

La géologie du site de la centrale nucléaire de Chooz (Ardennes françaises),

par J. PARENT et P. DUMONT.

INTRODUCTION.

La centrale nucléaire de Chooz ⁽¹⁾ est construite à 6 km à vol d'oiseau au Sud-Ouest de Givet, sur la rive droite de la Meuse, dans la partie la plus méridionale du méandre de Chooz. Elle est implantée contre le versant de rive concave de la vallée faisant face à l'île à Bord (photogr. n° 1).

Les travaux d'aménagement du site de la centrale ont fait disparaître cette île et modifié profondément le tracé du lit de la Meuse à cet endroit.

Une partie importante des installations (réacteur, piscine de désactivation, échangeurs de chaleur, etc.) a été installée au cœur même du versant à l'intérieur d'une caverne artificielle. Avant d'entreprendre ces travaux souterrains, une galerie horizontale de reconnaissance, longue de 200 m, avait été creusée dans le versant.

Cependant, les travaux effectués à la surface dégagèrent des formations dont les relations tant lithologiques que géométriques avec les couches reconnues en profondeur paraissaient énigmatiques; ils révélèrent aussi des fissurations des masses rocheuses qui faisaient craindre pour la bonne stabilité du versant. C'est pour coordonner les données géologiques recueillies en souterrain avec les indications de surface qu'il fut décidé d'effectuer un levé géologique local à l'échelle du 1/500^e. Les conclusions que l'on peut tirer de ce levé font l'objet de la présente note.

(1) Nous adressons nos vifs remerciements à la Société d'Énergie Nucléaire Franco-Belge des Ardennes (S.E.N.A.) qui nous a aimablement autorisés à publier les conclusions de l'étude géologique du site de la centrale.

CADRE GÉOLOGIQUE.

Les terrains affleurant dans le méandre de Chooz appartiennent au flanc sud du synclinorium de Dinant et constituent la couverture dévonienne du massif de Rocroi.

Stratigraphiquement, ils se rattachent au Siegenien, dont la subdivision est la suivante :

- Siegenien supérieur Sg3 : Grauwacke de Pétigny.
- Siegenien moyen Sg2 : Grauwacke de Saint-Michel.
- Siegenien inférieur Sg1 : Grès d'Anor.

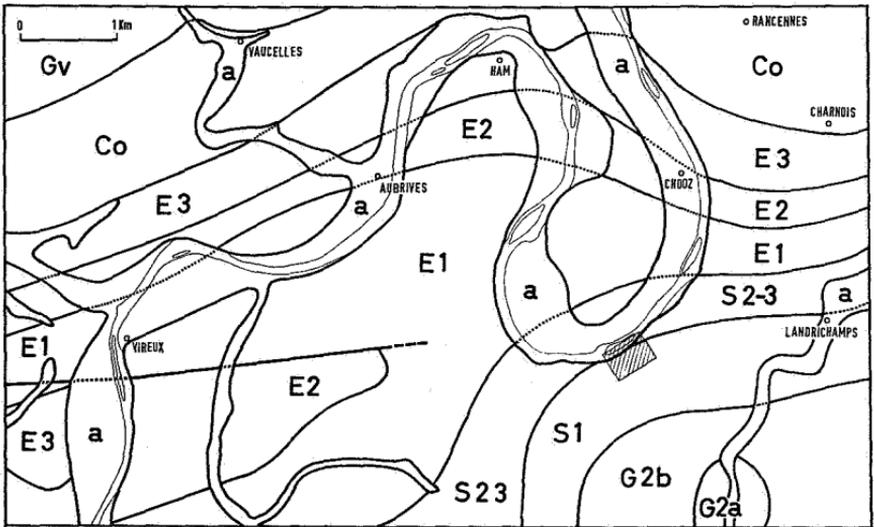


FIG. 1.

Croquis géologique établi d'après les travaux d'E. Asselberghs.

a : alluvions; Gv : Givétien; Co : Couvinien; E3 : Emsien supérieur; E2 : Emsien moyen; E1 : Emsien inférieur; S2-3 : Siegenien moyen et supérieur; S1 : Siegenien inférieur; G2 : Gedinnien supérieur.

Dans la vallée de la Meuse, les assises Sg2 et Sg3 sont très difficiles à distinguer sur le terrain. Aussi, E. ASSELBERGHS (1939, p. 327) les a-t-il groupées en un même ensemble Sg2-3 sous le vocable « Schistes de Montigny », reprenant en cela la subdivision adoptée par J. GOSSELET (1888, p. 274) :

- d2 : Schistes grossiers de Montigny;
- d1 : Grès d'Anor.

L'âge précis des couches affleurant dans le versant concave du méandre de Chooz à hauteur de l'île à Bord a fait l'objet de controverses.

La première édition de la feuille géologique de Givet au 1/80.000^e (1882), dressée par GOSSELET et JACQUOT, les rapporte aux schistes de Montigny (d2).



FIG. 2.

Coupe géologique le long de la vallée de la Meuse d'après Gosselet (1888).

Gv : Givétien; Co : Couvinien; E3 : Emsien supérieur; E2 : Emsien moyen; E1 : Emsien inférieur; S2-3 : Siegenien moyen et supérieur; S1 : Siegenien inférieur; G2 : Gedinnien supérieur.

La seconde édition de cette même feuille (1938), élaborée par E. ASSELBERGHS, G. WATERLOT et G. DUBAR, place la limite d2-d1 au pied du versant concave, à hauteur de l'île à Bord. C'est là l'interprétation d'E. ASSELBERGHS qui a tracé la partie dévonienne de la carte.

En 1949, à la suite d'un levé détaillé de la hauteur située entre l'île à Bord et le village de Landrichamps et après l'étude de puits de reconnaissance creusés au travers des alluvions de la Meuse, G. WATERLOT (1949, p. 205) propose de replacer la limite d2-d1 comme l'indiquait la première édition de la feuille de Givet.

Une telle divergence de conceptions s'explique par la rareté des affleurements naturels dans le versant de rive concave où le substratum géologique est caché sous un épais manteau d'éluvions et de coulées d'éboulis.

Les travaux de découverte ont confirmé la limite proposée par E. ASSELBERGHS pour le contact d2-d1.

Celui-ci (1939, p. 328) avait conclu à la présence des grès d'Anor parce qu'il avait découvert « au pied de l'escarpement de la Meuse, face à l'île à Bord, au Sud de Chooz » des débris de faciès « anoreux » contenant « *Proschizophoria personata*, *Stropheodonta segwicki*, *Spirifer primaevus*, *Spirifer solitarius*, *Meganteris ovata* ».

Il signale aussi que dans la région de Couvin, un niveau de grès blanc fossilifère épais de 30 m correspond au sommet du Grès d'Anor.

Au cours du levé, un niveau de grès blanc riche en fossiles a été repéré au point 402. Il représente ici le sommet d'une alternance de quartzites clairs et de schistes sombres.

PÉTROGRAPHIE.

Nous nous proposons de décrire de manière succincte les différents faciès lithologiques rencontrés au cours du levé, nous réservant d'examiner leurs relations mutuelles aux paragraphes consacrés à la sédimentologie et à la tectonique.

Arénites.

Les arénites sont massives ou zonées. Leur teinte est claire : gris clair à gris beige parfois blanchâtre. Elles renferment souvent des galets de lutite plus sombre (photogr. n° 12).

Les éléments constitutifs principaux sont le quartz, la muscovite et la sidérite.

Le quartz est, de loin, l'élément le plus abondant; ses grains sont anguleux, imbriqués les uns dans les autres. Ils peuvent être fissurés ou présenter des extinctions onduleuses. Leur dimension maxima est de l'ordre de 0,3 mm.

La muscovite, généralement peu abondante, apparaît en grandes paillettes de dimension comparable à celle des grains de quartz ou en fines lamelles serrées entre les autres éléments.

La sidérite ⁽¹⁾ se présente en proportions très variables d'un échantillon à l'autre. On l'observe souvent en plages irrégulières isolées entre les grains de quartz, mais elle peut aussi constituer un véritable ciment enrobant ces derniers.

Accessoirement, on trouve quelques grains de zircons, de feldspaths, de roches pélitiques ou de cherts.

En conclusion, selon la proportion de sidérite, on trouve parmi les arénites toute une gamme de roches allant des grès

(1) La sidérite a été identifiée dans certaines couches. L'étude des carbonates n'ayant cependant pas été systématique il n'est pas impossible qu'il en existe d'autres.

moyens à ciment carbonaté (sidéritique) (photogr. n° 11) aux *quartzites moyens* où la sidérite fait pratiquement défaut (photogr. n° 10).

Les arénites caractérisent les facies « anoreux » du Siegenien inférieur.

Lutites.

Les lutites présentent toujours un aspect zoné mis en évidence par la couleur et la granulométrie. Les zones à grain grossier sont claires : gris blanchâtre; celles à grain fin sont foncées : gris-noir à gris-bleu (photogr. nos 7 et 8).

Le zonage consiste en lentilles claires, très aplaties, se relayant dans une masse plus foncée. Leur épaisseur varie de quelques dixièmes de millimètre à plusieurs centimètres. Elles sont très souvent irrégulières, ondulées, contournées, effrangées, disloquées (photogr. n° 9).

Les minéraux observés sont le *quartz*, la *muscovite* et la *sidérite* avec accessoirement quelques *zircons* et *feldspaths*.

Les zones foncées sont constituées d'un mélange, en proportions très variables, de particules très fines de quartz, de muscovite et de sidérite (photogr. n° 12). Des grains de quartz de dimensions nettement plus grandes (diamètre : plusieurs dizaines de microns) y apparaissent.

Les zones claires sont constituées des mêmes minéraux et caractérisées par une teneur plus élevée en éléments grossiers.

En conclusion il s'agit de « lutites zonées ».

Les niveaux sidéritiques.

Certains niveaux très compacts, de couleur gris-bleu, sont constitués presque uniquement de sidérite (photogr. n° 13). Ils sont parfois réduits à des alignements de lentilles.

L'ALTÉRATION.

Dans la zone soumise à l'action des eaux météoriques, les roches subissent les altérations suivantes :

a) Les *arénites* prennent une teinte beige parfois brunâtre. Ce changement de coloration résulte de la transformation de la sidérite en limonite (photogr. nos 14, 15 et 16). L'intensité

de la coloration brune est fonction de la teneur en sidérite de la roche fraîche. Les quartzites sont inaltérés et restent blancs. Si la proportion de sidérite augmente, la roche altérée présente de fines mouchetures brunes. Par contre, les grès à ciment sidéritique prennent une teinte générale brunâtre qui ne contraste plus avec la tonalité des lutites environnantes. Cette transformation chimique affecte considérablement leur résistance à la désagrégation et à l'érosion.

b) Les *lutites* altérées ont des tonalités beaucoup plus claires (gris clair à beige) que les roches saines (gris-noir à gris-bleu). Les zones riches en sidérite deviennent brunes.

c) Les *niveaux et lentilles de sidérite* sont transformés en limonite. Le passage de la zone altérée à la zone saine est brutale.

d) Du fait de la disparition des éléments solubles, il ne subsiste plus à certains niveaux que des résidus sableux ou argileux. Ces derniers ont tendance à fluer dans les joints de stratification et dans les diaclases.

SÉDIMENTOLOGIE.

Les levés « banc par banc » et l'étude pétrographique mettent en évidence les faits suivants :

- les alternances d'arénites et de lutites sont un fait général; rares sont les formations homogènes dépassant 2 m d'épaisseur;
- les bancs d'arénites sont souvent séparés par des ensembles consistant en alternances de lutite et de grès à ciment carbonaté, parfois fossilifère et présentant souvent des stratifications obliques; l'épaisseur des unités formant ces alternances peut être inférieure au millimètre;
- quelques surfaces à « ripple-marks » et quelques surfaces ravinées ont été repérées;
- les remaniements pénécemporains de la sédimentation sont très fréquents; ils paraissent dus, en ordre principal, aux courants, au « slumping » et aux organismes fousseurs;
- les terriers, remplis d'arénites, abondent à certains niveaux de lutites;
- des couches à « galets mous » existent parmi les arénites;
- la sidérite est présente pratiquement dans toutes les roches.

On peut tirer, de toutes ces observations, les conclusions suivantes :

- au cours du dépôt, les conditions de sédimentation variaient continuellement;
- la turbulence, quoique variable, était toujours élevée;
- les courants étaient fréquents;
- l'épaisseur d'eau devait être faible;
- les apports consistaient principalement en quartz, muscovite et fer;
- la granulométrie de ces apports était moyenne (les grains les plus gros des roches ne dépassent pas en effet 300 microns);
- les animaux fouisseurs étaient abondants (terriers et niveaux remaniés);
- le milieu était réducteur (présence de sidérite).

Au point de vue paléogéographique on est frappé de la très grande similitude existant entre certains niveaux de ces formations et les dépôts littoraux actuels de la zone de balancement des marées. On peut supposer qu'au Siegenien la région étudiée était proche de la côte, bien qu'aucun indice d'émersion n'ait été observé.

TECTONIQUE ET STRATIGRAPHIE.

Structure générale (voir planches nos 1 et 2).

a) A l'Ouest du site, les assises arénitiques du Siegenien inférieur (Grès d'Anor) constituent le pied du versant. Elles se présentent comme une série inversée ⁽¹⁾ à pente sud très forte (70° à 80°) de plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. En surface toutefois, cette pente est atténuée par le « fauchage des têtes de bancs » (photogr. n° 2). Cette série se termine vers le Sud par une charnière anticlinale que nous avons appelée : « ligne de renversement des couches » (photogr. n° 3).

(1) A l'appui de cette manière de voir, on peut signaler les indications fournies par les stratifications obliques, les ravinements et les terriers. La présence des couches inversées n'a rien d'exceptionnel puisque sur la rive gauche de la Meuse, J. GOSSELET a montré que l'anticlinal de Vireux avait son flanc nord déversé au Nord (fig. 2).

b) A l'Est du site, les lutites du Siegenien moyen et supérieur occupent le pied du versant entre la Meuse et la bande d'arénites du Siegenien inférieur. Leur allure est concordante avec celle de ces dernières formations.

c) Au Sud de la « ligne de renversement des couches », les arénites sont rares, tandis que les lutites abondent. Les couches décrivent des plis assez réguliers dirigés approximativement Est-Ouest. Des axes anticlinaux passent par les affleurements 41, 34-38 et S. 3. L'absence de fossiles ne permet pas de dater ces couches. Elles peuvent appartenir soit au Siegenien inférieur et dans ce cas elles constituent un horizon de lutites relativement épais entre deux complexes arénitiques, soit au Siegenien moyen ou supérieur dont elles ont le faciès.

d) La galerie de reconnaissance a recoupé sur 160 m les alternances d'arénites et de lutites du Siegenien inférieur. Certaines de ces roches sont de teinte vert olive. A son extrémité sud, elle est venue buter contre une zone perturbée. Cette dernière a également été recoupée dans certains travaux souterrains (paroi sud de la salle des réacteurs) à un niveau plus élevé, mais sensiblement dans le même plan que la « ligne de renversement des couches » et l'extrémité de la galerie de reconnaissance. La série isoclinale du Siegenien inférieur paraît donc tronquée vers le haut par une zone dérangée de direction sensiblement parallèle à celle des couches et pendant régulièrement au Sud de 25° environ.

L'allure des couches dans la zone de la « ligne de renversement » montre que le massif sud a chevauché le massif nord, ce mouvement pouvant d'ailleurs expliquer le renversement observé.

e) Les cinq sondages effectués en éventail dans le plan vertical de la galerie de reconnaissance ont recoupé des faciès analogues à ceux rencontrés dans cette dernière et dans les affleurements de surface.

Il convient toutefois de noter :

- a) l'abondance des roches de teinte vert olive;
- b) le nombre élevé de zones failleuses délimitant entre elles des ensembles où l'allure des couches est très variable.

Il est donc vraisemblable que la zone dérangée qui tronque la série isoclinale vers le haut affecte les terrains sur une certaine épaisseur.

En conséquence, deux hypothèses peuvent être retenues :

1. *Les terrains au Sud de la « ligne de renversement des couches » appartiennent au Siegenien inférieur.* Dans ce cas l'ampleur du déplacement le long de la zone dérangée est relativement faible, voire nul. La dislocation observée peut s'expliquer par l'écrasement les unes sur les autres d'assises rigides serrées dans le noyau de l'anticlinal. La carte géologique a été établie dans cette hypothèse.

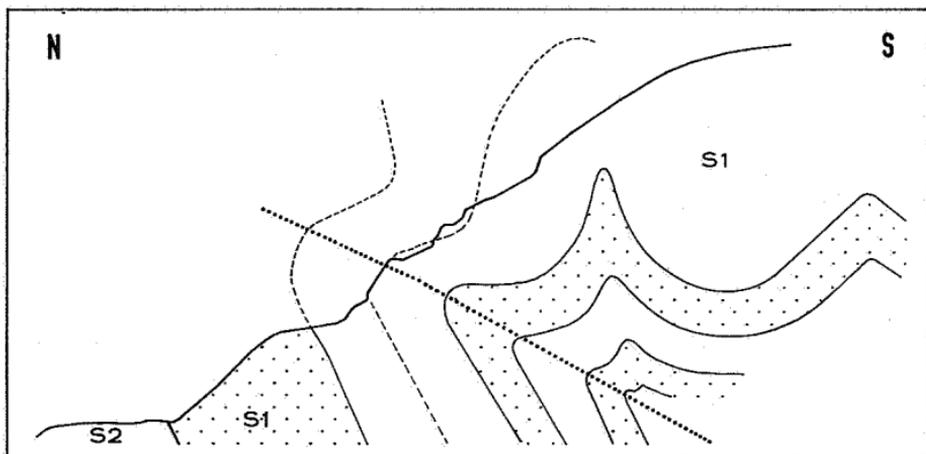


FIG. 3.

2. *Les terrains au Sud de la « ligne de renversement des couches » appartiennent au Siegenien moyen et supérieur à l'exception toutefois de ceux affleurant dans le ravin de Flivaux qui se rattachent au Siegenien inférieur.* Dans ce cas, la zone dérangée correspond à un déplacement beaucoup plus important que dans le premier cas et on se trouve en présence d'allures tectoniques comparables à celles observées dans la vallée de la Meuse aux environs de Vireux (faille et anticlinal de Vireux).

C'est cette seconde hypothèse qui a été retenue dans la confection du bloc-diagramme.

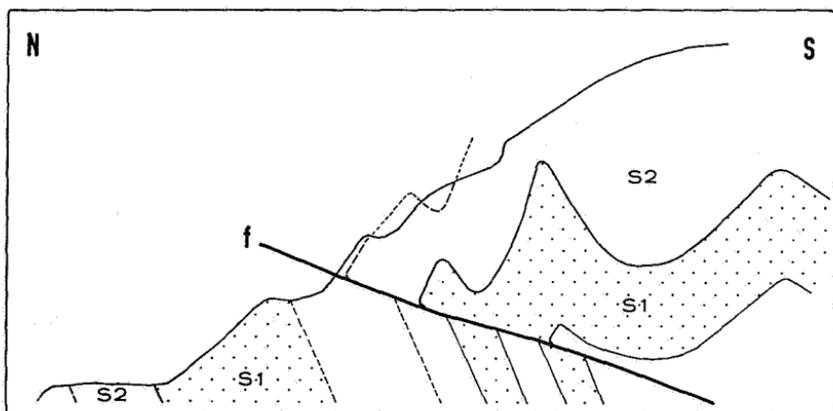


FIG. 4.

Failles.

Plusieurs failles ont été mises en évidence :

- une faille à pente sud, dirigée Est-Ouest et passant par les affleurements 161 et 166;
- une faille à pente sud, dirigée Est-Ouest et passant par les affleurements 15 et 445;
- deux failles verticales, orientées l'une et l'autre NE-SW et mises en évidence par un remplissage de quartz : la première a été recoupée par la galerie de reconnaissance à 172 m de son origine; la seconde a été observée en surface aux points 411 et 421.

Ces failles rendent très difficiles les raccords entre les compartiments qu'elles délimitent.

Diaclases.

Les diaclases généralement ouvertes que l'on observe aux divers affleurements peuvent se grouper en deux catégories :

- a) les diaclases nombreuses et tout à fait irrégulières qu'il n'est pas possible d'étudier statistiquement;

b) les diaclases planes et régulières divisant les roches en solides prismatiques. L'étude statistique de ces dernières permet de les ranger en deux groupes :

— un groupe de diaclases verticales sensiblement perpendiculaires à la direction des couches. Leur direction est donc approximativement Nord-Sud;

— un groupe de diaclases parallèles à la direction des couches c'est-à-dire orientées Est-Ouest, d'inclinaison variable, mais faisant un angle de 90° avec la stratification.

Ces deux groupes se recoupent donc à peu près orthogonalement.

Schistosité.

La schistosité n'est bien marquée que dans certaines lutites.

Elle est dirigée Est-Ouest et incline uniformément au Sud avec une pente moyenne de 26° .

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Il est certain que les allures tectoniques mises en évidence au Sud du méandre de Chooz remettent en question l'interprétation de cette région.

Quelle que soit l'hypothèse retenue, la zone dérangée reconnue traduit un effort de compression. Les allures relevées le long de la « ligne de renversement des couches » (photogr. n° 3) ne laissent aucun doute à cet égard.

On est tenté de rapprocher ces structures de l'anticlinal et de la faille de Vireux situés quelques kilomètres à l'Ouest sur le même parallèle.

Seul, un levé détaillé de la zone comprise entre la Meuse et la Houille permettra d'établir des relations cohérentes entre ces structures.

LABORATOIRE DE GÉOLOGIE.
UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES.

DÉCEMBRE 1964.

BIBLIOGRAPHIE.

1. ASSELBERGHS, E., 1937, Le Dévonien inférieur de la vallée de la Houille. (*Bull. Soc. belge de Géol., Pal. et Hydr.*, t. XLVII, 1937, pp. 158-164.)
2. — 1938, La Faille de Vireux (Ardenne française). (*Ibid.*, t. XLVIII, 1938, pp. 210-216.)
3. — 1939, Le Dévonien inférieur de la feuille de Givet (Ardennes) au 1/80.000^e. (*Bull. Serv. Carte Géol. de France*, C. R. Coll., Camp. 1938, n° 199, t. XL, 1939, pp. 21-33, 4 fig.)
4. — 1946, L'Éodévonien de l'Ardenne et des régions voisines. (*Mém. Inst. géol. Univ. de Louvain*, t. XIV.)
5. ASSELBERGHS, E., WATERLOT, G. et DUBAR, G., 1958, Carte géologique de la France au 1/80.000^e, feuille de Givet (n° 15), 2^e édition.
6. FOURMARIER, P., 1924, La Faille de Vireux. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XLVII, 1924, pp. 229-231.)
7. GOSSELET, J., 1888, L'Ardenne. (*Mém. Carte géol. dét. de la France*, Paris.)
8. GOSSELET, J. et JACQUOT, 1882, Carte géologique de la France au 1/80.000^e, feuille de Givet (n° 15), 1^{re} édition.
9. WATERLOT, G., 1949, Les alluvions de la Meuse et leur substratum dans l'« Ile à Bord » et aux environs immédiats de la commune de Chooz (Ardennes). (*Ann. Soc. géol. du Nord*, LXIX, 1949.)

PLANCHE I

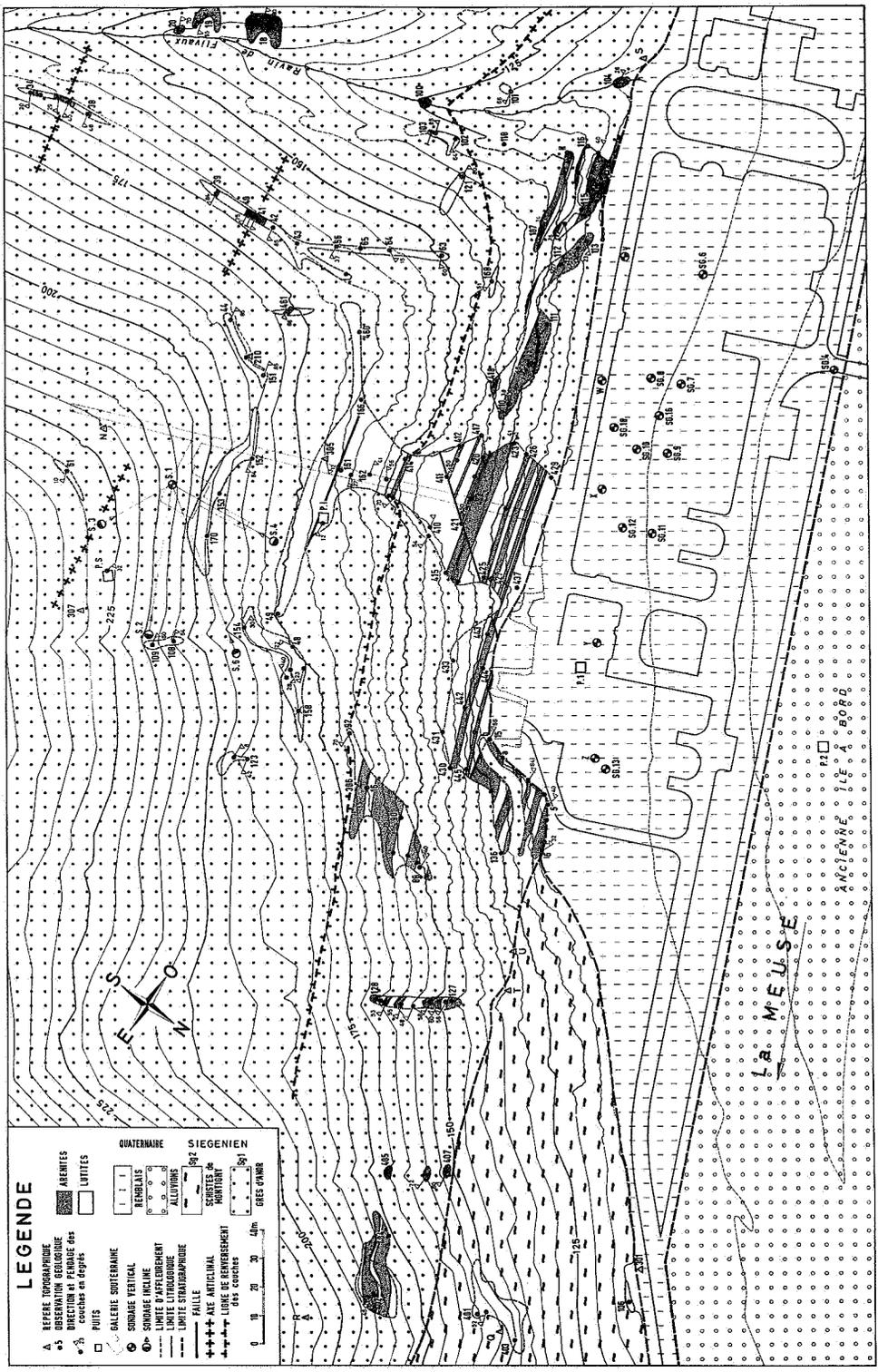
EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

CARTE GÉOLOGIQUE.

Echelle 1/2.500.

La carte géologique a été tracée dans l'hypothèse où tous les terrains situés au Sud de la « ligne de renversement des couches » appartiennent au Siegenien inférieur (hypothèse n° 1, p. 9).

Du fait de la disposition particulière de la topographie l'orientation traditionnelle n'a pas été respectée.



LEGENDE

- | | | |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▲ REFERE TOPOGRAPHIQUE ○ OBSERVATION GÉOLOGIQUE ○ DIRECTION ET PENTE DES ESCARPES ET PAGES □ PUIES □ GALERIE SOUTERRAINE ○ SONDRAGE VERTICAL ○ SONDRAGE INCLINE ○ LIMITE D'APPARTENEMENT ○ LIMITE STRATIGRAPHIQUE — FAUILLE ++++ ANNE ANTICLINALE +++++ LIGNE DE RENVERSEMENT des couches | <p>QUATÉNAIRE</p> <ul style="list-style-type: none"> □ LITTES □ REMBLAIS □ ALLUVIONS | <p>SIEGÉNIEN</p> <ul style="list-style-type: none"> □ SERRÉS 2 □ HORTOIT |
|--|--|---|

0 10 20 30 40m
MÈTRES

PLANCHE II

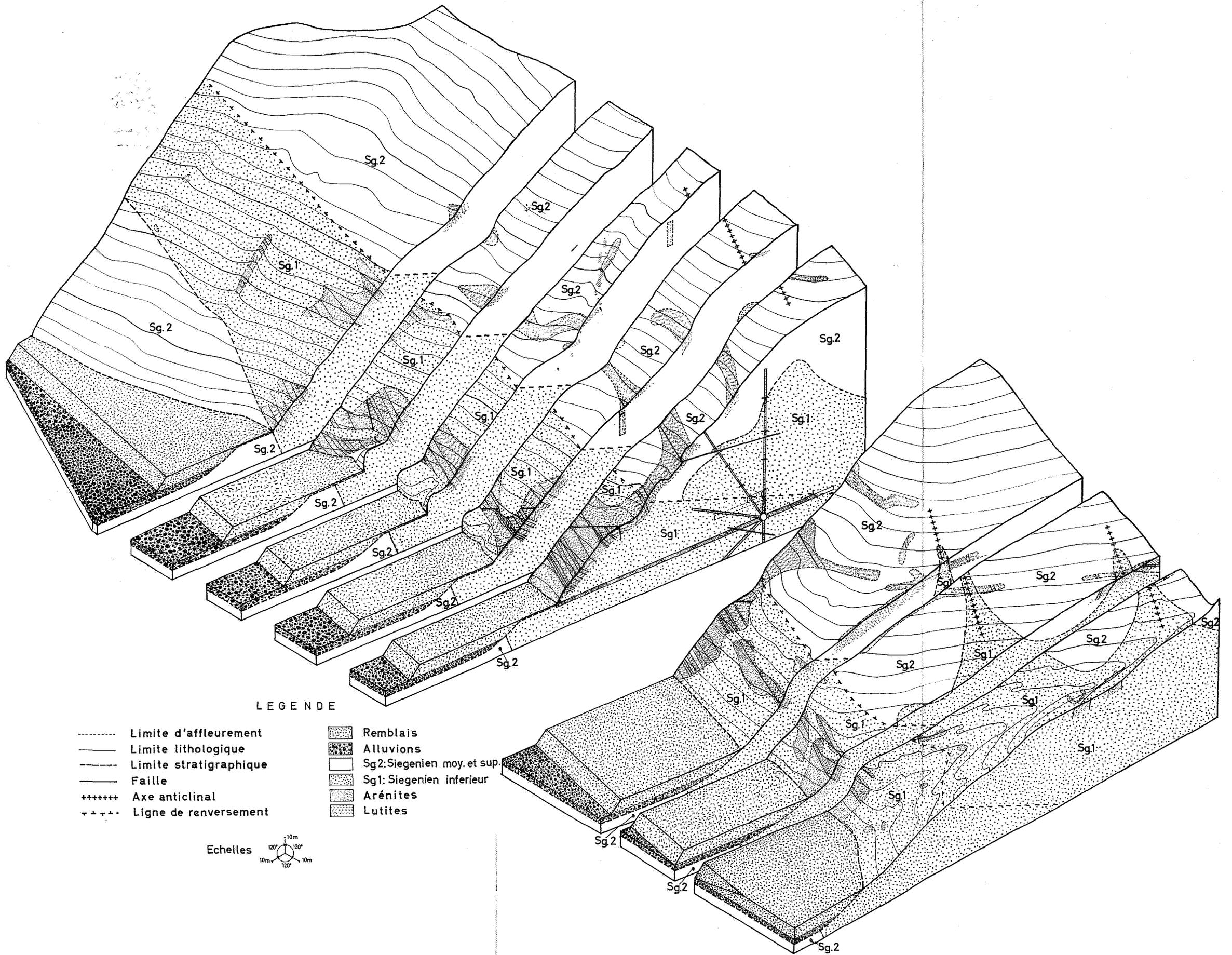
EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

BLOC DIAGRAMME.

Projection isométrique.

Echelle 1/2.500.

Le bloc diagramme a été tracé dans l'hypothèse où les formations non arénitiques situées au Sud de la « ligne de renversement des couches » appartiennent au Siegenien moyen et supérieur (hypothèse n° 2, p. 9).



EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

COUPE ENTRE LES POINTS 5 ET 15.

PLANCHE III

AFFLEUREMENT 5-15

ETAGE	N°	Epaisseur	DESCRIPTION
SIEGNIEN INFERIEUR	49	120	Quartzite gris-beige, à grains fins, à fines mouchetures limoniteuses, stratifié en bancs de 10 à 30 cm, d'épaisseur.
	48	140	Quartzite gris verdâtre à grains fins formant un banc massif
	47	10	Schiste sombre brun-noir
	46	10	Grès à débris de coquilles
	45	10	Schiste brun-noir
	44	34	Grès brunâtres
	43	1	Schiste noir
	42	35	Grès brunâtres
	41	30	Quartzite gris-beige
	40	40	Quartzite beige à grains fins
	39	5	Schiste gris-noir
	38	195	Grès-quartzite beige, zoné, à grains fins, en bancs de 5, 10 et même 20 cm.
	37	210	Schistes micacés bruns alternant avec grès bruns ferrugineux, fossilifères, <i>Septaria</i> partiellement remplis d'argile noire.
	36	65	Quartzite beige, zonaire, à grains fins
	35	2	Schiste sombre
	34	48	Quartzite beige à zonage fruste
	33	20	Quartzite beige
	32	1	Schiste sombre
	31	15	Quartzite beige
	30	25	Quartzite beige massif
	29	60	Quartzite gris massif à diaclases recimentées par du quartz
	28	5	Schiste sombre
	27	210	Quartzite vert à beige-clair découpé en masses irrégulières par des passées schisteuses
	26	120	Schistes noirs alternant avec grès bruns micacés et des grès gris-vert à grains fins et stratification oblique
	25	40	Quartzite
	24	115	Schistes noirs alternant avec grès bruns micacés et grès gris-vert à grains fins et stratification oblique
	23	40	Quartzite zonaire gris-vert à grains fins
	22	30	Quartzite zonaire gris-vert à grains fins
	21	2	Schiste sombre
	20	80	Quartzite zonaire en bancs minces
	19	55	Quartzite zonaire gris-vert à grains fins
	18	5	Schiste sombre
	17	10	Quartzite gris-vert à grains fins
	16	200	Schistes noirs avec bancs de grès
	15	15	Quartzite gris-vert
	14	30	Quartzite à stratifications entrecroisées avec minces niveaux schisteux
	13	100	Quartzite gris à galets de schistes noirs anguleux
	12	180	Quartzite gris-vert à gris-beige à grains fins, avec minces intercalations de schistes noirs soulignant une stratification entrecroisée. Galets de schistes noirs.
	11	280	Schistes noirs alternant avec grès bruns et gris-beige à stratification entrecroisée très irrégulière
	10	200	Quartzite gris-beige à grains fins dont l'allure, largement lenticulaire est soulignée par des intercalations schisteuses
	9	50	Schistes noirs alternant avec grès à stratifications entrecroisées
	8	200	Quartzite gris-vert avec conglomérat à galets plats de schistes noirs
	7	50	Schistes alternant avec grès bruns
	6	50	Quartzite gris-vert
	5	50	Schistes alternant avec grès bruns
	4	250	Quartzite gris-vert
	3	30	Schistes alternant avec grès bruns
	2	500	Quartzite gris-vert
	1		Schistes alternant avec grès bruns

PLANCHE IV

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

PHOTOGRAPHIE n° 1.

Vue générale du versant de la vallée en face de l'« Ile à Bord » (juin 1962). La photographie est prise de la rive gauche en direction Sud-Est.

PHOTOGRAPHIE n° 2.

Sommet de la série renversée du Siegenien inférieur (Grès d'Anor) au pied du versant entre les points 5 et 15. La faille entre les points 15 et 445 est nettement visible.

PHOTOGRAPHIE n° 3.

Zone de la charnière au Sud de la série renversée (affleurement n° 162).

PHOTOGRAPHIE n° 4.

« Slumping » dans les alternances de lutites et d'arénites.

PHOTOGRAPHIE n° 5.

Galet de lutite dans un quartzite.

PHOTOGRAPHIE n° 6.

Stratifications entrecroisées dans les alternances de lutites et d'arénites.

PHOTOGRAPHIE n° 7.

Lutite zonaire à prédominance d'éléments argileux.

PHOTOGRAPHIE n° 8.

Lutite zonaire à prédominance d'éléments quartzeux.

PHOTOGRAPHIE n° 9.

Lutite zonée perturbée.

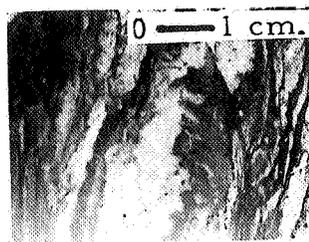
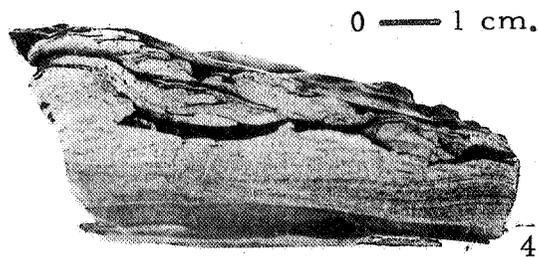
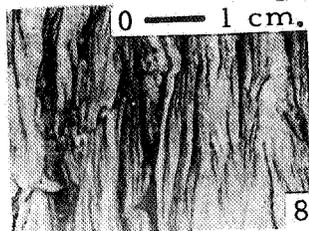
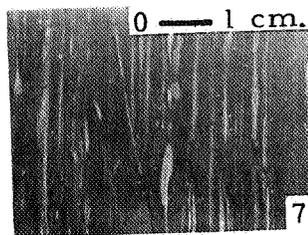
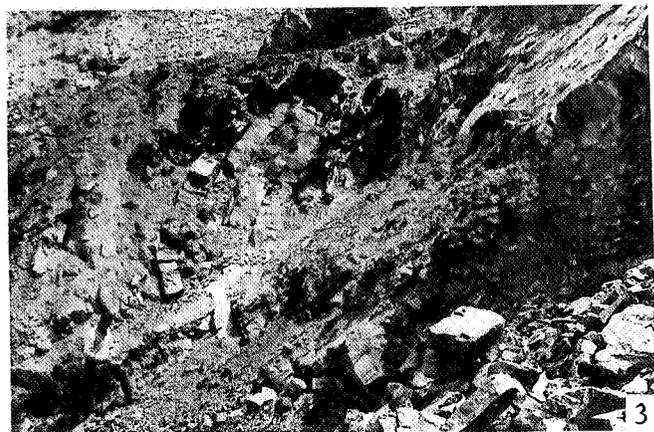
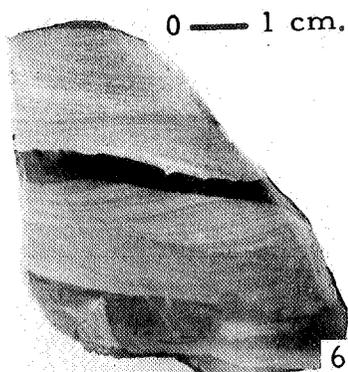
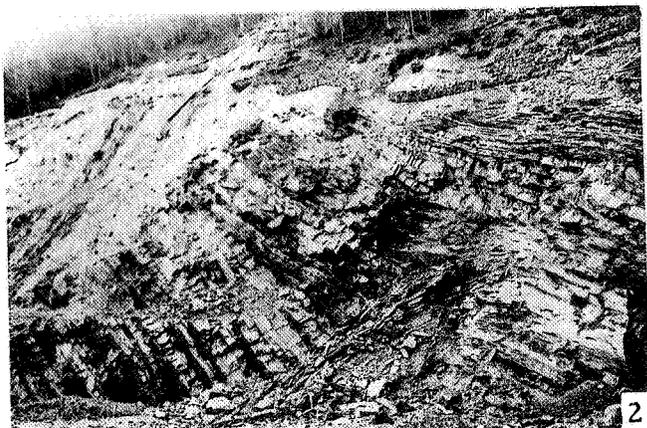
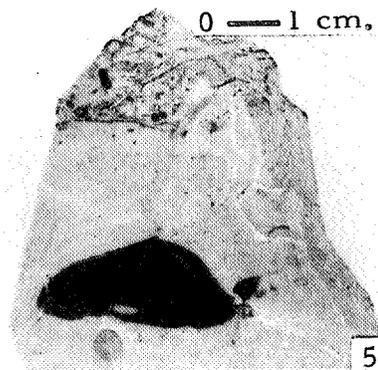
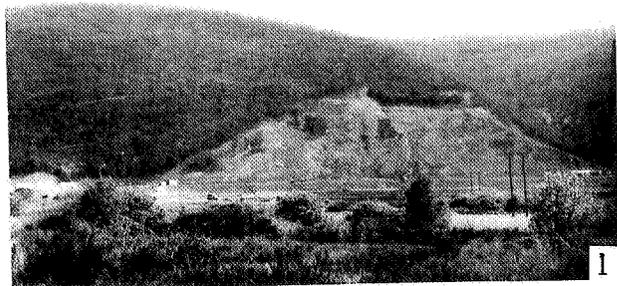


PLANCHE V

EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

PHOTOGRAPHIES N^{os} 10 ET 11.

Objectif 10; oculaire 12,5; lumière blanche; n^o 10 : sans nicol; n^o 11 : avec nicols. Quartzite.

PHOTOGRAPHIES N^{os} 12 ET 13.

Objectif 10; oculaire 12,5; lumière blanche; n^o 12 : sans nicol; n^o 13 : avec nicols.

Grès à ciment carbonaté (sidéritique).

Plages de quartz gris clair dans une matrice sidéritique plus foncée : photographie n^o 12.

PHOTOGRAPHIES N^{os} 14 ET 15.

Objectif 100 à immersion; oculaire 12,5; lumière blanche; n^o 14 : sans nicol; n^o 15 : avec nicols.

Lutite silico-argileuse.

PHOTOGRAPHIES N^{os} 16 ET 17.

Objectif 100 à immersion; oculaire 12,5; lumière blanche; n^o 16 : sans nicol; n^o 17 : avec nicols.

Lutite carbonatée (sidéritique).

PHOTOGRAPHIES N^{os} 18, 19 ET 20.

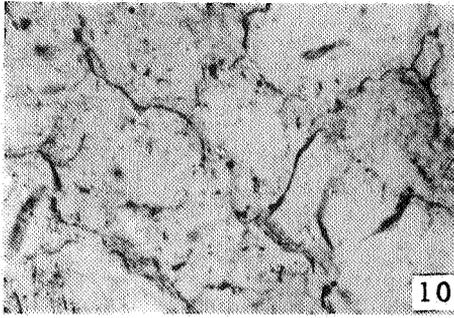
Objectif 10; oculaire 8; lumière blanche; sans nicol.

Grès à ciment carbonaté (sidéritique) :

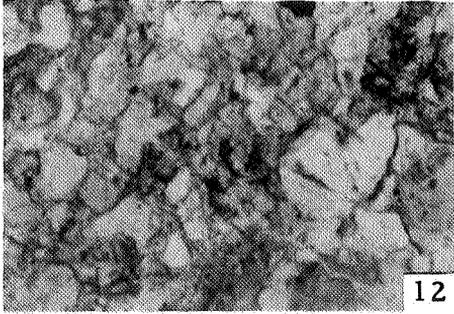
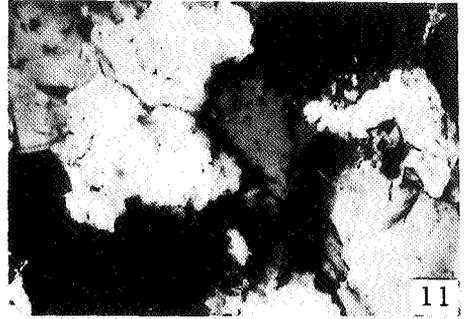
n^o 18 : sidérite non altérée;

n^o 19 : sidérite en voie d'altération en limonite;

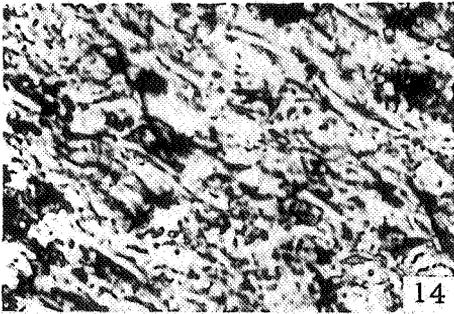
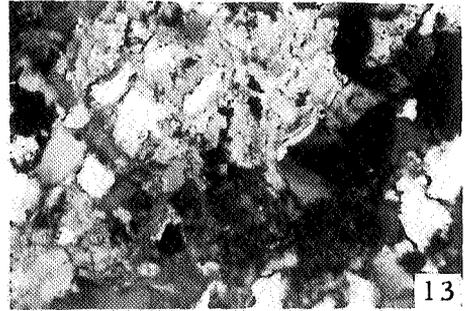
n^o 20 : sidérite altérée en limonite.



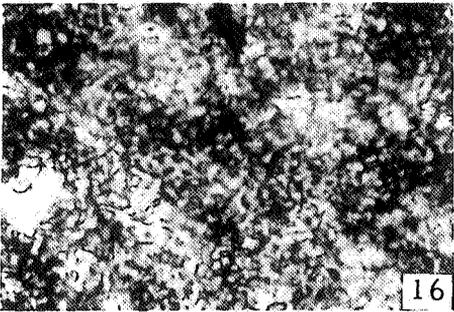
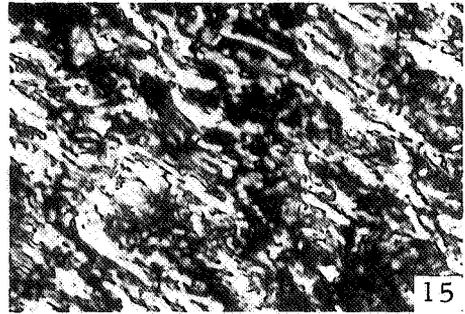
0
|
0, 1
mm



0
|
0, 1
mm



0
|
0, 01
mm



0
|
0, 01
mm

