

Sur la genèse du Grès de Champenay (Vosges septentrionales)

Josef Hollinger

Citer ce document / Cite this document :

Hollinger Josef. Sur la genèse du Grès de Champenay (Vosges septentrionales). In: Sciences Géologiques. Bulletin, tome 31, n°2, 1978. Vosges - Alsace. pp. 95-104;

doi : <https://doi.org/10.3406/sgeol.1978.1536>

https://www.persee.fr/doc/sgeol_0302-2692_1978_num_31_2_1536

Fichier pdf généré le 15/06/2018

Résumé

Le Grès de Champenay représente un faciès particulier dans le Permien des Vosges septentrionales. Sur la base des levés détaillés du Permo-trias de la feuille Saint-Dié à 1/50 000, ce grès a été examiné du point de vue de sa genèse. Sept critères ont été analysés et étudiés : la position stratigraphique, la situation paléogéographique et climatique, la stratification, la composition minéralogique, la granulométrie, la morphométrie, et enfin l'exoscopie. Même si chacun de ces critères pris séparément ne se révèle pas caractéristique, car ils peuvent apparaître dans des milieux différents, la prise en compte de l'ensemble de ces critères permet cependant d'affirmer que l'agent de dépôt final a été très certainement le vent et que le Grès de Champenay représente des dunes fossiles.

Zusammenfassung

Der Sandstein von Champenay stellt eine Sonderfazies im Oberen Perm der Nordvogesen dar. Aufbauend auf eine detaillierte Geländeaufnahme des Permotrias des Blattes Saint-Dié im Massstab 1/50 000 wird dieser Sandstein auf seine Genese hin untersucht. Als Kriterien werden hinzugezogen : Stratigraphische Position, allgemeine paläogeographische Situation im höheren Perm unter besonderer Betrachtung des Klimas, Gefüge, mineralogische Zusammensetzung, Granulometrie, Rundung und Oberfläche der Sandkörner. Wenn auch einige Kriterien, isoliert betrachtet, keine eindeutige Aussage ermöglichen, so kann doch aus der Zusammenschau aller Indikatoren geschlossen werden, dass der Sandstein von Champenay durch Wind abgelagert worden ist und somit fossile Dünen darstellt.

Abstract

The Sandstone of Champenay represents a special faciès in the Upper Permian deposits of the Northern Vosges. Basing on a detailed geological mapping, researches were made on his environment. The criterias of the destination are the following : stratigraphie position, palaeogeographic situation and climate in the Upper Permian, bedding characteristics, mineralogical composition, grain-size distribution, roundness and quartz-grain morphoscopy. Also, if not each criteria gives an uniform answer, by the synopsis of all the datas give good evidences for an eolian environment for the Champenay Sandstone member and it can be regarded as fossil dunes.

SUR LA GENESE DU GRES DE CHAMPENAY (VOSGES SEPTENTRIONALES)

Josef HOLLINGER*

RÉSUMÉ. — Le Grès de Champenay représente un faciès particulier dans le Permien des Vosges septentrionales. Sur la base des levés détaillés du Permo-Trias de la feuille Saint-Dié à 1/50 000, ce grès a été examiné du point de vue de sa genèse. Sept critères ont été analysés et étudiés : la position stratigraphique, la situation paléogéographique et climatique, la stratification, la composition minéralogique, la granulométrie, la morphométrie, et enfin l'exoscopie. Même si chacun de ces critères pris séparément ne se révèle pas caractéristique, car ils peuvent apparaître dans des milieux différents, la prise en compte de l'ensemble de ces critères permet cependant d'affirmer que l'agent de dépôt final a été très certainement le vent et que le Grès de Champenay représente des dunes fossiles.

GRES — SÉDIMENTATION ÉOLIENNE — PERMIEN — VOSGES

INTRODUCTION

Dans la région de Belval (Vosges) et de Champenay (Bas-Rhin), ainsi que près du Nideck, affleure un faciès de grès qui se distingue nettement des autres dépôts permien par son homogénéité, une bonne consolidation et, d'une manière plus frappante, par une stratification oblique à grande échelle. Ce grès, qui ressemble plutôt à du Grès vosgien qu'à un dépôt permien, est déjà exploité depuis fort longtemps sous forme de pierre de construction et est connu sous le nom de « Grès de Champenay ».

Malgré son caractère lithologique particulier et en dépit de bons affleurements dus à l'exploitation intensive de ce grès, les renseignements présents dans la littérature géologique sont très rares et insuffisants. Son existence est mentionnée pour la première fois par ROZET (1834) et HOGARD (1837). BENECKE et WERVEKE (1890) en donnent une première caractéristique : « Feinkörniger, kaolinreicher Sandstein als linsenförmige Einlagerung in Schichten vom Charakter der Kohlbächelschichten ». Le seul renseignement sur sa genèse est celui que fournit DUBOIS (1955) : il considère le « Grès de Champenay » comme des deltas sous-lacustres.

Les levés du Permo-Trias de la feuille Saint-Dié à 1/50 000 ont permis une étude détaillée de la genèse de ce faciès particulier. Les critères utilisés pour déterminer la manière et les conditions de la sédimentation sont les suivants : position stratigraphique, conditions paléogéographiques et climatiques, stratification, composition minéralogique, granulométrie, morphométrie. En outre, des recherches ont été effectuées sur la surface des grains de quartz et sur les minéraux lourds, qui, hélas, n'ont pas donné de résultats satisfaisants dans cette étude.

DISCUSSION DES CRITERES ÉTUDIÉS

1. Position stratigraphique

En partant du Conglomérat Inférieur, qui est considéré comme la base du Buntsandstein moyen, la couverture

* A. Kolping Strasse 93, (673) Neustadt/W. (Allemagne).

sédimentaire sous-jacente est subdivisée en cinq unités qui se distinguent nettement par leur lithologie. Les éléments caractéristiques de ces unités lithostratigraphiques sont les suivants (de haut en bas).

5. Couches de Senones

Alternances d'arkoses gris rougeâtre, légèrement silicifiées, à taches brun-noir d'oxyde de fer et de manganèse, et de grès brun-rouge sombre, à grains fins et moyens, moyennement classés et arrondis, riches en micas et en argiles, à stratification oblique.

4. Couches de Saint-Dié

Fanglomérats* brun-rouge sombre, localement décolorés par un ciment dolomitique, grossiers, sans stratification et sans granoclassement, mal consolidés, à éléments pour la plupart anguleux, déposés en coulées de débris et de boue, à nodules et lentilles de coralline-dolomite sous forme de croûte qui sont plus abondants en deux zones vers le sommet de l'unité.

3. Couches de Champenay

— Série inférieure : Mélange de débris rocheux anguleux, éboulis et cailloux bien arrondis, grains de sable bien arrondis, silts et argiles, localement ciment dolomitique, d'une couleur brun-rouge clair, mal stratifié. Localement : grès brun-rouge clair, bien classé et consolidé en stratification oblique à grande échelle (Grès de Champenay).

— Série supérieure : Silt rouge-brun argileux, contenant des grains de sable bien arrondis, plusieurs bancs de dolomie ou de grès dolomitiques stratiformes.

2. Couches de Frapelle

Dans les zones marginales du bassin de sédimentation, brèches et arkoses grossières déposées par «sheet-floods», de couleur grise et gris-rouge, à stratification et granoclassement peu développés. Au centre du bassin, on trouve du silt sableux, argileux, riche en mica et bien consolidé, d'une couleur rouge clair.

1. Couches de Meisenbuckel

Alternance d'arkoses grises, de silts lie-de-vin et de tufs gris-vert.

Des roches volcaniques, de chimisme basique et intermédiaire, sont intercalées entre les Couches de Meisenbuckel et celles de Frapelle, et des roches rhyolitiques entre les Couches de Frapelle et celles de Champenay.

Une comparaison entre les séries permo-triasiques des Vosges septentrionales, de la Forêt Noire et du Palatinat met à jour des parallélismes et permet de placer la série des Vosges dans l'échelle stratigraphique du Permo-Trias de l'Europe centrale (HOLLINGER, 1970). D'après cette corrélation lithostratigraphique, les Couches de Meisenbuckel et celles de Frapelle représentent le Saxonien, les Couches de Champenay et celles de Saint-Dié le Thuringien, et les Couches de Senones le Buntsandstein inférieur.

Alors qu'il n'existe pas d'équivalent du Grès de Champenay en Forêt Noire, nous rencontrons par contre ce faciès localement dans le «Unterer Sandstein» du Permien supérieur du Palatinat. Mais beaucoup plus frappante encore est l'analogie lithologique du Grès de Champenay avec le «Kreuznacher Sandstein» du bassin Sarre-Nahe, le «Cornberger Sandstein» de Hesse, le «Walkenrieder Sandstein» du bassin d'Ilfeld (Harz) et le «Yellow Sandstone» en Angleterre. On attribue tous ces grès au Saxonien ou au Thuringien inférieur, et ils sont tous considérés, du point de vue génétique, comme des dépôts éoliens. Cette corrélation stratigraphique nous permet d'envisager une genèse éolienne pour le Grès de Champenay.

2. Conditions paléogéographiques et climatiques

Les sédiments permien des Vosges se sont déposés dans des bassins continentaux et intramontagneux. Les chaînes cristallines des alentours, constituées de gneiss et de granites de compositions et de structures différentes, de schistes paléozoïques ainsi que de basaltes et grauwackes «dévonodinantien», sont de véritables sources de matériel.

Au cours de l'évolution climatique du Permien, on peut généralement constater une progression de l'aridité depuis l'Autunien jusqu'à la base du Trias. Cette aridité se manifeste par une couleur rouge s'intensifiant progressivement, par des coulées de débris et de boue, par des éboulis façonnés par le vent, par des évaporites et des croûtes siliceuses et dolomitiques dans le bassin de sédimentation. De même, l'absence de kaolinite dans les sédiments peut être considérée comme un indicateur de climat sec. Bref, l'ensemble des indicateurs climatiques nous permet de supposer des températures élevées et une forte évaporation à l'époque du Permien supérieur des Vosges septentrionales. Ce climat aride a eu

* Par fanglomérats, on entend des dépôts mal triés et peu stratifiés de cônes d'épandage sous climat aride et semi-aride.

pour effet de traiter le matériel avant tout mécaniquement et de le transporter sous forme de «débris-flows» et de «sheet-floods» grâce à des arrivées d'eaux, rares mais brusques, dans les bassins de sédimentation qui n'ont été que partiellement et temporairement recouverts par les eaux. Le relief a été, de temps à autres, rajeuni par des mouvements tectoniques (remaniement des dépôts, discordances et déplacement du centre du bassin etc.). Cette situation (climat désertique et abaissement de l'aire de sédimentation) a offert des conditions favorables aussi bien à la genèse qu'à la conservation de dépôts éoliens.

À l'époque des Couches de Champenay, la sédimentation, dans les Vosges septentrionales, s'est concentrée en trois petits bassins qui s'étendaient en direction NNE-SSW, aux alentours du Nideck, de Champenay et à l'emplacement de la Montagne d'Ormont. Le faciès du Grès de Champenay se trouve seulement sur la bordure orientale de ces bassins (avant tout dans les environs de Champenay), tout en débordant sur le socle cristallin. Cette superposition directe sur le socle, sans intercalation d'une brèche ou d'un conglomérat de base, comme c'est le cas partout ailleurs, livre une autre indication paléogéographique : le Grès de Champenay pourrait avoir été apporté et déposé par le vent.

3. Stratification

Tandis que la stratigraphie et la paléogéographie ne pouvaient que fournir des indications sur des conditions qui ont pu favoriser un dépôt éolien, la stratification et les critères suivants se rapportent à la genèse même du Grès de Champenay.

Quant à la description de la stratification, il faut différencier d'une part les limites de bancs, et d'autre part les lits qui composent les bancs. Le faciès du Grès de Champenay, avec une épaisseur de 30 m au maximum, apparaît en bancs lenticulaires qui se recoupent les uns les autres. L'épaisseur des bancs singuliers peut atteindre 15 m, les dimensions horizontales dépassent 100 m. Des couches peu épaisses et horizontales, composées d'un mélange de débris lithiques, anguleux, de sables bien arrondis et de silts s'intercalent par endroits entre les bancs à faciès de Grès de Champenay. Les bancs lenticulaires sont étêtés dans leur partie supérieure et recouverts par des couches de grès silteux et argileux qui forment une transition avec la série supérieure des Couches de Champenay. Les bancs du Grès de Champenay *s.s.* sont composés de lits délimités par des plans de stratification inclinés, parallèles entre eux. Tronqués en angle aigu à leur toit, ils présentent souvent des formes concaves, en bords de cuvette. L'inclinaison des lits varie faiblement ; les valeurs maximales se situent entre 35 et 37°. Une représentation statistique du sens de l'inclinaison établie sur 500 mesures montre une orientation prédominante ouverte sur un large secteur ouest (fig. 1). Variable en fonction de leur inclinaison propre et de la hauteur des bancs, les lits ont une longueur maximale de 35 m dans le sens de la plus grande pente. De même, l'épaisseur des lits varie largement (entre 2 mm et 2 m). La subdivision en lits est due à de minces pellicules de silt ou d'argile. Dans les lits eux-mêmes, on peut observer un léger granoclassement.

Ces différents aspects de la stratification permettent de supposer une origine éolienne. En effet, POTTER et PETTITJOHN (1963), ainsi que REINECK (1970), mentionnent des «mégaripples» en milieu fluvial et deltaïque ; cependant la forte inclinaison des lits du Grès de Champenay, entre 35 et 37°, indique plutôt un milieu éolien. Or les valeurs les plus élevées de l'inclinaison d'une stratification oblique ou entrecroisée dans l'eau ne dépassent guère 30° (McKEE, 1957). Les autres observations faites peuvent être également expliquées par le vent en tant qu'agent de dépôt final. Les résultats des mesures de l'inclinaison des lits vers l'Ouest coïncident avec ceux des recherches menées sur le grès éolien de Cornberg (Hesse) par FALKE (1969) qui constate une direction prédominante du vent d'Est. OPDYKE (1961) suppose également, en ce qui concerne le Permien et le Trias inférieur d'Ecosse, des vents le plus souvent d'origine orientale. Dans le Grès de Champenay, la direction de l'inclinaison des lits varie selon un angle de 90° (fig. 1). Cette variation s'explique par un faible changement de direction des vents du NE au SE, ainsi que par la forme concave des lits, qui peut être interprétée comme le bord interne d'anciennes barkhanes. La mince pellicule couvrant les lits s'explique comme la retombée d'une poussière soulevée par les coups de vent plus haut que le sable, et déposée également plus tard.

4. Composition minéralogique

La composition minéralogique du Grès de Champenay a été déterminée par des lames minces et par des frottis observés au microscope à contraste de phases. Les lames minces ne révèlent que du quartz et du feldspath. On ne voit

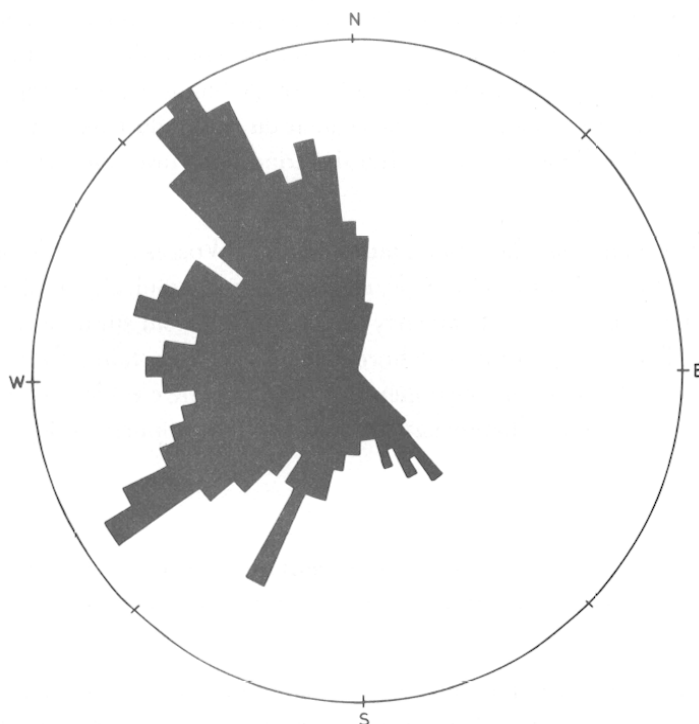


Fig. 1 – Sens du plongement des feuillets des bancs du Grès de Champenay

ni micas, ni minéraux argileux. L'examen microscopique permet de constater que la plupart des grains sont bien arrondis et enrobés d'une pellicule ferrugineuse, autour de laquelle on peut observer une croissance secondaire des grains de quartz, qui remplit complètement les interstices. Ce nourrissage secondaire est à l'origine de la bonne consolidation du Grès de Champenay. Les grains de feldspath, le plus souvent de l'orthoclase, sont à peine altérés, et leur pourcentage varie entre 20 et 30 %.

En vue de déterminer la composition minéralogique au microscope à contraste de phase — procédé plus rapide et plus exact que le compteur de points —, il a fallu éliminer l'enduit ferrugineux. A cette fin, 50 g des 20 échantillons prévus pour les recherches sédimentologiques ont été pulvérisés et traités d'après une méthode de MEHRA et JACKSON (1960) avec du citrate de sodium, NaHCO_3 et $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ (dithionite de sodium). Par cette méthode, le mica et les minéraux argileux éventuels sont moins attaqués qu'avec l'acide chlorhydrique. Une huile à indice de réfraction de 1,554 a été utilisée comme agent d'inclusion. Au microscope, le quartz est alors apparu bleu clair, le feldspath blanc et le mica brun-noir. On a relevé la présence de traces de kaolinite. Le pourcentage des minéraux de quartz, feldspath et mica a été évalué à l'aide de tableaux de comparaison établis par TERRY et CHILLINGAR (1955). Les résultats ont été figurés sur le tableau I.

Le mica est absent dans tous les échantillons du Grès de Champenay et dans les échantillons de comparaison pris dans les formations éoliennes. D'autre part, on peut constater, dans les échantillons des Couches de Frapelle et de Saint-Dié, des pourcentages en mica s'élevant jusqu'à 11 %. D'après GLENNIE (1970), l'absence de mica dans un grès à grains fins et moyens, tel que le Grès de Champenay, peut être considérée comme un indice de dépôt éolien dans le cas où le mica est présent dans les aires nourricières du matériel. En ce qui concerne les Vosges septentrionales, cette condition est bien remplie. Le haut pourcentage de feldspath, s'élevant jusqu'à 30 %, est très frappant, d'autant plus que le sédiment a subi des actions mécaniques importantes qui lui ont donné une « maturité » avancée. Il ne diffère pas beaucoup de ceux que l'on observe dans les autres dépôts permien des Vosges qui ne sont presque pas usés. D'autre part, un sédiment présentant une bonne « maturité mécanique » doit avoir subi un long transport au cours duquel les feldspaths sont broyés, altérés et transformés en minéraux argileux. Cet ensemble — maturité mécanique très avancée et altération chimique peu importante — n'est nullement probable pour un sédiment aquatique, mais peut être aisément expliqué dans un milieu sec où les grains de sable sont transportés par saltation et roulement, sans subir d'altération chimique en milieu hydromorphe.

Tableau I
Paramètres sédimentologiques et pourcentage des minéraux légers des échantillons analysés

N° et origine de l'échantillon	Q1	Q2 = Md	Q3	$CA = \frac{Q3-Q1}{Md^2}$	$CC = \sqrt{\frac{Q3}{Q1}}$	IA	F	Q	M
1 Grès de Champenay	0,30	0,40	0,48	0,90	1,26	3,67	28	72	—
2 Grès de Champenay	0,38	0,47	0,55	0,98	1,20	3,52	25	75	—
3 Grès de Champenay	0,38	0,46	0,54	0,97	1,26	3,31	30	70	—
4 Grès de Champenay	0,23	0,26	0,29	0,96	1,29	3,25	35	65	—
5 Grès de Champenay	1,03	1,16	1,28	0,98	1,24	3,38	22	78	—
6 Grès de Champenay	0,18	0,20	0,21	0,95	1,18	2,97	38	62	—
7 Grès de Champenay	0,37	0,46	0,55	0,90	1,24	3,63	33	67	—
8 Grès de Champenay	0,88	0,96	1,00	0,97	1,12	3,90	24	76	—
9 Grès de Champenay	0,20	0,22	0,24	0,99	1,20	3,39	32	66	—
10 Grès de Champenay	0,19	0,23	0,26	0,93	1,17	3,10	32	68	—
11 Yellow Sandstone	0,26	0,32	0,38	0,93	1,21	3,79	24	76	—
12 Kreuzn. Sandstein	0,12	0,21	0,27	0,73	1,50	3,15	22	76	2
13 Dune/Sahara	0,27	0,30	0,35	1,05	1,14	3,64	5	95	—
14 Dune/Plage	0,26	0,30	0,31	0,89	1,10	3,52	9	91	—
15 Couches de Senones	0,15	0,20	0,28	1,05	1,35	2,69	24	67	9
16 Couches de Senones	0,12	0,18	0,62	1,00	1,44	2,93	25	67	8
17 Couches de Frapelle	0,56	1,05	1,60	0,99	1,90	2,82	48	42	10
18 Couches de Frapelle	0,55	1,12	1,85	1,02	1,68	2,88	44	46	8
19 Couches de St-Dié	0,57	1,00	2,20	1,25	1,95	2,67	47	42	11
20 Couches de St-Dié	0,19	0,37	0,77	1,07	1,98	2,77	51	39	10

CA : coefficient d'assymétrie ; CC : coefficient de classement ; IA : indice d'arrondi

5. Granulométrie

Le classement des grains présente également une relation étroite avec les facteurs physiques de la sédimentation et peut livrer une indication sur les agents de transport et de sédimentation. Pour l'analyse granulométrique, 200 g de chacun des 20 échantillons choisis pour les études sédimentologiques sont tamisés : 10 échantillons du Grès de Champenay, 10 échantillons de comparaison provenant d'un environnement différent. Les résultats sont représentés par des courbes cumulatives en échelle semi-logarithmique. Le diamètre de la plupart des grains est compris entre 0,1 et 1 mm, les grains dépassant ces limites sont rares, le maximum absolu est de 3 mm. La fraction inférieure à 0,1 mm est un peu surestimée du fait de la fragmentation due au traitement des échantillons pendant le tamisage et par la microsilicification durant la diagenèse. Le classement peut être évalué par l'examen de la pente des courbes (fig. 2) : il est excellent dans tous les échantillons du Grès de Champenay ainsi que dans les sables dunaires de comparaison ; par contre il est mauvais dans les sédiments des Couches de Frapelle et de celles de Saint-Dié.

Les quartiles Q1, Q2 et Q3 ont été définis à partir des courbes cumulatives et ont permis de calculer deux rapports : le coefficient de classement (CC) et le coefficient d'assymétrie (CA) (tableau I). D'après FUCHTBAUER et MULLER (1970), le granoclassement des dépôts sableux, exprimé par les valeurs du coefficient de classement et d'assymétrie, peut servir, mais toujours en relation avec d'autres critères, comme indicateur de milieu. Les valeurs suivantes donnent une première idée : milieu fluviatile : $CC > 1,2$; $CA < 1$; milieu éolien : $CC < 1,23$; $CA < 1$; plage : $1,1 < CC < 1,23$; $CA > 1$.

Le tableau I montre que toutes les valeurs du coefficient de classement du Grès de Champenay sont inférieures à 1,23 et les valeurs de l'assymétrie inférieures à 1,0 ; il en est de même pour les sables éoliens de comparaison. Les valeurs des autres échantillons permien des Vosges septentrionales dépassent de beaucoup ces limites. Même si les valeurs ne sont pas caractéristiques, il ressort cependant de cette comparaison que le milieu de formation le plus vraisemblable pour le Grès de Champenay est le milieu éolien.

Un essai de détermination de la nature du milieu de sédimentation par la distribution des minéraux légers et lourds, d'après une méthode mise au point par von ENGELHARDT (1939-40), fondée sur le poids spécifique et la taille de minéraux différents qui se sont déposés ensemble, n'a pas été couronné de succès par suite du nombre insuffisant de

minéraux lourds adéquats (isométriques) comme le grenat, la magnétite.

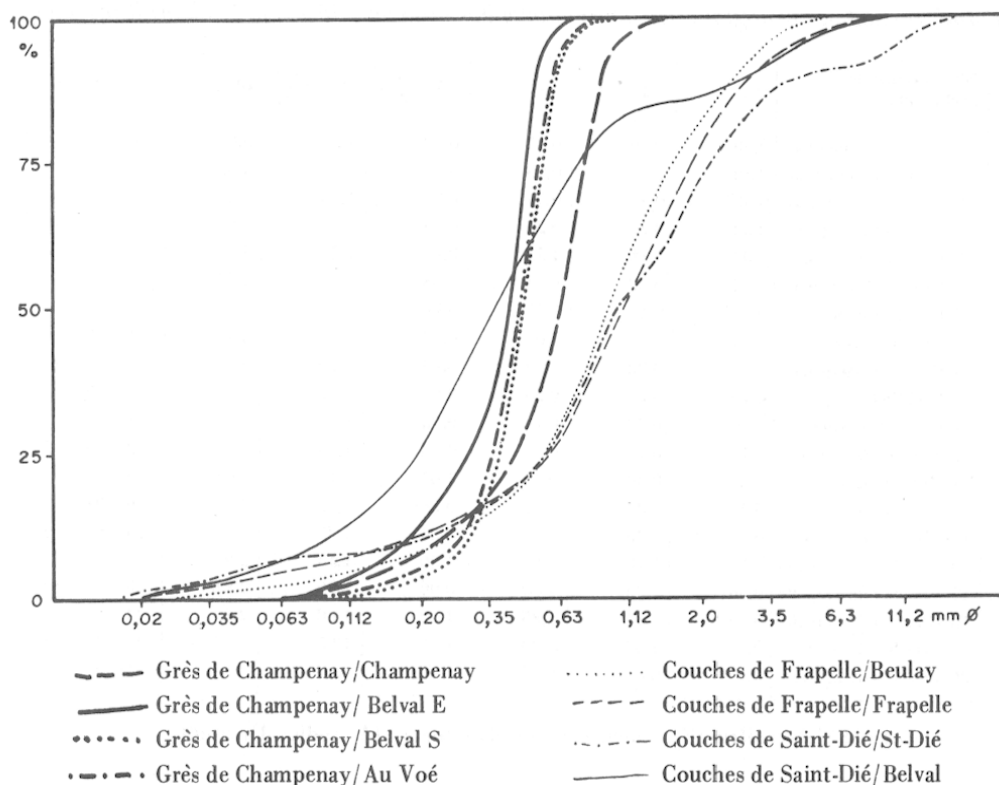


Fig. 2 – Courbes granulométriques de quelques échantillons types

6. Morphométrie

La morphométrie peut donner des renseignements sur l'agent de transport, mais non sur l'agent de dépôt final. Les études morphométriques sont faites sur des grains de quartz de la fraction 0,35 - 0,63 mm. L'arrondi, l'indicateur le plus intéressant du point de vue morphométrique, est déterminé au moyen d'un tableau de comparaison de RUSSEL et TAYLOR (1937) pour 200 grains par échantillon. C'était avant tout pour les études morphométriques que les échantillons de comparaison de différents milieux étaient nécessaires, soit pour éviter une estimation trop subjective de la valeur de l'arrondi, soit pour conserver l'échelle de cinq valeurs d'arrondi : grains anguleux (1), grains subanguleux (2), grains peu arrondis (3), grains bien arrondis (4) et grains ovoïdes et sphériques (5). Sous la loupe binoculaire, environ 40 % des grains ont été attribués aux classes 2 et 3, 40 % à la classe 4 et enfin 20 % à la classe 5.

L'indice d'arrondi (CS) de RUSSEL et TAYLOR est déterminé pour donner une valeur numérique de l'arrondi, celui-ci représentant une valeur de comparaison. Cet indice est calculé ; pour l'obtenir, on effectue d'abord le produit du chiffre caractérisant la classe d'arrondi avec le pourcentage de grains rentrant dans cette classe. Ensuite les cinq valeurs sont additionnées et divisées par 100. Ces valeurs s'échelonnent de 2,5 à 3,5. Les valeurs supérieures à 3,5 indiquent un facteur éolien. L'indice d'arrondi du Grès de Champenay varie entre 3,3 et 3,9 et se trouve pour la plupart des grains dans le secteur correspondant au transport éolien. Cependant, ce résultat ne permet pas de conclure de façon définitive que le Grès de Champenay a été déposé par le vent, car de nombreux sables aquatiques sont des sables dunaires remaniés, comme par exemple beaucoup de sables de plages.

7. Exoscopie

Le façonnement de la surface des grains est en relation avec l'agent de transport (CAILLEUX, 1952). On distingue trois types morphoscopiques : 1. Non-usé, à l'éclat luisant, typique d'un matériel frais et peu transporté ; 2. Emoussé-luisant, typique après un transport des particules par glissement dans l'eau, en relation avec la durée du transport ; 3. Rond-mat, typique des sables éoliens. L'éclat mat de la surface est dû à de petites cupules provoquées par le choc des

particules entre elles lors du transport par saltation dans l'air. Grâce au mouvement de roulement, les grains sont mieux arrondis que ceux qui ont subi un transport dans l'eau.

Les études exoscopiques, effectuées à la loupe binoculaire et au microscope électronique à balayage, n'ont pas donné de résultats satisfaisants à cause de la destruction de la surface originelle des grains pendant la diagenèse. Tous les grains examinés semblent mats, même les grains non-usés des Couches de Frapelle et des Couches de Saint-Dié. Au microscope, on peut observer une corrosion chimique ainsi qu'une microsilicification. Ces phénomènes de destruction de la surface originelle des grains de sables fossiles ont déjà été mentionnés pour d'autres formations par SCHNEIDER (1961) et PLESSMANN (1957). Les meilleurs résultats dans le domaine de l'exoscopie ont été acquis sur des sables récents ou tertiaires par quelques auteurs, comme par exemple LE RIBAUT (1976).

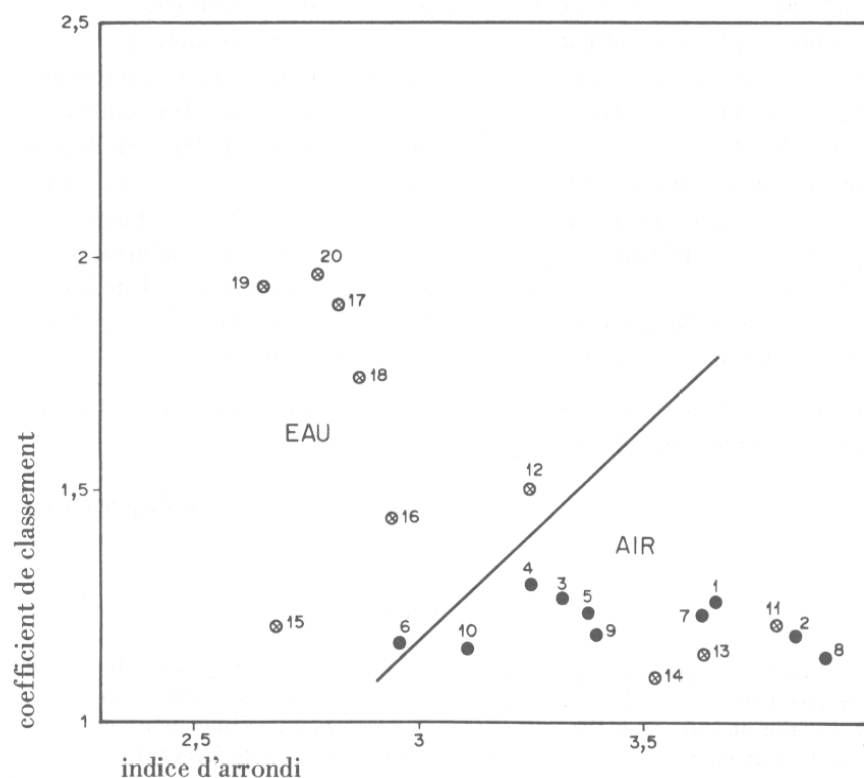


Fig. 3 — Situation des échantillons dans le diagramme arrondi/classement (limite entre air et eau établie empiriquement par SINDOWSKI, 1957)

● Grès de Champenay ; ⊕ échantillons de comparaison

CONCLUSION

Ces recherches sont parties du fait que les mécanismes de transport de l'eau et de l'air sont tellement différents (par exemple la densité de l'eau est 800 fois plus grande que celle de l'air) qu'il devrait donc être possible de distinguer un dépôt éolien d'un dépôt aquatique.

En dépit du grand nombre de faits et de suppositions en faveur d'un milieu éolien, aucun des sept critères analysés ne pouvait en fournir à lui seul une preuve absolue ; on ne peut donc exclure complètement l'hypothèse d'un milieu aquatique. Cependant, il n'y a pas un seul phénomène qui ne puisse être expliqué par un milieu éolien. Et la seule confrontation de deux critères ou de plusieurs d'entre eux élimine par incompatibilité les milieux aquatiques. C'est donc une argumentation négative qui mène la démonstration jusqu'à son terme.

La position stratigraphique, en relation avec la situation paléogéographique et les conditions climatiques (Permien supérieur, avec des dépôts éoliens en d'autres endroits en Europe centrale et occidentale, bassin intramontagneux

sous un climat chaud et sec), mettent en évidence des conditions favorables pour une sédimentation éolienne et excluent un milieu marin. Notre étude analytique des Grès de Champenay a été effectuée en raison même des indices d'aridité présentés par le milieu continental dans lequel s'est déposé le Permien des Vosges.

L'association de la stratification oblique de grande taille et de la faible dimension maximale des grains exclut un milieu fluviatile ou deltaïque, qui serait également possible dans les conditions paléogéographiques données. Une stratification de grande taille dans l'eau présume une grande vitesse de courant qui transporterait aussi des cailloux. Cependant, la taille maximale des particules du Grès de Champenay ne dépasse pas 3 mm, quoiqu'il ne manque pas d'éléments plus grossiers dans l'aire nourricière du matériel.

Un diagramme figurant les valeurs de l'indice d'arrondi en regard de celles du coefficient de classement permet une détermination relativement exacte de l'agent de transport et de dépôt final (fig. 3). La limite entre les secteurs «eau» et «air», déterminée empiriquement par SINDOWSKI (1957) avec des sables récents, a été adoptée pour la présente démonstration. Placés dans ce diagramme, tous les échantillons du Grès de Champenay ainsi que les échantillons de comparaison d'origine éolienne sont situés dans le secteur «air»; par contre les points correspondants aux échantillons des Couches de Frapelle et des Couches de Saint-Dié, qui proviennent de fanglomérats, se situent dans le secteur «eau», ce qui confirme la genèse éolienne du Grès de Champenay. La combinaison entre cette relation granoclassement/arrondi et la composition minéralogique appuie les résultats ci-dessus. Le Grès de Champenay contient, malgré sa bonne maturité mécanique, avec 30 % de feldspath, presque la même proportion de ce minéral que les dépôts de fanglomérats. Ces deux caractères ne peuvent coexister si l'eau est l'agent de transport principal. Une bonne maturité mécanique d'un dépôt aquatique demande un long transport qui décompose les feldspaths. Seul un transport en milieu sec, par roulement et saltation, permet de concilier ces deux critères «contradictaires».

De la combinaison des critères étudiés, il résulte ainsi la certitude que le Grès de Champenay a été déposé par le vent et qu'il représente en grande partie des dunes fossiles.

Manuscrit déposé le 12 janvier 1978

Summary

The Sandstone of Champenay represents a special facies in the Upper Permian deposits of the Northern Vosges. Basing on a detailed geological mapping, researches were made on his environment. The criterias of the destination are the following : stratigraphic position, palaeogeographic situation and climate in the Upper Permian, bedding characteristics, mineralogical composition, grain-size distribution, roundness and quartz-grain morphoscopy. Also, if not each criteria gives an uniform answer, by the synopsis of all the datas give good evidences for an eolian environment for the Champenay Sandstone member and it can be regarded as fossil dunes.

Zusammenfassung

Der Sandstein von Champenay stellt eine Sonderfazies im Oberen Perm der Nordvogesen dar. Aufbauend auf eine detaillierte Geländeaufnahme des Permotrias des Blattes Saint-Dié im Massstab 1/50 000 wird dieser Sandstein auf seine Genese hin untersucht. Als Kriterien werden hinzugezogen : Stratigraphische Position, allgemeine paläogeographische Situation im höheren Perm unter besonderer Betrachtung des Klimas, Gefüge, mineralogische Zusammensetzung, Granulometrie, Rundung und Oberfläche der Sandkörner. Wenn auch einige Kriterien, isoliert betrachtet, keine eindeutige Aussage ermöglichen, so kann doch aus der Zusammenschau aller Indikatoren geschlossen werden, dass der Sandstein von Champenay durch Wind abgelagert worden ist und somit fossile Dünen darstellt.

BIBLIOGRAPHIE

BENECKE E. et WERVEKE L. van (1830) – Ueber das Rotliegende der Vogesen. *Mitt. geol. L.-Anst. Els.-Lothr.*, III, p. 45 - 103.

- CAILLEUX A. (1952) – L'indice d'émoussé de grains de sables et grès. *Rev. Géomorph. dyn.*, III, p. 78 - 88.
- DUBOIS G. et DUBOIS C. (1955) – La géologie de l'Alsace. Aperçu général et excursions géologiques. *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 13, 310 p.
- ENGELHARDT W. von (1939-40) – Die Untersuchung wasser- und windtransporterter Sande auf Grund der Korngrößenverteilung ihrer leichten und schweren Gemengteile. *Chemie der Erde*, Jena, 12, p. 451 - 465.
- FALKE H. (1969) – Zur Paläogeographie der Randgebiete des nördlichen Oberrheingrabens zur Zeit des Rotliegenden. *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenf.*, Wiesbaden, 97, p. 130 - 151.
- FUCHTBAUER H. et MULLER G. (1970) – Sedimente und Sedimentgesteine. Sediment-Petrologie. Teil II. Schweizerbarth, Stuttgart, 726 p.
- GLENNIE K.W. (1970) – Desert Sedimentary Environment. Elsevier Publ. Co, Amsterdam, 222 p.
- HOGARD H. (1837) – Description minéralogique et géologique des régions granitique et arénacée du système des Vosges, avec un atlas comprenant une carte géognostique des Vosges, plusieurs vues et coupes. Librairie Valentin, Epinal.
- HOLLINGER J. (1970) – Beitrag zur Gliederung des Deckgebirges der Nordvogesen. *Z. deutsch. geol. Ges.*, Hannover, 121, p. 79 - 91.
- LE RIBAULT L. (1976) – L'exoscopie des quartz. *Notes et Mém. Comp. franç. Pétr.*, 12, 231 p.
- McKEE E.D. (1957) – Primary structures in some Recent sediments. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 41, p. 1704 - 1747.
- MEHRA O.P. et JACKSON M.L. (1960) – Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays and clay min.*, (7th Nat. Conf., 1958), 5, p. 317 - 327.
- OPDYKE N.D. (1961) – The palaeoclimatological significance of desert sandstone. In : A.E.M. NAIRN (Ed.) «Descriptive palaeoclimatology». Interscience, New York, p. 45 - 60.
- PLESSMANN W. (1957) – Zur Sedimentation des Bausandsteins im Raume Göttingen. *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, p. 115 - 122.
- POTTER P.E. et PETTITJOHN F.J. (1963) – Paleocurrents and Basin analysis. Springer Verl., Berlin, 296 p.
- REINECK H.E. (1970) – Das Watt- Ablagerungs- und Lebensraum. W. Kramer, Frankfurt, 142 p.
- ROZET (1834) – Sur les terrains anciens de la chaîne des Vosges. *Bull. Soc. géol. France*, (1), IV, p. 129 - 144.
- RUSSEL R.D. et TAYLOR R.E. (1937) – Roundness and shape of Mississippi River Sands. *J. Geol.*, 45, p. 225 - 267.
- SCHNEIDER H.E. (1961) – Die Quarzkornrundung als Mittel zur Unterscheidung des saarländischen Oberkarbons von seinem oberrotliegenden Deckgebirge. *Ann. Univ. Sarav. Sci.*, Saarbrücken, 8, p. 213 - 218.
- SINDOWSKI K.H. (1957) – Die synoptische Methode des Kornkurvenvergleiches zur Ausdeutung fossiler Sedimentationsräume. *Geol. Jb.*, Hannover, 73, p. 235 - 275.
- TERRY E.D. et CHILLINGAR G.U. (1955) – Summary of «Concerning some additional aids in studying sedimentary formations» by M.S. SHVETSOV. *J. Sedim. Petrol.*, 25, p. 229 - 234.

PLANCHE I

- 1 – Stratification oblique à grande échelle, carrière Douvier, Champenay.
- 2 – lame mince ; grossissement x 25 environ ; échantillon provenant de la carrière Petit-Wenger, Champenay.
- 3 – Grains de la fraction 0,35 - 0,63 mm ; grossissement x 20 environ ; échantillon provenant de la carrière Douvier, Champenay.

