'argile plastique légèrement calcarifère. Le sable est finement stratifié et renferme parfois de minces lits d'argile. On y observe souvent une stratification entrecroisée et parfois des plissements causés par des glissements sous-aquatiques.

L'argile plastique se présente soit sous forme de couches discontinues plus ou moins minces, généralement terminées en biseau, alternant avec des lits sableux, soit à l'état de lentilles allongées ou de galets arrondis généralement disposés en traînées à la base de chenaux évasés, et plus rarement de lambeaux

anguleux. Tout ce complexe est traversé par de nombreuses perforations ramifiées remplies par du sable relativement grossier, riche en glauconie.

g) Argile plastique renfermant de très nombreuses intercalations irrégulières de sable glauconifère foncé. Criblée de tubulations qui en ont effacé presque complètement la stratification primitive. On peut parfaitement y appliquer le terme de « bioturbation » proposé par RICHTER ⁽¹⁾.

h) Sable fin avec lambeaux d'argile plastique de même type que *g*. La base de cette couche est assez irrégulière.

i) Argile plastique bioturbée semblable à celle de *f* et *h*.

j) Sable finement stratifié avec minces lits d'argile plastique, lithologiquement semblable à celui de *i*.

Cet horizon était imparfaitement découvert par la fouille, de sorte qu'il ne nous a pas été possible d'en reconnaître l'épaisseur ainsi que le type sédimentologique particulier.

On peut se représenter l'ensemble de cette formation comme une succession ou une alternance des facies sédimentaires suivants :

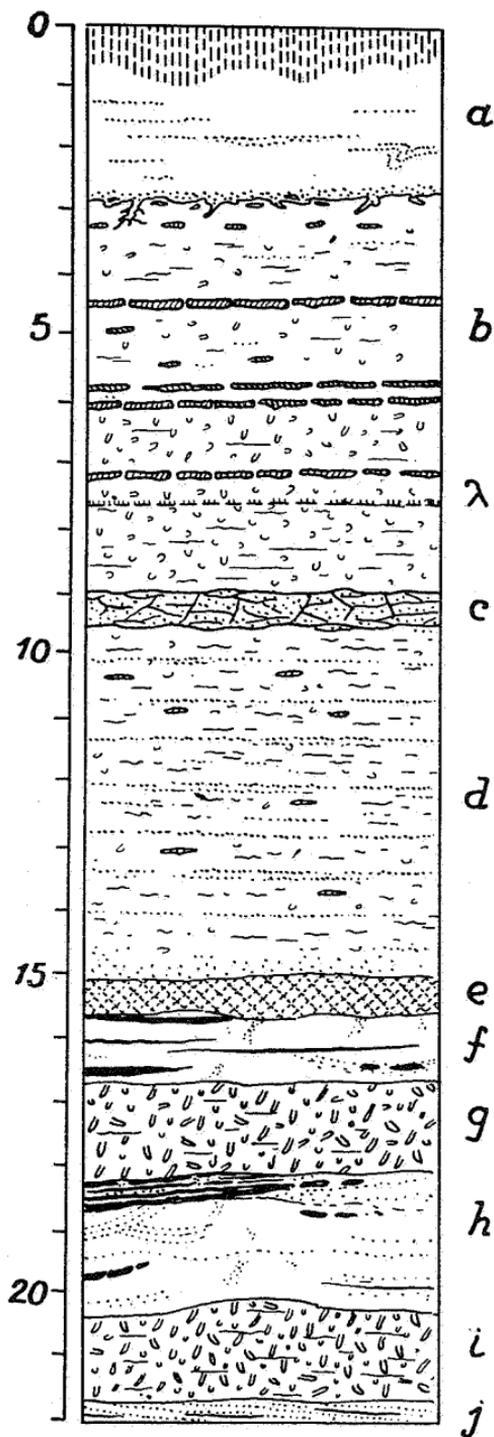
1) Un dépôt d'envasement formé d'argile plastique, troublé à intervalles plus ou moins réguliers par des apports sableux amenés en période de tempête. Ce dépôt était fréquemment mis à découvert lors des basses eaux, ce qui permettait un pullulement d'animaux fouisseurs.

2) Un dépôt sableux amené par des courants de marée, ravinant d'anciens fonds vaseux déjà tassés, dont les débris ont été roulés comme des galets.

3) Un dépôt sablo-argileux côtier qu'on pourrait considérer comme représentant dans une certaine mesure la continuation du facies 1), mais avec un apport sableux régulier et plus abondant.

Subsidiairement, accumulation de coquilles diverses dans

(1) RICHTER, R., Fluidal-Textur in Sediment-Gesteinen und über Sedifluktion überhaupt [Notizbl. hess. L.-Amt. Bodenforsch., (VI) 3, S. 67-81, Wiesbaden, 1952].



des zones sableuses calcarifères. On peut considérer la série comme terminée par le facies essentiellement sableux du P1d (qui n'a pas été conservé à l'endroit de la coupe).

Au point de vue stratigraphique, l'ensemble des couches (b+c+d+e), atteignant ici environ 12 m, peut être rangé dans le niveau P1c de la Carte géologique.

Les argiles plastiques g et i correspondent vraisemblablement au niveau P1m, qui aurait ici un caractère complexe par suite de l'intercalation de niveaux sableux (f, h, j). Ceux-ci pourraient représenter des récurrences du facies local de l'Yprésien supérieur (Yd) au sens de la Carte géologique.

Signalons ici, à simple titre de comparaison, que ces sables appartiennent à un type lithologique très semblable à celui qu'on peut actuellement observer dans le percement de la crête de partage de Seneffe (canal de Bruxelles à Charleroi).

Le complexe (f, g, h, i) atteint une épaisseur de 6 m, ce qui correspond à peu près à l'épaisseur attribuée au niveau P1m dans la région.

Notons en outre que des coupes reconstituées faites dans cette région n'accordent que 20 m à l'ensemble de l'assise P1 (P1d + P1c + P1m).

Service géologique de Belgique.

DISCUSSION.

M. A. LOMBARD demande si, dans la coupe qu'il a étudiée, M. GULINCK a pu mettre en évidence certaines surfaces d'érosion. M. GULINCK répond que ses constatations tendent à prouver l'existence de chenaux.

M. M.-E. DENAEYER rappelle, à propos de l'importance qu'on peut attribuer aux tubulations, les travaux de HÄNTSCHEL et de certains géologues anglais.

M. L. FEUGUEUR demande si la faune a été examinée. M. GULINCK dit qu'il n'a pas fait de déterminations spécifiques des fossiles rencontrés. Parmi ceux-ci il n'y avait pas de Nummulites.

**La géochimie des eaux houillères
des Pays-Bas au III^e Congrès d'Heerlen (1951),**

par J. DELECOURT.

La géochimie des eaux du houiller néerlandais avait fait l'objet de deux intéressantes communications du Prof. M. G. RUTTEN (1 et 2), lorsqu'au troisième Congrès d'Heerlen, le Docteur W. F. M. KIMPE présenta une remarquable note additionnelle sur le même sujet (3). On y trouve cinquante analyses fort bien faites. Quarante-deux sont celles d'eaux captées dans le houiller. Quatre autres examinent des eaux provenant du contact du houiller avec les morts-terrains. Enfin, les quatre dernières se rapportant à des eaux du Crétacé ou du Tertiaire. Nous examinerons uniquement aujourd'hui les eaux *captées* dans le houiller.

Au moment où paraissait le tome I du compte rendu du troisième Congrès de Heerlen (3), l'eau la plus saline du Limbourg du Sud était captée à 205 m sous les morts-terrains dans des travaux dépendant du siège I des Charbonnages d'Oranje-Nassau.

Sa salinité était un peu supérieure à 28 gr par litre, donc encore nettement inférieure à celle des eaux des océans contemporains. Dans les bassins du Sud de la Belgique et plus exactement dans le Hainaut, nous rencontrons souvent des eaux dont la salinité est supérieure à 100 gr par litre.

Nous sommes bien obligés de tenir compte de leur composition particulière. C'est ce qui explique que je serai parfois en désaccord avec le Dr KIMPE.

Dans la note que je présente aujourd'hui, je classerai les 42 eaux captées dans le houiller néerlandais dans les zones auxquelles elles appartiennent. Je ne chercherai pas à connaître a priori d'où elles proviennent. Je constate uniquement qu'elles ont été captées dans le terrain houiller aquifère. Il ne m'importe pas, pour l'instant, de déterminer si elles viennent des morts-terrains, du houiller, de formations plus anciennes ou de mélanges d'eaux de diverses natures.

Dans leurs plus récents travaux, MM. RUTTEN et KIMPE transcrivent les résultats de leurs analyses en milliéquivalents. Depuis 1950, tout au moins, le Prof. G. WATERLOT, de Lille (4),

emploie les mêmes notations. J'en avais proposé l'usage en 1937 (5). De la Ruhr au Pas-de-Calais, nous parlons donc le même langage. C'est pourquoi j'ai la certitude que nous finissons bien, un jour ou l'autre, par nous comprendre et par nous mettre d'accord.

*
**

Examinons l'eau actuellement la plus saline du bassin houiller du Sud du Limbourg néerlandais.

Elle a été rencontrée, avons-nous dit déjà, à 250 m sous les morts-terrains dans les travaux du siège I des Charbonnages d'Oranje-Nassau. Le bulletin d'analyse porte le n° 13..., mais je ne suis pas superstitieux !

Le tableau I établit les déterminations analytiques et leurs transcriptions en milliéquivalents. A ces données, M. KIMPE ajoute la dureté en degrés allemands et le rapport des bases suivant M. WATERLOT (4).

TABLEAU I.

Charbonnages d'Oranje-Nassau — Eau n° 13			
Milligrammes	Diviseurs	Milliéquivalents par litre	
H CO ₃	359,9	61	m CO ₃ = 5,90
SO ₄	367,0	48	m SO ₄ = 7,65
Cl	17.210,0	35,5	m Cl = 484,79
Ca	2.417,1	20	m Ca = 120,86
Mg	306,6	12	m Mg = 25,55
Na	8.099,5	23	m Na = 352,15
Totaux	28.760,1		SA = 498,34 SB = 498,56

Dureté allemande : D° = 409,6 degrés allemands.

Rapport des bases = m Na : (m Ca + m Mg) ou 2,40

*
**

M. KIMPE signale à la page 321 de son travail que le rapport équivalentaire (m Ca + m Mg) : m Cl est plus bas que dans une eau marine contemporaine de même concentration en chlore.

Or, on trouve Eau n° 13 :

$$(m \text{ Ca} + m \text{ Mg}) : m \text{ Cl} = 0,30.$$

Eau marine (H. WATENBERG) :

$$(m \text{ Ca} + m \text{ Mg}) : m \text{ Cl} = 0,24.$$

Je suis bien obligé de relever cette erreur de plume.

Par contre, j'accepte d'enthousiasme deux autres propositions :

1° le rapport $m \text{ Ca} : m \text{ Mg}$ est plus grand que dans les eaux contemporaines;

2° la teneur en sulfate est plus faible.

Mais M. KIMPE attribue la pauvreté en sulfates à des actions de réduction conduisant à la formation de sulfures insolubles. On verra plus loin que cette hypothèse est indéfendable dans certains cas.

Enfin, le même auteur reprend à son compte un postulat bien démodé : « la salinité de l'eau de mer n'a subi que des changements relativement faibles depuis le Cambrien ».

*
**

La salinité du n° 13 s'obtient en remplaçant les H CO_3 (ég = 61) des bicarbonates de l'eau par autant de CO_3 (ég = 30) des carbonates du résidu sec. On a donc :

$$S = 28.760,1 - 5,90 (61-30) \text{ ou } S = 28.577,2 \text{ mg lt.}$$

La dureté allemande et le titre hydrotimétrique total français sont liés par la relation : $D^\circ = 0,56 \text{ Th}$.

Dans celle-ci D° est la dureté exprimée en degrés allemands, tandis que Th est le titre hydrotimétrique exprimé en degrés français suivant :

$$\text{Th} = 5 (m \text{ Ca} + m \text{ Mg}).$$

On obtient le titre alcalimétrique total par l'expression : $\text{Ta} = 5, m \text{ CO}_3$.

Pour l'eau n° 13, nous obtenons : $\text{Ta} = 29,50^\circ$ et $\text{Th} = 732,55^\circ$.

*
**

Au lieu de nous servir du *rapport des bases* de M. G. WATERLOT pour classer les eaux souterraines, évaluons deux *différences équivalentaires*.

Pour l'eau n° 13, nous avons :

$$m \text{ Na} - m \text{ Cl} = -132,64 \text{ et } m \text{ Ca} - m \text{ CO}_3 - m \text{ SO}_4 = +107,31.$$

Si nous désirons passer aux unités hydrométriques françaises, nous écrivons :

$$\begin{aligned} T_n &= -132,64 \times 5 \text{ et } T_b = +107,31 \times 5, \text{ ou encore} \\ T_n &= -663,20^\circ \text{ et } T_b = +536,55^\circ. \end{aligned}$$

L'expression T_n est celle du *titre natronique*. Il est ici négatif. Donc, même si nous attribuons tous les $m \text{ Na}$ à des $m \text{ Cl}$, il restera néanmoins des $m \text{ Cl}$ que nous devons balancer par des $m \text{ Mg}$ ou même des $m \text{ Ca}$ pour former des chlorures alcalino-terreux. Nous dirons pour cette raison que l'eau n° 13 est *anatronique*.

Par opposition, les eaux dont le T_n est positif sont *natroniques*. Pour celles-ci, même si nous attribuons tous les $m \text{ Cl}$ à des $m \text{ Na}$, il restera des $m \text{ Na}$ que nous devons balancer par des $m \text{ CO}_3$ ou des $m \text{ SO}_4$ pour former des *sels natroniques*, sulfates et carbonates alcalins.

L'expression T_b est celle du titre de *chloruration calcique*. Il est positif dans le cas actuel. Par conséquent, même si nous attribuons tous les $m \text{ CO}_3$ et tous les $m \text{ SO}_4$ au calcium, il restera néanmoins des $m \text{ Ca}$ que nous devons balancer par des $m \text{ Cl}$.

En toute certitude, le résidu sec contiendra des chlorures, parmi lesquels l'un des éléments positifs sera le calcium. L'un de ces chlorures pourrait être la *tachydrite*



Dans ma classification des eaux souterraines, l'eau n° 13 sera définie non seulement par son analyse en milliéquivalents, mais surtout par ses *titres vrais* correspondant à sa *salinité actuelle*. Ce sont :

$$T_a = 29,50^\circ, T_h = 732,05^\circ, T_n = -663,20^\circ \text{ et } T_b = +536,55^\circ.$$

Si, au moyen des très nombreux sondages captant dans une formation aquifère bien déterminée, on suit les variations de la composition chimique des eaux depuis l'infiltration, on parvient à établir une série de zones dont chacune livre des eaux ayant des propriétés chimiques particulières.

Je me suis attaché, dès 1924, à déterminer le mieux que j'ai pu les limites de ces zones dans les courants artésiens belges (5). Mais c'est à partir de 1940 seulement que le titre natronique et le titre de chloruration calcique m'ont apporté leur assistance. Si nous écartons les eaux acides pour examiner uniquement la région des eaux neutralisées, où vont se placer nos 42 eaux du houiller, nous déterminerons les zones suivantes à partir de l'infiltration :

III. <i>Zone des eaux dures proprement dites</i> ...	Th > 6°	Tn < 0°	
Limite d'alcalinité	Th > 6°	Tn = 0°	
IV. <i>Zone des échanges de bases principaux</i> ...	Th > 6°	Tn > 0°	
Limite de salure	Th = 6°	Tn > 0°	
V. <i>Zone des eaux douces sodiques</i>	Th < 6°	Tn > 0°	
Limite de sursalure	Th = 6°	Tn > 0°	
VI. <i>Zone des eaux sursalées natroniques</i> ...	Th > 6°	Tn > 0°	
Limite de carbonatation	Th > 6°	Tn = 0°	
VII. <i>Zone des eaux paraconnées</i>	Th > 6°	Tn < 0°	Tb < 0°
Limite de chloruration calcique	Th > 6°	Tn < 0°	Tb = 0°
VIII. <i>Zone des eaux perconnées</i>	Tn > 6°	Tn < 0°	Tb > 0°

La salinité augmente depuis la zone des eaux douces sodiques.

Dans mes premières recherches, j'avais reconnu (6) :

1° Une *zone des eaux dures* correspondant à III et IV.

2° Une *zone de salure* correspondant à V et limité par deux isogrades de six degrés français de dureté. Ces isogrades ont subsisté dans la notation. Ce sont les limites de salure et de sursalure.

3° Une *zone de sursalure* comprenant VI, VII et VIII.

*
**

En raison de sa salinité élevée, l'eau n° 13 est captée en zone de sursalure. Elle est *anatronique* et son Tb est positif. C'est donc une eau *perconnée*.

L'eau marine contemporaine est plus saline encore, elle est également anatronique. Mais son Tb est négatif. Elle correspond donc aux eaux *paraconnées* de la zone VII.

*
**

Les eaux dont le Th est inférieur à 6° appartiennent toutes à la zone V. Ce sont toutes des douces sodiques.

Toutes les eaux dont la dureté allemande est inférieure à 3,36 degrés allemands répondent aux mêmes conditions. Nous pouvons donc identifier par ce seul critère 19 douces sodiques parmi les 42 eaux prises en considération. Nous ne trouvons aucune eau faiblement minéralisée et anatronique. Il n'existe donc pas d'eaux dures proprement dites. Par contre, on détermine facilement la présence des eaux suivantes :

- 13 eaux en échanges de bases principaux,
- 2 sursalées natroniques (Emma 25 et Maurits 154),
- 2 paraconnées,
- 6 perconnées.

Le classement par mine donne :

	III	IV	V	VI	VII	VIII	Totaux
Julia	0	1	0	0	0	0	1
Willem-Sophia	0	4	4	0	0	0	8
Domaniale	0	1	2	0	0	0	3
Wilhelmina	0	2	5	0	0	0	7
Oranje-Nassau	0	2	2	0	0	2	6
Hendrik	0	3	2	0	0	1	6
Emma	0	0	2	1	0	1	4
Maurits.	0	0	2	1	2	2	7
Totaux	0	13	19	2	2	6	42

*
**

Les analyses des eaux des zones IV, V et VI ne présentent rien de particulier, si ce n'est une augmentation des sulfates, très bien observée par M. KIMPE, là où le houiller est surmonté directement par l'Oligocène.

Je vais examiner en détail les analyses des eaux néerlandaises captées dans les zones VII et VIII.

Les eaux de la zone VIII sont des *perconnées*. Nous observons qu'il existe dans le Limbourg du Sud, comme dans les bassins belges :

1° Des eaux perconnées contenant encore un peu de sulfates. Ce sont les *perconnées deuxièmes*.

2° Des perconnées totalement dépourvues de sulfates. Ce sont les *perconnées premières*.

Le tableau II établit pour les eaux hollandaises des zones VII et VIII :

- 1° les analyses en milliéquivalents;
- 2° les *titres vrais* obtenus à la salinité actuelle;
- 3° les salinités;
- 4° les analyses dites *spécifiques* en pourcentages d'équivalents.

Le classement des sursalées anatroniques donne :

Deux paraconnées : Maurits 196 et 165.

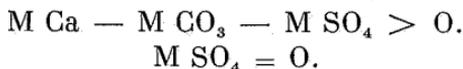
Quatre perconnées deuxièmes : Maurits 199 et 204;

Oranje-Nassau 9 et 13.

Deux perconnées premières : Henrik 49 et Emma 8.

*
**

M. KIMPE n'examine aucune eau très saline des pays voisins, ce qui l'entraîne vers des généralisations souvent dangereuses. C'est ce qui m'incite à dresser le tableau III, où figurent des analyses d'eaux perconnées premières des Pays-Bas, d'Allemagne occidentale et de Belgique. Toutes ces eaux sont caractérisées par



Ce sont :

- N° 1 Emma 8,
- N° 2 Hendrik 49,
- N° 3 André Dumont (C. CAMERMAN) (7),
- N° 4 Vieille-Marihaye (Prof. E. LECLERC) (8),
- N° 5 Produits et Levant (C. CAMERMAN) (7),
- N° 6 Fontaine-l'Evêque (C. CAMERMAN) (9),
- N° 7 Rieu du Cœur (L. MEUNIER),
- N° 8 Alstaden près de Mulheim-sur-Ruhr. (CZIMATIS) (10).

*
**

TABLEAU III.

Eaux perconnées premières.

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8
M CO ₃	1,90	1,98	1,28	0,07	0,08	0,05	0,06	0,06
M SO ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M Cl	48,10	48,02	48,72	49,93	49,92	49,89	49,94	49,94
M Br	présent	?	tr.	—	présent	0,06	?	tr.
M I	présent	?	tr.	—	présent	tr.	?	tr.
M Ca	2,80	2,37	2,19	4,00	3,82	10,61	8,42	3,61
M Ba	?	?	0,03	?	0,11	0,14	?	0,28
M Sr	?	?	tr.	?	0,02	0,02	?	0,04
M Mg	2,69	3,38	1,91	1,66	4,22	4,45	4,24	21,52
M Na	44,51	43,75	45,86	44,34	41,83	34,71	37,32	23,98
M K	—	0,50	0,00	—	0,00	0,00	0,02	0,51
M Fe''	—	—	0,01	—	0,00	0,07	—	0,05
M Mn''	—	—	—	—	—	—	—	0,01
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Salinités	8.275	13.623	22.895	64.140	104.873	107.474	127.991	170.859

*
**

Les chiffres du tableau III nous amènent à faire une constatation de toute première importance : *Chaque fois qu'on a recherché de baryum dans une eau perconnée première, on l'y a trouvé. Il est accompagné de strontium.*

Il est donc inutile de faire intervenir la réduction des sulfates en sulfures pour expliquer l'absence dûment contrôlée des équivalents SO₄ dans les perconnées premières. Il n'y a pas de sulfates parce que les ions baryum et les ions SO₄ ne peuvent se rencontrer simultanément dans une eau. On a en effet :



Tant qu'il existe des équivalents Ba dans une eau, les sulfates qui proviennent d'autres zones précipitent avec la barytine. L'hypothèse de la réduction des sulfates en sulfures dans

une eau marine de composition semblable à l'eau des océans contemporains n'explique d'ailleurs ni la présence du baryum, ni celle du chlorure calcique dans les perconnées premières.

*
**

M. KIMPE constate très judicieusement que dans les eaux hollandaises les plus salines (p. 321) la teneur en bicarbonate est supérieure à celle d'une eau marine contemporaine de même teneur en chlore.

Mais il serait dangereux de généraliser et de tenir le même raisonnement en présence d'eaux étrangères plus salées que les eaux marines contemporaines.

En effet, d'après les expériences centenaires d'USIGLIO (II) et d'après les transcriptions équivalentaires que j'en ai données, on trouve en marais salants pour des salinités comprises entre 38.626 et 157.383 mg litre :

$$0,08 < M \text{ CO}_3 < 0,18.$$

Le tableau III pour des salinités comprises entre 64.140 et 170.859 mg litre nous donne :

$$0,05 < M \text{ CO}_3 < 0,08.$$

Ici, comme ailleurs, il convient d'éviter les généralisations trop hâtives.

Si ce n'est déjà fait aujourd'hui, on rencontrera plus tard dans les mines hollandaises des eaux plus salines que celles déjà connues. Leurs teneurs spécifiques en bicarbonates pourront être plus faibles que celles des océans contemporains.

*
**

Je pourrais continuer cette note en recherchant une explication plausible de l'énorme salinité de certaines eaux perconnées du houiller des bassins paraliques. Mais je sortirais du cadre de ce travail. Il n'y a eu d'autre souci que d'opposer, à des opinions parfois contestables, des calculs et des chiffres qui le sont plus difficilement. Tel est d'ailleurs le sort de toutes les opinions ! Si le lecteur s'intéresse aux miennes, il pourra en prendre connaissance dans une brochure à laquelle j'ai déjà fait ici quelques emprunts (7). Les cinquante analyses du

Dr KIMPE ont apporté beaucoup d'eau à mon moulin. Je l'en remercie vivement, je le félicite sur le contenu de son intéressant mémoire et je pense que nous finirons bien un jour ou l'autre par nous mettre complètement d'accord.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

1. M.-G. RUTIEN, Geologie van het limburgsche Mijwater (*Mededeelingen van de geologische Stichting*, série C, t. VI, n° 4, 1948).
2. — Underground waters from the South Limbourg coalmine district (*Geologie en Mijnbouw*, avril 1949).
3. W.-F.-M. KIMPE, Notes additionnelles à propos de la composition chimique et essai de la stabilité hydrostratigraphique des eaux dans le Houiller du Limbourg du Sud (*Compte rendu du III^e Congrès de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère, Heerlen, 25-30 juin 1951*, t. I, pp. 311-324, Éditions E. van Aelst, Maastricht, 1951).
4. G. WATERLOT, L'évolution du chimisme des eaux du calcaire carbonifère de Lille-Roubaix-Tourcoing et des régions limitrophes (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. LXX, 1950, pp. 79-109).
5. J. DELECOURT, Les eaux artésiennes salines du Bassin de Paris, de la Basse et de la Moyenne-Belgique. Deuxième note (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. XLVII, séance du 21 décembre 1937).
6. — La salure des eaux artésiennes de la Basse et de la Moyenne-Belgique (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, Bull. 1924-1925).
7. — Géochimie des eaux houillères du Hainaut (*Ibid.*, t. LXXI, 1948).
8. CH. ANCIEN, Un gisement d'eau sursalée fossile au charbonnage de Vieille-Marhay (*Ibid.*, t. LXVII, 1944).
9. C. CAMERMAN, Composition d'une eau à forte salure du bassin houiller de Charleroi (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. LX, 1951, pp. 361-364).
10. Deutsche Baderbuch, Leipzig, 1907, p. 124.
11. J. DELECOURT, Géochimie des océans, des bassins clos et des gîtes salifères. Mers et lacs contemporains (*Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, Mém. n° 1, in-8° (Bruxelles, 1946, tableaux 10, 11, 12 et 13 des pp. 75-79).
12. W. SEMMLER, Die chemische Beschaffenheit der Grubenwässer im saar-lothringischen Karbon (*Compte rendu du III^e Congrès de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère, Heerlen, 25-30 Juin 1951*, t. II, pp. 567-570).