

120969 R.e 1103

LA GÉOLOGIE
DES
TERRAINS RÉCENTS
DANS
L'OUEST DE L'EUROPE

SESSION EXTRAORDINAIRE
DES
SOCIÉTÉS BELGES DE GÉOLOGIE
(19 - 26 septembre 1946)

EXTRAIT

**Pétrologie des fractions fines
des sédiments marins aux Pays-Bas,**
par R.-D. CROMMELIN (Wageningen).

BRUXELLES
M. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE
Rue de Louvain, 112

1947

Pétrologie
des fractions fines des sédiments marins aux Pays-Bas,

par R.-D. CROMMELIN (Wageningen).

Lorsqu'on fait l'étude pétrologique des sédiments meubles, on est obligé d'adapter la méthode d'examen aux dimensions granulaires de la fraction étudiée.

En général, on peut dire que pour les fractions très fines, c'est l'examen roentgenologique qui convient le mieux, tandis que les fractions à grains plus gros, au-dessus de 50μ , peuvent être le mieux étudiées par l'examen des minéraux lourds. Les deux méthodes sont déjà assez connues et il n'est pas nécessaire de s'y étendre davantage. On peut les appliquer indifféremment aux fractions argileuse et sableuse, mais entre celles-ci s'étend le domaine du silt qui représente une fraction de l'ensemble où il n'est plus possible de les utiliser.

De l'avis du Dr Favejee, qui a acquis beaucoup d'expérience en ce qui concerne les fractions argileuses néerlandaises, 10μ est à peu près la limite d'application des procédés de Debije-Scherrer.

D'autre part, au microscope, la méthode des minéraux lourds ne peut être bien appliquée que si les grains ne sont pas trop petits. Dans ce cas, en effet, on est très vite incommodé par des images brouillées; par suite du relief, le bord noir autour d'un grain devient alors trop important eu égard à la surface totale, ce qui enlève une bonne partie de la transparence. L'expérience

apprend ainsi qu'avec la méthode des minéraux lourds on ne doit pas descendre au-dessous de 50μ .

Dans le cadre de ce schéma nous pouvons donc quelque peu préciser le domaine de la fraction du silt et le délimiter entre les dimensions respectives de 10 et de 50μ .

C'est de cette fraction du silt que je veux vous parler.

La nécessité d'examiner cette fraction se fit sentir au cours de mes recherches pour le service des travaux de colmatage aux « Wadden » de Groningue. Ces recherches avaient pour but d'examiner l'origine de la vase de la mer des Wadden ⁽¹⁾. Mon collègue Favejee et moi-même, avons pu constater que la fraction argileuse aussi bien que la fraction sableuse ont leur origine dans la mer du Nord. Il restait donc à examiner l'origine de la fraction du silt, qui ne pouvait être négligée.

D'ailleurs, nous tenions à pouvoir donner une image complète du caractère minéralogique de l'ensemble du sédiment.

Comme la méthode des minéraux lourds ne pouvait pas être appliquée à la fraction du silt et que pourtant la méthode microscopique en général devait être maintenue, j'ai préféré examiner intégralement les fractions séparées 10-25 et 25- 50μ , c'est-à-dire sans procéder à la séparation préalable au bromoforme. Les grains de ces fractions sont dispersés le mieux possible, puis montés dans une préparation au baume de Canada et examinés à un assez fort grossissement. Comme avec les minéraux lourds, on observe le comportement de l'indice de réfraction vis-à-vis du baume de Canada, avec cette restriction cependant qu'avec les minéraux lourds l'indice de réfraction est presque toujours beaucoup plus élevé que celui du baume, tandis que pour les minéraux légers (quartz, feldspaths, micas, chlorites, etc.) les différences avec le baume sont tantôt du côté positif, tantôt du côté négatif; d'ailleurs les valeurs absolues de ces différences sont beaucoup plus faibles.

On utilise donc de préférence l'expédient optique, connu sous le nom « Ligne de Becke ». La biréfringence de ces minéraux légers étant, sauf pour les carbonates, beaucoup plus faible que celle des minéraux lourds, les teintes de polarisation constituent par conséquent un expédient moins important comme détermination qu'avec les minéraux lourds. L'observation en nicols croisés est pourtant toujours nécessaire. C'est souvent le seul

(1) La mer des Wadden s'étend, en Hollande, entre les provinces de Frise et de Groningue et les îles de la Frise.

moyen de constater la présence des minéraux quartz, plagioclase acide, etc. qui, sans cela, échapperaient à l'observation, car leur indice de réfraction est à peu près égal à celui du baume.

Avant de discuter les résultats, j'ajouterai quelques observations sur les minéraux que j'ai pu distinguer. En général on peut dire que dans cette méthode on a le désavantage de ne pas pouvoir se débarrasser des quartz. En aucune façon on ne peut pourtant échapper à cette difficulté; par contre, la teneur en quartz dans la fraction du silt est déjà beaucoup plus petite que dans les sables.

ORTHOSE. — Se reconnaît à son relief nettement négatif.

Souvent il se présente des grains clairs comme l'eau, sans aucune trace de phénomènes d'altération; ces grains doivent probablement être déterminés comme sanidine. A côté des formes qui sont plus ou moins rectangles, suivant les pinacoïdes de clivage, ou bien des formes arrondies, il se présente aussi des fragments (spécialement dans les fractions les plus fines) dont les délimitations sont absolument quelconques.

De pareils grains ressemblent quelque peu aux éclats de verre ou aux fragments de quartz obtenus par broyage. De telles formes, souvent avec des délimitations sinueuses, concaves, sont difficiles à expliquer par les procédés d'érosion ordinaires. Il est possible qu'elles se relient aux phénomènes glaciaires; de pareils feldspaths pourraient également être en relation avec les phénomènes d'altération dus au climat périglaciaire à l'époque würmienne.

PLAGIOCLASE. — Peut parfois se reconnaître à la constitution lamellaire. Quand celle-ci n'est pas visible, on doit de nouveau recourir à l'indice de réfraction, à moins qu'une image d'axes dans les grains les plus volumineux ne puisse donner un résultat définitif. Il n'est d'ailleurs pas exclu que parfois tel oligoclase-andésine qui a le même indice de réfraction que le quartz ne soit reconnu comme tel et soit compté parmi les quartz. Ceci n'arrivera cependant que rarement, car les plagioclases sont à peu près toujours troublés par des minéraux d'altération.

L'expérience a appris que la plupart des plagioclases ne montrent pas la constitution lamellaire, car les grains se trouvent de préférence sur (010), qui est en même temps le plan de macles de l'albite.

Les plagioclases semblent être toujours assez acides. Une ou deux fois seulement on a trouvé une variété basique (labrador).

Ce qui est dit de l'aspect de l'orthose s'applique aussi au plagioclase. Comme l'indice de réfraction de l'orthose et celui de l'albite sont fort rapprochés, ces minéraux ne peuvent pas toujours être distingués l'un de l'autre par rapport au baume du Canada, de sorte que dans les tableaux ils sont réunis sous une même rubrique.

MICROCLINE. — La constitution lamellaire en quadrillage est parfois très belle, mais le plus souvent difficile à observer.

Les expériences faites sur la microcline broyée montrent que, la constitution lamellaire peut disparaître complètement et que par conséquent une certaine confusion peut se produire entre l'orthose et la microcline en ce qui concerne les éléments très ténus.

Un contrôle trop rigoureux ne serait cependant pas indiqué dans un travail en série.

MUSCOVITE ET CHLORITE INCOLORE. — Notées d'abord séparément, elles sont finalement réunies en un groupe. Avec les plus gros grains une séparation est encore possible, puisqu'on peut constater à l'aide d'une image d'axes les caractères respectivement biaxe et sensiblement uniaxe.

Pour des fractions fines, ce moyen n'est plus utilisable, de sorte que, faute d'autres différences nettement optiques, en de pareils cas la distinction devient trop incertaine pour justifier leur rattachement à des groupes isolés.

CHLORITE VERTE ET BIOTITE. — Ici la distinction est encore plus difficile qu'entre muscovite et chlorite incolore; là on avait encore, avec de gros grains, une possibilité de détermination au moyen de l'image d'axes. Ici, pour la chlorite verte et la biotite, cette méthode de distinction échoue, puisque la chlorite verte présente le plus souvent, comme la biotite, presque une image uniaxe négative.

Seules les teintes de polarisation bleu lavande sont caractéristiques pour la chlorite verte. Cependant, comme les petites feuilles ont le plus souvent leurs plans de clivage horizontaux, on ne voit que rarement ces couleurs. Avec les plus petits grains, à peu près aucune distinction n'est possible, de sorte que, pour ces raisons pratiques, ces deux minéraux sont toujours réunis sous la même rubrique.

DOLOMIE. — Se présente sous forme de très petits agrégats, ou bien en cristaux détachés de forme nettement rhomboédrique. Il fallait de plus examiner si dans ce cas il ne pouvait pas être question de calcite. Il se fait en effet que le premier traitement d'une demi-heure avec HCl 1/10 N., utilisé pour éliminer la calcite ne suffit pas pour dissoudre quantitativement les fragments de coquilles, s'il s'en trouve beaucoup.

Pour trancher définitivement cette question on a utilisé le comportement différent des deux minéraux vis-à-vis de l'acide acétique, dans lequel la calcite se dissout bien, mais non la dolomie.

Les grains en question, en effet, existaient encore après le traitement à l'acide acétique dans quelques fractions d'échantillons, dans lesquelles le minéral était très abondant, de sorte que la présence de calcite pouvait être considérée comme exclue.

SIDÉRITE. — Se présente sporadiquement seulement et ressemble à la dolomie, quand elle a la forme rhomboédrique; cependant elle s'en distingue par sa couleur jaune.

GLAUCONIE. — Se reconnaît à sa structure toujours nettement en agrégats.

ORGANISMES SILICEUX. — Parmi ceux-ci sont compris principalement des radiolaires, des diatomées et des fragments de celles-ci, ainsi que de petits morceaux de spicules d'éponges.

FRAGMENTS VITREUX. — Dans beaucoup d'échantillons on a trouvé des fragments transparents, amorphes, qui, quant à la forme et le comportement optique, faisaient penser à des morceaux de verre, mais en premier lieu ne pouvaient pas être reconnus comme tels, vu que quelques organismes siliceux ne montrent pas clairement leur structure organique, de sorte qu'une confusion avec du verre est possible, surtout que les petites différences de l'indice de réfraction en une préparation au baume de Canada peuvent être difficilement appréciées.

Un examen spécial a été fait pour décider si ces particules amorphes vitreuses étaient en effet du verre ou bien des fragments d'organismes siliceux (donc de l'opale).

A l'aide d'une série de liquides de différents indices de réfraction les petits fragments isolés de différentes fractions d'échantillons de la mer des Wadden et de la mer du Nord furent examinés. Il apparut que leur indice de réfraction variait de

1.480 jusqu'à 1.495, tandis que les petits fragments provenant du Weser avaient un indice de réfraction de 1.504.

Pour toute certitude on a encore examiné, si une confusion pouvait s'établir avec des éclats des porte-objets ou des couvre-objets usagés. Ceux-ci paraissant avoir un indice de réfraction respectivement de 1.514 et 1.524, cette possibilité peut être considérée comme exclue.

Les spicules d'éponges et les radiolaires de tout le domaine des « Wadden » ont un indice de réfraction de 1.446, tandis que les écailles de diatomées ont parfois le même indice de réfraction ou quelquefois un indice un peu inférieur.

FRAGMENTS DE ROCHES. — Une colonne à part a été réservée pour les fragments de roches. Parmi ceux-ci il se présente quelquefois de petits fragments d'une très fine structure en agrégats, qui à l'examen plus précis paraissent consister en silex avec un indice de réfraction de 1.535.

Vu le temps limité, je ne puis discuter en détail tous les résultats. Voici cependant une idée des principaux résultats obtenus :

Quand on considère les analyses en général, on voit que la fraction du silt des sédiments de la mer du Nord, des Wadden et des fleuves Ems, Weser et Elbe consiste principalement en quartz, feldspaths, micas et chlorites. A côté de ces minéraux existent encore des pourcentages variables de dolomie, de glauconie, de fragments de roches, d'organismes siliceux et de particules vitreuses.

Les sédiments de la mer des Wadden et de la mer du Nord sont toujours représentés par des échantillons de fond; quelquefois pourtant des échantillons de vase en suspension ont été examinés; c'est toujours le cas lorsqu'il s'agit du matériel des rivières Ems, Weser et Elbe.

Les échantillons de fond de la mer des Wadden, qui sont caractérisés par la combinaison : quartz, feldspaths, micas, contiennent en outre des pourcentages variables en dolomie.

Sept échantillons de fond de la mer du Nord montrent des compositions analogues. La dolomie semble pouvoir être considérée comme un minéral caractéristique des sédiments marins. Le grand pourcentage de dolomie (32 %) est remarquable dans la fraction 10-25 μ de l'échantillon R 118.

Comparons maintenant deux séries de matériel de suspension.

La série R 60-63 représente du matériel marin caractéristique : chaque échantillon consistait en 10 litres d'eau de mer; les profondeurs de prise des échantillons sont les $\frac{2}{3}$ aux $\frac{3}{4}$ de la profondeur totale, comptée depuis la surface. Les échantillons sont pris un peu avant la marée haute.

Les compositions s'accordent bien avec celles des sédiments des Wadden et du fond de la mer du Nord; abstraction faite de petites nuances, nous ne trouvons pas de différences fondamentales.

L'autre série R 5-R 9 est également du matériel de suspension; cette fois les échantillons d'eau sont prélevés sur le Wad en hiver pendant mauvais temps, à profondeur variable. Nous voyons une image minéralogique totalement différente de celle de la série R 60-63. Tandis que dans la fraction $16-84\mu$ existent encore, outre de la muscovite prédominante, des quartz et des feldspaths, nous trouvons dans la fraction $2-16\mu$ principalement de la muscovite et des organismes siliceux ou des restes de ceux-ci, tandis qu'il n'y a que quelques pourcentages de quartz et de feldspaths.

A vrai dire, c'est un résultat dont on ne se douterait pas; on pourrait s'attendre plutôt à ce que les éléments flottant plus facilement, tels les micas et les organismes siliceux, se présentent dans la série R 60-63, qui est prise en été par beau temps, tandis qu'on pourrait croire qu'en mer agitée — échantillonnage R 5-9 — les quartz et les feldspaths seraient remontés bien au-dessus du fond et domineraient dans l'image minéralogique.

Il se peut cependant qu'en temps de tempête des bancs d'argile sont remaniés et que leur matériel, consistant en micas et en organismes siliceux, arrive sur les Wadden pendant la marée haute. Probablement ce matériel ne contribuera que partiellement à la sédimentation; pour la plus grande partie il se retirera de nouveau pendant la marée basse et trouvera rarement des circonstances favorables à sa sédimentation. Il me semble qu'en plus des marées et de la force du vent qui déterminent la mobilité de l'eau et avec elle le remaniement du matériel du fond, la direction du vent y contribue aussi, puisqu'en cas de vent de terre il se forme un courant en profondeur vers la côte, qui peut entraîner relativement plus de matériel de fond que dans des circonstances, du reste égales, en cas de vent de mer. Probablement les circonstances étaient telles lors de la prise des échantillons R 60-63, dans lesquels on peut expliquer ainsi qu'il

existe relativement beaucoup de quartz et de feldspaths plus lourds.

Ces questions ne pourront se résoudre définitivement que par de nombreuses observations répétées pendant un laps de temps assez long.

Quoi qu'il en soit, on comprend déjà par ces seules indications que le matériel entraîné par la mer pendant les différentes saisons n'est pas du tout constant et que les circonstances de temps peuvent changer considérablement l'image minéralogique de la vase en suspension.

Les échantillons provenant des fleuves Ems, Weser et Elbe sont tous des échantillons de suspension, parce qu'il s'agissait d'examiner quel est le matériel transporté par la vase de ces fleuves, ceci en vue de l'influence possible de ce matériel sur la sédimentation dans la mer des Wadden.

Dans ces échantillons également nous voyons encore surtout la combinaison : quartz-feldspaths-micas et si nous nous attachions uniquement à cette association nous pourrions difficilement déterminer si les fleuves nord-allemands oui ou non portent leur matériel sur les Wadden. Nous trouvons pourtant dans le matériel de suspension des trois fleuves susnommés des fragments vitreux; le plus souvent ceux-ci se présentent dans le Weser. Ils montrent toujours de longues bulles d'air et sont à la fois totalement transparents et clairs. On doit penser ici à quelque produit industriel, dont les déchets souillent la vase du Weser sur une grande échelle.

En étudiant les analyses des échantillons des Wadden et de ceux de la mer du Nord, on peut remarquer que de temps à autre des fragments vitreux y sont trouvés. Quoique ces fragments ne ressemblent pas à ceux de la vase du Weser (les premiers sont à peu près toujours corrodés à leur surface), un examen fut cependant fait pour décider s'il pouvait être question éventuellement du même matériel. Par comparaison de l'indice de réfraction il fut constaté que les fragments vitreux du Weser ont un indice de réfraction de 1.504, tandis que les morceaux trouvés dans la mer des Wadden et du Nord ont un indice de réfraction qui varie de 1.480 à 1.495. Une confusion entre les deux espèces est donc bien exclue. Quand on compare les résultats on conclut que la fraction du silt qu'on découvre sur les Wadden montre beaucoup moins de ressemblance avec le matériel de suspension des fleuves nord-allemands qu'avec

		TABLEAU I.															
	N° de l'échantillon.	R 101	R 108	R 110	R 118	R 101	R 108	R 110	R 118	R 101	R 108	R 110	R 118	R 101	R 108	R 110	R 118
Fond de la mer des Wadden	25-50 μ	...	67	13	...	...	53	15	...	...	68	7	...	...	75	7	...
	10-25 μ	...	73	9	...	...	54	5	...	...	50	14	...	...	48	6	...
Vase récente derrière le Kwelder de divers pôlers bordant la côte de la province de Groningue	25-50 μ	...	62	11	...	...	58	13	...	...	61	18	...	...	56	11	...
	10-25 μ	...	57	13	...	...	61	8	...	...	62	18	...	...	68	12	...
Fond de la mer du Nord entre le Doggerbank et la côte hollandaise.	25-50 μ	...	73	12	...	...	69	13	...	...	78	8	...	...	69	13	...
	10-25 μ	...	57	10	...	...	58	14	...	...	61	12	...	...	50	11	...

TABLEAU II.

Matériel de suspension de la mer des Wadden.	16-84 μ	R 5	28	8	•	1	2	9	47	•	•	•	•	4	•
		R 6	41	7	1	5	•	•	42	•	•	1	1	2	•
		R 7	29	22	1	2	•	1	41	3	•	1	1	1	•
		R 8	18	10	•	2	1	3	57	2	1	1	1	5	•
		R 9	24	5	•	1	•	•	61	1	•	1	1	7	•
2-16 μ		R 5	•	•	•	•	•	2	36	•	•	•	•	57	•
		R 6	•	4	•	•	•	•	5	19	•	1	•	71	•
		R 7	2	3	•	2	•	1	65	•	•	•	•	27	•
		R 8	5	3	•	•	•	1	29	•	•	•	•	62	•
		R 9	4	2	•	•	•	1	27	•	•	•	•	66	•
Matériel de suspension de la mer du Nord . .	10-50 μ	R 60	48	21	•	8	•	3	11	1	2	•	•	5	1
		R 61	64	7	•	8	•	4	8	1	•	•	•	7	•
		R 62	41	15	•	7	•	8	18	1	•	1	•	8	1
		R 63	48	18	•	7	•	9	8	1	2	•	•	6	1

TABLEAU III.

Matériel de suspension du Weser (près de Nienbourg)	25-50 μ 10-25 μ	R 275	49	17	•	•	•	•	4	•	•	1	•	•	29
		R 276	30	10	•	3	•	1	3	•	•	•	•	•	53
		R 275	42	19	•	1	•	6	10	•	•	•	•	•	22
		R 276	49	14	•	1	1	8	6	•	•	•	•	•	21
25-50 μ		R 346	75	16	•	2	•	4	2	•	1	•	•	•	•
		R 347	65	13	•	7	•	8	3	•	•	1	•	•	3
		R 348	61	10	•	2	•	10	7	•	•	•	•	4	6
		R 349	72	9	•	6	•	6	6	•	•	•	•	1	•
		R 346	46	9	•	4	•	11	18	•	2	•	7	3	•
10-25 μ		R 347	39	7	•	•	•	29	22	•	•	•	•	1	2
		R 348	41	15	•	3	•	21	17	•	•	•	•	2	1
		R 349	51	13	•	1	•	11	17	•	1	4	2	2	•
		R 277	67	19	•	3	•	1	3	•	1	3	•	3	•
		R 278	73	18	•	2	•	1	3	•	•	1	2	•	•
Matériel de suspension de l'Eme près de Hal- ter Fähre (R 277, R 278) et près de Hüntel (R 279, R 280)	25-50 μ 10-25 μ	R 279	79	11	1	4	•	2	•	•	3	•	•	•	•
		R 280	80	13	•	2	•	•	1	1	•	•	2	•	1
		R 277	57	10	•	1	•	10	9	•	•	•	•	3	10
		R 278	48	15	•	•	•	9	12	•	•	•	•	11	5
		R 279	50	17	•	6	•	3	8	1	•	1	•	7	7
		R 280	56	16	•	4	•	8	8	1	•	•	•	5	2

celui de la mer du Nord; il trouve donc probablement son origine dans le domaine de ce dernier.

Des recherches semblables sont actuellement en cours pour définir l'origine de la vase de l'Escaut occidental; cela également comme pour les Wadden en vue des travaux de colmatage à exécuter. Actuellement on ne peut pas encore communiquer grand'chose sur ces résultats, parce que pendant les années d'occupation les recherches en Zélande furent grandement entravées. Dans le petit nombre d'échantillons des eaux de Zélande qui ont pu être examinés, on a identifié, en plus de la combinaison minéralogique qui se trouve au nord du pays, du silex et de la glauconie, cette dernière sans doute originaire du Tertiaire qui affleure dans les bords des bras de mer.

Grâce à la collaboration de différentes instances belges, j'espère recevoir une série d'échantillons d'eau et de sol de l'Escaut et de ses affluents.

Ce n'est qu'après examen de ce matériel que des conclusions pourront être tirées sur l'origine de la vase dans l'Escaut occidental.

DISCUSSION.

M. C. H. Edelman demande la parole après l'exposé de M. R. D. Crommelin.

Nous voudrions, dit-il, attirer l'attention des confrères sur les curieux résultats que les pétrologues néerlandais ont obtenus concernant les rivières néerlandaises.

Suivant les théories usuelles, les rivières transportent à la mer du sable et de la vase. Les rivières néerlandaises cependant n'amènent pas de sable à la mer. Tout le sable transporté par les rivières se trouve dans les berges du cours inférieur, tandis que le sable déposé dans les rivières aux estuaires est de provenance marine. M. Crommelin a démontré maintenant que la vase déposée à la côte nord des Pays-Bas provient également de la mer et nullement des rivières Ems, Weser et Elbe se déversant dans cette région. Pour la région de l'Escaut les recherches continuent.

Finalement nous voudrions encore faire remarquer que l'examen en série au microscope de ces fractions très fines peut être considéré comme une des besognes les plus difficiles de notre spécialité.
