

LES MINÉRAUX DENSES DES TERRASSES DE LA MEUSE PRÈS DE CHOOZ (ARDENNES, FRANCE)

Albert PISSART et Leendert KROOK

Résumé

Des échantillons des dépôts de terrasses de la Meuse ont été prélevés entre Aubrives et Givet dans des excavations réalisées avec une pelle mécanique. Les minéraux denses de ces sédiments ont été étudiés. Pour la majorité des échantillons, les comptages ont porté sur plus de 300 grains. Cette recherche avait pour objectif de localiser exactement un brusque changement de composition des alluvions qui a été décrit en 1997 par les auteurs de la présente note. Les résultats montrent une grande variation dans la nature des minéraux denses au sein d'un même dépôt de terrasse, parfois pour des prélèvements situés à quelques décimètres l'un de l'autre. Des échantillons présentant un rapport zircon/tourmaline élevé sont groupés principalement dans les dépôts de terrasses compris entre 130 et 138 m (soit au niveau de la terrasse principale) mais il ne paraît pas exister la rupture minéralogique que nous avons décrite en 1997.

Mots-clés

Meuse, minéraux denses, terrasses

Abstract

Deposits of the terraces of the Meuse between Aubrives and Givet have been sampled with the aid of a power shovel with the purpose to study the heavy minerals of the sand fraction. From most samples the number of grains counted exceeds 300. The objective of the study was to pinpoint a sharp transition in the composition of the heavy minerals as has been described in 1997 by the authors of the present note. The results, however, reveal a less orderly picture and show a great variation in composition, even in samples taken a few centimetre apart. Samples with a high zircon/tourmaline ratio, an important characteristic, occur principally in the terrace deposits between 130 and 138 m (i.e. the level of the main terrace), but a sudden mineralogical transition as described in 1997 has not been found.

Keywords

Meuse, heavy minerals, terraces

INTRODUCTION

Pissart *et al.* (1997) ont décrit l'existence d'une rupture minéralogique près de Givet environ 24 m au-dessus du niveau du fleuve (127 m à Aubrives), rupture qui consistait principalement dans une diminution du pourcentage de tourmalines et une augmentation du pourcentage de zircons dans la fraction de 53 à 420 μm . Le rapport du nombre de zircons sur le nombre de tourmalines montrait ainsi un accroissement marqué qui a été interprété comme une conséquence du détournement vers la Seine d'un ancien affluent de la Meuse, l'Aisne. Des études ultérieures réalisées à Nouzonville et Montcy-Notre Dame près de Charleville-Mézières (Pissart *et al.*, 1997b, 1998) ont permis de retrouver aussi des valeurs élevées du rapport zircon/tourmaline dans des alluvions attribuée à la Bar sans l'Aisne et ont permis de proposer des raccords des terrasses existant à la bordure du bassin de Paris.

Étant donné l'intérêt que présenterait cette rupture minéralogique qui aurait constitué un repère permettant de raccorder sur une autre base que l'altimétrie les terrasses de la Meuse, une étude plus détaillée de la composition minéralogique des terrasses a été réalisée au même endroit. Nous en donnons ci-dessous les résultats.

I. LES ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS ET LES COMPTAGES DES DIFFÉRENTS MINÉRAUX

Alors que l'étude de 1997 avait porté seulement sur des alluvions prélevées dans des coupes naturelles, la présente étude porte principalement sur des échantillons qui ont été recueillis dans des excavations dégagées à la pelle mécanique à proximité de Chooz (voir figure 1, localisation des lieux de prélèvement des échantillons étudiés). L'altitude des excavations a été mesurée par nivellement par rapport à la pointe amont de l'île du Chestrois, de telle sorte que l'altitude relative des échantillons prélevés

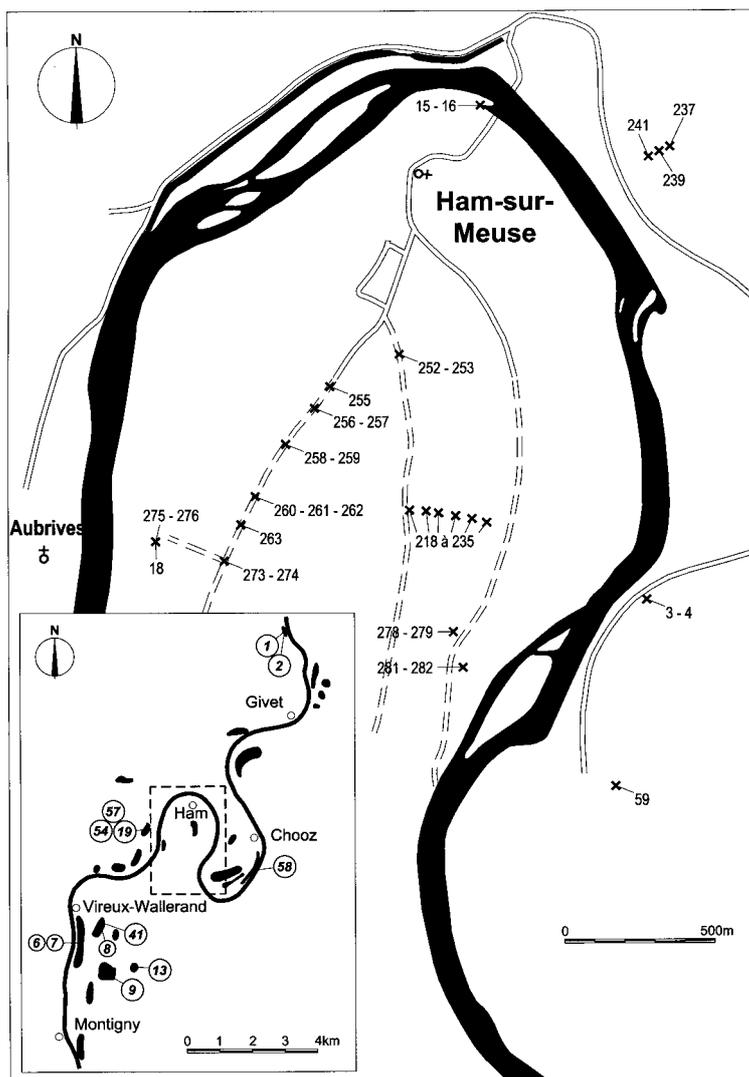


Figure 1. Carte de localisation des endroits où ont été prélevés les échantillons étudiés

Deux échantillons n'apparaissent pas sur cette figure. Il s'agit de l'échantillon 40 qui provient d'une terrasse située au NE de Fumay, à l'ouest du Chêne Saint-Antoine, soit 5.5 km au sud de Montigny. L'échantillon 61 a été recueilli 150 m au SSO de l'ardoisière Saint-Antoine à Haybes.

avec la pelle mécanique est connue avec une précision meilleure que 10 cm. Les altitudes des échantillons dont il a été question dans nos publications antérieures (ces échantillons sont désignés par des numéros inférieurs à 101) ont été revues, en certains endroits grâce au nivellement, mais ces altitudes sont connues avec moins d'exactitude. Un grand soin a toutefois été apporté pour obtenir un étagement correct en altitude des différents échantillons.

Les campagnes de prélèvements réalisées avec la pelle mécanique n'ont pas permis d'observer la disposition des couches où les échantillons ont été prélevés en raison du danger d'effondrement des parois des excavations qui ont dû être immédiatement rebouchées ; toutefois les échantillons étudiés proviennent toujours de sables ou du remplissage existant entre des cailloux flu-

viatiles. Autrement dit, au moment où les prélèvements ont été réalisés, ils paraissaient être des alluvions en place de la Meuse. Les échantillons analysés ont tous été prélevés entre 1.2 m et 3.2 m de profondeur.

Alors que dans les études antérieures (Pissart *et al.*, 1997a et b), les pourcentages des différents minéraux étaient établis après le comptage d'une centaine de grains de dimension comprise entre 53 et 420 μm , la présente étude a pris en compte un nombre de grains beaucoup plus important, en général supérieur à 300, et s'élevant même pour un échantillon à 759. Des comptages ont été recommencés pour les échantillons qui avaient été considérés dans nos études antérieures. Au total pour tous les échantillons étudiés, 16 445 grains ont été comptés et donc la précision des comptages a été améliorée par rapport à celle de notre étude de 1997.

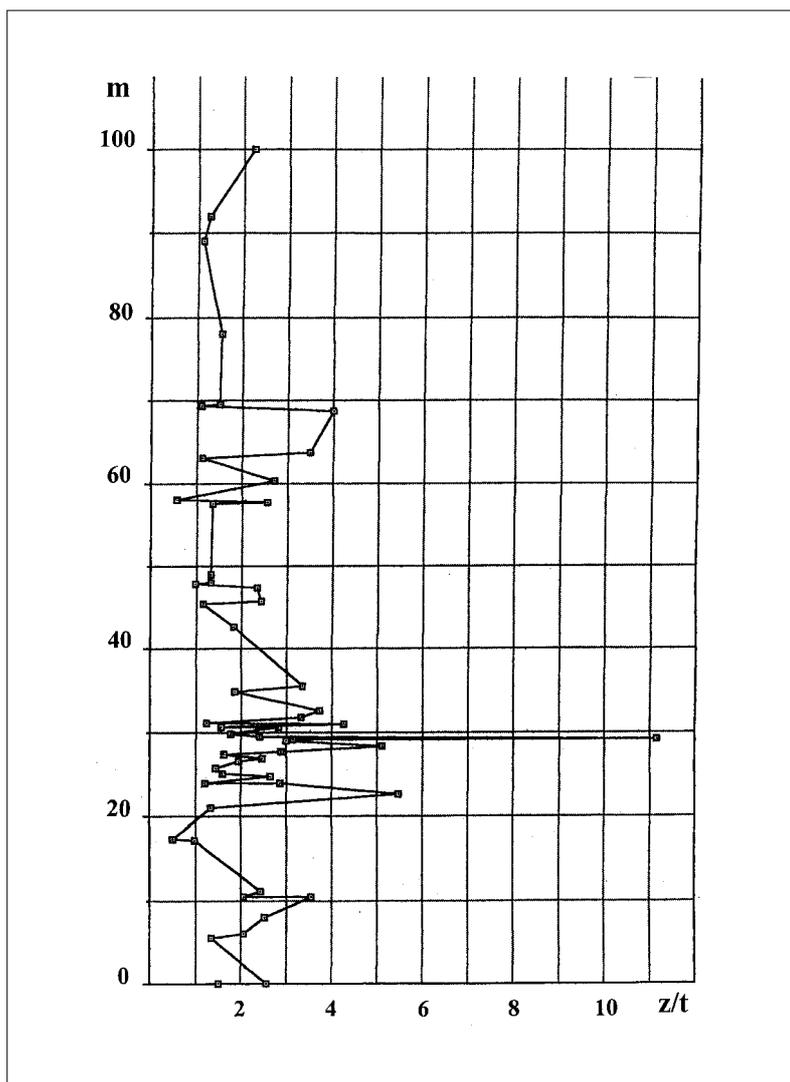


Figure 2. Valeurs du rapport zircon/tourmaline en fonction de l'altitude au-dessus de la plaine alluviale dans la zone Givet-Aubrives

II. LES RÉSULTATS

Les valeurs obtenues après un comptage de 100 grains ont souvent été confirmées lorsque les comptages ont été étendus. Cependant, en ce qui concerne l'échantillon 59 (altitude relative 29 m) qui jouait un rôle capital dans les comptages publiés en 1997, le comptage de 415 grains au lieu de 100, a ramené le pourcentage du rapport zircon/tourmaline de 5.36 à 2.99. Du coup, la rupture minéralogique décrite devenait beaucoup moins importante. D'autre part, pour l'échantillon 1 (altitude relative 8 m), la valeur du rapport zircon/tourmaline qui était de 4,08 pour 100 grains est devenue 2.52 pour 479 éléments. Ces observations nous ont décidé à compter dans la présente étude au moins 300 grains dans chaque échantillon.

Ces nouveaux comptages n'ont pas fait réapparaître l'image si claire publiée en 1997 qui montrait une brusque diminution du nombre de tourmalines entre 20 et 30 m d'altitude relative, et une augmentation brutale à ce niveau du rapport zircon/tourmaline. Le tableau 1 et la figure 2 donnent les résultats du rapport zircon/tourmaline de tous les comptages répartis selon l'altitude des prélèvements par rapport à la plaine alluviale.

Toutefois avant de considérer le rapport zircon/tourmaline soit celui qui localiserait le mieux la capture de l'Aisne d'après notre recherche précédente, nous voudrions aborder la question des hornblendes brunes des Vosges que transportait la Meuse avant la capture de la Moselle. Cette capture est bien établie et l'altitude du fleuve au moment où la capture s'est produite n'est guère

N°	Alt.	n.	Gren.	Epid.	Horn. verte	Horn. brune	Min. volc.	Zirc.	TiO2	Reste	Min. méta.	Tour.	Z/T	Z/T min.	Z/T max.
13	100	300		0.3			0.3	56.7	13.4		4.0	25.3	2.24	1.64	2.84
40	92	490			0.4	0.4		44.9	17.3		1.4	35.5	1.26	1.01	1.51
9	89	300		0.3	0.3		0.3	42.3	11.0		8.3	37.3	1.13	0.89	1.37
61	78	340				0.3		48.8	18.2		0.9	31.8	1.54	1.42	1.66
18	69.5	326	0.3	0.3	0.3		0.3	49.7	12.2		3.3	33.4	1.49	1.81	2.35
275	69.4	371		0.3			0.3	46.4	9.2	0.3	1.1	42.6	1.09	0.87	1.30
276	68.7	648	0.3	0.6				70.0	9.3	1.0	1.4	17.6	4.00	3.18	4.81
273	63.6	300						70.0	8.0		2.0	20.0	3.50	2.50	4.50
274	63.0	369		1.1		0.5	0.3	44.2	10.3		4.3	39.3	1.12	0.87	1.38
263	60.2	397	0.3					61.7	14.6		0.8	22.7	2.72	2.00	3.42
260	58.0	242	0.8	0.8			0.4	28.1	8.2	0.4	12.0	49.2	0.57	0.40	0.74
262	57.7	367	0.3	0.5	0.3		0.3	55.0	20.5		1.7	21.5	2.56	2.09	3.03
261	57.4	367	12.0	1.4	1.4		0.6	40.6	12.2		1.9	30.0	1.35	1.02	1.68
8	56	300	1.3	1.0		0.3		50.3	7.6		2.0	37.3	1.35	1.02	1.68
41	49	358						45.5	20.2		0.9	34.6	1.31	0.91	1.71
3+4	48	312	0.3	10.8	2.0		0.9	39.1	15.4	0.3	1.3	29.9	1.31	0.96	1.66
259	47.9	355	0.8	1.1		1.7	0.6	39.2	10.7		6.0	40.0	0.98	0.75	1.21
258	47.4	221	0.5					55.2	18.6		2.4	23.5	2.35	1.58	3.12
256	45.7	325	0.6	0.3	0.3	1.2	0.6	56.0	14.1	0.3	3.3	23.1	2.43	1.77	3.07
257	45.4	332	0.6	0.9		0.6		43.4	13.9		2.7	38.0	1.14	0.87	1.41
255	42.7	364	0.3	1.1	0.8	0.3		52.5	15.1		1.1	28.8	1.82	1.38	2.25
252	35.5	306	1.3	1.0	0.7		0.3	65.7	9.8		1.6	19.6	3.35	2.38	4.31
253	34.8	326	2.5	4.6		0.6		52.1	11.0		0.9	28.2	1.85	1.38	2.32
218	32.6	300	2.3	1.3	6.7	22.3		46.0	7.6		1.3	12.3	3.73	2.38	5.10
219	31.8	336	5.4	0.3	0.3			59.5	15.5		1.2	17.8	3.33	2.37	4.31
220	31.1	336	3.3	3.0	0.6	3.0	0.3	38.6	17.0	0.3	2.4	31.5	1.23	0.91	1.53
222	30.9	351	12.0	0.3	1.7	1.7		50.9	19.6		0.6	12.0	4.26	2.86	5.75
241	30.6	314		0.3	0.6	1.3		46.8	18.8		1.9	29.9	1.56	1.16	1.97

Tableau 1 a. Résultats des comptages des minéraux denses de la fraction 53 à 420 µm

N° : numéro désignant l'échantillon ;

n : nombre de grains comptés ;

z/t : rapport zircon/tourmaline ;

z/t min. et max. : valeur minimum et maximum de ce rapport à 95% de chance en tenant compte du nombre de grains comptés.

contestable. Or des échantillons antérieurs à cette capture, c'est-à-dire ceux qui se trouvent à des altitudes supérieures à 10 m d'altitude relative ne montrent parfois aucune hornblende venue des Vosges. Certains échantillons, par contre, en contiennent des pourcentages extrêmement élevés atteignant même 46% dans l'échantillon 57 (à 24 m) où 450 grains ont été pris en compte et 26% dans l'échantillon 218 (à 32.6 m) où 300 grains ont été dénombrés. Parallèlement, dans ces deux échantillons le nombre de hornblendes vertes est aussi important (5.2 et 6.7%) correspondant donc dans ces échantillons à une concentration de ce minéral. Par contre, aucune hornblende verte n'a été observée dans les échantillons où ne se trouve aucune hornblende brune. À des altitudes supérieures, le nombre de grains de ce minéral devient rare sans doute sous l'effet de l'altération. Cette absence totale de hornblendes brunes dans certains échantillons montre que des variations importantes du pourcentage des différents minéraux existent

dans les échantillons. Le grand nombre de grains comptés établit aussi que les variations dépassent de beaucoup les différences qui pourraient résulter du hasard dans le choix des grains considérés dans les comptages eux-mêmes. Le pourcentage de variation pour l'échantillon 57 (24 m) où 46% de grains de hornblende brune ont été dénombrés après avoir pris en compte 450 grains est à 95% de chance de l'ordre de 4.7%, c'est-à-dire que la vraie valeur de ce comptage doit se trouver entre 41.3 et 50.7% (calcul basé sur la distribution binomiale, voir Pissart *et al.*, 1998). Les variations dues aux hasards de comptage paraissent donc faibles par rapport aux fluctuations du nombre des différents minéraux selon les échantillons.

Mais c'était le rapport zircon/tourmaline qui paraissait le plus significatif dans le travail que nous avons réalisé précédemment. Les résultats obtenus pour ce rapport sont donnés sur la figure 2 qui est bien difficile à interpréter.

N°	Alt.	n.	Gren.	Epid.	Horn. verte	Horn. brune	Min. volc.	Zirc.	TiO2	Reste	Min. méta.	Tour.	Z/T	Z/T min.	Z/T max.
221	30.6	238	1.7	2.1		2.1		57.1	13.4		3.3	20.2	2.83	1.90	3.75
223	29.8	759	0.8	0.5		3.9		48.9	15.6		2.7	27.6	1.77	1.53	2.18
224	29.4	346	3.5	4.6	0.3	2.9		49.1	14.5		2.0	23.1	2.12	1.56	2.69
239	29.1	317	0.6	1.3	0.3	4.4		60.6	12.3		1.2	19.2	3.15	2.29	4.04
225	29.1	300		0.3		0.3		81.7	9.3		1.0	7.3	11.14	5.98	16.40
59	29	415		1.0	1.4	20.2		48.2	11.5		1.5	16.1	2.99	2.16	3.82
226	28.4	300	0.7	1.0	1.0	1.7		71.7	9.7	0.3		14.0	5.12	3.43	6.80
227	27.7	329	0.9	2.1	1.2	9.4		57.5	8.5		0.9	19.5	2.95	2.11	3.78
237	27.6	291	2.7	3.1	2.4	10.7		51.2	8.9	0.7	2.3	17.9	2.87	1.96	3.76
228	27.3	355	2.0	7.0	1.4	17.2		38.6	7.9		2.0	23.9	1.61	1.18	2.05
230	26.8	324	2.8	4.0	1.5	11.4		48.2	11.1		1.5	19.5	2.48	1.37	3.57
229	26.5	166		4.2	0.6	22.3		42.2	7.8		1.2	21.7	1.94	1.16	2.73
231	25.8	332	1.2	7.8	1.5	16.3		36.7	11.7			25.3	1.43	1.03	1.83
19	25	413	0.5	1.9	0.5	0.2		52.5	10.1		1.1	32.9	1.60	1.25	1.93
232	24.8	300	0.7	3.0	1.0	7.7		51.3	14.3		2.7	19.3	2.66	1.85	3.46
57	24	450	1.6	1.1	5.2	46.4	0.4	18.0	10.2	0.2	0.8	14.9	1.21	0.81	1.60
233	23.9	300	7.7	1.0	0.3		0.7	53.0	17.0	0.3	1.3	18.7	2.84	1.97	3.70
235	22.6	300	8.7	2.0	0.3	1.0		65.0	11.3	0.3	0.7	10.7	5.47	3.80	8.33
54	21	305	0.3	3.3	1.0	2.6		43.0	16.3		0.6	32.8	1.31	0.97	1.65
278	17.3	354	2.8	3.7		13.8		22.6	6.2		4.6	45.8	0.49	0.36	0.62
279	17.1	346	2.0	6.1	1.2	11.8	0.3	32.1	7.8		6.1	32.7	0.98	0.60	1.36
281	11.1	329	15.5	2.7		0.9	0.9	48.0	9.1		3.0	19.8	2.43	1.73	3.13
2	10.5	100	16.0	4.0	3.0	21.0	1.0	29.0	10.0		2.0	14.0	2.07	0.75	3.39
282	10.4	334	10.8	2.2	0.6	0.3	0.3	56.3	11.7		1.5	15.9	3.55	2.46	4.61
1	8	479	9.4	1.3	3.8	10.4	0.8	43.6	12.6		0.8	17.3	2.52	1.88	3.16
58	6	322	14.0	8.4	14.6	0.3	1.2	36.0	7.1		0.9	17.4	2.07	1.41	2.73
15	0	134	11.9	0.7	0.7	0.7		51.5	10.4		3.6	20.1	2.55	1.41	3.69
16	0	259	12.0	2.0	1.2		0.8	42.2	7.9		6.0	27.9	1.51	1.05	1.97

Tableau 1 b. Résultats des comptages des minéraux denses de la fraction 53 à 420 µm

N° : numéro désignant l'échantillon ;

n : nombre de grains comptés ;

z/t : rapport zircon/tourmaline ;

z/t min. et max. : valeur minimum et maximum de ce rapport à 95% de chance en tenant compte du nombre de grains comptés.

Le tableau 1 présente également l'intervalle de confiance à 95% des résultats obtenus en se basant sur la distribution multinomiale et la variabilité d'échantillonnage du rapport des pourcentages corrélés de zircons et de tourmalines.

Il est surprenant que ce rapport zircon/tourmaline varie très considérablement et très brusquement d'un échantillon à l'autre, même lorsque 3 échantillons sont prélevés dans la même coupe à 30 cm d'écart. Ce rapport varie en effet pour les échantillons 260, 261 et 262 de 0.57 à 2.56 (éch. 260, profondeur 1m30, rapport z/t 0.57, à 95% de chance entre 0.4 et 0.74 ; éch. 262, profondeur 1m60, rapport z/t 2.56, à 95% de chance entre 2.09 et 3.03 ; éch. 261 profondeur 1m90, rapport z/t 1.35, à 95% de chance entre 1.02 et 1.68). Statistiquement, les échantillons sont donc bien différents au niveau de confiance de 95%. De la même manière, pour les échantillons 275 et 276, le rapport varie entre 1.08 (à 95% de chance

entre 0.87 et 1.30) et 4.00 (à 95% de chance entre 3.18 et 4.81) pour des prélèvements qui se trouvent dans la même excavation respectivement à 2.10 m et à 2.80 m de profondeur.

La figure 1 présente la localisation respective des différents échantillons étudiés. Entre 124 et 138 m les prélèvements ont été multipliés car c'était vers cette altitude que la rupture minéralogique recherchée était attendue. On constate que dans cette zone les échantillons ayant un rapport z/t supérieur à 3 sont relativement nombreux. Ils sont le plus souvent au sommet des coupes étudiées. Toutefois l'échantillon 225 au sein duquel le rapport zircon/tourmaline est le plus élevé (11.14) est séparé de l'échantillon 222 (rapport z/t de 4.26) par 1.80 m de graviers au sein desquels et deux échantillons différents (223 et 224) ont montré des teneurs du rapport z/t de 1.77 et 2.12. Cette observation nous empêche de considérer que tous les échantillons avec un rapport z/t élevé appar-

tiennent à une même nappe qui se serait déposée en surface et qui comprendrait des sédiments à forte teneur en tourmaline.

III. CONCLUSION

La rupture minéralogique décrite en 1997 dans les terrasses de la Meuse en amont de Givet n'a pas été retrouvée dans la recherche détaillée que nous avons réalisée. Il faut bien en déduire que la rupture brutale du rapport zircon/ tourmaline que nous avons décrite n'existe pas.

Nous avons trouvé cependant une zone au niveau de la terrasse principale où des échantillons montrant un rapport zircon/tourmaline élevé sont particulièrement nombreux (figure 2). Nous avons tendance à raccorder ce niveau à celui des échantillons ayant un rapport z/t élevé que nous avons attribué près de Montcy-Notre-Dame dans notre publication de 1998 à un dépôt de la Bar sans l'Aisne. Les résultats très dispersés des comptages démontrent que la composition en minéraux denses des alluvions de la Meuse varie très considérablement d'une couche à l'autre. Les variations observées dépassent de beaucoup les variations qui peuvent résulter des hasards des comptages dont on peut tenir compte par des calculs statistiques. Ils établissent en tout cas que des résultats de l'étude des minéraux denses des alluvions de la Meuse nécessitent des comptages de plusieurs centaines de grains et la multiplication des prélèvements. Il est illusoire de vouloir définir la composition minéralogique d'une terrasse par un seul prélèvement.

Les longs comptages des minéraux denses que nous avons réalisés ici pourront peut-être être utilisés dans des recherches ultérieures, aussi nous avons tenu à ce qu'ils soient publiés.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement le FNRS qui a octroyé un crédit aux chercheurs à l'un d'entre nous (A. P.) pour mener à bien la présente recherche. Monsieur Adelin

Albert, Professeur de statistiques à l'Université de Liège nous a indiqué comment calculer au niveau de confiance de 95% l'intervalle qui recouvre la valeur du rapport zircon/tourmaline. Nous lui exprimons ici notre reconnaissance.

BIBLIOGRAPHIE

- PISSART A., DUCHESNE F. et VANBRABANT C., 1998. La détermination pratique des intervalles de confiance des comptages de cailloux et des mesures d'émoussé. Comparaison des mesures d'émoussé de Cailleux et de Krumbain. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 3, 195-214.
- PISSART A., HARMAND D. et KROOK L., 1997a. L'évolution de la Meuse de Toul à Maastricht depuis le Miocène. Corrélations chronologiques et traces des captures de la Meuse lorraine d'après les minéraux denses. *Géographie Physique et Quaternaire*, 51 (3), 267-284.
- PISSART A., KROOK L. et HARMAND D., 1997b. La capture de l'Aisne et les minéraux denses des alluvions de la Meuse dans les Ardennes. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la terre et des planètes*, 325, 411-417.
- PISSART A., KROOK L. et HARMAND D., 1998. Modifications du tracé de la Meuse dans la région de Charleville-Mézières en liaison avec les captures de l'Aisne et de la Moselle. *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 35, 29-39.

Adresse des auteurs :

Albert PISSART,
Université de Liège,
rue Lavaux, 29,
4130 Esneux
Belgique

Leendert KROOK
Vrije Universiteit Amsterdam,
Fazantenkamp, 178,
3607 C.J. Maarsen
Pays-Bas