

## SÉANCE MENSUELLE DU 16 AVRIL 1946.

*Présidence de M. M. ROBERT, président.*

Sont admis comme membres effectifs, sur la proposition du président :

MM. GER. SCHMOOK, étudiant en géologie à l'Université de Gand, 70, Volhardingstraat, Anvers; présenté par MM. Hacquaert et R. Tavernier.

O. BECK, étudiant en géologie à l'Université de Bruxelles, 26, rue de Neuchâtel, Bruxelles; présenté par MM. A. Pastiels et F. Demanet.

### **Dons et envois reçus :**

De la part des auteurs :

- 9540a *De Meideros, A. C.* Contribuição para o estudo do paleozoico da Margem direita do Douro (região da Varziela, Gondomar). Porto, 1945, 23 pages et 11 planches.
- 9541 *Haenecour, R.* Le problème d'hydraulique de l'Escaut maritime. Bruxelles, 1945, 55 pages.
- 9542 *Lugeon, M.* A propos de la note de M. Léon Morest sur le rôle probable des Holothuries dans la genèse de certains sédiments calcaires. Paris, 1940, 2 pages.
- 9543 *Lugeon, M.* Sur la formation des Alpes franco-suissees. Paris, 1940, 4 pages.
- 9544 *Lugeon, M.* Une hypothèse sur l'origine du Jura. Lausanne, 1941, 14 pages.
- 9545 *Lugeon, M.* Observation à la communication de M. Augustin Lombard et âge de la brèche du Hahnenmoos. Berne, 1942, 2 pages.
- 9546 *Lugeon, M.* Une nouvelle hypothèse tectonique : la Diverticulation (note préliminaire). Lausanne, 1943, 3 pages.
- 9547 *Lugeon, M.* Le Béryl du Grand Saint-Bernard. Lausanne, 1944, 1 page.
- 9548 *Lugeon, M.* Notes et publications scientifiques, 5<sup>e</sup> édition. Lausanne, 1945, 39 pages.
- 9549 *Lugeon, M.* Atlas géologique de la Suisse 1 : 25.000. Feuille : Diablerets. 1 carte avec notice explicative.
- 9550 *Lugeon, M. et Gagnebin, E.* Observations et vues nouvelles sur la géologie des Préalpes romandes. Lausanne, 1941, 90 pages et 1 planche.
- 9551 *Lugeon, M. et Gagnebin, E.* Observations géologiques dans la vallée d'Abelboden (Préalpes internes et nappe du Niesen). Berne, 1943, 4 pages.

- 9552 *Lugeon, M. et Gagnebin, E.* Une ammonite cénomaniennne dans le Flysch de la Breggia (Tessin méridional). Berne, 1945, 4 pages.
- 9553 *Lugeon, M., Lombard, A. et Oulianoff, N.* Compte rendu des excursions de la Société géologique suisse dans le Valais du 30 août au 3 septembre 1942. Berne, 1942, 3 pages.
- 9554 *Lugeon, M. et Schneegans, D.* Sur le diastrophisme alpin. Paris, 1940, 3 pages.
- 9555 *Stevens, Ch.* L'étude des relations tectoniques du relief ardennais et ses difficultés. Bruxelles, 1945, 11 pages (2 exemplaires).

M. A. RENIER présente, au nom de l'éditeur, la librairie Arthaud (23, Grande-rue, à Grenoble, et 6, rue de Mézières, à Paris VI<sup>e</sup>), un ouvrage nouveau de MM. MAURICE GIGNOUX et LÉON MORET, professeurs à la Faculté des Sciences de Grenoble, *Géologie dauphinoise ou Initiation à la Géologie par l'étude des environs de Grenoble*, 1 volume in-8° (20 × 13,5 cm), 425 pages, 3 planches hors texte et 69 figures dans le texte.

Un compte rendu assez détaillé paraîtra à la fin du tome LV.

### Communications des membres :

C. CAMERMAN. — *Sur la composition d'une eau à forte salure du terrain houiller du Couchant de Mons.* (Texte ci-après.)

M. A. Renier fait observer que la valeur de cette communication serait fort augmentée si le point exact de la prise d'échantillon pouvait être précisé et permettait ainsi de se rendre compte de sa position géologique (1).

J. DELECOURT. — *Deux dates mémorables dans l'histoire des océans.* (Texte ci-après.)

M. de Magnée demande si l'auteur a tenu compte des gisements sédimentaires barytifères, notamment de ceux du pays. S'ils sont, comme on l'admet généralement, d'époque permotriasique, ils confirmeraient ses vues. M. De Naeyer a relevé des traces de strontium dans les calcaires triasiques de la Lorraine. Il en est sans doute de même pour les calcaires carbonifères (et frasniens) de Belgique. M. Delecourt l'admet,

(1) A cet égard, M. A. Delmer a recueilli les éléments suivants : La venue d'eau provient d'un point situé à la cote —775 et dont les coordonnées par rapport au beffroi de Mons sont 2680 m W et 1960 m S. Ce sont les grès supérieurs à la couche Catelinotte qui ont livré ces eaux. Cette couche, dans l'échelle stratigraphique, se trouve à environ 120 m sous l'horizon de Maurage.

mais dit que la preuve ne pourrait être apportée que par des analyses spectrographiques poussées qu'il n'a pas été en état de faire jusqu'ici. Une confirmation se trouve cependant, d'après M. De Naeyer, dans la présence de géodes tapissées de cristaux de barytine et de célestine dans certains calcaires dévoniens.

M. Renier reconnaît l'originalité de la thèse présentée dans le fait qu'elle considère une eau connue comme un véritable témoin d'une époque donnée. Il est naturel de supposer que les régions de subsidence ont favorisé une certaine concentration des sels et il rappelle à ce propos que les eaux du Maestrichtien à Woensdrecht ont donné une teneur de 13 gr de chlore au litre. Si certains gîtes salés se trouvent actuellement au-dessus du niveau normal de dessalure, on doit supposer qu'ils y ont été conservés grâce à des particularités tectoniques.

A. DELMER. — *L'horizon de Maurage en Campine.* (Texte ci-après.)

A. RENIER. — *Le sondage intérieur du Siège n° 1 (Vivier) des Charbonnages du Trieu-Kaisin, à Gilly.* (Le texte de cette communication sera publié ultérieurement.)

### **Composition d'une eau à forte salure du terrain houiller du Couchant de Mons,**

par C. CAMERMAN.

La Société Anonyme des Charbonnages du Levant et des Produits du Flénu à Cuesmes, près de Mons, m'a fait parvenir en janvier écoulé des échantillons d'une eau provenant du bouveau de 850 m de son siège n° 14, eau qui, de prime abord, s'est avérée extrêmement salée.

On ne possède, à ma connaissance, que des analyses incomplètes des eaux à forte salure de notre terrain houiller, ces analyses se bornant au dosage des éléments dits usuels.

C'est pourquoi, stimulé par les remarquables recherches de notre collègue J. Delecourt, qui mettent à l'ordre du jour la question des eaux sursalées, j'ai voulu faire de l'eau du Flénu une analyse plus complète.

M. Delecourt est plus autorisé que moi pour tirer de cette

analyse des conclusions au point de vue de l'origine des eaux sursalées et je lui en laisse le soin.

Un premier échantillon fut capté dans les tout premiers jours de janvier 1946; je ne pus, vu son insuffisance, qu'en faire une analyse partielle. Un second échantillon plus copieux fut capté vers le 31 janvier; c'est celui dont je donne ci-après la composition. Les résultats partiels de la première analyse sont très voisins de ceux de la seconde; il s'agit donc bien certainement de la même venue d'eau.

Le Directeur-Gérant du Charbonnage voulut bien me donner le 9 avril les indications suivantes :

« Nous avons fait, lors de la recoupe de la cassure qui a donné lieu à une venue d'eau et de grisou, un cubage de la venue. Elle était à ce moment de 6 litres par minute. Actuellement, cette venue est tarie, la température de l'eau était d'environ 20° ».

Voici les résultats de l'analyse :

Aspect : . . . . .	eau claire et limpide
pH . . . . .	7,3
Résidu sec à 180° c . . . . .	104,8650 gr par litre.
Alcalinité totale en $H^2SO^4 \frac{N}{10}$ . . . . .	27,5 $cm^3$ par litre.

*Cations :*

Ca <sup>++</sup> . . . . .	2,7876 gr par litre .
Sr <sup>++</sup> . . . . .	0,0280 " .
Ba <sup>++</sup> . . . . .	0,2837 " .
Mg <sup>++</sup> . . . . .	1,8470 " .
Na <sup>+</sup> . . . . .	35,1340 " .
K <sup>+</sup> . . . . .	absence
Fe <sup>+</sup> . . . . .	absence

*Anions :*

CO <sup>3--</sup> . . . . .	0,0825 gr par litre.
SO <sup>4--</sup> . . . . .	absence "
Cl <sup>-</sup> . . . . .	64,7040 "
Br <sup>-</sup> . . . . .	0,0062 "
I <sup>-</sup> . . . . .	présence.

*Corps sans polarité :*

SiO <sup>2</sup> . . . . .	0,0060 gr par litre.
----------------------------	----------------------

L'absence de potassium ainsi que l'abondance de baryum et de strontium ont été vérifiées spectrographiquement, tant dans le résidu sec que dans les précipités.

La présence d'autres cations et notamment de lithium n'est pas exclue. Elle n'est pas révélée au cours d'un examen spectrographique sommaire par suite de l'abondance de sodium. Un examen spectrographique approfondi, après élimination de la plus grande partie du sodium, pourrait présenter de l'intérêt.

Le dosage du brome a été opéré par la méthode colorimétrique de Denigès-Chelle : formation d'un dérivé bromé de la rosaniline par l'action de l'ion Br sur une solution de fuchsine décolorée par H<sup>2</sup>SO<sup>4</sup>. La méthode permet de déceler 0,005 mg de Br.

L'iode a été recherché par la méthode de Behrens-Kley et Feigl : précipité brun-noir par le chlorure palladeux  $\text{PdCl}_2$ , qui distingue nettement I de Cl et de Br. Sensibilité 1 : 50.000.

Cette réaction n'est pas quantitative. Pour l'eau du Flénu, elle est nettement positive et il semble que sa teneur en iode puisse être de l'ordre de 1 à 2 mg par litre.

Ces deux méthodes sont recommandées comme très sûres dans les « Tableaux des Réactifs pour l'Analyse minérale — Premier Rapport de la Commission Internationale des Réactions et Réactifs analytiques nouveaux de l'Union Internationale de Chimie ».

### Deux dates mémorables dans l'histoire des océans,

par JULES DELECOURT.

En 1899, J. Joly (1) s'avisa d'établir l'âge de l'océan.

Si A, disait ce chimiste irlandais, est le poids total de sel marin contenu dans l'océan contemporain et B celui du chlorure sodique qu'y apportent annuellement les fleuves, on doit avoir en années :

$$\text{âge de l'océan} = A : B$$

Et l'on découvrait ainsi que l'océan était vieux de 89.220.900 années (2).

Ce raisonnement avait tout au moins le mérite d'être simple. Certains estimèrent même qu'il était simpliste (3). On entre en effet délibérément dans le domaine de la spéculation en admettant, avec Joly, la constance du débit et de la minéralisation de l'effluent continental à travers l'immensité des temps géologiques. On fait, comme le chimiste irlandais, une hypothèse gratuite en supposant que tout le chlorure sodique des océans y a été apporté par les fleuves. Les computations à longue

(1) *Trans. Roy. Dublin Soc.*, 2<sup>e</sup> série, vol. 7, 1899.

(2) Joly acceptait l'excellente analyse des eaux marines de Dittmar. Le volume de l'océan lui était fourni par l'évaluation de Karstens. La valeur de B résultait de données de Sir J. Murray, qui ont un peu vieilli. F. W. Clarke fit intervenir plusieurs corrections relatives à la composition de l'effluent continental moyen et au sel cyclique (*The data of geochemistry*, 5<sup>e</sup> édit., 1920, pp. 146-151).

(3) A. RENIER, L'âge de la Terre (*Ciel et Terre*, n<sup>o</sup> 5, mai 1941, p. 13).

échéance qui viennent de nous occuper n'ont donc intéressé particulièrement ni les géologues, ni les paléontologistes, ni les hydrologues.

\*  
\*\*

Mais nous pouvons établir que 29.400 années sont nécessaires pour que l'effluent continental, avec son débit et sa composition chimique moyenne actuels, envoie à chaque litre d'eau marine un millième d'équivalent électro-négatif, bien entendu balancé par un millième d'équivalent électro-positif (4).

Comme l'eau marine contemporaine contient en moyenne 600 millivalences électro-négatives, nous pouvons donc admettre que dans 294 siècles la composition chimique moyenne de l'eau des océans sera restée pratiquement la même qu'aujourd'hui, puisqu'un de ses litres contiendra tout au plus 601 millivalences électro-négatives.

Le même raisonnement nous permet tout au moins de supposer que 294 siècles avant la période assez agitée que nous venons de traverser, les eaux des océans contenaient déjà plus de 599 millivalences acides et ne différaient par conséquent pas sensiblement des eaux marines contemporaines.

Mais l'eau d'un océan révolu dont chaque litre aurait reçu des effluents continentaux 100 millivalences électro-négatives en moins que l'eau marine contemporaine s'en serait déjà nettement différenciée. Elle aurait été l'eau de l'époque —100, alors que l'eau contemporaine est celle de l'époque zéro et qu'une eau à venir qui aura reçu, par exemple, 125 millivalences électro-négatives de plus que l'eau marine contemporaine sera celle de l'époque +125.

\*  
\*\*

Dire que l'époque —100 se situe exactement dans le temps à  $100 \times 29.400$  années ou 2.940.000 années avant la nôtre et que l'époque +125 viendra dans 3.675.000 années serait à nouveau pénétrer dans le domaine de la spéculation.

Mais néanmoins, ces computations à échéances beaucoup moins lointaines que celles de Joly ont déjà plus de chances de s'approcher de la vérité.

---

(4) Ce chiffre de 29.400 années est établi d'après l'évaluation de Karstens, les analyses de l'eau marine et de l'effluent continental extraites du « Titre natronique ».

Nous ne faisons en effet plus aucune hypothèse sur la composition de ces eaux marines primitives qui, suivant l'auteur des premiers calculs, devaient être dépourvues de chlorures. Au contraire, nous partons de l'analyse chimique des eaux des océans contemporains et elle nous est connue dans la limite de précision des méthodes opératoires actuellement employées. Nous ne pouvons demander plus de ce côté.

Toutefois, nous ferions erreur en supposant qu'il a toujours fallu 29.400 années aux effluents continentaux pour apporter une millivalence électro-négative à chaque litre d'eau marine.

*Dans ce qui va suivre, la notion concrète de temps nous préoccupera donc beaucoup moins que celle d'époque.*

\*  
\*\*

En 1942, j'établis la composition spécifique des eaux marines entre les époques —300 et +300. Je pus ainsi fixer la valeur de certains titres spécifiques : TH, TSO<sup>+</sup>, TC et TN <sup>(5)</sup>. Les valeurs du titre de chloruration calcique, du TB, ne purent être déterminées approximativement qu'à la faveur d'une hypothèse dont j'eus soin de signaler la gratuité <sup>(6)</sup>. Je supposais qu'entre les époques —300 et +300 le rapport M Ca : M Mg restait pratiquement constant dans les eaux des océans.

Mes recherches ultérieures <sup>(7)</sup> sur la concentration des eaux marines ou lacustres en bassin clos me permettent d'apporter aujourd'hui des précisions nouvelles et d'abandonner l'hypothèse dont il vient d'être question.

\*  
\*\*

Usiglio a démontré que les carbonates des eaux marines contemporaines précipitent à l'état de carbonate calcique dans les premiers bassins des marais salants. Tous les ions Mg<sup>++</sup> restent dans les eaux mères après ce dépôt.

C'est également à l'état de carbonate calcique pratiquement pur que précipitent chimiquement les carbonates des gîtes à

---

<sup>(5)</sup> J. DELECOURT, Le Titre natronique (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, 2<sup>e</sup> note, t. LI, 1942, p. 137).

<sup>(6)</sup> IDEM, op. cit. (*ibid.*, pp. 138-139).

<sup>(7)</sup> J. DELECOURT, Géochimie des océans, des bassins clos et des gîtes salifères (*Mém. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, in-8<sup>o</sup>, n<sup>o</sup> 1, 1946).

bischofite et à tachydrite. Or mes calculs de 1942 cherchaient déjà à démontrer que les océans n'ont jusqu'à présent contenu que des eaux anatroniques.

Si donc les précipitations de carbonates dans les eaux marines n'étaient dues qu'à des actions physico-chimiques, tous les anions  $\text{CO}_3^{--}$  venus des effluents se souderaient à des cations  $\text{Ca}^{++}$  pour précipiter en mer du carbonate calcique pratiquement dépourvu de carbonate magnésique.

\*  
\*\*

Mais les organismes marins contrarient ces actions. Certains fixent du carbonate magnésique en même temps que du carbonate calcique.

Toutefois, l'examen chimique des débris organiques, des boues et des sédiments océaniques contemporains montre une prépondérance marquée du carbonate calcique sur le carbonate magnésique. Le rapport  $\text{Ca CO}_3 : \text{Mg CO}_3$  est toujours très élevé.

De plus, les géologues paraissent d'accord pour signaler la très faible importance des facies dolomitiques marins par rapport à ceux franchement calcaires, et ceci tout spécialement dans les sédiments cénozoïques et mésozoïques <sup>(8)</sup>.

Dans ces conditions, presque tout, sinon tout *l'acide carbonique combiné apporté depuis les temps mésozoïques par les fleuves à l'océan, forme dans celui-ci du carbonate calcique*. Il précipite physiquement, chimiquement ou biologiquement.

Au contraire, les ions  $\text{Mg}^{++}$  de même origine enrichissent progressivement les eaux marines en sels magnésiens, solubles et dissociés.

\*  
\*\*

L'analyse spécifique de l'effluent continental moyen dont je me suis servi pour établir mes calculs est la suivante :

M $\text{CO}_3$ = 37,00	M Ca = 32,60	TA = 185°
M $\text{SO}_4$ = 7,60	M Mg = 8,00	TSO <sup>4</sup> = 38°
M Cl = 5,00	M Na = 7,60	TC = 25°
M $\text{NO}_3$ = 0,40	M K = 1,80	TH = 203°
		TN = + 22°
50,00	50,00	TB = — 62°

(8) LUCIEN CAYEUX, Les roches sédimentaires de la France. Régression de la dolomie au cours des temps géologiques, 1935, pp. 444-447.

L'eau ainsi définie est *natronique*. Son titre *hydrotimétrique* est supérieur à son titre *alcalimétrique*. Enfin, on vérifie la condition

$$M \text{ CO}^3 > M \text{ Ca.}$$

Une telle eau se concentrant en bassin clos normal formerait un lac à mirabilite de première catégorie.

Les estimations de Sir J. Murray et de F. W. Clarke sont numériquement un peu différentes de celles que je viens de donner; mais elles caractérisent aussi des eaux capables de générer des lacs à mirabilite de première catégorie <sup>(9)</sup>.

Dès lors, toutes les estimations actuelles concordent pour montrer que l'effluent continental contemporain est caractérisé par

$$M \text{ CO}^3 > M \text{ Ca.}$$

\*  
\*\*

Or, il apporte tous ses équivalents  $\text{CO}^3$  à l'océan. Ceux-ci précipitent complètement avec du carbonate calcique et se soudent donc à des équivalents Ca. Mais comme  $M \text{ CO}^3 > M \text{ Ca}$ , les eaux de l'effluent n'apportent pas assez de calcium pour précipiter tous leurs carbonates à l'état de carbonate calcique. *Il est donc indispensable qu'une partie des équivalents Ca des eaux marines soit mise à contribution.*

Numériquement, les 37 équivalents  $\text{CO}^3$  de l'effluent ne trouvent dans celui-ci que 32,60 équivalents Ca.

Il est donc nécessaire d'emprunter  $37,00 - 32,60 = 4,40$  équivalents Ca à l'eau marine pour que tous les équivalents  $\text{CO}^3$  apportés par les effluents se soudent à des équivalents Ca et précipitent du carbonate calcique.

*Dès lors, au cours des temps géologiques, l'eau des océans s'appauvrisait constamment en calcium pendant qu'elle s'enrichissait constamment en magnésium <sup>(10)</sup>.*

\*  
\*\*

---

<sup>(9)</sup> Il en est d'ailleurs de même de toutes les estimations de Clarke établies séparément pour l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, l'Europe, l'Asie et l'Afrique (*Le Titre natronique*, 2<sup>e</sup> note, p. 131, tabl. IV et V).

<sup>(10)</sup> Cette affirmation est en complet désaccord avec l'opinion de certains paléontologistes. On sait que R. A. Daly a prétendu que les eaux du précambrien sont dépourvues de calcium. R. A. DALY, Limeless

J'ai recommencé mes calculs en supposant que tous les équivalents  $\text{CO}^3$  venus des effluents précipitaient dans les océans avec du carbonate calcique.

Les résultats de ces évaluations sont réunis au tableau I, qui donne les millivalences spécifiques des eaux marines entre les époques — 363 et +200.

Le tableau II indique les valeurs des titres spécifiques.

Je ne songe nullement à commenter aujourd'hui ces chiffres, mais je désire montrer que le détail des modifications est dominé par deux dates mémorables dans l'histoire des océans:

TABLEAU I.

## Analyses spécifiques des eaux marines à diverses époques.

Epoques	M $\text{CO}^3$	M $\text{SO}^4$	M Cl	M Br	M Ca	M Mg	M Na	M K
+200	0,20	6,58	43,16	0,06	0,31	10,58	37,94	1,17
+100	0,20	5,63	44,10	0,07	1,02	9,73	38,26	0,99
+ 50	0,20	5,12	44,61	0,07	1,40	9,28	38,43	0,89
Zéro	0,20	4,60	45,13	0,07	1,80	8,80	38,60	0,80
— 50	0,20	4,06	45,67	0,07	2,21	8,31	38,78	0,70
—100	0,20	3,48	46,25	0,07	2,65	7,79	38,96	0,60
—150	0,20	2,88	46,84	0,08	3,09	7,26	39,17	0,48
—200	0,20	2,25	47,47	0,08	3,57	6,69	39,38	0,36
—300	0,20	0,91	48,81	0,08	4,57	5,49	39,82	0,12
—350	0,20	0,20	49,52	0,08	5,12	4,84	40,04	—
—363	0,20	<b>0,00</b>	49,72	0,08	5,27	4,67	40,06	—

TABLEAU II.

## Titres spécifiques des eaux marines à diverses époques.

Epoques	TA	TSO <sup>4</sup>	TC	TH	TN	TB
+200	1,00	32,90	216,10	54,45	—20,55	—32,35
+100	1,00	28,15	220,85	53,75	—24,60	—24,05
+ 50	1,00	25,60	223,40	53,40	—26,80	—19,60
Zéro	1,00	23,00	226,00	53,00	—29,00	—15,00
— 50	1,00	20,30	228,70	52,60	—31,30	—10,25
—100	1,00	17,40	231,60	52,20	—33,80	— 5,15
—150	1,00	14,40	234,60	51,75	—36,25	— <b>0,05</b>
—200	1,00	11,25	237,75	51,30	—39,05	+ 5,60
—300	1,00	4,55	244,45	50,30	—44,75	+17,30
—350	1,00	1,00	248,00	49,80	—47,80	+23,60
—363	1,00	<b>0,00</b>	249,00	49,70	—48,70	+25,35

Ocean of Pre-Cambrian Time (*Am. Journ. of Sciences*, 4<sup>e</sup> série, vol. XXIII, 1907, pp. 93-115).

Si la dolomie était en régression au fur et à mesure que les eaux marines s'enrichissaient en magnésium, cela tenait peut-être à la régression des organismes capables de fixer des ions Mg en même temps que des ions Ca.

1° A partir de l'époque —363, les millivalences  $\text{SO}_4$  apparaissent. Les eaux des océans révolus auraient donc été dépourvues d'ions  $\text{SO}_4$  jusqu'à l'époque —363. *Il n'y aurait donc pas beaucoup plus de  $363 \times 29.400$  ou de onze millions d'années que les eaux des océans sont sulfatées* (11).

2° A l'époque —150, soit il y a quelque 4.500.000 années, le TB s'est annulé. Il était auparavant positif. Il fut négatif depuis. *C'est donc à l'époque —150 que l'océan a cessé d'être un lac à tachydrite. Il est depuis un lac à bischofite* (12).

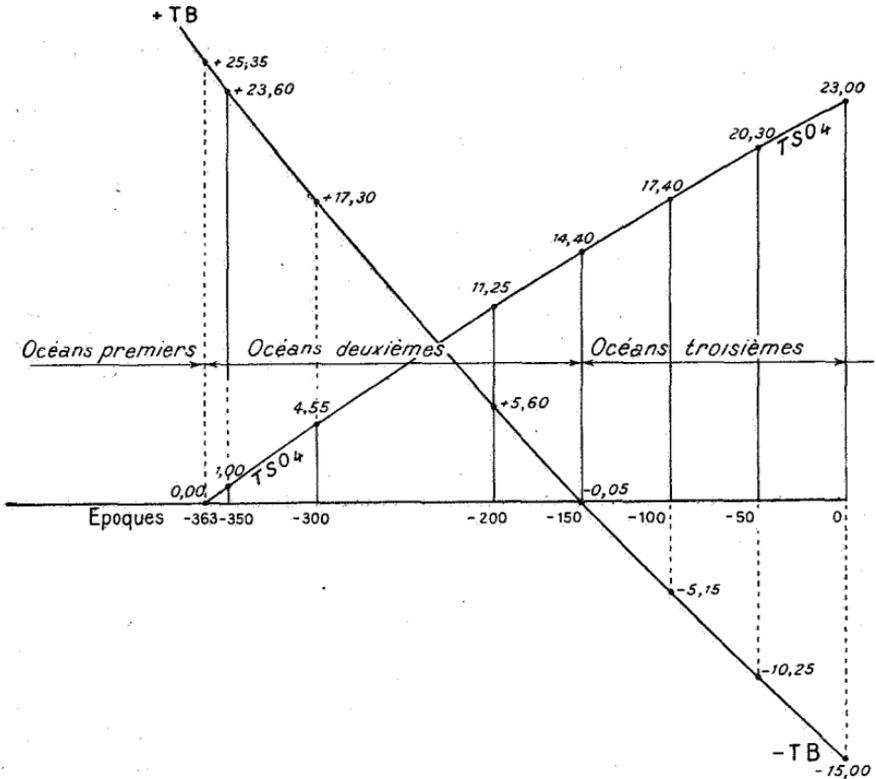


FIG. 1.

(11) L'analyse de Sir J. Murray fixant les caractéristiques de l'effluent continental place à l'époque —531 le début de l'enrichissement en sulfates. Celle de Clarke fixe la même date à l'époque —349.

(12) Mes premiers calculs supposant  $\text{M Ca} : \text{M Mg}$  constant établissaient l'annulation du TB à l'époque —252, l'apparition des sulfates se faisant à —363.

La connaissance de plus en plus exacte du débit et de la composition chimique de l'effluent continental moyen réduira progressivement les

A tout prendre et tout étant relatif, 4.500.000 ans, d'une part, et même 11.000.000 d'années, de l'autre, sont des époques qui ne sont pas tellement loin de la nôtre, même si nous tenons compte des réserves formulées quant à l'ordre de précision de nos computations.

\*  
\*\*

Ainsi donc depuis l'origine jusqu'à l'époque —363 les eaux des océans auraient été dépourvues d'ions  $\overline{SO^4}$  mais chlorurées calciques ( $TB > 0$ ). *Ces eaux marines premières* auraient rempli les *océans premiers*.

Entre les époques —363 et —150, les *eaux marines deuxièmes des océans deuxièmes* auraient déjà contenu des sulfates, mais auraient encore été chlorurées calciques ( $TB > 0$ ).

Enfin, de l'époque —150 jusqu'à nos jours, les *eaux marines troisièmes* auraient été sulfatées, mais dépourvues de chlorure calcique ( $TB < 0$ ).

D'où la classification suivante :

Océans premiers jusqu'à —363 .....	$TSO^4 = 0$	$TB > 0$	$TN < 0$
Océans deuxièmes, de —363 à —150.	$TSO^4 > 0$	$TB > 0$	$TN < 0$
Océans troisièmes depuis —150 .....	$TSO^4 > 0$	$TB < 0$	$TN < 0$

Les océans premiers étaient par conséquent assimilables à des lacs à tachydrite à eaux dépourvues de sulfates.

Les océans deuxièmes furent encore des lacs à tachydrite, mais à eaux déjà sulfatées.

Les océans troisièmes furent, sont et seront des lacs à bischofite jusqu'à l'époque lointaine où le titre natronique de leurs eaux s'annulera et où ils deviendront des *océans quatrièmes* à eaux natroniques.

\*  
\*\*

La classification que je viens de proposer est basée sur des calculs établis d'après des hypothèses de base dont l'une au moins est fragile. Il convient de supposer en effet que la composition spécifique des eaux des effluents continentaux et son importance pondérale ont dû varier entre les époques —363 et 0. Il paraît difficile d'évaluer l'ampleur de ces modifications.

---

écarts existant entre ces différentes évaluations. Mais de toute façon les eaux dépourvues de sulfates avaient un TB positif. Le TB s'est donc annulé quand les eaux contenaient déjà des sulfates.

On pourrait par ce seul fait contester toute la valeur à mes déductions.

Mais les eaux marines révolues ont laissé des traces de leur existence sous forme d'eaux connées dans les sédiments au cours de leur dépôt. On s'étonne souvent de l'excellent état de conservation de ces eaux fossiles. « L'explication en est, dit M. A. Renier, dans l'isolement des massifs tectoniques à l'intervention de failles de charriage qui peuvent, tout au moins régionalement, constituer de véritables surfaces de discontinuité physique, tant au point de vue hydrologique que pneumatologique » (13).

\*  
\*\*

D'autre part, on se rappellera (14) que les eaux souterraines dites perconnées dont le TB est positif proviennent du mélange d'eaux connées avec des eaux errantes d'origine météorique.

Mais comme les eaux connées ont généralement une salinité très élevée, elles communiquent leurs caractères au mélange et, partant, aux perconnées.

Rien ne nous empêche donc de nous servir des analyses d'eaux à TB positif captées dans les terrains les plus divers, en vue d'y rechercher les caractères des eaux marines révolues. Notre matériel analytique devient abondant dès l'instant où nous acceptons l'étude des perconnées.

Or, parmi ces eaux à TB positif, nous pouvons distinguer, grâce aux analyses :

1° *des perconnées premières* qui, comme les eaux océaniques premières, sont totalement dépourvues d'ions  $\overline{SO}_4$ ;

2° *des perconnées deuxièmes* qui, comme les eaux océaniques deuxièmes, sont sensiblement sulfatées.

Enfin, les *paraconnées*, anatroniques, mais à TB négatif, s'approcheront le plus des eaux marines troisièmes (15) et, partant, de celles des océans contemporains.

\*  
\*\*

---

(13) A. RENIER, A propos du caractère fossile des eaux sursalées du terrain houiller franco-belge (*Ass. franç. pour l'Av. des Sc.*, 63<sup>e</sup> session, Liège, 1939).

(14) Le Titre natronique (*Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, troisième et dernière note, t. LII, 1943, p. 155).

(15) Le Titre natronique 3<sup>e</sup> note, p. 154.

Mais ici se pose une question à première vue bien embarrassante.

Avant l'époque — 363, les effluents envoyaient aux océans premiers des eaux dont nous ignorons la composition. Mais nous pouvons démontrer qu'elles étaient déjà sulfatées. Elles ont en effet fourni des ions  $\overline{\text{SO}}^4$  indispensables à la formation des jahresringen des gîtes salins reliquats. Le gypse, l'anhydrite, la polyhalite de ces minces lits sulfatés ne pouvaient, en effet, avant l'époque — 363, se former à l'unique détriment des eaux marines, puisque celles-ci ne contenaient pas encore d'ions  $\overline{\text{SO}}^4$ . Donc, avant l'époque — 363 :

1° les effluents continentaux pouvaient déjà envoyer des ions  $\text{SO}^4$  aux océans premiers;

2° l'eau des dits océans premiers était totalement dépourvue de sulfates.

Ces faits, à première vue paradoxaux, appellent une explication.

\*  
\*\*

On pourrait supposer que les sulfates envoyés par les effluents aux océans premiers s'y trouvaient réduits; d'où libération d'hydrogène sulfuré et précipitation de sulfures métalliques.

Ce processus est bien connu de nos jours. Il peut être observé dans les eaux profondes et tranquilles de la mer Noire.

Il se poursuit dans de très nombreux lacs contemporains ouverts ou fermés. Mais la réduction est toujours incomplète. Après précipitation de sulfures, les eaux conservent des ions  $\overline{\text{SO}}^4$  en abondance.

On pourrait peut-être se prévaloir de la différence des milieux et des espèces biologiques antérieurs à — 363 pour essayer de prouver que la réduction totale des sulfates était possible dans les océans premiers.

Mais des faits absolument précis vont nous montrer qu'il n'est pas indispensable d'entreprendre des recherches dans cette direction.

\*  
\*\*

La caractéristique des eaux perconnées premières est l'importance de leur TC, qui est voisin du maximum, soit de 250°.

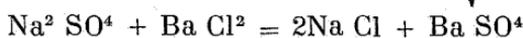
Autrement dit, ces eaux ne contiennent que des chlorures et un peu de bromures. Lorsque les déterminations analytiques sont assez complètes et précises, on trouve dans ces eaux, à côté des constituants majeurs habituels : calcium, magnésium, sodium et potassium, d'autres éléments électro-positifs en quantité telle que leurs millivalences doivent figurer au bilan pour en assurer le balancement. Parmi les constituants mineurs qui prennent dans le cas présent une importance inaccoutumée se trouvent le baryum et le strontium.

A la faveur d'un subside que le Fonds National de la Recherche Scientifique a bien voulu mettre à ma disposition, j'ai pu faire examiner par notre dévoué Past-Président Camerman des eaux perconnées premières provenant du houiller belge. Là aussi les chlorures barytique et strontianique ont été reconnus en abondance.

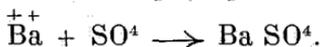
\*  
\*\*

Si des eaux perconnées dépourvues de sulfates contiennent encore en certaine abondance du baryum et du strontium, il est permis de supposer que les eaux marines premières qui ont contribué à leur donner naissance en renfermaient plus encore. *Les eaux marines premières ont donc dû contenir en certaine abondance du chlorure barytique et du chlorure de strontium.*

Or le chlorure barytique agit sur les sulfates solubles et provoque la précipitation de sulfate barytique, sel insoluble.



Plus simplement encore on peut poser



Dès lors, tant que les eaux marines ont contenu des cations  $\overset{++}{\text{Ba}}$ , ceux-ci pouvaient se souder aux anions  $\overline{\text{SO}}^4$  apportés déjà par les effluents continentaux et de la barytine ( $\text{Ba SO}^4$ ) précipitait sur le fond de mers premières.

*Les eaux océaniques premières étaient donc dépourvues de sulfates, parce qu'elles contenaient des cations  $\overset{++}{\text{Ba}}$ .*

L'époque — 363 indiquerait dès lors le moment où le baryum a pratiquement disparu des eaux océaniques.

En raison de l'insolubilité presque totale de la barytine, il ne reste plus dans les eaux marines contemporaines que d'infimes traces de baryum.

\*  
\*\*

Immédiatement après l'époque — 363, les eaux marines deuxièmes ne contenaient plus que des traces de baryum, mais renfermaient encore en certaine abondance des ions  $\text{Sr}^{++}$ . Or le sulfate de strontium, la célestine, est faiblement soluble. Il l'est toutefois environ vingt fois moins dans l'eau pure que le gypse.

Dès lors, les sulfates apportés par les effluents continentaux ont progressivement précipité l'excès de strontium des eaux océaniques deuxièmes suivant



Mais la précipitation totale des sels de strontium était impossible, parce que la célestine est légèrement soluble (16).

Dès que les eaux deuxièmes ont été saturées de célestine, les anions  $\text{SO}_4^-$  venant des effluents n'ont plus rien trouvé pour les précipiter dans des sels insolubles et l'enrichissement en sulfates solubles s'est produit dans les eaux marines.

\*  
\*\*

Au fur et à mesure que les eaux marines devenaient plus sulfatées, leur  $\text{TSO}_4$  augmentait et, conséquence directe, leur TB diminuait. Nous savons qu'il s'est annulé à l'époque — 150.

A partir de cette deuxième date mémorable dans l'histoire des océans, on eut

$$\text{TB} < 0$$

ou

$$5 (\text{M Ca} - \text{M SO}_4 - \text{M CO}_3) < 0$$

ou encore

$$\text{M Ca} < \text{M CO}_3 + \text{M SO}_4$$

Les millivalences Ca des eaux troisièmes ont donc toujours été insuffisantes pour balancer le total  $\text{M CO}_3 + \text{M SO}_4$ .

(16) Suivant Wattenberg, les eaux de l'océan contemporain contiendraient encore 13 mg/litre de strontium, ce qui correspond à environ 0,30 millivalence.

Les eaux marines troisièmes, lorsqu'on les concentre à suffisance, doivent donc précipiter du carbonate ou du sulfate magnésique. Mais comme le premier dépôt est chimiquement impossible, puisque tous les anions  $\overline{\text{CO}}^{\text{3}}$  se soudent à des cations  $\text{Ca}^{\text{++}}$ , il en résulte que les eaux troisièmes doivent, par concentration, précipiter du sulfate magnésique ou des sulfates potassico-magnésiens.

\*  
\*\*

En résumé, les eaux marines premières ont déposé de la barytine à leur concentration normale.

Les eaux marines deuxièmes ont, dans les mêmes conditions, précipité de la célestine.

Les eaux marines troisièmes n'ont pu déposer ni barytine, ni célestine. Il est encore nécessaire de les concentrer pour qu'elles précipitent du gypse. Une forte réduction de volume amène le dépôt de sulfate magnésique et de complexes potassico-magnésiens.

\*  
\*\*

En 1888, G. Lattermann (17) signala un fait bien singulier. Il se formait à Lautenthal, dans une mine du Hartz, des boues, des encroûtements, des stalactites composés en majeure partie de sulfate barytique et en abondance beaucoup moindre de célestine. L'analyse de ces dépôts donnait 82,30 à 92,44 % en poids de barytine et de 4,32 à 12,04 % de célestine (18).

Ces sédiments chimiques contemporains se déposaient non loin d'une source souterraine, la source A. Celle-ci contenait, d'après Lattermann :

Chlorure barytique .....	318 mg/litre
Chlorure de strontium ...	899 mg/litre
Chlorure calcique .....	10.120 mg/litre
Chlorure magnésique ...	4.360 mg/litre
Chlorure sodique .....	68.168 mg/litre
Chlorure potassique .....	458 mg/litre
	84.323 mg/litre

(17) *Jahrb. K. preuss. geol. Landsanstalt*, I, 888, p. 259.

(18) La part des indosés s'élevait de 3,24 à 7,48 %, les deux isomorphes barytine et célestine totalisant 92,52 à 96,76 %. Il eût été bien intéressant de connaître la nature des indosés, parmi lesquels se trouvait peut-être un troisième sulfate plus soluble que  $\text{Ba SO}_4$  et moins soluble que  $\text{Sr SO}_4$ . Ce sulfate, l'anglésite, est isomorphe des deux premiers ( $\text{Pb SO}_4$ ).



blème; il se formait de la barytine et de la célestine à Lautenthal, parce que les eaux A et B se mélangeaient et parce que les anions  $\bar{SO}^4$  de B se soudaient aux cations  $Ba^{++}$  et  $Sr^{++}$  de A (20).

Je ne pense pas qu'on puisse donner une démonstration beaucoup plus claire en faveur des opinions que j'essaie de faire prévaloir.

\*  
\*\*

Pourra-t-on déterminer un jour, avec une certaine exactitude, l'époque — 363 à partir de laquelle les eaux des océans ont pu commencer à s'enrichir en sulfates ?

Pour répondre à cette question, disons d'abord que les perconnées premières abondent dans les terrains éozoïques. T. Sterry-Hunt les a reconnues dès 1863 aux confins du bouclier canadien, au puits foré de Bowerman's mills, à Whitby, au Canada (21).

En 1875, le même auteur signalait leur présence au forage de l'île Manitoulin (lac Huron).

F. G. Wait les rencontra en Colombie britannique lors du creusement d'un puits artésien à Kanab Creek, près de Port Haney (1890). Les travaux des mines de cuivre natif du Lac Supérieur les ont souvent libérées dans le Keweenawan. Certaines saumures naturelles du Silurien des États-Unis sont barytiques, strontianiques et dépourvues totalement de sulfates.

Les perconnées premières se rencontrent très souvent dans le Dévonien et le Culm allemands. Elles sourdent du Namurien à Harrogate en Angleterre. Elles ont été rencontrées à 492 m à Ferfay (Pas-de-Calais). Elles y provenaient du terrain houiller. L'absence de sulfates fut constatée par l'École des Mines en 1882. Mais le baryum et le strontium ne furent pas dosés. Ces déterminations ont été faites fréquemment sur des échantillons d'eaux du houiller fournis par des forages et des travaux miniers de Westphalie. On peut y identifier des perconnées premières typiques : barytiques et strontianiques.

(20) Il convient de remarquer que si les deux isomorphes se rencontrent dans les mêmes échantillons, cela tient à ce que le mélange des eaux a eu pour résultat de libérer plus d'anions  $\bar{SO}^4$  qu'il n'en fallait pour précipiter tous les ions  $Ba^{++}$  avec de la barytine. Après précipitation, le mélange de A et B contenait encore du strontium et était à proprement parler une perconnée deuxième.

(21) T. STERRY HUNT, *Geology of Canada*, 1863.

M. Ch. Camerman a analysé, à ma demande, de très nombreuses eaux de charbonnages du Hainaut et du Limbourg. Certaines sont perconnées premières et contiennent jusqu'à 283,7 mgr de baryum par litre.

*Les eaux marines qui ont donné naissance aux mers enrichies et aux lacs reliquats du houiller supérieur étaient donc encore premières et l'époque — 363 est postérieure au dépôt des sédiments marins ou halolimniques du Westphalien.*

\*  
\*\*

Lors du forage du sondage de Woensdrecht <sup>(22)</sup>, une magnifique occasion d'identifier une perconnée deuxième du Maestrichtien fut perdue. Mais ces eaux deuxièmes et strontianiques sont bien connues en Westphalie, où de nombreux sondages de mines et de puits artésiens les ont captées dans le Crétacé supérieur. Qui mieux est, leurs analyses ont été conservées. Jusqu'à présent, aucune venue perconnée première n'a été recoupée dans ces horizons.

Les mers dans lesquelles se sont formés les tuffeaux et les craies étaient donc vraisemblablement deuxièmes, mais il a dû en exister de beaucoup plus récentes.

Les gîtes de potasse de l'Alsace se seraient formés dans un lac reliquat tongrien. Or si les analyses que nous possédons sont exactes, les sylvinites alsaciennes sont des sels de gîtes à tachydrite. Le lac qui les généra contient donc des eaux à TB positif qui lui auraient été envoyées avant cut-off par les mers tongriennes. Celles-ci devaient donc être encore deuxièmes.

Il semble par conséquent que les eaux troisièmes n'ont pu baigner les océans que vers la fin des temps oligocènes.

\*  
\*\*

Il serait mal venu, je pense, d'entasser à la suite de cet exposé les très nombreuses analyses d'eaux perconnées et de sels précipités grâce auxquelles la vérification expérimentale des calculs du début de cette note devient possible.

---

(22) Les eaux jaillirent bien à la traversée du Maestrichtien, mais elles ne furent pas analysées. On se borna à doser les chlorures en chlore.

Je préfère terminer ce court travail en faisant trois pronostics :

1° Les océans premiers ont perduré du pré-Cambrien jusqu'à la fin du Lias;

2° Les océans furent deuxièmes de la fin du Lias à celle de l'Oligocène;

3° Les océans néogènes étaient déjà troisièmes.

Wasmès, le 1<sup>er</sup> avril 1946.

### L'horizon de Maurage (Petit-Buisson) en Campine,

par ANDRÉ DELMER.

Il m'est particulièrement agréable de remercier ici M. A. Allard, directeur-gérant des Charbonnages *Les Liégeois*, d'avoir autorisé la publication de quelques observations faites au cours du débitage du sondage profond n° 116 (Molenheide). Exécutée en 1944-1945, à quelque 3.500 m au N.-N.-E. du siège de Zwartberg, cette recherche se situe au lieu-dit *Molenheide*, sur la commune de Wijshagen (<sup>1</sup>).

Le socle paléozoïque, constitué de roches d'âge westphalien, y a été atteint à la profondeur de 620<sup>m</sup>60 ( $\pm 0^m70$ ), soit vers la cote — 539<sup>m</sup>13. C'est bien là ce à quoi on pouvait s'attendre en supposant une pente uniforme de la surface de transgression du Crétacé entre les sondages n° 14 (Eikenberg, — 523 m) et n° 10 (Donderslag, — 576 m).

\*  
\*\*

A environ 340 m sous la recoupe du terrain houiller, la sonde a traversé une stampe assez particulière pour qu'il vaille la peine d'en transcrire ici la description, d'autant plus facile à rédiger que la perte de carottes a été négligeable.

Diamètre des carottes : 130 mm.

	Base à	Épaisseur
	Mètres	Mètres
VEINETTE ... ..	944.32	0.25
Schiste micacé, gris, légèrement brunâtre. Nombreuses radicelles de mur. <i>Stigmaria</i> . Petits nodules carbonatés, ovoïdes ... ..	945.20	0.88

(<sup>1</sup>) Coordonnées du sondage n° 116 :  $x$  (lat. Nord) = 71.867<sup>m</sup>95;  $y$  (long. Est) = 80.900<sup>m</sup>79;  $z$  (alt. du plancher de travail) = +81<sup>m</sup>47.

	Base à Mètres	Épaisseur Mètres
Grès zonaire ... ..	945.60	0.40
Schiste micacé. Radicelles de plus en plus rares ...	946.40	0.80
Schiste assez argileux, rubané. Rares débris végétaux hachés. A la base, schiste progressivement plus micacé. Incl. 10° ... ..	947.59	1.19
Grès compact ... ..	947.99	0.40
Schiste micacé, zonaire. Minces et fréquentes alternances gréseuses ... ..	948.90	0.91
Grès compact ... ..	949.49	0.59
Schiste micacé, zonaire à stratification entrecroisée et à minces alternances gréseuses. Très rares débris végétaux flottés et macérés ... ..	956.19	6.70
Schiste argileux, clair à rayure blanche, rubané, très compact. Débris de coquilles naïaditiformes, indéterminables. Empreintes peu nombreuses, puis de plus en plus abondantes d' <i>Estheria simoni</i> PRUVOST, quelquefois fondues dans la roche et quasi méconnaissables. <i>Sinusites</i> . A 958 <sup>m</sup> 59, écailles de Poisson, cf. <i>Elonichtys denticulatus</i> TRAQUAIR. Ostracodes. Incl. 8° ... ..	959.72	3.53
Schiste très argileux noir devenant un peu pailleté, grumeleux. Une valve entière et probablement débris de <i>Lingula mytilloides</i> SOWERBY. Pyrite terne en traînées sur les joints et dans des puits.	960.74	1.02
Soudé au précédent par un contact très irrégulier, roche présentant l'aspect d'une brèche calcaire à ciment de même nature ou schisteux. Les blocs de calcaire sont ou bien anguleux ou bien plus ou moins arrondis. Une pellicule charbonneuse très pyriteuse souligne la limite des blocs. En réalité, l'attaque légère à l'acide chlorhydrique a permis de constater qu'on avait affaire à des nodules calcaires empêtrant des restes végétaux à structure conservée, notamment des <i>Stigmaria</i> ... ..	961.22	0.48
Sous un joint net, schiste micacé ou même gréseux, compact, gris clair. Radicelles de mur et <i>Stigmaria</i> souvent de teinte verdâtre. A 962 <sup>m</sup> 58, assez nombreuses feuilles de <i>Cordaites</i> cf. <i>pricipalis</i> . Débris de <i>Mariopteris</i> sp., rares pinules de <i>Neuropteris pseudogigantea</i> . A partir de 964 <sup>m</sup> 88, schiste micacé très compact, sans fossile.	965.70	4.48

D'où la conclusion que, à 960 m de profondeur, le sondage n° 116 a recoupé un niveau marin. Celui-ci n'est autre que le

représentant local de l'*Horizon de Maurage*. La faune et d'avantage la flore des stampes en plateures faiblement inclinées qui l'encadrent ne laissent d'ailleurs subsister aucun doute quant à leur attribution à la base du Westphalien C et au sommet du Westphalien B.

D'autre part, le sondage poursuivi jusqu'à la profondeur totale de 1.519<sup>m</sup>27 a fourni, en cette région, une bonne définition des zones d'Eikenberg et d'Asch, chacune de ces zones étant soulignée par son niveau marin : l'horizon d'Eisden étant recoupé à la profondeur de 1.225<sup>m</sup>25 (cote — 1.143<sup>m</sup>78), et celui de Quarignon, à celle de 1.493<sup>m</sup>25 (cote — 1.411<sup>m</sup>78).

Si la faune de l'Horizon de Maurage en cette nouvelle et cinquième recoupe en Campine est pauvre, — une seule valve entière de Lingule a pu y être dégagée, — la présence de nodules calcaires à structure végétale conservée, des « Coal-balls », est à souligner.

« La calcification plus ou moins massive de la tourbe houillère est », on l'a dit (2), « sous la dépendance du facies du toit ». Tous les gîtes connus jusqu'à présent ont pour toit un schiste à faune marine. Mais la répartition géographique du facies à « Coal-balls » dans une même couche semble en rapport avec des conditions de dépôts encore peu connues, bien que M. A. Renier ait tenté de les formuler. Elle serait liée à un facies d'eau relativement peu profonde, voire à une ride anticlinale.

Pour ce qui est de la Belgique, on ne connaissait jusqu'à présent, dans l'Horizon de Maurage, que le seul gîte à « Coal-balls » de Bray (Bassin du Centre), découvert par M. A. Renier en 1916 (3).

On trouve une revue des gîtes connus en 1927 dans le mémoire de Max. Hirmer (4).

(2) RENIER, A., Sur les conséquences de la découverte de concrétions dolomitiques à la mine Maria d'Aix-la-Chapelle (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXVI, 1908-1909, p. B. 164); RENIER, A., Quelques remarques sur les variations de facies de l'horizon à *Gastrioceras subcrenatum* dans le bassin de Liège (*Ibid.*, t. LXV, 1941-1942, p. M. 21).

(3) LECLERCQ, S., Introduction à l'étude anatomique des végétaux houillers de Belgique (*Soc. géol. de Belgique*, 1925, Mém. in-4°, fig. 1, pl. XLIX).

(4) HIRMER, M., Ueber Vorkommen und Verbreitung der Dolomitknollen und deren Flora (*Congrès pour l'avancement des études de stratigraphie carbonifère*, Heerlen, 1927, *Compte rendu*, Liège, 1928, pp. 289-312).

Le banc à *Estheria simoni* PRUVOST, déjà signalé <sup>(5)</sup> dans une position stratigraphique analogue aux sondages n° 111 (Rouw-mortelsheide), n° 112 (Klein Homo) et n° 115 (Heider-Bosch), est également présent ici. Ce fait s'accorde bien avec les observations faites dans le Pays de Galles et consignées par T. Robertson <sup>(6)</sup>.

\*  
\*\*

Dans le grand tableau des sondages, avaleresses et travers-bancs du bassin de la Campine, établi dès 1930 par le Service géologique de Belgique, la coupe du récent sondage n° 116 s'insère harmonieusement. Nous résumons ci-après les données fournies par les sondages n° 116 (Molenheide), n° 115 (Heider-Bosch), n° 111 (Rouw-mortelsheide), n° 112 (Klein-Homo) et n° 114 (Mechelensche-Bosch).

A l'aide de ces données il est aisé de compléter la carte des isohypses de l'Horizon de Quaregnon dressée par M. A. Grosjean <sup>(7)</sup>. Pour ces régions relativement septentrionales du bassin houiller de la Campine, il a semblé plus rationnel de dessiner sur la figure 1 les isohypses de l'Horizon de Maurage, ce dernier y étant plus directement accessible que l'Horizon de Quaregnon.

Pour prolonger les isohypses à l'Est du sondage n° 112 (Klein-Homo), force nous est d'interpréter la coupe du sondage n° 24 (Lanklaar). Certains indices permettent de supposer que l'Horizon de Maurage passe dans ce sondage à la profondeur de 645 m (cote — 554 m). Au sondage n° 20 (Lanklaar), le même repère se situe vraisemblablement à la profondeur de 663 m (cote — 617 m). Il y a donc lieu de prévoir l'existence d'un accident important entre les sondages n° 24 et n° 20. On connaît dans les travaux souterrains du siège d'Eisden des Charbonnages *Limbourg-Meuse* plusieurs failles dont l'une

<sup>(5)</sup> DELMER, A. et FONTAINAS, S., Quelques précisions stratigraphiques sur le Westphalien de la Campine orientale. Le niveau marin de Lanklaar (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, t. LII, 1943, pp. 124-131); DELMER, A. et FONTAINAS, S., Sur les horizons de Maurage et de Lanklaar du Westphalien de la Campine (*Ibid.*, t. LII, 1943, pp. 223-226).

<sup>(6)</sup> ROBERTSON, T., The geology of the South Wales Coalfield, Part. V. The Country around Merthyr Tydfil, 2<sup>d</sup> Ed. (*Memoirs of the geological Survey of England and Wales*, 1932, p. 92).

<sup>(7)</sup> GROSJEAN, A., Ébauche d'une carte structurale du gisement houiller de la Campine limbourgeoise (*Mém. de l'Inst. géol. de l'Université de Louvain*, t. X, 1936, pp. 359-401, pl. XXIV).

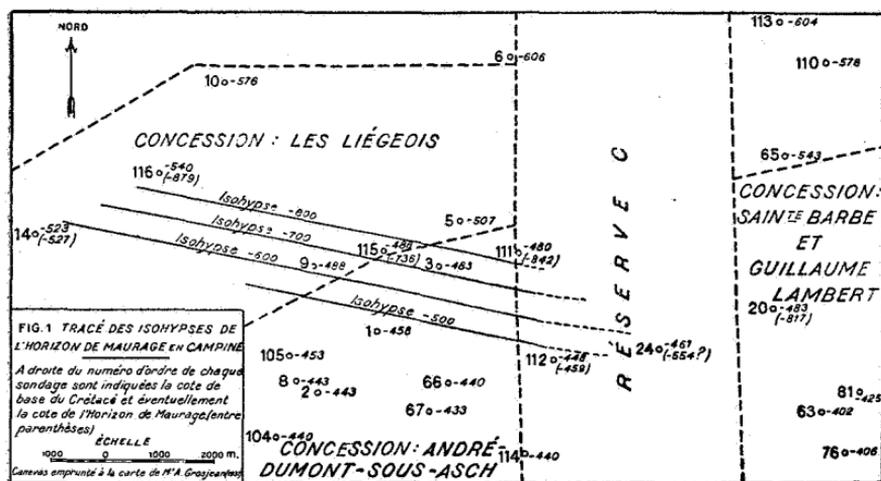
Tableau résumant les principales données recueillies au cours du débitage de cinq des plus récents sondages profonds exécutés en Campine orientale depuis 1941.

Désignation des sondages avec indication approximative de leur emplacement.	N° 111. Rouwmortels- heide.		N° 112. Klein-Homo.		N° 114. Mechelensche- Bosch.		N° 115. Heider-Bosch.		N° 116. Molenheide.	
	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.
<i>x</i> latitude Nord.	70.317,70	68.400,06	66.693,44	70.431,75	71.867,95					
<i>y</i> longitude Est.	87.518,35	88.095,87	87.647,98	85.037,35	80.900,79					
Cote de l'orifice.	+ 88,30	+ 91,65	+ 91,07	+ 78,99	+ 81,47					
Profondeur et cote de la plate- forme paléozoïque.	568,40 480,10	539,50 447,85	505,03 413,96	566,78 487,79	620,60 539,13					
Profondeur et cote de l'Horizon de Maurage.	930,75 842,45	550,79 459,14	—	815,00 736,01	960,74 879,27					
Profondeur et cote de l'Horizon de Lanklaar.	1.032,50 944,30	668,48 576,83	—	900,17 821,18	?					
Profondeur et cote de l'Horizon d'Eisden.	1.209,00 1.120,70	878,69 787,04	—	1.104,00 1.025,01	1.225,25 1.143,78					
Profondeur et cote de l'Horizon de Quaregnon.	1.529,64 1.441,34	1.189,85 714,73	805,80 1.098,20	1.418,00 (*) 1.339,01	1.493,25 1.411,78					
Profondeur finale atteinte.	1.624,64	1.500,87	1.504,84	1.730,85	1.519,27					

(\*) Cette profondeur et la cote correspondante sont théoriques, en ce sens qu'elles ont été déduites de la position d'un niveau-repère situé à quelque hauteur au-dessus.

ou l'autre pourrait être l'amorce du dérangement interrompant la continuité des isohypses entre les sondages n° 24 et n° 20 (8).

Au surplus, il est prématuré de vouloir dès à présent raccorder le gisement du niveau marin de Petit-Buisson, connu dans



les travaux souterrains du siège d'Eisden (9), avec les tracés proposés dans le Limbourg hollandais (10).

Il va sans dire que les tracés reproduits à la figure 1 ne doivent être considérés que comme représentant l'allure générale ou, mieux, moyenne du gisement.

Bruxelles, Service géologique de Belgique.

(8) ANONYME, Limbourg-Meuse a 30 ans d'existence, Bruxelles, 1938, impr. J.-E. GOOSSENS.

(9) GROSJEAN, A., Découverte du niveau marin de Petit-Buisson dans le bassin houiller de la Campine belge (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, t. XL, 1931, pp. 80-83).

(10) DORSMAN, L., The marine fauna of the Carboniferous in the Netherlands (*Mededeelingen van de geologische Stichting*, 1945, Serie C-IV-3, n° 3).