



**CARTE  
GÉOLOGIQUE  
DE LA FRANCE  
A 1/50 000**

BUREAU DE  
RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES  
ET MINIÈRES

# BOUXWILLER

XXXVII-14

## BOUXWILLER

La carte géologique à 1/50 000  
BOUXWILLER est recouverte par la coupure  
SAVERNE (N° 54)  
de la carte géologique de la France à 1/80 000.

*Vosges gréseuses  
du Nord*

Sarreguemines	Bitche	Lembach
	Walschbronn	
Sarre-Union	BOUXWILLER	Haguenau
		Brumath
Sarrebourg	Saverne	Drusenheim

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE  
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL  
Boîte postale 6009 - 45060 Orléans Cédex - France



# NOTICE EXPLICATIVE

## SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	2
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i> .....	2
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i> .....	2
DESCRIPTION DES TERRAINS .....	3
<i>GÉOLOGIE PROFONDE</i> .....	3
<i>TERRAINS AFFLEURANTS</i> .....	6
<b>Formations secondaires</b> .....	6
Trias .....	6
Jurassique .....	23
<b>Formations tertiaires</b> .....	30
<b>Formations superficielles, Quaternaire</b> .....	33
TECTONIQUE .....	40
OCCUPATION DU SOL .....	43
<i>SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES</i> .....	43
<i>PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE</i> .....	46
<i>DONNÉES GÉOTECHNIQUES</i> .....	47
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS .....	49
<i>HYDROGÉOLOGIE</i> .....	49
<i>SUBSTANCES MINÉRALES NON MÉTALLIQUES</i> .....	51
<i>GITES MINÉRAUX</i> .....	52
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE .....	53
<i>DESCRIPTION DE SITES CLASSIQUES ET D'ITINÉRAIRES</i> .....	53
<i>BIBLIOGRAPHIE</i> .....	54
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i> .....	58
<i>ÉTUDES SPÉCIALISÉES</i> .....	58
AUTEURS DE LA NOTICE .....	59

## INTRODUCTION

### PRÉSENTATION DE LA CARTE

La portion du territoire couverte par la carte à 1/50 000 Bouxwiller est située pour les 9/10 de sa surface dans le département du Bas-Rhin. Sa partie sud-ouest (canton de Phalsbourg) et une étroite frange au Nord (cantons de Bitche et de Rohrbach-lès-Bitche) appartiennent au département de la Moselle.

Par l'aspect de ses paysages, sa géographie et sa nature géologique, elle comprend trois domaines bien différenciés :

— *une bande occidentale* à morphologie légèrement ondulée couverte de prairies et de cultures agrémentée par quelques bois. C'est le plus oriental des plateaux lorrains, établi sur les formations du Muschelkalk inférieur. Le pied de la cuesta du Plateau lorrain (plateau sur les calcaires du Muschelkalk supérieur) apparaît au Sud-Ouest et au Nord-Ouest de Metting, et au Sud de Durstel ; il forme la zone d'affleurement des assises du Muschelkalk moyen ;

— *au centre et au Nord*, un vaste domaine boisé appartenant aux Vosges gréseuses du Nord, modelé dans la masse des grès du Buntsandstein. Très disséqué par le réseau hydrographique en crêtes arrondies et buttes-témoins, cet ancien entablement gréseux présente un aspect montagneux malgré son altitude modeste (point culminant sur la feuille : 421 m ; point culminant du massif : 581 m) ;

— *au Sud-Est*, une région ondulée de cultures, prairies et de forêts, d'organisation plus complexe. C'est une mosaïque de terrains variés limitée de façon brutale avec le domaine précédent par le faisceau de la faille vosgienne. Cette région appartient au Champ de fractures de Saverne, partie marginale du Fossé rhénan, sorte de palier intermédiaire entre le massif vosgien et la plaine d'Alsace proprement dite.

Le drainage naturel se fait essentiellement en direction de la plaine d'Alsace. Dans le domaine vosgien, les vallées principales sont obséquantes avec du Sud-Ouest au Nord-Est : la vallée de la Zinsel-du-Sud, tributaire de la Zorn, qui prend sa source sous la cuesta du Plateau lorrain, celle de la Moder, celle du Rothbach et de la Zinsel-du-Nord, tous deux tributaires de la Moder. Seule la partie nord-ouest du territoire couvert par la carte est tributaire du bassin de la Sarre et drainée par l'Eichel et ses affluents.

### CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Quelques levés de contrôle ayant confirmé l'excellente qualité, pour les formations secondaires, des anciennes cartes et minutes à 1/25 000 de E. Schumacher et L. van Werweke, ces documents ont été presque entièrement repris. La plupart des terrassements et fouilles fraîches ouvertes lors de l'élaboration de la carte ont été visités, en particulier les coupes de l'autoroute A34. Quelques observations nouvelles de J. Blumenroeder ont été utilisées.

Les formations quaternaires ont été revues de façon plus exhaustives. Les connaissances sur ces dépôts ayant beaucoup évolué depuis le début du siècle, H. Vogt a effectué un lever rapide en 1971 pour reprendre l'interprétation des données anciennes. D'intéressantes observations sur la carte à 1/50 000 Saverne, en particulier les coupes de l'autoroute A34, le lever détaillé de J.J. Gross dans la région comprise entre Steinbourg et Bouxwiller et une campagne de sondages à la tarière ont permis de mieux comprendre la géométrie de ces formations et l'évolution de la région au cours du Quaternaire.

Le travail de coordination des levés des formations superficielles a été

assuré par R. Reichelt avec la collaboration de H. Vogt, J.-J. Gross et F. Ménillet.

La coordination générale n'a pas soulevé de problèmes trop ardues.

## DESCRIPTION DES TERRAINS

### GÉOLOGIE PROFONDE

Le socle hercynien a été atteint par deux sondages mécaniques : à — 1160 m à Obermodern (197-8-100) et à — 1 681 m à Adamswiller (197-1 -1 ) (\*). Le sondage d'Obermodern a recoupé sur une épaisseur de 29 m une granodiorite porphyrique à gros cristaux de plagioclases zonés automorphes, quartz en grains à contours simples, microcline en grands cristaux xénomorphes peu abondants, biotite, amphibole altérée en chlorite, épidote et calcite, apatite, sphène (diagnose P. Fluck). Le sondage d'Adamswiller a pénétré le socle hercynien sur une vingtaine de mètres en traversant des paragneiss sur une dizaine de mètres et en se terminant dans des quartzites à mica noir minéralisés en pyrite, galène et blende. Au-dessus, sur 659 m, une série, conglomératique à la base, constituée essentiellement par une alternance de grès et d'argiles et silts gris et rouges avec de rares intercalations charbonneuses est attribuée, sur la coupe du sondage, au Carbonifère supérieur (houiller). Il est probable que l'essentiel de cette série ait un âge stéphanien. Mais en l'absence d'indications paléontologiques, la présence de Westphalien à la base ou d'Autunien au sommet ne doit pas être exclue *a priori*.

Dans le sondage d'Obermodern, le socle granitique est recouvert par un premier ensemble, épais de 53 m environ, constitué par une alternance d'argile rouge, brun-rouge ou brun chocolat avec passées de conglomérats attribués de façon dubitative à l'Autunien. Le reste de la série permienne, constitué par une alternance de « marnes argileuses » (pélites argileuses probables) et de grès rouge, a une épaisseur de 470 mètres. Dans le sondage d'Adamswiller, la série permienne aurait 795 m d'épaisseur. Là, elle comprend une passée dolomitique épaisse d'une dizaine de mètres dans sa partie inférieure et des passées conglomératiques dans sa partie supérieure. L'importante réduction d'épaisseur des séries du Permien et du Carbonifère supérieur entre les deux sondages est vraisemblablement liée à la fermeture possible du bassin permo-houiller du Nord-Est de la Lorraine vers l'Est. Dans la région voisine de Haguenau et de Pechelbronn, les sondages profonds ont atteint directement le socle cristallin sous les grès du Buntsandstein.

Le Grès d'Annweiler ou des termes équivalents du Buntsandstein inférieur auraient dans les deux sondages une épaisseur de l'ordre de 30 mètres. Cette puissance apparaît faible en regard de celle du Grès d'Annweiler plus au Nord-Est (75 m dans la région de Lembach) et de son équivalent plus au Sud, les Couches de Senones (voir notice de la carte à 1 /50 000 Saverne) : 150 m à Engenthal-Wangenbourg. En outre, nous n'avons pas connaissance des critères qui ont été choisis pour placer la limite Permien-Buntsandstein dans ces sondages. Dans celui d'Obermodern le Buntsandstein inférieur est constitué par une alternance de « marnes rouges » (pélites argileuses probables) plus ou moins argileuses et finement micacées et de grès rouges et blancs à grain moyen à grossier. Dans celui d'Adamswiller, les couches attribuées au Buntsandstein inférieur sont constituées de grès rouges, blanchâtres ou verdâtres à grain fin. Dans la vallée du Rothbach, le sondage

(\*) Voir les logs figurés en marge de la carte.

Tableau 1. — HISTOIRE GÉOLOGIQUE

CHRONOLOGIE (les chiffres indiquent les âges en millions d'années)		ÉVÈNEMENT INTÉRESSANT LA RÉGION	PALÉOGÉOGRAPHIE	CLIMAT	DÉPÔTS
QUATERNAIRE	0,01 — Holocène	Glaciations dans les Vosges	Paléogéographie actuelle Vallées plus profondes que les vallées actuelles	Tempéré Froid sec intense	Colluvions et alluvions fines Formations périglaciaires de versant
	Pléistocène récent				
		Pléistocène ancien	0,1 — Riss 0,3 — Mindel	Glaciations dans les Vosges	Glaciations probables dans les Vosges
	3 — Pliocène		Refroidissement important Altérations importantes		
TERTIAIRE	Miocène	Pose dans le mouvement d'enfoncement du Fossé rhénan méridional	Zone de piedmont entre le rebord vosgien et le Fossé rhénan s.s. Cuvettes lacustres et palustres	Tempéré chaud et très humide Climat chaud à saisons alternées	Absence de dépôts
	Oligocène	Jeu majeur de la tectonique rhénane dans le Fossé rhénan méridional			
	Éocène	Début de la sédimentation dans un Fossé rhénan embryonnaire	Climat tropical chaud plus ou moins humide	Calcaire de Bouxwiller Lignite de Bouxwiller	
					sup. moyen
CRÉTACÉ	sup.	Début de la tectonique rhénane en distension Ondulations épigéniques Émersion Régression	Mer épicontinentale, milieu agité et aéré Mer épicontinentale, milieu plus ou moins confiné et ré-	Absence de dépôt Calcaires et marnes (érodés) Calcaires oolithiques	
	140 —	Malm			Vases grises silteuses (« marnes ») et calcaires
JURASSIQUE	Dogger				
		Lias			

Climat chaud plus ou moins humide

SECONDAIRE	TRIAS	200 —	Rhétien	Transgression marine	Ensemblement de la lagune, influences marines	Tendance plus humide	Dépôts silteux rouges Dépôts sableux (grès) Apport fluviatile sableux au Keuper moyen			
		Keuper						Keuper (sens restreint) Lettenkohle	Régression	Milieu lagunaire sursalé
		Muschelkalk	sup.	Transgression de la mer germanique	Progradation deltaïque, tendance lagunaire (vasière littorale)	Milieu lagunaire sursalé	Périodes arides	Sédimentation rythmée : carbonates et détritiques fins <i>Carbonates</i>		
			moy.	Régression	Plate-forme marine (milieu marin franc à forte énergie)				Détritiques très fins, carbonates et <i>évaporites</i> <i>Carbonates</i>	
inf.	Transgression de la mer germanique	Plate-forme littorale	Climat côtier plus humide	Détritiques fins						
Buntsandstein	sup. moy. inf.	Tendance à la subsidence	Aire deltaïque Basse plaine alluviale à chenaux et flaques	Saisons contrastées (chaud) Périodes arides	Sables et silts Sables et galets (grès rouges et conglomérats)					
PRIMAIRE	PERMIEN	230 —	Érosion de la chaîne hercynienne et dernières manifestations tectoniques du cycle hercynien <i>Orogenèse hercynienne</i>	Fossés et petits bassins	Aride à subaride (chaud)	<i>Dépôts détritiques rouges grossiers à fins</i>				
		indifférencié					sup.	Tectonique cassante	Climat tropical très chaud et très humide	Dépôts détritiques grossiers à fins avec rares intercalations carbonneuses (molasse)
		300 —					inf.	Plissement sudète		
CARBONIFÈRE	350 —	DÉVONIEN								

197-4-39 a rencontré à partir de 158 m, jusqu'au fond du forage, des grès fins relativement argileux de teinte brun-rouge à l'état humide (rose à l'état sec), homogènes, que nous assimilons au Grès d'Annweiler. Leurs grains ont une forme beaucoup moins arrondie que ceux du Grès vosgien. Dans les forages voisins, des passées argileuses brun rougeâtre sombre (à l'état humide) leur sont associées. Un faciès similaire a été observé au fond d'un forage à Neuwiller-lès-Saverne (197-7-18) entre 131 et 133 m de profondeur.

La base du Buntsandstein moyen est classiquement marquée par le Conglomérat inférieur (voir **t1b**, Grès vosgien), mais celui-ci n'a pas été observé dans les sondages de Rothbach et de Neuwiller-lès-Saverne. L'aspect des grains de quartz (fraction 0,2 à 0,5 mm) : subanguleux à subarrondis dans les grès du Buntsandstein inférieur, de forme très arrondie dans les grès vosgiens semble être le meilleur critère pour placer cette limite.

## TERRAINS AFFLEURANTS

### Formations secondaires

#### Trias

Rappelons que les régions Alsace et Lorraine ont appartenu au domaine du Trias germanique caractérisé par la succession de trois ensembles lithostratigraphiques : le Buntsandstein, gréseux, le Muschelkalk riche en carbonates et le Keuper, argileux, avec des intercalations d'évaporites. Ces ensembles et leur subdivisions ne sont pas, pour beaucoup d'entre eux, délimités par des coupures chronostratigraphiques telles que celles qui définissent les « étages ». En particulier, la limite entre le Buntsandstein et le Muschelkalk est hétérochrone dans ces régions.

Dans le domaine de la feuille Bouxwiller, l'épaisseur totale du Trias est de l'ordre de 875 m, d'après le sondage d'Obermodem 1 (197-8-100) en tenant compte de la partie enlevée par l'érosion à l'aplomb de cet ouvrage.

#### • **Buntsandstein**

Épaisse de 500 m environ, la série du Buntsandstein est essentiellement constituée par des grès rouge sombre à l'état humide, roses à l'état sec. Ce sont des grès quartzo-feldspathiques à grain moyen, ciment siliceux et pigment ferrugineux (hématite et goéthite). La composition du cortège de minéraux lourds est sensiblement la même dans toute la série : prédominance de tourmaline et de zircon, rutile, grenat, staurotide, monazite et magnétite.

Les formations du Buntsandstein constituent un ensemble d'origine essentiellement fluviale, deltaïque à marin littoral dans ses derniers mètres. Pauvre en fossiles, à l'exception de sa partie supérieure, cet ensemble est subdivisé selon des critères uniquement lithologiques et sédimentologiques (J. Perriaux, 1961). Au Trias inférieur, le champ magnétique terrestre ayant subi d'assez nombreuses inversions, un essai de corrélation chronostratigraphique par les méthodes paléomagnétiques a été tenté pour le Buntsandstein supérieur (P.-J. Bureck, 1970).

**t1b. Buntsandstein moyen. Grès vosgien.** Importante masse rouge épaisse de 350 m environ, le Grès vosgien, profondément entaillé par le réseau fluviale, donne aux Vosges du Nord leur individualité. Ce sont d'anciens sables fluviaux, cimentés après leur dépôt. Ils comprennent quelques intercalations conglomératiques et sont subdivisés en bancs lenticulaires épais généralement de 0,5 à 4 m, par de minces intercalations silto-argileuses ou par

des diasthèmes. Les meilleurs affleurements sont les carrières de Rothbach pour la partie inférieure de la formation et les parties des falaises de la vallée du Graufthal situées sous l'entablement du Conglomérat principal (**t1c**).

A la base, le Grès vosgien comprend classiquement le « Conglomérat inférieur » : grès conglomératique ou conglomérat peu cimenté à éléments roulés de quartz et de quartzite, auxquels s'ajoutent quelques galets de lydienne, de rhyolite, de granite et de gneiss. Son épaisseur serait de 30 m dans le sondage d'Adamswiller 1 (197-1 -1 ) et de 12 m dans celui d'Obermodern 1 (197-8-100). Il n'affleure pas ; l'entaille du réseau hydrographique n'ayant nulle part atteint la partie inférieure du Grès vosgien.

Dans le sondage 197-4-39 (Rothbach), les trente mètres inférieurs du Grès vosgien sont constitués par des grès roses à rouges légèrement argileux, à rares passées conglomératiques et le Conglomérat inférieur ne paraît pas nettement individualisé.

Au-dessus du Conglomérat inférieur, la masse principale du Grès vosgien a été subdivisée par les auteurs allemands en Grès vosgien inférieur et Grès vosgien supérieur. A la suite de J. Perriaux (1961 ), nous n'avons pas conservé cette subdivision sur la carte, la limite entre les deux formations étant difficile à suivre sur le terrain.

Les descriptions détaillées suivantes seront empruntées à J. Perriaux (1961 ). Le Grès vosgien inférieur comprend de nombreux bancs à petits nodules bruns d'oxydes de manganèse. Quelques passées conglomératiques à galets de quartz et de quartzites contiennent encore de place en place de rares galets de gneiss, de granite et de roches volcaniques permienues (rhyolites) et les galets d'argile sont fréquents à la base des bancs. La stratification est le plus souvent oblique ou entrecroisée. Dans le Grès vosgien supérieur, les galets et les nodules d'oxydes de manganèse sont plus rares et la stratification est le plus souvent oblique ou horizontale. Dans le domaine de la feuille Bouxwiller, le Grès vosgien inférieur serait légèrement plus épais (160 à 180 m) que le Grès vosgien supérieur.

Le Grès vosgien est essentiellement constitué de grains de quartz, avec une proportion assez variable de feldspaths (5 à 25 %). Les grains, de forme très arrondie, sont enduits d'un pigment ferrugineux d'hématite et de goethite. La cimentation, par silicification s'est faite par nourrissage des grains, soit du grain entier, soit par excroissances en fins cristallites formant des ponts entre les grains. La fraction fine, abondante seulement dans les niveaux argilo-silteux, est constituée de fins grains de quartz, de fines paillettes de muscovite et d'illite fraîche.

Le Grès vosgien est pratiquement azoïque. En de rares points, des Esthéries ont été signalées dans des niveaux argileux.

E. Noël (1904) a observé des Graptolites du Silurien dans des galets de lydienne et des Brachiopodes du Silurien et du Dévonien dans les galets de quartzites.

En coupe verticale ponctuelle, le Grès vosgien présente souvent une disposition séquentielle. Les séquences, allant des grès grossiers ou de conglomérats à la base aux silts argileux au sommet, sont souvent tronquées, J. Perriaux (1961) et J.-C. Gall (1972) ont montré que le Grès vosgien s'est formé dans une vaste plaine d'épandage subsidente où des cours d'eau divaguants érodaient ou déposaient leurs alluvions essentiellement sableuses par perte de charge dans de larges chenaux. L'eau s'épandait en flaques après le remblaiement du chenal avec décantation de particules fines.

**t1c. Butsandstein moyen. Conglomérat principal : poudingue à galets de quartz et de quartzite et ciment de grès rouge.** Au toit du Grès vosgien, le Conglomérat principal forme un niveau repère remarquable, affleurant

souvent en corniches rocheuses. Il est facilement accessible aux environs de Graufthal, de la Petite-Pierre et de Frohmuhl ; la tranchée de l'autoroute A34 au Nord du col de Saverne (feuille à 1/50 000 Saverne) en donne une coupe complète. Epais de 15 à 20 m, le Conglomérat principal est constitué soit uniquement de bancs lenticulaires de poudingue, soit par une succession irrégulière de bancs de poudingue et de bancs de grès, généralement granoclassés, analogues à ceux du Grès vosgien. Les joints et lentilles silto-argileux sont rares. La stratification est généralement oblique ou entrecroisée et les bancs de poudingues apparaissent comme le remplissage de chenaux fluviaux ravinants, larges de quelques dizaines de mètres. Selon J. Perriaux (1 961), la longueur moyenne des galets est voisine de 1,7 cm, la longueur maximale étant de l'ordre de 10 à 15 cm. Ce sont des galets de quartz (60 à 70%), de quartzite (30 à 40%) et de lydienne (rares). Leur forme est très arrondie. La matrice gréseuse, peu importante dans les bancs les plus grossiers, est analogue au Grès vosgien. La base du Conglomérat principal est souvent nette, généralement marquée par des figures de ravinement ; mais elle peut également apparaître comme un passage progressif ou être marquée, plus rarement, par un lit de silt argileux.

Rarement exposée en affleurement, la limite supérieure du Conglomérat principal est marquée soit par un niveau argilo-silteux plus ou moins violacé et bariolé soit par le mur du premier banc de grès typique des Couches intermédiaires, le sommet de la formation pouvant être constitué de bancs gréseux analogues à ceux du Grès vosgien. Au Sud de Saverne et de Phalsbourg (feuille à 1/50 000 Saverne), cette limite est marquée par un niveau repère : la Zone limite violette (J. Perriaux, 1 961 ), non représentée dans

le domaine des Basses Vosges. A. Bordes (1 970) a examiné le problème de cette limite dans ce domaine. Outre l'apparition, parfois progressive des teintes lie-de-vin et des mouchetures d'oxydes de manganèse, il observe un meilleur classement des grains dans les premiers bancs des Couches intermédiaires que dans les bancs de grès et la matrice gréseuse du Conglomérat principal.

**t2a. Butsandstein supérieur. Couches intermédiaires : grès massifs rouges, micacés, avec intercalations sablo-argileuses noirâtres.** Les Couches intermédiaires forment des affleurements assez étendus dans la partie occidentale des Basses Vosges. La coupe la plus remarquable est la tranchée de l'autoroute A34 au Nord du col de Saverne (feuille à 1/50 000 Saverne, à 750 m de la limite sud de la feuille Bouxwiller). Elles affleurent également en contrebas de la faille vosgienne à l'Ouest et au Nord-Ouest d'Ingwiller. La masse principale des Couches intermédiaires, épaisses de 70 m environ au Nord de la feuille et de 80 m au Sud, est constituée par un grès quartzofeldspathique (20 à 25 % de feldspath) contenant un peu de muscovite (0 à 5 %), visible à l'œil nu. Souvent humides à l'affleurement, les bancs de grès des Couches intermédiaires présentent une teinte rouge sombre à lie-de-vin. Leur stratification est souvent oblique ou entrecroisée. Lenticulaires et épais de 0,50 à 4 m, ils sont délimités par des diasthèmes ou des intercalations gréseuses tendres, sableuses fines ou silto-argileuses parfois à nodules carbonatés. Épaisses de quelques centimètres à 2-3 mètres, ces intercalations sont soit rougeâtres, assez semblables à celles du Grès vosgien, soit noires et très riches en oxydes de manganèse ou encore bariolées. De teinte violacée, bleu-vert ou jaunâtre, ces dernières contiennent des nodules de dolomie et de cornaline : ce sont les Zones violettes. Par dissolution des carbonates, celles-ci passent latéralement au faciès sablo-gréseux ou silto-argileux noirâtre, riche en oxydes de manganèse. En dessous de ces niveaux, s'observent fréquemment des décolorations des grès (teintes vert pâle), selon des formes cylindriques ou radiculaires, fossilisation probable de la zone de réduction autour de racines

non conservées. Ceci confirme l'interprétation des Zones violettes comme des paléosols (J. Perriaux, 1961), ou d'anciens marécages J.-C. Gall (1972). Les variations de teinte sont liées principalement à la dimension des grains du pigment ferrugineux (M. Durand, 1975).

J. Perriaux (1961) a distingué les Couches intermédiaires inférieures et les Couches intermédiaires supérieures séparées par la Zone violette supérieure, bien connue aux confins de la Lorraine et du Palatinat, une vingtaine de mètres sous la limite supérieure des Couches intermédiaires, qu'il aurait retrouvé à Adamswiller. Dans la tranchée de l'autoroute A34, une zone violette épaisse de 2 m existe 15 m environ au-dessus du toit du Conglomérat principal. La coupe du sondage d'Adamswiller 1 (197-1-1) figure une passée de grès blanc dolomitique 12 m au-dessus de ce même repère. Il n'est pas certain que ces zones violettes aient une grande extension et il peut s'agir de niveaux lenticulaires.

Dans leur partie inférieure, les Couches intermédiaires renferment des passées à galets de quartz et de quartzite, généralement disséminés. Ces galets sont beaucoup plus petits que ceux du Grès vosgien et du Conglomérat principal et certains d'entre eux ont été éolisés avant d'être remaniés par l'eau. Les mouchetures de manganèse y sont fréquentes et certains bancs rappellent les grès tigrés du Buntsandstein inférieur. Ces mouchetures semblent absentes ou rares dans la partie supérieure des Couches intermédiaires où les grès ont dans l'ensemble un grain plus fin (médiane 0,24 mm à la base, 0,15 dans la partie supérieure de la formation), tandis que les passées micacées deviennent plus fréquentes. La partie supérieure des Couches intermédiaires a fourni quelques fossiles : des Esthéries dans les niveaux argileux et de très rares *Equisetites* et restes de Vertébrés (région de Woerth et Niederbronn). Dans leur partie supérieure, les Couches intermédiaires présentent souvent des teintes décolorées jaunâtres ou blanchâtres.

Selon J. Perriaux (1961), les Couches intermédiaires se terminent souvent par un banc argileux, recouvert par un banc de brèche dolomitique épais de 0,20 à 0,50 m dont l'extension serait très générale. Avec des arguments sédimentologiques, J.-C. Gall (1971) confère à ces niveaux une forme lenticulaire.

Ils n'apparaissent pas nettement dans la plupart des coupes de sondages où la limite supérieure des Couches intermédiaires est souvent placée de façon approximative. Le banc de brèche dolomitique supérieur a été observé directement au-dessus des grès des Couches intermédiaires à Waldhambach et à Hangviller.

D'un point de vue sédimentologique, les Couches intermédiaires se sont déposées dans le même type de conditions paléogéographiques que le Grès vosgien, les matériaux apportés par les cours d'eau étant moins matures (abondance de grains de quartz non usés) et les flaques d'eau plus étendues et persistant plus longtemps. Les carbonates ont été trop affectés par la diagenèse pour décider s'il s'agit de dépôts primaires ou secondaires (concrétions). Dans les grès, le granoclassement normal est fréquent.

**t2b. Buntsandstein supérieur. Grès à *Voltzia*. Alternance de grès micacés et d'argilites rouges à verts (Grès argileux) ; grès massifs rouges micacés (Grès à meule).** Le Grès à *Voltzia*, ainsi nommé en raison de sa richesse en restes de Conifères attribués au genre *Voltzia* (\*) affleure dans la partie occidentale de la feuille, en particulier dans les vallées situées immédiatement à l'Ouest du domaine vosgien. Sa zone d'affleurement est jalonnée par un très

(\*) « Il s'agit vraisemblablement d'un genre artificiel regroupant des plantes différentes ». L. Grauvogel-Stamm (1978).

grand nombre de carrières abandonnées. Neuf carrières étaient encore en exploitation en 1978 à Waldhambach, Petersbach, Lohr, Schoenbourg et Bust. Il affleure également en étroites panneaux dans le faisceau de la faille vosgienne. Le Grès à *Voltzia* a été l'objet d'une étude paléontologique, sédimentologique et paléo-écologique très détaillée (J.-C. Gall, 1971) à laquelle nous emprunterons l'essentiel des données ci-dessous. Il comprend le Grès à *Voltzia* inférieur ou Grès à meule et le Grès à *Voltzia* supérieur ou Grès argileux. Le Grès à meule, épais de 5 à 13 m, est constitué par des bancs massifs de grès quartzo-feldspathiques et micacés épais de 1 à 10 m, lenticulaires, séparés par des diasthèmes, des lentilles argileuses, des lentilles de grès carbonatés ou encore des interstratifications plus complexes avec une succession de lits argileux, gréseux et carbonatés. Relativement grossiers et riches en plantes à la base, les bancs de grès, larges de plusieurs dizaines de mètres, sont essentiellement constitués par un grès gris à rose à grain fin (« grès sains »). La stratification est oblique (5° à 15°) à horizontale et les délits et surfaces de bancs présentent de nombreuses figures sédimentaires. Épaisseurs de quelques décimètres à 2 m, les interstratifications complexes, en forme de remplissage de chenal, comprennent généralement :

- à la base des grès relativement grossiers à plantes remaniées avec parfois des galets d'argiles ou des éléments carbonatés dans leur partie inférieure ;
- au-dessus, des argilites parmi lesquelles J.-C. Gall (1971) a distingué des paléobiocénoses à Crustacés, lagunaires, plus fréquentes dans la partie inférieure du Grès à meule ; des paléobiocénoses à Lingules et Lamellibranches, de vasière littorale, localisées plutôt dans la partie supérieure du Grès à meule et une association à organismes terrestres, riche en restes végétaux. Celle-ci évoque un paysage d'étangs, plus ou moins confinés bordés par une végétation palustre d'Equisétales et de Gymnospermes (flore étudiée par L. Grauvogel-Stamm, 1978) ;
- au sommet, ou en lentilles dans les argilites, des niveaux carbonatés en bancs, ou plus fréquemment disloqués en brèches. Constitués de calcite ou de dolomite, les éléments des brèches contiennent une faune subautochtone à caractères marins, à Foraminifères agglutinants (*Gomospirella* et *Glomospira*, Lagénidés) et Mollusques (*Myophoria vulgaris*, *Gervillia socialis*, etc.). J.-C. Gall (1971) replace l'ensemble du Grès à meule dans un environnement deltaïque. Les grès sains correspondent à d'anciennes barres d'embouchures, les grès à plantes à des dépôts fluviaux de crues. Les niveaux argileux se sont formés dans des étangs saumâtres, des lagunes ou des vasières littorales et les niveaux carbonatés dans des avancées marines ou des cuvettes continentales.

Selon J. Perriaux (1961) la base du Grès à meule est marquée par un « horizon à plantes ». Comme nous l'avons rappelé, les grès à plantes présentent un caractère lenticulaire et le passage des Couches intermédiaires au Grès à *Voltzia* peut être progressif. La limite supérieure du Grès à meule, visible dans la plupart des carrières, est par contre très nette. Généralement plane et subhorizontale, elle recoupe souvent les bancs sous-jacents et elle est fréquemment soulignée par des taches de décoloration avec parfois des traces de racines (J.-C. Gall et L. Grauvogel, 1967).

Le Grès argileux a une épaisseur moyenne de l'ordre de 5 m dans la région considérée. J. Perriaux (1961) a dressé une carte isopaque du Grès argileux où apparaît une préfiguration d'un seuil vosgien (épaisseurs inférieures à 3 m) et de bassins dans les domaines lorrains et alsaciens avec des épaisseurs pouvant dépasser 10 mètres. La limite supérieure du Grès argileux n'étant pas toujours très nette, cette carte doit être utilisée avec beaucoup de prudence. Bien stratifié, le Grès argileux comprend une succession variable de bancs de grès à dalles, de bancs argileux et de bancs carbonatés épais de 0,05 à 1,50m, les

bancs de grès étant généralement les plus épais. Les grès à dalles, roses ou gris beige, de constitution analogue aux Grès sains des Grès à meule ont une stratification subhorizontale et souvent perturbée par des traces de terriers. Les bancs argileux, de teinte gris-vert, vert olive ou rouge-brun sont finement lités et souvent bioturbés. Une paléobiocénose à Lingules et Crustacés y a été observée. Les bancs carbonatés, de teinte ocre, sont généralement constitués de grès dolomitiques contenant une riche faune marine à *Lingula tenuissima*, *Hoernesia socialis*, *Gervillia costata* et *Myophoria vulgaris*.

J.-C. Gall (1971) a interprété le grès à dalles comme un ancien dépôt de plage marine et les bancs argileux comme d'anciennes vasières littorales. Mais ce sont les bancs carbonatés qui ont gardé la plus nette empreinte marine avec une faune annonçant le Muschelkalk inférieur. Les influences marines apparaissent déjà dans certains faciès du Grès à meule et la malacofaune avec *Myophoria vulgaris* (J.-C. Gall, 1971) ; J.-C. Gall et al. (1977), la microfaune (L. Koehn-Zaninetti et al., 1969) et la microflore avec *Hexasaccites muelleri* et *Illinites kosankei* (\*) (M.-C. Adloff, 1968 ; M.-C. Adloff et J. Doubinger, 1969 et 1978) permettent d'attribuer un âge anisien au Grès à *Voltzia*. La parenté des matériaux du grès à dalles et du Grès à meule qui couronne la masse gréseuse du Buntsandstein, la teinte rouge prédominante et quelques empreintes végétales attribuées au genre *Voltzia*, ont cependant entraîné la plupart des auteurs à rattacher le Grès argileux encore au Buntsandstein.

Classiquement (E. Weiss, 1869 ; N. Théobald, 1951) le Grès à *Voltzia* se termine par un banc argileux rouge, plus ou moins panaché de vert, épais de 1 à 2 m : l'Argile-limite. Reconnu aux confins nord-est de la Lorraine, ce niveau ne paraît pas continu. Avec M. Durand (notice de la carte géologique à 1/50 000 Cirey-sur-Vezouze), nous pensons que la limite Buntsandstein-Muschelkalk est marquée dans la région par la disparition brutale des teintes rouges caractéristiques du grès argileux. Rappelons que cette limite est hétérochrone (J.-C. Gall, 1971, p.162).

En plus des études sédimentologiques mentionnées plus haut, les minéraux argileux des Grès à *Voltzia* (des illites généralement bien cristallisées) ont été l'objet d'études géochimiques et minéralogiques (J.C. Gall, 1971 ; C. Mosser et al., 1972).

### • **Muschelkalk**

Désignant étymologiquement des calcaires coquilliers, le Muschelkalk comprend une série différenciée à trois termes :

- le Muschalkalk inférieur constitué de couches détritiques fines et dolomitiques, déposées dans une immense vasière littorale ;
- le Muschelkalk moyen, à couches argileuses silteuses et carbonatées riches en évaporites formées dans un milieu lagunaire sursalé ;
- le Muschalkalk supérieur constitué principalement de calcaires coquilliers déposés sur une plate-forme littorale en milieu franchement marin.

**t3a, t3b, t3c. Muschelkalk inférieur.** Les assises attribuées au Muschelkalk inférieur forment un ensemble constitué essentiellement de matériaux détritiques fins et de dolomite, épais d'une cinquantaine de mètres. Les matériaux détritiques prédominent dans la partie inférieure ; la dolomite est le constituant essentiel des couches supérieures. Ces assises affleurent le long d'une bande large de 5 à 6 km dans la partie occidentale du territoire couvert par la feuille. Les tranchées de l'autoroute A34 au Nord de Phalsbourg (feuille à 1/50 000 Saverne) et au Nord de Zilling nous ont donné des coupes exceptionnelles dans ces formations.

(\*) Pollens d'*Aetophyllum stipulare*, Conifère (L. Grauvogel-Stamm, 1978).

E. Schumacker (1900, résumé par N. Théobald, 1952 et F. Ménéillet et *al.*, à paraître) a donné une coupe schématique type du Muschelkalk inférieur du Nord-Est de la Lorraine, avec de haut en bas :

- les Couches à Orbicularis
- le *Schaumkalk* ou *Schaumdolomit*
- le *Wellenkalk* ou *Wellendolomit*
- le *Wellenmergel*
- les Couches à Térébratules
- les Couches à *Myacites*
- le Grès coquillier.

Dans les formations du Muschelkalk inférieur, outre le quartz et la dolomite, s'observent des feldspaths détritiques, régulièrement présents dans les horizons gréseux et pélitiques. La muscovite est très abondante dans les délits des grès et des pélites. Dans la phase argileuse, les illites prédominent, mais avec une tendance à la dégradation vers le haut de la série.

Les Couches à *Myacites*, les Couches à Térébratules et le *Wellendolomit* ont fourni une microflore avec une prédominance des pollens du groupe *Saccites* dont *Illinites kosankei* (Anisien) avec des Acritarches et des Tasmanacées dans les faciès dolomitiques supérieurs (M.-C. Adloff, in F. Ménéillet et *al.*, à paraître).

Les faunes de Mollusques sont analogues à celles du Grès à *Voltzia* avec *Myophoria vulgaris* fossile de zone de l'Anisien.

Dans la zone située dans le champ de fractures de Saverne, les affleurements de Muschelkalk inférieur sont très ténus et localisés dans d'étroits compartiments du faisceau de la faille vosgienne. Dans le sondage d'Obermodern (197-8-100), le Muschelkalk inférieur a une épaisseur de 60 m.

### **t3a. Argilites grises à gris-vert (Couches à *Myacites*), alternance de grès et d'argile brun-rouge à gris avec lentilles de dolomies gréseuses fossilifères (Grès coquillier)**

• *Grès coquillier*. Avec les réserves indiquées précédemment sur le problème de la limite Buntsandstein—Muschelkalk, la base du Muschelkalk inférieur peut être observée sur 1 à 5 m d'épaisseur au sommet de certaines carrières de Grès à *Voltzia* (E. Schumacher, 1902 ; J. Perriaux, 1961 ; J.-C. Gall, 1971). Elle est formée par une succession très variable et parfois différente entre deux carrières voisines de grès plus ou moins dolomitiques ocre à brun ocre et de grès argileux jaunâtres et plus rarement gris rosâtre en bancs épais de 0,10 à 1 m, avec des intercalations plus ou moins nombreuses de lits argileux gris rosâtre ou gris verdâtre. Les grès dolomitiques sont souvent fossilifères, avec une faune marine analogue à celle du Grès argileux (**t2b** sup.). Ils peuvent être riches en entroques, mais L. van Werweke (1904) ne semble pas avoir retrouvé les bancs repères à entroques de E. Schumacher (1900) décrits dans la région de Volmunster (feuille à 1/50 000 Bitche-Walschbronn). Quelques lieux riches en fossiles ont été figurés sur la carte par un signe particulier. Principales espèces de la faune du Grès coquillier : *Coenothyris (Terebratula) vulgaris*, *Dielasma (Terebratula) ecki*, *Neoschizodus laevigatus*, *Myophoria vulgaris*, *Gervillia costata*, *Gervillia mytiloides*, *Hoernesia socialis*, *Lima lineata*, *Lima striata*, *Pecten discites*, *Pleuronectites (Pecten) laevigatus*, *Undularia (Chemnitzia) scalata*, *Chemnitzia hehli*, *Naticopsis gaillardoti*.

Les tranchées de l'autoroute A34 au Nord de Phalsbourg (feuille à 1/50 000 Saverne) nous ont permis d'observer les parties moyennes et supérieures du Grès coquillier. Sur une vingtaine de mètres d'épaisseur s'observait une succession, en alternance irrégulière, de bancs épais de 0,20 à 1,50 m de grès argileux et de pélites de teintes grises, brun-roux à lie-de-vin. Dans la partie supérieure de cette succession, des bancs lenticulaires de dolomie plus ou

moins gréseuse et fossilifère, épais de 0,10 à 0,30 m, sont intercalés dans ces faciès détritiques fins.

L'épaisseur du Grès coquillier paraît diminuer du Sud vers le Nord : 25 m environ à Phalsbourg, 15m dans le sondage d'Obermodern, 6 à 8 m dans la région de Volmunster (feuille à 1/50 000 Bitche-Walschbronn).

• *Couches à Myacites*. Les Couches à *Myacites* ont pu être observées dans une tranchée de l'autoroute A34 au Nord-Ouest de Phalsbourg (échangeur de Phalsbourg). C'est une formation épaisse d'une dizaine de mètres où prédominent des faciès pélitiques de teinte gris olivâtre à gris-blanc verdâtre. A la base, la raréfaction des teintes lie-de-vin et, localement, la présence de lentilles de dolomie permettent de délimiter approximativement la formation. Au sein des Couches à *Myacites* s'observent quelques minces intercalations de grès ocre, exceptionnellement mauves, plus nombreuses au sommet de la formation. Lenticulaires, les intercalations dolomitiques sont rares. L'une d'elle nous a fourni *Myophoria vulgaris*, *Hoernesia socialis* et *Coenothyris vulgaris*. Nous n'avons pas recolté *Myacites mactroide*, dont l'abondance dans la région de Volmunster est à l'origine du nom de la formation. Au terme fréquemment utilisé de « Marnes à *Myacites* », nous avons préféré celui de « Couches à *Myacites* », la formation étant, ici, très pauvre en carbonates.

**t3b. Alternance à bancs lenticulaires de grès et d'argilites gris verdâtre à roussâtres, plus ou moins dolomitiques** (« *Terebratel-zone* » ou *Couches à Térébratules*) (\*). Cette formation, faisant transition entre les faciès gréso-pélitiques et les faciès dolomitiques du Muschelkalk inférieur, est assez délicate à caractériser et à délimiter. E.Schumacher (1902) notait les rapides variations latérales de ces couches dans la région, suivant que la sédimentation carbonatée s'est développée plus ou moins tôt. L'épaisseur de la formation est de l'ordre de 10 mètres. Dans la tranchée d'un chemin rural sous l'autoroute A34 à Mittelbronn (en limite avec la coupure Saverne, au Sud de Vesheim) (F. Ménillet et *al.*, à paraître) elle affleure sur 7m sous les faciès *Wellendolomit*. Ici, la masse principale de la formation est constituée de grès fins et de pérites gréseuses, plus ou moins dolomitiques. Dans sa partie inférieure, elle contient des bancs de grès roux à bis rosâtre, à délits micacés. Dans sa partie supérieure, elle est très bioturbée (remplissages de terriers avec des pérites gris verdâtre assez caractéristiques) et comprend un ou deux bancs de grès dolomitique ou de dolomie grenue de type *Schaumdolomit*. E. Schumacher (1902) a remarqué la rareté dans la région de Phalsbourg du fossile habituel : les Térébratules. Les bancs dolomitiques contiennent quelques entroques.

**t3c. Bancs de dolomie à *Myophoria orbicularis*, dolomies silteuses gris olivâtre à litage finement ondulé** (« *Wellendolomit* »). Le faciès *Wellendolomit* (dolomie ondulée) a été observé su. une épaisseur de 3 à 6 m à Mittelbronn en limite avec la coupure Saverne, au Sud de Vesheim (coupe sous l'autoroute A34, F. Ménillet et *al.*, à paraître). Il est constitué de dolomies silteuses et argileuses se débitant en plaquettes gaufrées épaisses de 0,5 à 2 cm, d'apparence oeilée ou écailleuse en section. Dans le détail, cette assise relativement monotone et d'aspect caractéristique est formée de lits de quelques millimètres d'épaisseur séparés par des diastèmes très ondulés fossilisant des systèmes de *flute marks* (figures de courant). Deux à trois bancs de dolomie finement grenue et plus ou moins caverneuse, grise, ocre ou rosâtre (faciès *Schaumdolomit*) sont interstratifiés dans les dolomies ondulées. Le *Wellendolomit* contient quelques passées fossilifères (Mollusques). *Neoschi-*

(\*) A ne pas confondre avec le Calcaire à Térébratules du Muschelkalk supérieur.

*zodus* (*Myophoria*) *orbicularis* y a été récolté dans la région de Phalsbourg (E. Schumacher, 1902).

Le faciès *Schaumdolomit* (dolomie spongieuse) ne paraît pas individualisé en tant que formation dans la région et au faciès *Wellendolomit* succède sur 2 à 3 m une succession de bancs réglés épais de 3 à 30 cm de dolomie beige silteuse à grain fin qui annoncent les Couches à *Orbicularis*.

La base des Couches à *Orbicularis* est formée par une succession de minces bancs de dolomie grisâtre ou jaunâtre, à débit en plaquettes à *Neoschizodus* (*Myophoria*) *orbicularis*. De place en place, certains niveaux sont très riches en cette espèce. Au-dessus s'observe fréquemment un niveau à structures stromatolitiques. La partie supérieure des Couches à *Orbicularis* est constituée de dolomie en bancs plus épais mais peu fossilifères. L'épaisseur totale de la formation est de l'ordre de 4 à 5 mètres.

**t4. Muschelkalk moyen.** Les formations du Muschelkalk moyen, pauvres en fossiles et riches en gypse et anhydrite, s'individualisent nettement au sein des autres formations du Muschelkalk à caractères marins francs. Elles se sont déposées pendant une période évaporitique qui intéresse l'ensemble du bassin germanique.

Dans la portion du territoire couvert par la feuille, ces formations occupent des surfaces très restreintes : sur la bordure occidentale de la feuille, le long de la cuesta du Plateau lorrain à l'Ouest de Metting, à Durstel et au Nord-Est de Ratzwiller, dans le faisceau de la faille vosgienne.

En Alsace, le Muschelkalk moyen est généralement subdivisé en deux formations : les Marnes bariolées et au-dessus la Dolomie à Lingules. Il n'est pas fondamentalement différent du Muschelkalk moyen lorrain qui comprend les Couches rouges argilo-silteuses, les Couches grises marneuses à gypse et anhydrite et les Couches blanches calcaires et dolomitiques, mais, en Alsace, ces trois faciès ne sont pas aussi nettement caractérisés. Les formations du Muschelkalk moyen sont très peu fossilifères. Les niveaux supérieurs ont fourni quelques formes euryhalines (Ostracodes, Myophories, Lingules). L'épaisseur totale du Muschelkalk moyen est de 64 m dans le sondage d'Obermodern (197-8-100).

**t4a. Argilites bariolées rouges et grises et marnes dolomitiques verdâtres avec localement gypse (Couches rouges et Couches grises p.p.).** Dans la partie lorraine de la feuille, la notation **t4a** s'applique uniquement aux Couches rouges bien caractérisées (argiles rouges plus ou moins silteuses et dolomitiques).

Dans le champ de fractures de Saverne, elle s'applique aux Marnes bariolées qui correspondent aux Couches rouges, d'épaisseur réduite par rapport au Plateau lorrain, et à la partie inférieure des Couches grises à consistance argilo-marneuse. Dans le forage d'Obermodern (197-8-100), J. Ricour (1962) a observé sur une épaisseur de 13 m (entre 257 et 270 m de profondeur) des marnes bariolées rouges, vertes et grises alternant avec des bancs d'anhydrite et correspondant probablement aux Couches rouges. Au-dessus, les Couches grises sont constituées par des marnes grises avec des bancs d'anhydrite saccharoïdes ou compacts. A —253 m, le forage a recoupé un banc de calcaire oolithique à ciment siliceux et entre 244 et 246 m, des marnes brun-rouge qui pourraient être l'équivalent du « repère L.Guillaume » (toit des couches salifères en Lorraine).

**t4b. Marnes dolomitiques en plaquettes avec banc de silexite repère (Couches blanches et Couches grises p.p.).** Cet ensemble, parfois dénommé « Dolomie à *Lingula tenuissima* » est, selon les données classiques constitué

de dolomie en plaquettes et de cargneules à nodules calcédonieux, très régulièrement présents et généralement répartis en un ou deux niveaux ; ces accidents siliceux noirs, d'aspect siliceux, caractérisent bien la partie supérieure du Muschelkalk moyen. A la dolomie est souvent associée du calcaire. Dans le sondage d'Obermodern (197-8-100), J. Ricour (1962) a observé une nette individualisation des Couches blanches (dolomie en plaquettes) épaisses de 6 m et de la partie supérieure des Couches grises. Celle-ci est souvent riche en intercalations franchement dolomitiques ou calcaires. Dans la partie occidentale de la feuille, l'ensemble **t4b** comprend la quasi-totalité des Couches grises.

**t5. Muschelkalk supérieur.** Le Muschelkalk supérieur forme un ensemble essentiellement calcaire, épais d'une soixantaine de mètres. La richesse de nombreux bancs en restes d'organismes est à l'origine du terme Muschelkalk (calcaire coquillier). Constitué de dépôts marins de plate-forme, le Muschelkalk supérieur représente un épisode transgressif très net de la Mer germanique. Il comprend trois formations bien caractérisées dans la région, de haut en bas :

**t5bC.** Le Calcaire à *Térébratules* épais de 2 à 6 m selon la coupure adoptée

**t5b.** Les Couches à *Cératites* épaisses de 40 à 50 mètres

**t5a.** Le Calcaire à *entroques* épais de 10 à 15 mètres

Le Muschelkalk supérieur de la région peut être replacé dans l'échelle chronostratigraphique du Trias par les faunes de *Cératites* et de *Conodontes* (NT. Nguyen Thi, 1977). La limite Calcaire à *entroques*—Couches à *Cératites* correspond à celle des étages Anisien et Ladinien (zones 2 et 3 de Kozur). Les Couches à *Cératites*, comprenant les zones à *Ceratites compressus* et *Cératites nodosus-nodosus*, se sont déposées au Ladinien inférieur (Fassanien) et au début du Ladinien supérieur (Longobardien). Le Calcaire à *Térébratules*, avec *Disceratites semipartitus*, s'est formé au Ladinien supérieur.

Les données des analyses séquentielles, faites par B. Haguenaer (1963) et B. Haguenaer et J. Hilly (1975) sur le Muschelkalk supérieur de la région de Sarrebourg, peuvent être appliquées à celui du champ de fractures de Saverne. Le Muschelkalk supérieur, dans son ensemble, correspond à une mégaséquence positive, avec décroissance de l'énergie du milieu de dépôt de la base vers le sommet. Dans le détail, il est constitué de séquences fondamentales positives, épaisses de l'ordre de quelques décimètres, différentes dans les trois formations.

Les assises du Muschelkalk supérieur affleurent dans le faisceau de la faille vosgienne et à l'Est d'Ernolsheim-lès-Saverne. Jadis, elles ont été exploitées à Rothbach (Sud-Ouest du Laeschmühl ; Sud de la maison forestière du Seelberg) et à Ingwiller (au Nord du moulin Vollacher). Ces anciennes carrières donnent encore des affleurements.

**t5a. Calcaire à entroques.** Il est constitué de bancs ocre ou gris, d'épaisseur comprise généralement entre 0,10 et 1 m, mais surtout entre 0,40 et 0,80 mètre. Le plus souvent, chacun de ces bancs correspond à une séquence fondamentale complète ou tronquée. La séquence fondamentale complète, formée dans un milieu de haute énergie, comprend à la base une calcarénite à *entroques* passant à sa partie supérieure à un calcaire coquillier, lui-même surmonté par un calcaire oolithique (B. Haguenaer, 1963). Parfois lui succède une séquence de basse énergie généralement « rabougrie » à calcaires ou dolomies microcristallines avec fossiles non remaniés à la base. Outre les *entroques* (articles de tiges d'*Encrinus liliiformis*), les intéressés pourront récolter *Cidaris grandaeva* (Oursin), *Coenothyris (Terebratula) vulgaris* ; de nombreux Mollusques : *Nucula goldfussi*, *Myophoria laevigata*, *Myophoria elegans*,

*Myacites musculoides*, *Gervillia costata*, *Hoernesia socialis*, *Mytilus eduliformis*, *Lima striata*, *Placunopsis (Ostrea) ostracina*, *Undularia (Chemnitzia) scalata*, *Pecten discites*, *Nautilus bidorsatus*, un petit Crustacé *Pemphix sueri*, des dents de Poissons et des os de Reptiles (*Nothosaurus*). Des silicifications en nodules de forme irrégulière, sont assez fréquentes.

**t5b. Couches à Cératites.** Elles sont constituées par une alternance de bancs calcaires gris et de bancs d'apparence marneuse. Une analyse détaillée de ces bancs a permis à B. Haguenaer (1963) d'y reconnaître une succession de séquences complètes ou tronquées. La séquence complète comprend de haut en bas :

- |  |   |
|--|---|
| — diastème                             |   |
| — calcaire ou dolomie microcristalline | } partie inférieure d'un banc               |
| — calcaires noduleux microcristallins  | } calcaire (souvent absente par troncation) |
| — argilites et marnes                  | niveau à consistance marneuse induré ou non |
| — calcarénite gréseuse                 | } partie supérieure d'un banc calcaire      |
| — calcarénite à entroques              | ou banc calcaire en entier.                 |

L'épaisseur des bancs calcaires est généralement de l'ordre de 0,05 à 0,15 m, parfois plus. Celle des bancs marneux, variable selon les niveaux, est souvent comprise entre 0,01 et 0,50 mètre.

Le fossile caractéristique de ces couches : *Cératites nodosus* est assez fréquent. Les Couches à Cératites livrent également la plupart des espèces reconnues dans le calcaire à entroques, avec une abondance moindre des Echinodermes et des Térébratules.

**t5bC. Calcaire à Térébratules.** Il comprend un ou plusieurs bancs de calcaire microcristallin (sparite) gris, plus ou moins tacheté de rouge ou de rose à nombreux débris de *Coenothyris (Terebratula) vulgaris*. Leur faciès rappelle les calcarénites des Couches à Cératites.

Le Calcaire à Térébratules s'en distingue cependant par l'aspect massif de ses bancs dont l'épaisseur dépasse souvent 1 m et l'absence fréquente d'intercalations marneuses. La limite supérieure de la formation n'a pas été observée en affleurement. Nous avons conservé les limites indiquées par l'ancienne carte à 1/25 000 Buchweiler, bien que des récoltes paléontologiques dans la région de Wasselonne (N. Théobald, 1952 ; notice de la carte à 1/50 000 Saverne) suggèrent qu'une partie de la masse calcaréo-dolomitique figurée en Lettenkohle inférieure (**t6a**) serait à rapporter au Muschelkalk supérieur. Le Calcaire à Térébratules n'a été observé qu'au Sud de la feuille, à l'Est d'Ernolsheim-lès-Saverne. Il n'a pas été distingué dans la coupe du sondage d'Obermodern (197-8-100).

#### • **Lettenkohle**

Cette formation correspond à un épisode original, à caractères régressifs, entre la sédimentation carbonatée de plate-forme marine du Muschelkalk supérieur et la sédimentation évaporitique du Keuper. A la sédimentation carbonatée, héritée du Muschelkalk supérieur, se surimposent des phénomènes de dolomitisation et s'associent des dépôts détritiques fins, d'origine continentale, avec localement des débris végétaux voire des lentilles de lignite (d'où le nom de la formation signifiant charbon des argiles). Classiquement rattachée au Keuper par les auteurs allemands, la Lettenkohle a parfois été

rattachée au Muschelkalk par les auteurs français. Elle est subdivisée en trois termes :

	Épaisseurs dans le sondage 197-8-100
<b>t6a.</b> Lettenkohle inférieure ou <i>Dolomie inférieure</i>	12m
<b>t6b.</b> Lettenkohle moyenne, elle-même subdivisée : <i>Marnes bariolées</i> et <i>Dolomie à Anoplophora</i>	12 m
<b>t6c.</b> Lettenkohle supérieure ou <i>Dolomie-limite</i>	7 m

Les assises de la Lettenkohle affleurent dans le faisceau de la faille vosgienne et, plus largement, aux environs de Dossenheim-sur-Zinsel.

**t6a. La Lettenkohle inférieure** est principalement constituée de bancs de calcaire, de dolomie et de calcaire dolomitique, d'épaisseurs variables. L. van Werweke (1904) a relevé une coupe 800 m environ à l'Est du clocher de Griesbach (notons que les formations désignées par cet auteur par « argile » et « marne » peuvent contenir une forte proportion de grains de quartz très fins) de haut en bas (épaisseurs en mètres) :

- 1,40 : argile grise avec minces bancs de dolomie (base de la Lettenkohle moyenne).
- 0,35 : dolomie compacte (\*), jaune-ocre clair à débit en plaquettes.
- 0,15 : marne dolomitique jaune-ocre clair, à débris de coquilles.
- 0,43 : banc calcaire à passées finement grenues et compactes avec restes de coquilles.
- 0,75 : calcaire dur, gris, jaune à l'altération, presque désagrégé, lumachellique.
- 0,45 : marnes dolomitiques, schisteuses à coquillières.
- 0,25 : calcaire à grain fin, gris clair.
- 0,25 : idem.
- 0,30 : marne gris-jaune dolomitique.
- 0,06 : calcaire compact à surface ondulée.
- 0,20 : calcaire dur, gris clair avec nombreux débris de coquilles.
- 0,07 : dolomie à grain fin, de faible dureté, avec écailles de Poissons.
- 0,32 : banc calcaire dur, bioclastique gris clair à taches rouille.
- 0,17 : marnes dolomitiques dures.
- 0,11 : lumachelle, à grain fin.
- 0,33 : calcaire compact.
- 0,20 : calcaire dur à passées compactes et à grain fin.
- 0,16 : marnes schisteuses.
- 0,25 : lumachelle.
- 0,25 : idem.
- 0,01 : marne dolomitique gris clair.
- 0,05 : lumachelle.
- 0,05 : marne schisteuse.
- 0,20 : 4 bancs calcaires minces interstratifiés avec des lits de marne schisteuse.
- 0,26 : calcaire grenu, gris-bleu, avec écailles de Poissons.
- 0,10 : calcaire compact.

(\*) L'adjectif compact (*dicht*) paraît désigner des faciès calcaires ou dolomitiques homogènes sans grain ou cavités visibles (sublithographique).

- 0,30 : calcaire dolomitique, grenu dans sa partie inférieure, compact dans sa partie supérieure, avec taches rouille.
- 0,07 : calcaire compact gris clair.
- 0,70 : calcaire constitué de couches à grain fin et compactes fortement liées.

6,79 m (partie basale de la Lettenkohle non visible).

Il semble s'agir d'un dépôt plus ou moins rythmique assez semblable aux Couches à Cératites dont la séquence fondamentale, parfois tronquée, comprendrait très schématiquement à la base un calcaire grenu à débris de coquilles puis une marne schisteuse (argile silteuse plus ou moins dolomitique et calcaire) et au sommet un calcaire à grain fin (micrite). Notons l'importance relative des intercalations marneuses par rapport aux coupes relevées dans la région de Wasselonne où les bancs calcaires ou dolomitiques sont beaucoup plus épais. Selon cette coupe, la Lettenkohle inférieure serait ici très peu dolomitisée.

**t6b. La Lettenkohle moyenne**, constituée en grande partie d'argile silteuse affleure mal. L. van Werweke (1904) en a observé une coupe complète dans la tranchée du chemin de fer à l'E.SE de Dossenheim ; de haut en bas (épaisseur en mètres) :

- 4,00 : argiles gris verdâtre et marnes dolomitiques.
- 0,15 : dolomie grise, jaune à l'altération, compacte et à grain fin.
- 2,00 : argile grise et verte et marnes dolomitiques.
- 0,20 : dolomie.
- 0,30 : argile et marnes dolomitiques.
- 0,40 : dolomie, compacte ou à grain fin, gris clair, jaune à l'altération.  
*Myacites brevis* ; écailles et dents de Poissons.
- 1,90 : argile grise à verte et marnes dolomitiques.
- 0,33 : dolomie grise, jaune à l'altération, compact dans la partie supérieure du banc, à grain fin et à nombreux fossiles : *Gervillia subcostata*, *G. substriata*, *Myophoria goldfussi*, *M. intermedia*, *Corbula* sp., *Pleuromya* cf. *elongata*, *Myacites brevis*, restes osseux, dents et écailles de Poissons.
- 1,15 : *Flammen do/omit* (\*) (grès dolomitique à grain fin, très lessivé), dans les lits supérieurs *Myacites* et dents de Poissons.
- 5,00 : argile verte, en partie schisteuse et feuilletée avec minces intercalations de grès et de dolomie.

15,43 m

La partie inférieure correspond aux Marnes bariolées (au moins jusqu'à la *Flammen dolomit*). La partie supérieure où les argiles silteuses renferment quatre intercalations dolomitiques correspond à la dolomie à *Anoplophora lettica*, bien que l'épaisseur cumulée de ces intercalations ne dépasse ici guère 1 mètre.

**t6c. Dolomie-limite.** Dans son faciès caractéristique, c'est une lumachelle à *Myophoria goldfussi* à ciment de teinte beige clair. Les tests sont souvent recristallisés et dissous, la roche étant alors assez poreuse, avec une consistance sableuse à l'altération. De la calcite est parfois associée à la dolomie. L. van Werweke (1904) l'a observé dans la coupe de Dossenheim,

(\*) Grès à traces fucoides des anciens auteurs ; niveau repère de teinte lie-de-vin dans la région de Saverne.

précédemment citée, sous la base du Keuper :

- marnes dolomitiques avec minuscules pseudomorphoses de cristaux de sels isolés et minces lits et plaquettes de calcaire fibreux :
  - 0,10 : brèche dolomitique,
  - 0,12 : dolomie gris clair, jaune à l'altération, celluleuse dans la partie inférieure du banc, avec *Myacites* isolées,
  - 3,00 : marnes dolomitiques grises avec plaquettes de calcaire fibreux, base du *Salzkeuper* (t7),
- dolomie supérieure à *Myophoria goldfussi* :
  - 0,40 : grès à grain fin en plaquettes minces avec nombreux exemplaires de *Myacites brevis*,
  - 0,20 : dolomie celluleuse,
  - 0,22 : dolomie jaune compacte ou lumachellique à *Myophoria goldfussi*, *M. intermedia* et *Hoernesia (Gervillia socialis)*, cette dernière en individus de grande taille (Dolomie-limite).

Comme nous l'avons observé plus au Sud (feuille à 1/50 000 Saverne), la Dolomie limite paraît très peu épaisse dans la région. La forte épaisseur relative (7 m) relevée dans le sondage d'Obermodern (197-8-100), associée à une faible épaisseur relative de la Lettenkohle moyenne nous paraît liée aux importantes variations latérales de faciès présentée par la partie supérieure de cette dernière. Dans la coupe donnée par J. Ricour (1962) nous proposons l'interprétation suivante :

2 m : dolomie vacuolaire : Dolomie-limite.  
2 m : marne verte                   Partie supérieure  
  de la Lettenkohle  
3 m : dolomie compacte   moyenne.

• **Keuper [sens français restreint ; = ou Keuper moyen des auteurs allemands ; synonymie : « Marnes irisées »]**

Riche en évaporites et constitué en grande partie d'argiles silteuses bariolées de teintes verte et lie-de-vin appelées Marnes irisées, le Keuper forme un ensemble lithologique bien individualisé. Pauvre en bancs durs, il ne donne guère de bons affleurements naturels et la série est mal connue dans le détail. Son épaisseur est de l'ordre de 130 à 140 m. Les différentes assises du Keuper affleurent le long d'une bande arquée large de 2 à 3 km située juste à l'Est du faisceau de la faille vosgienne et aux environs d'Obermodern.

Les argiles du Keuper (J.Lucas, 1962) sont essentiellement constituées d'illite, généralement assez ouverte, et d'interstratifiés illite chlorite irréguliers ou réguliers (corrensites, généralement liée aux faciès évaporitiques) auxquels peuvent s'ajouter des quantités variables de chlorite et de kaolinite.

**t7. Keuper inférieur. Argilites dolomitiques verdâtres (Marnes à Esthéries), argilites bariolées rouge et vert à nodules de quartz (Marnes irisées inférieures), calcaire celluleux (*Zellenkalk*), argiles dolomitiques verdâtres finement litées (Marnes à pseudomorphoses de sels).** Le Keuper inférieur a une épaisseur de l'ordre de 100 mètres. La base de cette unité lithostratigraphique a pu être observée dans la tranchée de l'autoroute A34 au niveau de l'échangeur de Saverne (voir notice de la carte à 1 /50 000 Saverne). Cette coupe montre au-dessus de la Dolomie-limite des couches de lithologie voisine de celles de la partie supérieure de la Lettenkohle moyenne sur 7 à 8 m d'épaisseur. Vers le haut, ces couches passent progressivement au faciès typique des Marnes à pseudomorphoses de sel. Celles-ci sont essentiellement constituées par des argiles plus ou moins silteuses et dolomitiques verdâtres, souvent foncées, parfois bariolées de rouge, finement litées. Dans les délits on

peut observer des pseudomorphoses de cristaux de sel gemme. Ces argiles présentent des intercalations de bancs centimétriques ou de plaquettes calcaires, dolomitiques ou gréseuses. Leurs surfaces sont souvent hérissées d'excroissances en fines arêtes se recoupant en dessinant des zones en losanges ou en polygones. Les Marnes à pseudomorphoses de sel peuvent contenir des bancs ou des lentilles de gypse ou d'anhydrite. Ce gypse a été exploité plus au Sud dans le domaine couvert par la feuille à 1 / 50 000 Saverne. L'épaisseur des Marnes à pseudomorphoses de sel est de l'ordre de 80 mètres.

Les Marnes bariolées à nodules de quartz sont des argiles plus ou moins silteuses et dolomitiques de teintes bariolées grises, vertes, violettes et rouges. Elles renferment quelques niveaux dolomitiques ou gréseux, des plaquettes de calcite et des nodules de quartz corrodés qui les caractérisent. Elles peuvent contenir du gypse. Leur épaisseur est de l'ordre d'une dizaine de mètres.

Les « marnes » dolomitiques gris-vert à Esthéries sont des argiles dolomitiques gris-noir ou gris-vert avec des intercalations de lits dolomitiques ou gréseux. Leur fossile habituel est *Isaura (Estheria) latitexta*. Epaisseur 5 m environ.

Dans la région de Neuwiller-lès-Saverne, des échantillons de sondages (\*) dont la position stratigraphique est indéterminée dans le Keuper inférieur ont fourni une microflore relativement riche pour ces niveaux : *Echinospirites Macoides* (abondant), *Triadispora felcata stabilis* (abondant) *aurea*, *Lunatisporites amplus*, *Ovalipollis lunzensis*, *Cucullispora cuneata*, *Duplicisporites granulatus*, *Ellipsovelatisporites rugosus*, *Parallinites* sp., *Protodiploxypinus gracilis*, *Striatoabietites aytugii*.

**t8. Keuper moyen. Dolomie massive ou bréchiue (Dolomie moellon), argillites bariolées en rouge et vert (Marnes irisées moyennes), grès à empreintes végétales (Grès à Roseaux).** Le Grès à Roseaux sous son faciès caractéristique est un grès à grain moyen à fin, verdâtre à gris verdâtre, légèrement micacé et feldspathique à débris végétaux. Selon C. Palain (1966) il ne représente qu'un terme d'une séquence détritique fluviale comprenant à la base une brèche intraformationnelle à intraclastes argileux et grands fragments végétaux (*Equisetites*), puis un sable ou grès homogène à fins débris végétaux, un sable ou grès psammitique à stratification plane ou ondulée (rides de courant), une siltite, des lignites, un shale et une argillite. Cette séquence est souvent tronquée, les chenaux, larges de quelques mètres à quelques centaines de mètres, se recoupant généralement. L'ensemble de ces chenaux élémentaires correspond à des zones d'épandage en forme de bandes allongées du Nord vers le Sud et large de 10 à 15 km. Entre ces bandes, le faciès est argilo-silteux, bariolé ou calcaréo-dolomitique et représente un dépôt de bassin d'eau douce, saumâtre ou sursalée (anhydrite). Cette alternance séquentielle a été observée au Sud de Griesbach, en bancs peu épais. A l'Ouest de Niedersoultzbach, au contraire, s'observe une masse gréseuse beaucoup plus importante ayant jusqu'à 14 m d'épaisseur (faciès de chenal bien développé). Dans la région, le Grès à Roseaux a livré *Equisetites arenaceus* (restes de Prêles, jadis confondus avec des roseaux), *Pterophyllum jaegeri* et des Fougères. Le Grès à Roseaux est d'âge carnien moyen.

Les Marnes irisées moyennes sont des argiles plus ou moins silteuses et dolomitiques très bariolées, rouges, gris violacé, vertes, blanc-beige ou grise. Elles sont plus ou moins indurées et peuvent contenir des intercalations de grès argileux tendre (Sud de Griesbach). L'épaisseur des Marnes irisées moyennes paraît faible : quelques mètres au plus.

(\*) Sondage 7-19 et sondage superficiel à mi-distance entre Neuwiller-lès-Saverne et Griesbach.

La Dolomie moellon (= Dolomie de Beaumont = Dolomie moyenne) est un niveau repère remarquable. Son faciès le plus caractéristique est une dolomie beige à grain fin (dolmicrite) se débitant en petits blocs parallélépipédiques. Sur la feuille, elle présente souvent un faciès celluleux gris ou beige. Elle peut se présenter en un seul banc ou en plusieurs bancs, parfois séparés par des niveaux plus tendres plus ou moins silteux et argileux. Son épaisseur est faible, souvent de l'ordre de 1 mètre.

**t9a. Keuper supérieur. Argilites rouges avec localement gypse (Argiles de Chanville).** Les Argiles de Chanville, de teinte prédominante rouge, sont plus ou moins dolomitiques. Elles peuvent contenir du gypse ou de l'anhydrite. Le gypse a été exploité un peu en dehors du domaine couvert par la feuille, à Waltenheim-sur-Zorn (feuille à 1/50 000 Brumath-Drusenheim). Au sein de la formation, des teintes verdâtres se présentent en lentilles plates, en taches ou en filets irréguliers. Son épaisseur moyenne est de l'ordre de 5 à 6 mètres. Au Sud de la ville d'Ingwiller, une fouille profonde de 9 m dans les Argiles de Chanville n'a pas atteint leur base.

**t9b. Keuper supérieur. Argilites bariolées à violacées (Marnes irisées supérieures).** Les Marnes irisées supérieures sont des argiles silteuses et le plus souvent très dolomitiques à teintes bariolées « délavées » assez caractéristiques : gris-beige, vert d'eau et mauves à lie-de-vin.

Elles sont plus ou moins indurées et la dolomie prédomine généralement dans les bancs les plus durs qui présentent souvent une cassure conchoïdale. Épais au plus de 35 cm, ceux-ci apparaissent surtout dans les deux tiers inférieurs de la formation. Une fraction calcaire peut être associée à la dolomie. Les bancs compacts, dolomitiques ou calcaires, présentent localement des empreintes de Mollusques : *Corbula*, *Natica* et *Myophoriopsis keuperina*. Les Marnes irisées supérieures ne contiennent pas d'intercalations à gypse et anhydrite (parfois cristaux de gypse secondaire au sommet de la formation). Dans la partie supérieure de la formation s'observent parfois des intercalations sableuses ou gréseuses comme dans la tranchée de chemin de fer au Sud-Est de la gare de Menchhoffen (L. van Werweke, 1897, p. 52).

Dans la région, l'épaisseur des Marnes irisées supérieures est de l'ordre de 25 mètres.

- **Rhétien**

**t10. Rhétien. Argiles ocre, argiles rouges (Argiles de Levallois), grès à grain fin, de teinte claire.** Longtemps rattachés au Lias par les auteurs français, les faciès rhétiens doivent être rattachés au Trias, la zone à *Rhaetavicula contorta* étant, selon les dernières orientations (sous-commission du Trias de l'I.G.U.S., Munich 1978), considérée comme la partie supérieure du Norien.

Les formations rhétiennes affleurent dans le faisceau de la faille vosgienne entre Neuwiller-lès-Saverne et Offwiller, le long d'une bande discontinue entre Griesbach-le-Bastberg et Offwiller, à l'Est de Bouxwiller et aux environs d'Obermodern.

Peu épais, les grès rhétiens (anciennement Grès infraliasiques) affleurent mal, ne donnant pas d'escarpements rocheux et étant souvent masqués par les débris soliflués du Calcaire à Gryphées. Ils présentent souvent des intercalations péliitiques dont l'épaisseur cumulée peut être supérieure à celle des grès. En Alsace, les principaux faciès du Rhétien sont semblables à ceux du Rhétien de Lorraine décrits par R. Laugier (1964). Les grès quartzeux, blancs, gris clair,

gris bleuâtre, jaune paille ou brun-ocre ont généralement un grain assez fin. Ils sont parfois micacés. Habituellement siliceux, leur ciment peut être calcaire. Les pélites sont des argiles silteuses grises à noires, plus rarement rouges ou violettes, souvent finement micacées.

La géométrie précise de ce complexe gréso-péltique est mal connue. L. van Werweke (1893, p. 51 ; 1904, p. 27) a relevé une coupe dans la tranchée du chemin de fer du Sud-Est de Menchhoffen.

Au toit, Argiles de Levallois

— argile noire schisteuse	0,08 m
— grès	0,01 m
— argile noire schisteuse	0,02 m
— grès	0,01 m
— argile noire schisteuse	0,03 m
— grès	0,005 m
— argile noire schisteuse	0,08 m
— grès	0,02 m
— argile noire schisteuse avec lentilles de grès isolés épaisses au maximum de 3 mm	0,58 m
— grès	0,02 m
— argiles noires schisteuses avec lentilles de grès isolés épaisses au maximum de 2 mm	0,54 m
— argile noire schisteuse	0,19 m
— galets isolés de quartzite noire de diamètre inférieur ou égal à 1 cm	_____
	1,435 m

au mur, Marnes irisées supérieures.

Les pélites représentent d'anciennes vasières, périodiquement envahies par des sables dans l'exemple de la coupe de Menchhoffen. Quand les grès sont plus épais, ils représentent d'anciens corps ou cordons sableux. Le milieu est mal connu : deltaïque, estuarien, saumâtre ou marin littoral. Le fossile de zone qui caractérise le Grès rhétien *Rhaetavicula contorta* est assez rare. Le complexe gréso-péltique rhétien semble peu épais dans la région de Bouxwiller—Ingwiller (1 à 3 m). A 6 km environ au Nord-Est d'Offwiller, à Oberbronn (feuille à 1/50 000 Haguenau) des bancs marneux violacés gréseux et conglomératiques à la base de la formation ont livré un *bone-bed* à dents de Reptiles (*Acrodon minimus*, *Hybodus sublaevis*, *Saurichthys acuminatus*, *Ceratodus termatosaurus*).

Au-dessus, les argiles rouges dédiées au géologue J. Levallois ont un faciès très caractéristique avec leur aspect massif et leur teinte rose à rouge, aussi intense que celle des intercalations argileuses du Buntsandstein. Elles sont généralement très riches en quartz détritique très fin. Elles sont presque toujours azoïques et n'ont guère livré qu'une flore remaniée (Nord de la Lorraine). Dans la tranchée du chemin de fer au Sud-Est de la gare de Menchhoffen, L. van Werweke en a relevé une coupe complète ; de haut en bas:

— argile grise ferrugineuse dans sa partie supérieure	0,52 m
— « marne » et argile schisteuse rouge	4,30 m
— argiles grises et rouge interstratifiées	0,15 m
— argile gris clair	<u>0,20 m</u>
	5,17 m

L'argile ferrugineuse supérieure est le plus souvent oxydée et apparaît comme une couche d'argile ocre parfois épaisse de plus d'un mètre. L'épaisseur

des Argiles de Levallois est généralement moins irrégulière que celle du complexe grésopélitique : elle est de l'ordre de 6 + 1 mètres.

La fraction argileuse des formations rhétiennes est caractérisée par sa richesse en kaolinite. Aux minéraux argileux du Keuper (illite, interstratifiés [10-14], chlorites) s'ajoutent des smectites.

## Jurassique

### • *Lias*

La série du Lias est essentiellement constituée par des formations marneuses ou argilo-silteuses grises avec intercalations calcaires. Elles affleurent mal, souvent masquées par des formations d'altération ou une couverture loessique. Cependant, une bonne partie de la série a pu être revue grâce aux sondages et tranchées effectués lors de la construction de l'autoroute A34 (J.-L. Boeglin et F. Ménillet, à paraître). Les assises du Lias ne sont conservées qu'au Nord-Est d'une ligne Saverne—Marlenheim ; la série étant tronquée par l'érosion, une bonne partie du Lias supérieur n'est pas représentée. Dans l'ensemble, des différentes assises présentent leur faciès classique dans le Nord de l'Alsace. Le milieu de dépôt reste sensiblement le même pendant toute la durée du Lias : une vaste plate-forme épicontinentale où des boues se déposaient dans une mer calme. Le milieu était plus ou moins confiné et réducteur. Pour la chronostratigraphie, nous avons utilisé des zones d'Ammonites données par R. Mouterde et *al.*, 1971. La fraction argileuse des différents dépôts varie peu au cours du Lias. Elle comprend principalement de la kaolinite et de l'illite plus ou moins dégradée avec la présence épisodique de vermiculite, chlorite, smectite et d'interstratifiés irréguliers.

### **11-3. Sinémurien inférieur et Hettangien indifférenciés. Alternance de calcaires et marnes brunes à gris-bleu (Calcaire à Gryphées).**

Les Calcaires à *Gyphaea arcuata* viennent en affleurement dans le faisceau de la faille vosgienne, le long d'une bande discontinue entre Griesbach-le-Bastberg et Offwiller, à l'Est de Bouxwiller et aux environs d'Obermodern. E. Haug (1888) les a observés dans la tranchée S.N.C.F. près de la gare de Bouxwiller où la série, tronquée de quelques mètres au plus par une faille, a une épaisseur de 39 mètres. Le faciès banal de la formation consiste en une alternance régulière de bancs de calcaire gris-bleu d'une épaisseur moyenne de 0,15 à 0,20 m (0,10 à 0,40) et de niveaux de marnes, de marnes feuilletées et d'argiles grises, beige à l'altération, de 0,10 à 2 m d'épaisseur. Selon R. Khatibet *al.* (*in* B. Haguenaer et J. Hilly, 1975), il s'agit d'un dépôt cyclique dont la séquence type comprend à la base un dépôt marneux puis un calcaire microcristallin assez fin (*wackestone*) constituant l'essentiel des bancs calcaires couronnés par un enduit de calcaire microcristallin encore plus fin, formant le remplissage de terriers. La faune indique un milieu marin peu profond.

Un peu en dehors du domaine couvert par la carte, les carrières Brill à Hochfelden, étudiées par R. Laugier (1964) et J.-G. Blanalt et G. Hirlmann (1970, *in* notice de la carte à 1/50 000 Brumath—Drusenheim), exposaient la partie inférieure de l'ensemble avec des couches à *Schlotheimia angulata* et *Coroniceras rotiforme* (sommets de l'Hettangien et base du Sinémurien inférieur).

*Arietites bucklandi*, caractérisant la zone médiane du Sinémurien inférieur est classiquement citée pour le Calcaire à Gryphées du champ de fractures de Saverne. Selon J. Schirardin (1924) la zone à *Amioceras semicostatus*, dernière zone du Sinémurien inférieur serait représentée par les couches à *Pentacrinus tuberculatus* et *Belemnites acutus* observées par J.-A. Stuber (1893) à

Hattmatt, route de Rosenwiller. Là, elles sont recouvertes en légère discordance par les marnes noires schisteuses à *Oxynoticeras oxynotum* ce qui suggère une lacune probable de la zone à Obtusum.

En plus des espèces mentionnées ci-dessus, citons : *Psiloceras planorbis* et *P.johnstoni* (Ammonites), *Plagiostoma gigantea* et *Pecten textorius* (Lamelli-branches), *Rhynchonella gryphitica*, *Spiriferina walcotti* et *Zeilleria perforata* (Brachiopodes), des radioles et plaques d'Oursins (*Cidaris*), des Foraminifères, des Ostracodes, des écailles de Poissons, des vertèbres et des coprolithes d'*Ichthyosaurus* (F. Firtion, 1938).

**14. Sinémurien supérieur (Lotharingien). Marnes silteuses à nodules calcaires et ferrugineux, argiles et marnes gris-bleu. Au sommet : banc calcaire ocreux à *Raricostatum* [synonymie : Argiles d'Obermodern ou « argiles grises pauvres en fossiles »].** Les couches du Sinémurien supérieur affleurent dans le faisceau de la faille vosgienne, près de Weiterswiller, à l'Est d'Hattmatt et aux environs de Niedersoultzbach, à l'Est de Bouxwiller et au Sud d'Obermodern.

Les argiles et marnes du Lotharingien sont silteuses et un peu micacées. Elles sont compactes et de teinte gris foncé à gris-bleu dans leur partie inférieure et moyenne, feuilletées, gris clair beige ou ocre dans leur partie supérieure (altération probable). Celle-ci renferme des nodules en forme d'ovoïdes aplatis (\*) de calcaire gris ou d'oxyde de fer, veinés ou non de calcite spathique. Dans la région, elles ont livré *Microceras* (*Aegoceras*) *planicosta*, principalement à la base, *Oxynoticeras oxynotum* dans leur partie médiane et *Aegoceras dudressieri* dans leur partie supérieure. Une microfaune recueillie à Steinbourg et Ingenheim confirme leur âge lotharingien (notice de la carte à 1/50 000 Saverne). L'épaisseur des Argiles d'Obermodern est de l'ordre d'une vingtaine de mètres (26 m à Hochfelden un peu en dehors de la carte, sur la coupure Brumath—Drusenheim).

Le Calcaire ocreux à *Raricostatum* est un calcaire gris-bleu, ocre à l'altération, riche en *Gryphaea obliqua* et Bélemnites, épais de 0,40 à 0,70 mètre. Son aspect est très voisin de celui des Calcaires à Gryphées du Sinémurien inférieur, mais il forme un banc isolé dans des formations marneuses et contient souvent le fossile de zone, *Echioceras* (*Arietites*) *raricostatum*. C'est un calcaire bioclastique, riche en débris de tests et pouvant contenir quelques quartz détritiques et un peu de glauconie.

**15. Carixien. Marnes argileuses gris clair, riches en Gryphées et Bélemnites (Marnes à *Zeilleria numismalis*), au sommet Calcaire à *Procfactylioceras davoei* bien caractérisé.** Les Marnes à *Zeilleria numismalis* affleurent dans le faisceau de la faille vosgienne, au Nord-Est de Weiterswiller, à l'Est d'Hattmatt, aux environs de Niedersoultzbach, à l'Est de Bouxwiller et au Sud d'Obermodern. Elles sont constituées de marnes et calcaires tendres plus ou moins silteux et argileux de teinte gris-beige très clair à l'affleurement, grise en sondage. Outre les Gryphées et les Bélemnites, elles livrent *Plicatula spinosa* et surtout *Waldheimia* (*Zeilleria*) *numismalis* qui les caractérisent. Elles ont une épaisseur voisine de 5 mètres.

Au dessus, le Calcaire ocreux supérieur épais de 0,50 m environ est un calcaire gris clair à fines taches cylindriques gris foncé (traces de terriers probables) très fossilifère. L'Ammonite de zone, *Procfactylioceras davoei*, y est fréquente, 1,5 km au Sud-Est d'Offwiller, un peu à l'Est de la limite orientale de la carte (feuille à 1/50 000 Haguenau), le Calcaire ocreux supérieur a fourni

(\*) faciles à confondre avec ceux des Marnes à ovoïdes du Domérien.

*Oistoceras figulinum*, *Aegoceras* gr. *capricornu*, *Lytoceras fimbriatum*, *Liparoceras kilsbiense* et *L. henleyi*.

**16. Domérien. Banc calcaire de Kirrwiller, Marnes à septarias, Marnes grises silteuses à ovoïdes.** Les marnes du Domérien affleurent près de la faille vosgienne au Nord-Est de Weiterswiller, au Nord-Est d'Hattmatt, aux environs de Niedersoultzbach, au Sud d'Offwiller et surtout dans l'angle S.SE de la carte.

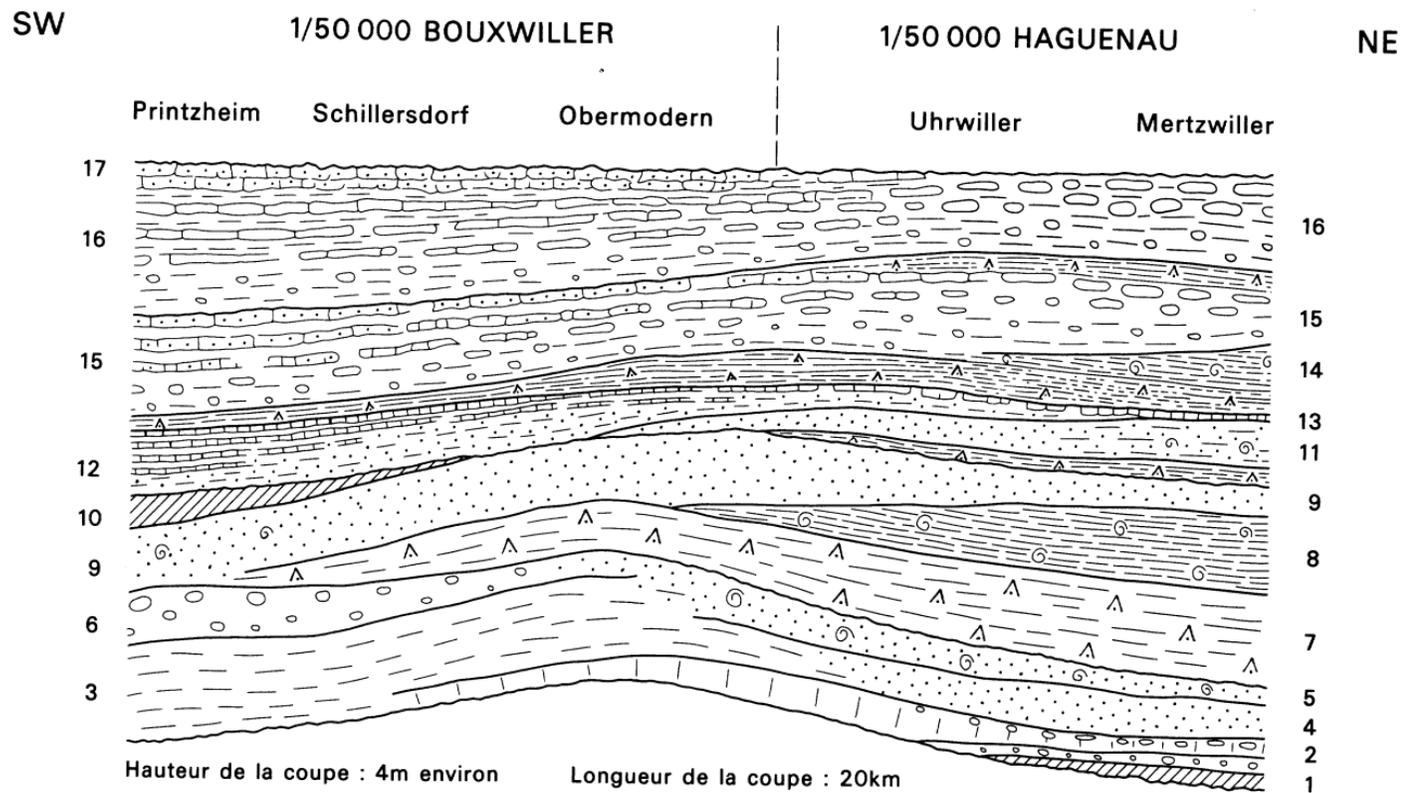
Épaisses de 40 m environ, les Marnes à ovoïdes, de teinte gris souris, massives ou feuilletées, silteuses contiennent de nombreux nodules calcaires ou ferrugineux, de forme ovoïde, allongés dans le sens de la stratification. Certains nodules sont fossilifères et livrent le fossile de zone, *Amaltheus margaritatus*. Dans les marnes, les Ammonites sont généralement pyriteuses. Leur microfaune, pauvre en Foraminifères (Nodosaridés), *Involutina silicea*, est riche en Ostracodes. A Lixhausen où elles sont exploitées en carrière, elles ont livré : *Hungarella amalthei*, *H. grosdidieri*, *H. etaulensis*, *Healdia bernardi*, *Polyclope decorata* et *P. pumicosa*.

A leur sommet, les Marnes à ovoïdes passent insensiblement aux Marnes à septarias qui s'en distinguent par la grande dimension des nodules calcaires (jusqu'à 30 cm et plus), souvent veinés de calcite spathique en étoile (septarias). Leur épaisseur est de l'ordre de 5 à 6 mètres.

Au-dessus, les Marnes à septarias passent à des argiles gris clair sans concrétions calcaires, épaisses de 2 à 4 m environ, qui sont recouvertes par le Banc calcaire de Kirrwiller. Ces deux niveaux fournissent le fossile de zone, *Pleuroceras spinatum*. Le Calcaire de Kirrwiller est un calcaire gréseux et finement grenu, de teinte grise, souvent pétri de Bélemnites, épais de quelques décimètres.

**17. Toarcien « inférieur ». Marnes légèrement bitumineuses à *Posidonomya bronni* (Schistes carton), grès à écailles de Poissons à la base.** Les zones d'affleurement des formations du Toarcien se répartissent de façon assez irrégulière autour du Bastberg : au NE de Hattmatt et de Griesbach, et aux environs de Bouxwiller, Uttwiller, Riedheim et Printzheim. Les assises du Toarcien inférieur ont pu être observées dans la tranchée de l'autoroute A34 à Rosenwiller (feuille à 1/50 000 Saverne). Sur le Calcaire de Kirrwiller repose un niveau silto-argileux épais de quelques décimètres avec des Ammonites suggérant l'extrême base du Toarcien [formes proches de *Dactylioceras semicelatum*, mais associées à une microfaune à cachet domérien (voir notice de la carte à 1/50 000 Saverne)]. Ce niveau est recouvert par un calcaire gréseux, épais au plus de 2 m, passant insensiblement vers le haut aux Schistes carton. Le calcaire gréseux se débite en fines plaquettes rose violacé, blanchâtres à l'altération, à faciès très caractéristique et constitue un très bon repère pour la cartographie de ces formations. Riche en écailles de Poissons, il livre des restes de *Lepidotus* sp. (Poisson actinoptérygien). La zone de passage aux Schistes carton est riche en moules de *Posidonomya bronni*. Les Schistes carton sont des silts calcaires et argileux se débitant en minces feuillets à l'altération. De place en place, ils contiennent un peu de bitume. Leur épaisseur est évaluée à une dizaine de mètres (plus de 15 m à Rosenwiller). Selon J. Schirardin (1938), les Schistes carton appartiendraient à la zone à *Harpoceras falciferum*, zone non retenue aujourd'hui et qui doit correspondre à la zone à *Serpentinum* et à la base de la zone à Bifrons. Sur les Schistes carton reposent des marnes argileuses se chargeant vers le haut en nodules calcaires, correspondant à l'horizon à *Dactylioceras commune* de la zone à Bifrons dont le toit est marqué par une surface d'émersion générale dans le champ de fractures de Saverne, le Toarcien moyen étant transgressif dans toute l'Alsace (J. Schirardin, 1938).

Fig. 1 Coupe de la partie médiane du Toarcien dans le Nord du champ de fractures de Saverne  
 (Schémas de J. Schirardin (1938) regroupés)



 Surface d'émergence



Faciès phosphatés



Faciès argileux à *Trochus subduplicatus*

17 : Calcaire phosphaté oolithique, en partie ferrugineux

16 : Marnes à intercalations calcaires

15 : Marnes à intercalations calcaires

14 : Marnes à Ammonites pyriteuses

13 : Calcaire oolithique

12 : Marnes sableuses

11 : Marnes ferrugineuses et phosphatées

10 : Couche ferrugineuse

9 : Marnes à phosphorites

8 : Marnes à Ammonites pyriteuses

7 : Argile à *Trochus subduplicatus*

6 : Marnes à nodules calcaires

5 : Marnes à Ammonites pyriteuses

4 : Marnes à phosphorites

3 : Marnes à *Dactyloteuthis irregularis*

2 : Marnes à Bélémnites; niveau à fossiles roulés

1 : Couche ferrugineuse de base

(en-dessous : Schistes carton)

Sous-zone à

*Hammatoceras insigne*

Sous-zone à

*Pseudogrammoceras fallaciosum*

Zone à *Grammoceras*

*striatulum*

Zone à *Pseudolioceras*

*dumortieri*

Zone à *Haugia variabilis*

Zone à *Hildoceras bifrons*

?  
↑  
Zone à  
↓  
?

*Grammoceras thoursense*

**18. Toarcien moyen à supérieur. Marnes à intercalations calcaires très fossilifères (Couches à Jureuse) et Couches à *Astarte voltzi*.** La limite Toarcien-Aalénien adoptée étant celle qui sépare la zone à Aalensis de la zone à Opalinum, cette unité cartographique comprend également l'Aalénien inférieur de E. Haug. La figure 1 donne une coupe schématique des Couches à Jureuse ou Marnes de Schillersdorf dans la région où l'on voit une paléogéographie en seuil centrée approximativement sur la localité d'Obermodern avec de nombreuses terminaisons de couches en biseau.

Dans la tranchée de l'autoroute A34 à Rosenwiller (feuille à 1/50 000 Saverne) la plupart des Ammonites de zone citées pour ces niveaux ont été récoltées.

Au-dessus, les Marnes de Printzheim sont constituées par un ensemble de silts argileux et d'argiles silteuses plus ou moins calcaires, compactes ou litées. Dans leur partie inférieure, elles sont fréquemment fossilifères avec en particulier la « faune pygmée » à *Astarte voltzi*, *Trochus subduplicatus*, *Cerithium armatum*, *Leda rostralis*, *Trigonia pulchella*, *Nucula hammeri* et *Purpurina subangulata*. Un peu au Sud de la feuille, à Gottesheim, nous avons récolté *Dumortieria pseudoradiosa* et *Pleydellia* sp.

J. Schirardin (1960) donne une succession type de cette unité cartographique pour le Nord de l'Alsace (indiqué comme Aalénien inférieur).

**19a. Aalénien. Couches à *Trigonia navis* et *Harpoceras opalinum* : marnes silteuses grises.** Les Couches à Opalinum ou Marnes de Gundershoffen affleurent autour du Bastberg : aux environs d'Imbsheim et de Bouxwiller, ainsi qu'à l'Est et au Nord-Est de Kirrwiller. Elles sont exploitées dans une carrière au Nord de Printzheim où elles sont pauvres en fossiles et riches en nodules calcaires de forme ovoïde. Elles sont extraites également au Nord-Est de Bouxwiller où elles présentent des niveaux très fossilifères à *Trigonia navis* et *Lioceras (Harpoceras) opalinum*.

La riche macrofaune des Couches à Opalinum a été étudiée par N. Schneider (1927) à Gundershoffen (feuille à 1/50 000 Haguenau). A Rosenwiller (autoroute A34, feuille à 1/50 000 Saverne), elles ont fourni une très riche microfaune de Foraminifères et d'Ostracodes. Leur épaisseur est de l'ordre de 40 mètres (\*).

**19b. Aalénien. Couches à *Ludwigia murchisonae* : marnes sableuses micacées et Grès de Schalkendorf.** Les Couches à Murchisonae sont constituées par des grès durs gris bleuâtre foncé, bruns ou jaunâtres à l'altération, avec des intercalations de marnes sableuses. On y observe quelques traces ou petites lentilles d'oolithe ferrugineuse. Outre l'Ammonite de zone, elles livrent fréquemment *Pseudomonotis elegans*, *Pecten personatus*, *P. disciformis* et *Pholadomya reticulata*. Leur épaisseur est de l'ordre de 20 mètres.

Les marnes rencontrées au fond du sondage 8-5 ont livré une microflore assez riche à : *Cyathidites australis*, *Inaperturopollenites limbatus*, *Pareodinia ceratophora*, *Classopollis* sp., *Tsugaepollenites mesozoicus*, *Zonalapollenites trilobatus*, *Lycopodiumsporites claratoides*, *Araucariapollenites pseudoaustralis* + *laffittei*, *Klukisporites* sp.

(\*) L van Werweke (1904) mentionne la récolte de *Pleydellia (Harpoceras) aalense* et de *Dumortieria (Harpoceras) pseudoradiosa* dans les Marnes de Gundershoffen. Il est probable que la partie inférieure de cette unité cartographique doit être rattachée au Toarcien supérieur.

• **Dogger**

**j1a. Bajocien. Couches à *Sonninia sowerbyi* : Calcaires bleus de Mietesheim, Marnes sableuses d'Ettenndorf.** Les couches à Sowerby sont essentiellement constituées par des marnes sableuses micacées contenant des nodules phosphatés gris clair à bleu foncé compacts de 2 à 3 cm de diamètre, et des nodules de calcaire oolithique ferrugineux, facile à confondre, à première vue avec les nodules des Couches à Opalinum. En plus du fossile de zone, les Marnes d'Ettenndorf contiennent *Montlivaultia sessilis*, *Rhynchonella oligocantha*, *Gryphaea sublobata*, *Ctenostreon pectiniforme* et *Perma crassitesta*.

Dans leur partie supérieure surtout dans les 2 à 3 derniers mètres s'observent de nombreuses intercalations calcaires (Calcaire de Mietesheim) de teinte bleu-gris foncé, avec des formes en queue d'oiseau (*Cancellolophycus scoparius*) à la partie supérieure des bancs. Les Calcaires de Mietesheim ont livré *Lingula beani*, *Trigonia signata* et *Sonninia mesacantha*.

L'épaisseur des Couches à Sowerby est voisine de 20 mètres.

**j1b. Bajocien. Couches à *Stephanoceras blagdeni* : Marnes et calcaires de Griesbach ; Couches à *Stephanoceras humphriesianum* : Marnes de Grassendorf ; Couches à *Stephanoceras sauzei* : Calcaires d'Ettenndorf.**

Les Calcaires d'Ettenndorf bleu-gris foncé à oolithes ferrugineuses, de teinte brune à grise à l'altération, présentent des intercalations marneuses dans leur partie supérieure. Leur épaisseur est de l'ordre de 4,5 à 5 mètres. La faune des calcaires d'Ettenndorf comprend *Rhabdocidaris horrida*, *Ostrea flabelloides*, *Modiola gigantea*, *Pecten disciformis* et *Otoites (Stephanoceras) sauzei*.

Les Marnes de Grassendorf ont une teinte gris-bleu foncé. Leur fossile habituel est *Megateuthis (Belemnites) giganteus* avec *Trigonia costata*, *Cuculea oblonga*, *Amberleya obornensis*, *Pleurotomaria granulata* et *Belemnites canaliculatus*. Elles ont une épaisseur de 12 m environ.

Les Marnes et calcaires de Griesbach sont gris foncé. Les calcaires, en bancs à peine marqués, sont si fissurés qu'on a plus l'impression d'avoir une succession de nodules joints qu'un banc continu.

Les fossiles sont fréquents aussi bien dans les calcaires que dans les marnes. Certains nodules sont lumachelliques. La faune comprend *Terebratulata globata*, *Avicula inaequalvis*, *Pinna buchi*, *Modiola cuneata*, *Pholadomya purchisoni* et *Teloceras (Stephanoceras) blagdeni*. L'ensemble a une épaisseur de l'ordre de 10 mètres.

**j1c. Bajocien. Grande oolithe (calcaire oolithique).** La Grande oolithe est une des principales formations calcaires en Alsace. Elle forme en partie l'ossature des collines du Bastberg dont elle constitue un des points culminants (Petit Bastberg) où elle affleure. De nombreuses carrières étaient ouvertes aux environs de Bouxwiller et d'Imbsheim. Le front de plusieurs d'entre elles est encore visible (Ouest et Sud de Bouxwiller, Imbsheim).

La lumachelle à *Ostrea acuminata* qui marque la base du Bajocien supérieur dans la région manque dans le synclinal de Bouxwiller.

Formée essentiellement d'oolithes calcaires (concrétions de 1 à 2 mm de diamètre à structure concentrique), la Grande oolithe est une masse calcaire épaisse d'une quarantaine de mètres. Elle est formée de bancs épais généralement de quelques décimètres (0,10 à 1m). La roche présente une teinte blanchâtre à ocre clair ; elle est dure et légèrement poreuse. Dans sa partie

médiane, s'observent parfois de minces intercalations marneuses. La Grande oolithe est relativement pauvre en fossiles. Citons *Echinobrissus renggeri*, *Clypeus ploti*, *Megateuthis giganteus*, *Pseudomonotis echinata*, *Macrodon*

*kirsonensis*, *Ostrea acuminata* et l'Ammonite de zone, *Parkinsonia parkinsoni*. Elle affleure bien dans des carrières dont les fronts sont malheureusement en voie de dégradation, situées à l'Ouest et au Sud—Sud-Ouest de Bouxwiller. La limite supérieure du Bajocien supérieur et la position stratigraphique de la faune à *P. parkinsoni* et *Clypeus ploti* ont été l'objet de discussions (S. Gillet, 1977 ; P. Maubeuge, 1952).

**j2. Bathonien. Couches à *Rhynchonella varians* : Marnes de Bouxwiller, Marnes et calcaires d'Imbsheim.** Les Marnes et calcaires d'Imbsheim comprennent des bancs calcaires friables oolithiques et ferrugineux interstratifiés avec des marnes. Gris bleuâtre foncé à l'état frais, les calcaires ont des teintes ocre clair à brunes quand ils sont altérés. Cette formation est riche en fossiles : *Parkinsonia wurttembergica*, *P. ferruginea* ; *Oppelia aspidoides* ; des Brachiopodes sont très fréquents : *Terebratula globata*, *T. ferryi*, *Zeilleria ornithocephala*, *Rhynchonella haasi*. *Rhynchonella varians* var. *oolithica* est fréquente dans les derniers bancs. Les Marnes et calcaires d'Imbsheim ont une douzaine de mètres d'épaisseur.

Plus ou moins tronquées par l'érosion, les Marnes de Bouxwiller terminent la série jurassique du synclinal de Bouxwiller. Elles présentent quelques intercalations calcaires. Grises à gris-noir, elle deviennent brunâtres, ocre ou verdâtres par altération. Elles contiennent *Ostrea knorri*, *Montlivaultia haimiei* et *Rhynchonella varians*. Leur épaisseur maximale est de l'ordre de 20 m (sondage 197-7-1).

### Formations tertiaires

Nous ignorons si tout le domaine du champ de fractures de Saverne a été recouvert de formations éocènes et oligocènes. Celles-ci ne subsistent qu'en lambeaux témoins dont le plus important est conservé dans le synclinal de Bouxwiller. Aucun dépôt d'âge miocène n'a été jusqu'à présent identifié en Alsace septentrionale. Le Pliocène, bien représenté dans le Fossé rhénan s.s., n'est connu dans le champ de fractures de Saverne que sous forme de lambeaux azoïques attribués à ce système par analogie de faciès avec les sables fossilifères du centre du Fossé. Les formations d'âge pliocène possible (**Fp-v**) seront traitées avec le domaine alluvial quaternaire. Ce chapitre ne concernera donc que le Tertiaire du synclinal de Bouxwiller. D'après le sondage 197-7-1, l'épaisseur de la série au droit du Grand Bastberg doit être de l'ordre de 115 à 120 mètres.

**e5A. Complexe argileux inférieur du Lutétien de Bouxwiller : argiles et petits bancs calcaires fossilifères, argiles noires à lignite, argiles bariolées, sables inférieurs.** Ce complexe est essentiellement connu par des sondages et par les travaux miniers effectués pour exploiter la couche de lignite. Un sondage de reconnaissance a été effectué récemment dans les anciennes carrières situées au Sud-Ouest de l'église catholique et étudié par N. Trauth et al. (1977).

Au-dessus des marnes du Bathonien, le sondage a recoupé une formation sableuse épaisse de 1,35 mètre (\*).

Ce sont des sables moyens à grossiers, jaune grisâtre, à passées d'argiles sableuses bariolées de sanguine. Un échantillon a livré une association pollinique lutétienne (M. Schuler, inédit).

(\*) Le Calcaire en surface présente un léger pendage en accord avec la structure du synclinal de Bouxwiller et les épaisseurs données par ce sondage sont un peu plus fortes que les épaisseurs réelles.

Ces sables passent vers le haut à des argiles bariolées (7,70 m) à teinte dominante rouge à la base et grise au sommet. Cette variation de teinte souligne le passage d'un milieu oxydant à sidérite à la base à un milieu réducteur à pyrite vers le haut. Ces argiles bariolées contiennent encore des passées sableuses et de fines concrétions calcaires dans leur partie médiane et supérieure. La fraction argileuse est essentiellement kaolinique.

Les argiles noires à lignite, dont les 3/5 ont été dépilés en galeries, représentent le pôle réducteur de cette sédimentation argileuse dans la cuvette de Bouxwiller. La couche de lignite est épaisse au maximum de 2,20 m sous le Grand Bastberg ou Galgenberg (324 m) et présente une disposition en grandes lentilles. Daubrée (1852) indique l'existence de deux « bassins » contigus et donne des indications sur la couche ligniteuse :

- matières combustibles et volatiles dont 10 % de carbone organique : 44 %
- argile dépourvue de chaux : 44 %
- pyrite (FeS<sub>2</sub>) : 12 %

P. Arpino (1973) fournit d'après Teichmüller (inédit) quelques données d'analyse sur le matériau ligniteux proprement dit (valeurs arrondies) :

- carbone : 58 à 60 % dont 50 % environ de carbone organique
- hydrogène : 6,2 à 6,6 %
- soufre : 7,6 à 8,1 %
- oxygène + azote : 26 à 28 %

et le définit comme un *gyttjas* (vase sous-aquatique riche en matière organique d'origine lacustre). Il présente, en outre, des données détaillées sur la nature chimique de la matière organique. La flore du lignite (M. Schuler, inédit) est semblable à celle de l'échantillon fossilifère récolté à la base du complexe mais beaucoup plus riche en individus. Elle est caractérisée par la prédominance de Fougères, de Myricacées, de Cupulifères quercoïdes et de Restionacées, la présence de Cupressacées, de Palmées, de Juglandacées et d'Aquifoliacées et par la rareté des Pinacées, des Cupulifères castanoïdes, des Salicacées et des Sapotacées. Elle témoigne d'une végétation de forêt humide en climat subtropical à tropical. Son âge est lutétien.

Les argiles surmontant la couche de lignite, grisâtres, verdâtres à brun jaunâtre sont en grande partie constituées de kaolinite. Elles contiennent encore de rares et fines passées de sable fin et quelques concrétions carbonatées. Daubrée y a observé des tests de Gastéropodes. Dans le sondage, leur puissance est voisine de 7 mètres. Au-dessus, repose une succession épaisse de 5 m formée par une alternance de calcaire et d'argile fossilifère à *Hydrobiidae*, *Planorbidae* et *Melanopsis* et des dents et débris osseux phosphatés de Reptiles et de Rongeurs. Les Characées signalées par L. Grambast (1972) sont caractéristiques de la « zone de Bouxwiller » créée par cet auteur : *Maedleriella mangeloti*, *Gyrogona lemani capitata*, *Lamprothamnium elongatum*, *Psilochara hameli*. Cette association, par comparaison avec le Bassin de Paris, assigne à ces niveaux supérieurs un âge légèrement antérieur à la base du Lutétien supérieur, vraisemblablement Lutétien moyen. L'illite devient abondante aux côtés de la kaolinite et ces couches forment transition entre les argiles sous-jacentes et le Calcaire de Bouxwiller s.s.

**e5C. Calcaire lacustre de Bouxwiller (Lutétien supérieur).** Epais d'une trentaine de mètres (sondage 197-7-1), le Calcaire de Bouxwiller affleure dans les anciennes carrières situées au Sud-Ouest de l'église catholique, malheureusement en voie de comblement. Il a fourni une riche faune de Mammifères qui, avec celle de Montmartre, permit à l'illustre savant Georges Cuvier de jeter les fondements de la paléontologie stratigraphique. Le calcaire est constitué de bancs épais où abondent des moules de *Planorbina pseudoammonius*, avec de

minces intercalations marneuses verdâtres, blanchâtres ou violacées qui ont livré, pour la plupart, des restes de Mammifères. Le front de taille de la carrière, haut de 15 m environ, expose la moitié inférieure de la formation. Les faciès prédominants sont des calcaires micritiques et des calcaires à gravelles ou pseudogravelles, à structure rubanée concentrique (cf. oncolithes différentes de la structure oolithique) et ciment micritique ou sparique. On y observe également des calcaires bioclastiques et de rares structures rubanées d'allure stromatolitique.

### **Faune des Calcaires de Bouxwiller**

Outre des Ostracodes limniques, la faune, très riche comprend :

- Mollusques (A. Andreae, 1883) : *Planorbina pseudoammonius*, *Lymnaea michelini*, *Euchilus deschiensianum*, *Viviparus orbignyianus* (= *Paludina hammeri*), *Viviparus viviparoides*, *Poiretia (Glandina) cordieri*, *Oxychilus (Nanina) voitzi*...

- Mammalofaune (J.-J. Jaeger, 1971) :

- Rongeurs : *Pleisiarctomys* sp., *Ailuravus picteti*, *Paramys* ?, *Protadelomys alsaticus*, *Gliravus hammeli*.

- Périssodactyles : *Lophiodon buchsowillanum*, *Lophiodon* aff. *leptorhynchum*, *Lophiodon tapiroides*, *Lophiodon tapirotherium*, *Lophiodon cuvieri*, *Chasmothierium cartieri*, *Propalaeotherium* aff. *isselanum*, *Propalaeotherium parvulum*, *Pachynolophus* aff. *duvali*, *Paraplagiolophus* aff. *codiciensis*.

- Artiodactyles : *Choeromorus* cf. *suillus*, *Choeromorus* nov. sp., *Dichobune* aff. *robertiana*, *Hyperdichobune* sp., nov. gen. nov. sp., cf. *Protodichobune*, *Meniscodon europaeum*, *Catodontherium* sp., *Catodontherium* aff. *fallax*, *Catodontherium* aff. *argentonicum*, *Dacrytherium* aff. *eiegans*, *Tapirulus* aff. *majori*.

- Marsupiaux : *Peratherium* indét.

- Insectivores : *Buxolestes hammeli*, *Pantolestidae* indét., *Alsaticopithecus leemani*, *Heterohyus armatus*, *Heterohyus gracilis*.

- Primates : *Caenopithecus* aff. *lemuroides*, *Protoadapis* sp., *Periconodon* sp., *Nannopithecus filholi*.

- *Creodonta* : *Prodissopsalis* sp.

La faune assigne au Calcaire de Bouxwiller un âge lutétien ; l'association de Mammifères, choisie par les spécialistes comme type de zone, indique plus précisément un âge sensiblement contemporain de la base du Lutétien supérieur du Bassin de Paris (Banc vert).

**g. Oligocène du Grand Bastberg, d'âge sannoisien probable : conglomérat à galets calcaires et ciment calcaire et argileux, marnes inférieures gris verdâtre à jaunâtres.** Dans le sondage 197-7-1, sur le Calcaire de Bouxwiller, reposent 15 m de marnes grises, verdâtres, jaunes ou blanchâtres dont l'âge précis n'est pas connu. Au-dessus, un puissant conglomérat résiduel forme la colline du Grand Bastberg. Il est essentiellement constitué de galets arrondis de calcaire oolithique remaniés du Bajocien. Ceux-ci ont la forme d'ellipsoïdes aplatis de longueur comprise, pour la plupart, entre 10 et 25 cm. Les plus gros ont 40 cm de longueur. Le ciment est formé de calcaire dur, de calcaire farineux ou encore de marne. Le conglomérat du Grand Bastberg présente des intercalations marneuses.

Daubrée (1852) donne une coupe de 6 m d'épaisseur relevée dans les anciennes carrières qui entaillent le sommet de la butte :

— terre végétale	0,18 m
— « cailloux » (galets) calcaires	1,50m
— détritux calcaire faiblement cimenté en une sorte de grès	0,35 m

- gros « cailloux » (galets) sans stratification, semblables à ceux de la couche inférieure 3,00 m
- marne grise bariolée de jaune et entremêlée de menus débris de calcaire jurassique 0,30 m
- gros « cailloux » (galets) accumulés sans indice de stratification ; ils sont entremêlés de très peu de menus débris (de calcaire jurassique).

Selon C. Sittler (inédit) le ciment du conglomérat et les marnes interstratifiées contiennent des Ostracodes et Foraminifères remaniés du Bajocien ainsi qu'une flore de Charophytes avec *Tolypella* sp., *Chara* sp., *Charites minutissima*, *Maedleriella mangenoti*, *Grambastichara* sp., *Kosmogrya* cf. *superba*, *Maedlerisphaera* ? sp., *Sphaerochara* ? sp. Cette flore indique un milieu saumâtre à oligohalin mais peut-être est-elle remaniée ; en effet, l'âge évoqué par cette association apparaît au plus éocène supérieur basai (*M. mangenoti*, connue dans le Calcaire de Bouxwiller, ne dépasse pas, ailleurs, la fin de l'Auversien). Cette attribution serait peu compatible avec celle, classique, à l'Oligocène du conglomérat.

C'est un dépôt torrentiel, accumulé au pied de l'escarpement bordier du Fossé rhénan, dans une lagune.

Au droit du Grand Bastberg, l'épaisseur du conglomérat « oligocène » est de l'ordre de 35 mètres.

### Formations superficielles. Quaternaire

Comprenant principalement des formations d'altération, des formations loessiques, des formations de gélifluxion, des alluvions et des colluvions, les formations superficielles occupent les surfaces d'affleurement les plus étendues et masquent en grande partie le substrat. Cependant, nous avons dû souvent faire un choix entre la figuration des formations superficielles et celle du substrat, à l'avantage de celui-ci, en particulier sur les versants où les formations superficielles sont très variées à grande échelle et difficiles à représenter tandis que le substrat transparait sous cette couverture superficielle localement amincie et discontinue. Dans le domaine vosgien, nous avons préféré de ne pas représenter des formations de versant, épaisses, mais d'extension générale pour alléger le graphisme de la carte.

A la différence des formations du Secondaire et du Tertiaire, les formations superficielles ont été classées selon un ordre génétique. En effet, la lithologie de ces formations est le plus souvent liée à leur mode de genèse. Par contre une classification purement chronologique pose des problèmes ardues et le plus souvent insolubles. Pour bien des formations, nous manquons souvent de critères chronologiques, même relatifs, et ceux que nous pouvons utiliser comprennent le plus souvent une très large part d'hypothèse. Nous verrons, en particulier, le problème de la chronologie des alluvions dans la partie de la notice qui leur est consacrée.

La plupart des formations superficielles de la région ont un âge quaternaire et leur dépôt ainsi que leur évolution ont été fortement conditionnés par le jeu des grandes variations climatiques durant le Quaternaire :

- pendant les périodes froides, grande puissance de la désagrégation et des processus de transport et de dépôt : gélifraction des affleurements rocheux, gélifluxion généralisée sur tous les versants (y compris ceux à faible pente) couverts de formation meubles à granulométrie fine ou en roche calcaire, alluvions grossières,
- pendant les périodes tempérées : finesse de l'alluvionnement et altération.

Au cours du Quaternaire, le jeu de la tectonique rhénane a été relativement important. Cependant, le territoire couvert par la feuille Bouxwiller se situe dans la partie septentrionale du champ de fractures de Saverne, domaine qui a relativement résisté à l'affaissement au cours du Quaternaire. Le réseau hydrographique a donc fortement entaillé des anciennes surfaces topographiques et les alluvions y sont étagées. Ce domaine a cependant été affecté dans ce secteur par un basculement progressif vers l'Est, de sorte que les nappes alluviales de la Moder se rapprochent progressivement pour se rejoindre à l'aval de Haguenau (F. Fischer, 1962 ; A. Briquet, 1930). Mais la partie du Fossé représentée sur la feuille Bouxwiller est trop peu étendue (5-10 km) pour que ce phénomène puisse se manifester nettement ; il est d'ailleurs plus accentué à l'aval de Pfaffenhoffen (feuille Haguenau). Il n'a pas été reconnu d'autres mouvements différentiels, à la différence du territoire couvert par la feuille Saverne. Il est peu probable que la faille vosgienne ait rejoué après le Quaternaire le plus ancien, dans le domaine considéré.

Les grandes unités structurales de la feuille donnent une certaine ordonnance dans la répartition des formations superficielles : à l'Ouest, la bande d'affleurement des formations du Muschelkalk inférieur ne présente guère qu'une couverture de formations d'altérations peu épaisse et discontinue. Les Vosges gréseuses où des surfaces inclinées sont très largement prédominantes sont le domaine des formations de versant à blocs de grès. Le champ de fractures de Saverne est largement recouvert de loess très altérés et soliflués et certains secteurs ont été le siège d'un alluvionnement important.

Pour le Quaternaire, nous utiliserons l'échelle chronologique longue en faisant débiter la période avec le premier grand refroidissement climatique (Prétilgien).

### **Formations d'altération**

Limons argileux, plus ou moins mêlés de colluvions loessiques et de sables alluviaux remaniés.

Etant donné qu'on observe le plus souvent un passage progressif de la formation saine à la formation altérée où les caractères physiques de celle-ci n'apparaissent plus (teinte, stratification, structure) seule la partie présentant l'évanescence de ces caractères est ici considérée. Dans l'ensemble, l'altération est beaucoup moins profonde dans le domaine du champ de fractures de Saverne que sur les plateaux lorrains.

**t. Limons d'altération des formations argilo-silteuses du Trias.** Aux dépens des assises du Muschelkalk inférieur se sont formées des limons d'altération (**t3**) ocre ou beiges, délavés, parfois un peu micacés, faciles à confondre à première vue avec des loess altérés (lehms). Ils s'en distinguent par leur fraction micacée et la présence fréquente de menus débris de grès altéré.

Ils sont bien développés dans la partie occidentale de la feuille. Leur épaisseur excède rarement 3 mètres.

Aux dépens des formations argilo-silteuses du Muschelkalk moyen (**t4**), de la Lettenkohle et du Keuper se sont formés des limons d'altération grisâtres argileux, généralement hydromorphes avec développement du faciès pédologique pseudogley (marbrures grises et ocre).

**l. Limons d'altération des marnes du Lias.** De teinte brun-beige soutenu, brunâtre, olivâtre à grisâtre, ces limons sont généralement assez argileux, très plastiques et hydromorphes. Ils sont plus ou moins marbrés de taches ocre

(faciès pseudogley). Sur les marnes du Lotharingien ou sur des marnes du Domérien ( $\mathcal{A}$  16), ils contiennent de nombreux fragments de concrétions ferrugineuses ayant une longueur de l'ordre de 1 cm ; localisés essentiellement dans la partie sud-est de la feuille, ces limons ont une épaisseur généralement faible, excédant rarement 3 mètres.

### Formations du piedmont vosgien

Sables plus ou moins argileux, soliflués, avec blocs de grès éboulés.

#### pt1-2. Matériaux remaniés du Buntsandstein moyen à supérieur.

**pt1. Matériaux remaniés du Grès vosgien.** Ces formations sont constituées par du matériel soliflué à partir de l'escarpement de la faille vosgienne sur le glacis situé en contrebas. A la faveur des niveaux les plus argileux du Muschelkalk, de la Lettenkohle et du Keuper, elles se sont étalées jusqu'à une distance de 1 km de l'escarpement. Dans l'ensemble, elles paraissent peu épaisses (1 à 2 m), sauf dans le cas où elles fossilisent une entaille ancienne dans le glacis. Ces formations ont pu se former pendant toutes les périodes froides du Quaternaire où les processus de gélifluxion ont été généralisés à tous les dépôts un peu argileux, limoneux ou sableux fins.

### Formations superficielles de versant

Deux grandes catégories de formations de versant peuvent être distinguées :

- les formations sableuses à blocs des Vosges gréseuses,
- les formations limoneuses ou limono-sableuses des versants du champ de fractures de Saverne.

Les formations sableuses à blocs des Vosges gréseuses ont une telle extension et une telle monotonie de faciès, malgré leur hétérogénéité de détail, qu'elles n'ont pu être représentées, afin de ne pas masquer la nature géologique de la région : elles tapissent pratiquement tous les versants, le substrat n'apparaissant qu'en corniches rocheuses. J. Tricart (1949) en a présenté les premières descriptions et données interprétatives. Dans l'ensemble, les nombreuses entailles des chemins forestiers montrent une formation très grossière à blocs et biocaille de grès pris dans une matrice sableuse blanchâtre ocre (début de podzolisation) ou rosâtre. Les gros blocs sont le plus souvent orientés parallèlement à la pente. Très actifs pendant les périodes froides du Quaternaire, les principaux processus générateurs de cette formation sont le glissement individuel des blocs par gravité, le ruissellement diffus et la gélifluxion (uniquement sur les matériaux riches en éléments très fins). L'aspect actuel de la formation est dû à la dernière période froide (Würm) où les matériaux accumulés pendant les périodes précédentes ont été en majeure partie remis en mouvement. L'épaisseur moyenne de la formation est de l'ordre de 2 à 3 m, mais elle est souvent beaucoup plus puissante (jusqu'à 5 m et plus).

**S. Limons argileux ou sables limoneux à nombreux débris lithiques** (l'indice numérique des formations solifluées est localement précisé). Ces formations constituent plus de 50 % de la couverture superficielle de la partie de la feuille située dans le champ de fractures de Saverne.

Les plus étendues d'entre elles comprennent des matériaux remaniés d'anciens loess (**OE**) d'alluvions sableuses anciennes (**F** ou **Fw**) et de formations d'altération ( $\mathcal{A}$ t et  $\mathcal{A}$ l). Souvent, elles comprennent un mélange de plusieurs matériaux (**SOE-Fw**, **SOE-**  $\mathcal{A}$ t). J.-J. Gross (1976) les a étudiés sous

le nom de « limons des plateaux ». Par rapport aux matériaux originels, les anciens loess ont une texture beaucoup plus compacte et ils sont souvent enrichis en argile (jusqu'à 30 % d'argile et même plus) et en sables. Les sables sont presque toujours enrichis en éléments fins. Les formations d'altération ont perdu de leur compacité. Les formations de solifluxion peuvent être complexes et comprendre plusieurs termes superposés de composition granulométrique différente. Ainsi, les coupes de l'autoroute A34 nous ont montré des exemples de la constitution du complexe **SoE-FW** au Nord de la vallée de la Zorn (voir notice à 1/50 000 Saverne). L'épaisseur moyenne des formations de solifluxion est de l'ordre de 2 à 3 mètres. Elles peuvent être plus importantes (5 à 6 m), surtout quand elles remanient d'anciennes accumulations loessiques (versants exposés à l'Est et au Sud-Est). Selon J.-J. Gross (1976), la solifluxion pelliculaire et le ruissellement aréal ont été les principaux processus de mise en place de cette formation.

### Formations éoliennes (p.p.)

**SoE<sub>2</sub>. Complexe loessique atypique du champ de fractures de Saverne : limons argileux et décalcifiés, plus ou moins soliflués.** Les limons **SoE<sub>2</sub>** recouvrent des surfaces assez étendues, principalement dans le domaine d'affleurement des formations de la Lettenkohle, du Keuper et du Lias. Ils se situent soit en position topographique haute, soit sur des versants. Ces limons sont les restes d'un ancien complexe loessique, comprenant d'anciens loess d'âge probable mindel à würm ancien, très altérés et souvent soliflués, en raison de conditions hydromorphiques locales, liées à la nature peu perméable du substrat. L'épaisseur du complexe est le plus souvent de l'ordre de quelques mètres. Dans le sondage 8-6, sous les loess **OEy**, ils ont été traversés sur une dizaine de mètres avant d'atteindre les formations d'altération du Lias. Des échantillons de ce sondage, ainsi que des échantillons assez nombreux (24) prélevés sur le domaine de la feuille Saverne ont été analysés. Ils comprennent généralement une fraction limoneuse (20 à 50  $\mu$ ) prédominante : 40 à 80%, une fraction argileuse relativement importante (près de 20 % en moyenne) et une fraction sableuse très fine (5 à 15 %). Le plus grand nombre d'échantillons présente un mode principal à 25  $\mu$ . Quelques-uns ont un mode à 40  $\mu$  et d'autres à 6  $\mu$ . Très étalé et peu marqué, le mode à 6 m se retrouve en mode secondaire sur de nombreux échantillons. Certaines couches contiennent une petite fraction sableuse, indice de remaniement par ruissellement à partir d'anciens niveaux d'alluvions (sables d'origine vosgienne) ou de nappes de sables éoliens ?

Le calcaire parfois présent en surface sous forme de concrétions (poupées), plus rarement en tubulaires ou veinules (pseudo-mycelium), n'existe qu'à l'état de traces en profondeur. Il se retrouve à la base de la formation sous forme de concrétions ou d'amas pulvérulents. La masse principale des limons est constituée par du quartz très fin accompagné de faibles quantités de feldspath et de minéraux argileux. Les minéraux argileux les mieux représentés sont les smectites (montmorillonites). La kaolinite et l'illite sont presque toujours présentes en quantités notables.

Le complexe loessique est constitué de couches d'une épaisseur de l'ordre de 0,30 à 3 mètres. Dans plusieurs sondages, un important niveau d'accumulation d'oxydes de fer et de manganèse avec concrétions a été rencontré vers 5-6 m de profondeur (base des loess rissiens ?) avec au-dessous des limons d'une teinte ocre plus franche (loess du Mindel probable).

Une glaisière entaillant le versant en pente douce dominant un vallon en berceau au Nord-Est de Bouxwiller, 350 m environ au Nord-Est du

Carrefour D24/D26, donne une coupe dans la formation **SoE** avec :

- au sommet, une formation limoneuse colluviale (1 m) tronquant les formations sous-jacentes,
- en-dessous, là où elle n'est pas tronquée, une couche grisâtre limono-argileuse (0,6 m) représentant un ancien pseudogley développé aux dépens de la formation sous-jacente,
- à la base, visible sur 2 m, une formation limono-argileuse brun foncé, à l'état humide, avec quelques galets de quartz remaniés d'alluvions anciennes et de pisolithes remaniés des marnes du Lias (indices de ruissellement). Cette coupe montre un aspect assez typique de la formation **SoE** (couche inférieure) et l'existence possible de sols hydromorphes anciens ou actuels (pseudogley) à la surface de ces limons.

**OEy. Loess relativement typiques, d'âge würm en surface : limons peu argileux et partiellement décalcifiés.** Dans la partie orientale du territoire couvert par la feuille, les zones hautes et les versants exposés aux secteurs nord à est sont tapissés par une couche de loess relativement caractérisés avec la texture poreuse habituelle des loess. Ils sont généralement décalcifiés en surface sur une épaisseur de plusieurs décimètres (lehm). Dans le sondage 197-8-6, ils recouvrent des limons loessiques anciens beaucoup plus altérés et soliflués (**SoE**). Dans l'ensemble, leur épaisseur ne semble guère excéder 3 mètres. Par leur faciès, ces loess sont à rapporter au Würm.

### Formations alluviales

Sables et graviers (sauf Fz : sablo-limoneuses)

A l'exception de sa partie nord-ouest, drainée par l'Eichel et ses affluents, qui est tributaire de la Sarre, le drainage naturel du territoire couvert par la feuille se fait essentiellement en direction de la plaine d'Alsace. Les deux principaux bassins versants sont ceux de la Zinsel-du-Sud, affluent de la Zorn, et de la Moder.

Sur le Plateau lorrain, modelé dans les formations du Muschelkalk inférieur, et dans les Basses Vosges, les alluvions occupent des surfaces peu étendues. Les alluvions pré-wurmiennes, rarement conservées dans le domaine vosgien, se localisent pour l'essentiel dans les élargissements des vallées en amont des entailles linéaires profondes, longues de 2 à 3 km, qui précèdent le débouché des cours d'eau dans le champ de fractures de Saverne. Ces élargissements sont sans doute liés à d'anciens fonds de vallées tertiaires et (ou) éocènes entièrement oblitérés en aval par l'incision quaternaire commandée par les mouvements d'affaissement au centre du Fossé rhénan.

Dans le domaine du champ de fractures de Saverne, les alluvions quaternaires se sont largement étalées dans la dépression d'ablation différentielle qui s'est formée aux dépens des aplanissements tertiaires dans la zone d'affleurement des formations argileuses de la Lettenkohle et du Keuper inférieur entre le faisceau de la faille vosgienne et le Bastberg. L. van Werweke (1904) pense à des dépôts par un cours d'eau dirigé du Nord vers le Sud dans cette dépression, arguant de la faible taille des bassins versants montagneux des petits cours d'eau débouchant du plateau gréseux entre la Moder et la Zinsel-du-Sud. Mais l'argument ne paraît pas décisif. La Zinsel-du-Sud, de son côté, a édifié un vaste cône entre le bois de l'Oberholtz à l'Est de Neuwiller et les alluvions de la Zorn. La barrière du Bastberg en a limité l'extension vers l'Est ; les formations pré-mindéliennes du Lerchenberg au Sud d'Imbsheim l'ont contourné vers le Sud.

Au Nord s'étendent les terrasses morcelées du Soultzbach, de la Moder et du Rothbach. Plus elles sont récentes, plus les formations alluviales sont liées au

tracé actuel des axes de drainage, les formations pré-mindéliennes occupent une partie des interfluves entre ces trois rivières. Seule la localisation des alluvions du Quaternaire moyen à 1,5 km à l'Est de Bouxwiller ne trouve pas d'explication simple. Selon L. van Werweke (1904), elle serait déterminée par un ancien cours de la Moder ayant formé une boucle vers le Sud pour suivre ensuite le tracé de l'actuel vallon du Wappachgraben. Il serait plus simple de faire appel à un ancien cours de la Zinsel-du-Sud rejoignant par Bouxwiller le Wappachgraben.

L'extension réelle des alluvions pré-wurmiennes est sans doute supérieure à celle qui est effectivement représentée sur la feuille. Un grand nombre de formations superficielles de versant (S) remanient des galets issus de formations alluviales perchées et masquées par des limons loessiques superficiels (SOED ou OEy).

Pour la caractérisation et la datation des différents niveaux d'alluvions, en l'absence de fossiles, deux principaux critères ont été utilisés : la position en altitude des nappes alluviales (étagement) et le degré d'altération des galets de grès vosgien (blanchiment). Déjà utilisé par L. van Werweke et repris et affiné par H. Vogt (1965) sur toute la bordure orientale des Vosges, ce dernier critère est en partie étalonné dans la région à partir de niveaux datés par des méthodes paléontologiques (Pliocène, Mindel et Riss). Le blanchiment complet ou partiel des galets de grès semble être caractéristique en Alsace des formations pré-mindéliennes. Il affecte les nappes alluviales les plus élevées, couvrant des interfluves aux alentours de 230 m d'altitude, le meilleur exemple étant constitué par les alluvions anciennes affleurant à l'Ouest d'Ingwiller, L. van Werweke (1904) a observé à la gare d'Ingwiller des galets de grès non altérés sous des alluvions à galets de grès blanchis. Cette observation est un argument en faveur d'un blanchiment après dépôt.

Les critères de position géomorphologique ont été retenus essentiellement pour les formations postérieures au Mindel. Les altitudes sont comparables pour la Zinsel-du-Sud, la Moder et ses affluents.

Nous avons distingué :

		âge		alt. max.	alt. min.	ait. relative
Fv	Quaternaire ancien			234	210	25 à 60
Fw	Mindel			230	190	15 à 45
Fw-x	Mindel ou Riss	} Vos ges		240	210	} 10 à 30
				210	190	
Fx	Riss			210	190	5 à 15
Fx-y	Riss à Würm			190	180	5 à 15
				(position assez en aval)		
Fy	Würm	}	Weinbourg	215	210	} 5 à 10
			Dossenheim	190	185	

Ces différentes nappes alluviales sont constituées essentiellement par des matériaux remaniés de grès et conglomérats du Buntsandstein : galets de grès, de quartz, de quartzite et de lydienne ; sables.

**Fp-v. Sables argileux blanc rosâtre d'âge pliocène ou quaternaire ancien indifférenciés.** La feuille comprend au Sud d'Hattmatt l'extrémité d'un lambeau de sables gris-blanc à rosâtre, plus ou moins argileux, qui affleurerait un peu plus au Sud dans les fouilles de l'autoroute A34 (feuille à 1/50 000 Saverne). L'aspect de cette formation rappelle certains faciès du Pliocène de

Basse Alsace. Sa position morphologique apparaît anormalement basse (cuvette d'origine tectonique?).

**Fv. Alluvions d'âge quaternaire ancien indifférenciées.** Les alluvions **Fv** sont caractérisées par l'état d'altération de leurs galets de grès et de quartzite, blanchis. Elles sont assez grossières. A l'Ouest d'Ingwiller, la formation contient des blocs émoussés pouvant avoir jusqu'à 30 cm de longueur et elle paraît assez épaisse (plus de 20 m). Ailleurs, il s'agit de lambeaux résiduels peu épais (Sud-Ouest d'Ingwiller, Ouest de Schillersdorf, Lerchenberg, à l'Est d'Hattmatt).

**Fw, FwS. Alluvions d'âge mindel probable.** Généralement sableuses (**FwS**) les alluvions attribuées au Mindel forment une couverture étendue sur les interfluves qui séparent le vallon de Neuwiller-lès-Saverne de celui d'Obersoultzbach (Niederwald, Oberholtz). On en retrouve des lambeaux isolés un peu plus au Nord : Nord-Ouest d'Obersoultzbach, et plus au Sud : Sud-Est de Neuwiller, Sud d'Hattmatt où elles peuvent être observées dans une petite sablière utilisée de façon temporaire (Vogel-Gesang). Celle-ci, présentant un front de taille de 4 m a été étudiée par J.-J. Gross (1976, 1). La répartition de ces alluvions ne correspond pas au réseau fluvial actuel. Elle témoigne de larges variations probables du cours de la Zinsel-du-Sud pendant le Mindel, dans une zone alors déprimée au pied des Vosges et barrée à l'Est par le Bastberg. Le cours actuel de la Zinsel-du-Sud paraît lié à une entaille d'âge post-mindel probable.

Les alluvions **FwS** sont essentiellement constituées de sables moyens (médiane dans la sablière du Vogel-Gesang : 0,29 à 0,43 mm) assez bien triés ( $Q_{d\phi}$  : 0,30 à 0,50 ; He Cailleux : 0,27 à 0,52). Elles présentent une stratification subhorizontale ou entrecroisée avec quelques lentilles riches en galets de quartz et de quartzite. Probablement roses à rouges à l'origine, les sables ont subi une altération et présentent une teinte blanchâtre à ocre ou rosâtre avec parfois un ou plusieurs niveaux d'accumulation d'oxydes de fer ou de manganèse (à 2 m de profondeur dans la sablière du Vogel-Gesang).

Leur situation morphologique et leur analogie avec les alluvions de la carrière Lotz à Saverne (voir 1 / 50 000 Saverne) permet de leur attribuer un âge mindel, avec une assez grande probabilité. Leur épaisseur peut être importante et dépasser localement 10 m (Niederwald). Liée à un ancien réseau fluvial, très différent du réseau actuel, leur géométrie est mal connue.

**Fw-x. Alluvions d'âge mindel à riss.** Dans les vallées de la Moder et du Rothbach s'observent un assez grand nombre de lambeaux d'alluvions anciennes situés 10 à 30 m au-dessus du niveau actuel de la rivière. La morphologie et l'aspect des alluvions ne permet pas de distinguer plusieurs niveaux, aussi avons-nous adopté cette notation indifférenciée. Nous ne disposons d'aucune coupe et d'aucun sondage dans ces alluvions.

**Fx. Alluvions d'âge riss.** Deux petits lambeaux d'alluvions au Sud-Est de Rothbach et un troisième en aval de Sparbach ont été notés Fx. Ils sont situés 5 à 15 m au-dessus du niveau actuel de la rivière.

**Fx-y. Alluvions d'âge riss à würm.** Aux environs d'Obermodern, s'observent sur les deux rives de la Moder deux terrasses relativement continues, à une altitude comprise entre 190 à 180 m environ soit 5 à 15 m au-dessus du niveau actuel de la rivière. Elles sont constituées par les restes d'une nappe alluviale qui pourrait dater du Riss ou du Würm ancien. Dans le sondage 197-8-100, elles ont une épaisseur de 14 mètres.

**Fy. Alluvions d'âge würm.** Des lambeaux de basse terrasse, d'altitude relative 5 à 10 m et constitués d'alluvions d'âge würm très probable ont été observés dans la vallée de la Moder en aval de Wimmenau, dans celle du Mittelbach en aval de Sparsbach, au Nord-Est de Weinbourg et au Sud-Est de Dossenheim-sur-Zinsel.

**Fz. Alluvions holocènes.** Les fonds des vallées de la Moder et de la Zinsel-du-Sud, dans leur partie vosgienne et plus en aval, sont tapissés par des alluvions récentes, essentiellement sablonneuses. Leur épaisseur est variable (0 à 4 m). Dans la vallée de la Moder, elles présentent des passées argileuses et tourbeuses. Elles recouvrent généralement des alluvions plus grossières d'âge würm.

### **Formations colluviales (s.l.)**

**CFz. Dépôts de fonds de vallons et des vallées secondaires.** Toutes les transitions existent entre les colluvions, liées au ruissellement diffus sur les versants, et les alluvions dues à un transport de matériaux par une rivière d'amont en aval. Dans les vallées secondaires et les vallons importants, les apports latéraux par ruissellement sur le versant sont souvent quantitativement plus importants que les apports propres du ruisseau qui les draine. Ainsi, surtout dans le but de distinguer ces remplissages de fonds de vallons des alluvions franches des vallées principales, nous avons utilisé la notation composite **CFz**.

La plupart des vallées secondaires et des vallons importants sont tapissés par des dépôts fins d'âge holocène. Sablonneux dans le massif vosgien et ses abords, limoneux ailleurs, ces dépôts ont une épaisseur généralement comprise entre 0 et 4 mètres. Sur substrat peu perméable, ils prennent généralement un faciès hydromorphe à pseudo-gley et même avec un développement de gley s'ils sont constamment engorgés. Localement, ils recouvrent des alluvions d'âge würm probable.

**C. Colluvions.** Les colluvions bien caractérisées occupent les parties déprimées des versants, les bas de versants et les fonds de vallons secondaires. Elles sont généralement constituées de matériaux fins : sables, limons et argiles ; les sables prédominent dans le domaine vosgien et sur ses bordures. Au pied des versants raides, elles contiennent souvent une fraction caillouteuse plus ou moins importante. Epaisseur 0 à 3 m, rarement plus. Sans litage ou avec un litage fruste, les colluvions ont généralement une structure poreuse avec de nombreuses racines vivantes ou en voie de décomposition.

Les colluvions des fonds de vallons nettement perchés ont été notés **Cx-z** pour ceux qui n'ont pas connu d'incision post-rissienne (remplissage d'âge riss à holocène), **Cy** pour les autres.

Les dépôts de fonds de vallons à peine suspendus au-dessus du fond des vallées principales ont été notés **Cy-z**.

## TECTONIQUE

La feuille à 1/50 000 Bouxwiller se situe sur le bord occidental du Fossé rhénan (voir le schéma structural figuré au bas de la carte). A la latitude de Bouxwiller, la partie occidentale du Fossé rhénan comprend d'Ouest en Est : le horst vosgien, correspondant aux Basses Vosges, le faisceau de la faille

vosgienne, le champ de fractures de Saverne, le faisceau de la faille rhénane et le Fossé rhénan proprement dit. Le domaine couvert par la carte Bouxwiller ne comprend que les trois premiers éléments.

Le horst vosgien est souligné ici par une grande zone d'affleurement des grès du Buntsandstein. Dissymétrique, il apparaît comme le bord relevé de la « plate-forme » lorraine, brutalement interrompue à l'Est par la faille vosgienne. Il s'agit donc en réalité d'un demi-horst. La bordure vosgienne n'est pas relevée de façon régulière et présente un point bas correspondant à la zone du col de Saverne (feuille à 1/50 000 Saverne). Dans l'axe de la crête, très proche de la faille vosgienne, le toit du Conglomérat principal s'abaisse jusqu'à l'altitude 380 m. Comme le horst des Basses Vosges est très disséqué par le réseau hydrographique, sa morphologie traduit mal sa structure. A. Bordes (1970) a établi une carte structurale du toit du Conglomérat principal. La zone d'ensellement relatif du horst vosgien, correspondant au col de Saverne s'élargit, en allant dans la direction W.NW, en forme de cuvette dont l'axe passe un peu au Nord d'une ligne Vescheim—Vilsberg. Cette zone est relativement taillée avec des accidents de direction N 20° à N 40° E, sensiblement parallèles à la faille vosgienne. Plus au Nord, le horst est découpé en larges panneaux (longs de 5 à 10 km) ayant un léger pendage sud-ouest, ouest ou nord-ouest. Ces panneaux sont délimités par un système d'accidents à faibles rejets avec les deux directions orthogonales N 30° et N 135° E.

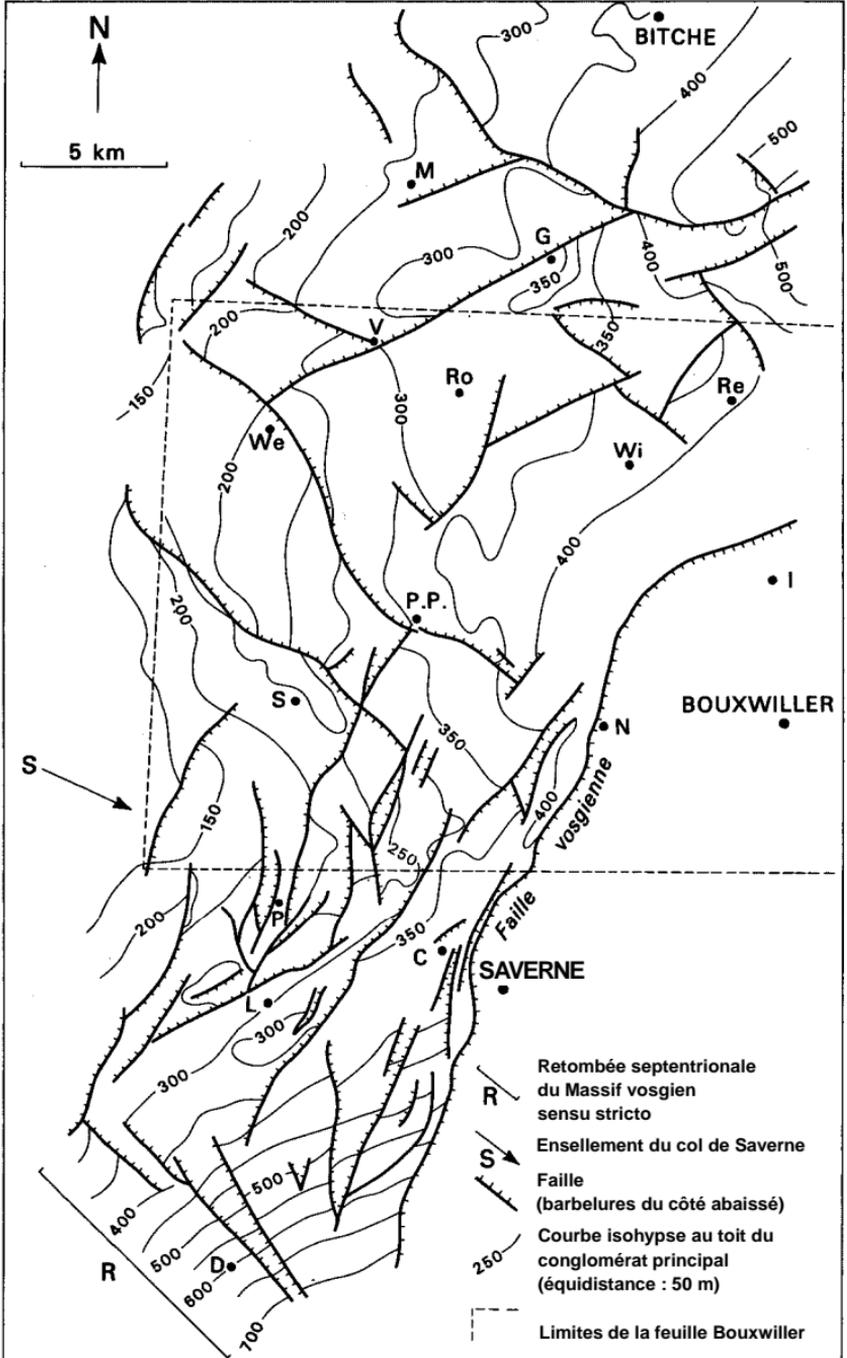
P. Ham (1967) a étudié l'orientation et la répartition des diaclases dans les Basses Vosges. Il a distingué un système radiaire de N 40° à N 90° E (rayon de 10 à 30 km), l'autre concentrique N 30° à N 135° E. Le système radiaire paraît lié à des mouvements de blocs (tendance à la rotation). Dans l'ensellement du col de Saverne, les principales directions de diaclases (N 20°, N 45° E) sont les mêmes que celles du réseau de failles. La maille de fracturation en diaclase est en général de l'ordre de quelques mètres (1 à 20 m) ; les diaclases jointives sont les plus nombreuses.

Le faisceau de la faille vosgienne limite à l'Ouest le champ de fractures de Saverne, partie marginale du Fossé rhénan. D'une largeur maximale de 500 m, il est constitué par une série de failles normales, plus ou moins parallèles, à regard est. Dans l'ensemble, la dénivelée augmente du Sud-Ouest au Nord-Est : 350 à 400 m aux environs d'Ernolsheim-lès-Saverne, 550 à 700 m de Weinbourg à Offwiller. La direction d'ensemble du faisceau varie du Sud-Ouest au Nord-Est (N 25° E à N 70° E, environ). Cette courbure remarquable est liée à un changement d'orientation du Fossé rhénan dans sa partie médiane et détermine la forme en croissant du champ de fractures de Saverne. Le faisceau de la faille vosgienne n'a pas été le siège de mouvements uniquement verticaux ; des stries horizontales indiquant des mouvements décrochants senestres s'observent un peu partout.

Le champ de fractures de Saverne forme une sorte de palier intermédiaire entre le horst vosgien et le Fossé rhénan proprement dit. Il a la forme d'un secteur circulaire, presque celle d'un croissant, allongé du S.SW au N.NE, avec une longueur de 90 km et une largeur maximale de 20 km. C'est le plus étendu des champs de fractures qui bordent le Fossé rhénan. Sa structure interne en horsts et grabens secondaires, avec des failles normales souvent assez obliques, trahit sa parenté avec le Fossé rhénan s.s. Ayant conservé des dépôts d'âge éocène moyen identiques à ceux du centre du Fossé, il représente une partie du bord occidental d'un Fossé rhénan primitif d'âge éocène moyen, ayant résisté à l'effondrement à l'Eocène supérieur. Ainsi, il n'a pas été recouvert par l'épaisse série tertiaire caractéristique du Fossé et il est souligné par l'affleurement de formations d'âge secondaire.

Dans cette partie du champ de fractures de Saverne, la maille de fracturation apparaît assez lâche avec des panneaux assez larges (jusqu'à 3 km) parfois

Fig. 2 Carte structurale schématique du domaine nord-vosgien établie au toit du conglomérat principal ( d'après A. Bordes (1970) légèrement simplifié )



légèrement ployés en voussours (« ondulation anticlinale de Dossenheim ») ou en cuvette (« synclinal de Bouxwiller ») (\*). La cuvette tectonique de Bouxwiller a permis la conservation de dépôts éocènes. La coupe figurée en marge de la carte donne une idée de sa structure : elle apparaît comme un petit graben ployé en cuvette. Dans les champs de fractures des collines sous-vosgiennes, on observe souvent une zone d'enfoncement relatif au pied de la faille vosgienne. Dans le domaine couvert par la feuille, ce fait n'apparaît qu'entre Weiserswiller et Weinbourg, dans la zone de courbure de la faille vosgienne.

### Évolution tectonique de la région

La physionomie cartographique de la feuille Bouxwiller ne laissant apparaître que des formations de la couverture sédimentaire post-hercynienne, la direction tectonique hercynienne majeure en N 60° à N 70° E n'apparaît pas. On peut en déduire qu'elle n'a guère conditionné la paléogéographie des dépôts secondaires. Peut-être a-t-elle joué un rôle dans la genèse de certains seuils (au Lias par exemple) et dans la déformation de la surface prétertiaire (J. Schirardin, 1953). Cependant, il ne faut pas oublier que la grande direction de fracturation rhénane est probablement héritée de la grande direction de fracturation tardi-hercynienne en N 20° à N 40° E.

Les premières manifestations du grand mécanisme de distension qui sera à l'origine du Fossé rhénan nous sont indiquées par des émissions basaltiques (\*\*) d'âge crétacé supérieur (Lippoltet *al.*, 1974). Les premiers dépôts tertiaires datés, d'âge lutétien moyen, n'indiquent pas une subsidence importante mais montrent que le champ de fractures de Saverne faisait partie d'un Fossé rhénan primitif limité à l'Ouest par la faille vosgienne. A l'Eocène supérieur, s'individualise le Fossé rhénan proprement dit, la distension entraînant un jeu d'effondrement très actif en Basse Alsace jusqu'au début du Miocène (Aquitarien). Peu active au Néogène, la tectonique d'effondrement rhénane se manifeste encore au Quaternaire, en particulier dans les ried de la Basse plaine rhénane. Le territoire couvert par la feuille Bouxwiller apparaît à cette période comme un domaine relativement stable, guère affecté par des mouvements d'effondrement au Quaternaire moyen et supérieur.

### OCCUPATION DU SOL

### SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES

Ensemble de terroirs à vocation agricole, pastorale et sylvestre, le domaine recouvert par la coupure à 1/50 000 Bouxwiller prend de plus en plus un rôle de conservatoire de la nature. Il constitue une partie importante du Parc naturel

(\*) Ne pas confondre ces ondulations avec les anticlinaux et les synclinaux liés à des mouvements de compression tels que ceux des plis jurassiens.

(\*\*) En dehors du domaine recouvert par la carte Bouxwiller.

Fig. 2. — Abréviations.

D : Dabo ; C : col de Saverne ; G : Goetzenbruck ; I : Ingwiller ; L : Lutzelbourg ; M : Montbron ; N : Neuwiller-lès-Saverne ; P : Phalsbourg ; P.P. : la Petite-Pierre ; Re : Reipertswiller ; Ro : Rosteig ; S : Schoenbourg ; V : Volksberg ; We : Weislingen ; Wi : Wimmenau.

des Vosges du Nord. L'ordonnance du paysage est liée à la structure géologique qui a donné l'ossature de sa morphologie, tandis que les caractéristiques des diverses formations géologiques recoupées par la surface topographique ont déterminé pour une large part les propriétés et la vocation des sols auxquels elles ont donné naissance. Nous évoquerons donc :

- la bande la plus orientale des plateaux lorrains dont l'aire presque entièrement défrichée correspond à la zone d'affleurement des formations du Muschelkalk inférieur et, pour une faible part, à celle du Grès à *Voltzia* ;
- le domaine des Basses Vosges sur les formations gréseuses du Buntsandstein, à caractère semi-montagnard, qui est le domaine exclusif de la forêt, éclaircie seulement dans les zones d'habitat ;
- le champ de fractures de Saverne constitué par une mosaïque de formations géologiques, qui est un terroir essentiellement pastoral et agricole. Les prairies, très étendues alternent, surtout dans la partie orientale de la zone considérée, avec des terres de labour, en liaison avec les caractéristiques des sols. Les coteaux les plus escarpés sont couverts de vignes, de vergers, de friches ou de bois.

• La bande la plus orientale des plateaux lorrains a une morphologie faiblement ondulée à parties subhorizontales et surfaces à pentes faibles à moyennes. Ce léger relief et le pendage général des couches vers le Nord-Ouest, plus ou moins perturbé par la tectonique, amènent à l'affleurement les différentes couches du Muschelkalk inférieur. De composition variable entre un pôle gréseux, un pôle dolomitique et un pôle silto-argileux, celles-ci ont donné par altération des sols bruns de textures assez variées, carbonatés ou non, argileux ou limoneux, parfois un peu lessivés. Selon leur texture et leur situation topographique, ils sont plus ou moins bien drainés ou engorgés. La qualité du drainage naturel conditionne dans l'ensemble la répartition des cultures et des prairies. La végétation potentielle est une Hêtraie-Chênaie à Charme. Sur les limons d'altération, totalement dépourvus de carbonates, se sont généralement développés des sols bruns acides, marmorisés en conditions hydromorphes. Tous ces sols ont été plus ou moins modifiés par les pratiques culturales.

• Dans le domaine des Basses Vosges, la plupart des sols sont situés sur des versants. Variable suivant leur situation topographique et leur exposition, leur degré d'évolution dépend aussi de la nature de leur roche-mère. Le Grès vosgien, le Conglomérat principal et leurs produits de désagrégation, pauvres en éléments ferro-magnésiens, en bases et en argile sont les roches-mères de sols ocre-podzoliques et de sols podzoliques. Les faibles quantités de fer et d'alumine libérées par l'altération chimique des argiles et des feldspaths sont complexées par les produits organiques solubles, très acides, issus d'un humus forestier acide et entraînés vers la profondeur (podzolisation). La Canche flexueuse (*Deschampsia flexuosa*), la Myrtille (*Vaccinium myrtillus*) et la Luzule blanche (*Luzula albida*) sont généralement des espèces indicatives de ces sols. Dans la strate arborescente, le Chêne sessile prédomine généralement dans la partie inférieure des versants bien exposés. En montant sur le versant, la Chênaie ou la Chênaie-Hêtraie est remplacée par une Hêtraie. Sur les versants exposés au Nord, plus humides et plus frais, les sols sont souvent moins évolués et encore peu affectés par les processus de podzolisation ; le sous-bois de la Hêtraie est caractérisé par la Fétuque des bois (*Festuca silvatica*) espèce indicative des sols bruns acides et des sols brun ocreux. Les Couches intermédiaires et le Grès à *Voltzia*, plus riches en éléments ferro-magnésiens et en argile, sont les roches-mères de sols bruns acides. Si la Canche flexueuse et la Myrtille peuvent encore coloniser ces sols sur les bas-versants à exposition

sud, une association à *Millium effusum*, *Oxalis acetosella*, *Lamium galeobdolon*, *Asperula odorata* et *Rubus* sp. remplace ces deux espèces dans des sites plus frais. La Fétuque des bois apparaît dans les sites les plus frais et les plus humides.

Dans bien des parcelles, le Chêne a été remplacé par le Pin sylvestre et le Hêtre par l'Epicéa, résineux à croissance rapide mais à humus très acide. Sous les Pineraias, une association à Callune et Myrtille chétive dénote en général des sols très nettement podzolisés en milieu filtrant tels que les podzols ferrugineux. Assez symptomatique des sols très acides, également, la Fougère aigle accompagne souvent la Callune. La vallée de la Zinsel marque la limite d'extension vers le Nord du Sapin (E. Walter, 1939). En plus des plantes habituelles des lieux humides : Laiches, Prêles et Molinie, l'hydromorphie des sols des fonds de vallées est indiquée par d'importants peuplements de Reinedes-Près (*Filipendula ulmaria*). Classiques dans les Basses Vosges, les sites, marécageux et tourbeux acides des fonds de vallées plats, sont relativement peu étendus dans le domaine couvert par la feuille. Citons la localité de l'étang du moulin de la Petite-Pierre à *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*, *Dryopteris cristata*, *D. thelypteris* et *Calla palustris* (R. Engel, 1969).

Rochers et ruines féodales sont partiellement colonisés par des plantes rupicoles (*Arabis arenosa*). Les surplombs du Conglomérat principal créent des micro-milieus. Ainsi une Fougère exclusivement atlantique : *Asplenium lanceolatum* a pu s'installer sous des rochers exposés à l'Ouest. D'autres Fougères peuvent être très abondantes dans les vallons très frais (*Aspidium aculeatum*).

- *Le champ de fractures de Saverne*, mosaïque de terrains argileux, marneux, calcaires, limoneux et sableux alluviaux présente des sols beaucoup plus diversifiés que les régions précédemment évoquées.

Sur le piedmont vosgien, les sols sont dans l'ensemble peu évolués, en raison d'apports colluviaux incessants. A l'Est du faisceau de la faille vosgienne, la bande d'affleurement des formations du Keuper comprend essentiellement des paléosols, bien développés au Nord et à l'Ouest d'Obersoultzbach et dans le Schneitzwald, au Nord-Est d'Ingwiller. Ces sols sont généralement pelliculaires, l'altération pénétrant peu en profondeur, des minéraux argileux gonflants à l'humidité (interstratifiés 10-14Å) rendant les argiles silteuses du Keuper quasiment imperméables et compactes en surface. Les parties situées en position topographique basse sont occupées par des prairies ; les parties les plus sèches sont cultivées (plantes fourragères principalement), le sol étant plus ou moins brunifié en surface par la pratique des labours.

A l'Est et au Sud-Est de Neuwiller-lès-Saverne, les formations d'altération des argiles du Keuper (**S<sub>1</sub>t**, **S<sub>2</sub>t**) présentent des sols très hydromorphes quand ces formations sont peu épaisses avec un début de réduction des oxydes de fer (teinte beige à gris-beige : semi-gley). Lorsqu'elles sont plus développées, elles sont les roches-mères de sols bruns plus ou moins marmorisés, plus aptes aux cultures. La végétation potentielle de ces sols est une Charmaie-Hêtraie-Chênaie à herbacées hygrophiles (*Deschampsia coespitosa*, *Carex silvatica*).

Les alluvions anciennes **FwS**, sableuses et souvent enrichies en limon en surface mais dépourvues de calcaire, sont les roches-mères de sols bruns acides, rappelant ceux du massif vosgien. Ces sols sont occupés par des prairies ou des bois (Niederwald, Oberholtz, Vogel-Gesang). Les peuplements sont constitués par une Hêtraie ou une Hêtraie-Chênaie où alternent les sous-bois à *Millium effusum*, à *Festuca silvatica* ou à *Deschampsia flexuosa*.

Au Nord-Est d'Ingwiller des formations de solifluxion très sableuses avec des placages d'alluvions anciennes présentent des sols plus évolués

podzoliques et hydromorphes à pseudogley. Dans la partie boisée, la Molinie est fréquente.

Argileuses et plus ou moins riches en calcaire, les formations du Lias sont généralement plus profondément altérées que les argiles du Keuper. Elles sont les roches-mères de sols bruns calcaires ou décalcifiés utilisés en prairies et vergers dans les sites les plus humides et cultivés dans les parties bien drainées. Sur les côteaux escarpés, les vignes alternent avec des friches et des bois. Le peuplement forestier est constitué par une Chênaie-Hêtraie à strate herbacée neutrophile ou calciphile. Sur les parties hautes des collines du Bastberg, à substrat calcaire, les sols bruns calcaires prédominent. Ils alternent avec des rendzines sur les calcaires subaffleurants et des sols bruns sur les zones entièrement décalcifiées. On y retrouve les associations caractéristiques des formations calcaires des collines sous-vosgiennes d'Alsace moyenne et méridionale, un peu appauvries en espèces. Parmi les espèces caractéristiques, citons *Bromus erectus* et *Brachypodium pinnatum*, *Salvia pratensis*, *Koeleria pyramidata*, *Anthyllis vulneraria*, *Carex glauca*, *Euphorbia cyparissias*, *Lactuca perennis* et *Melampyrum arvense*.

La couverture de limons loessiques, bien que constitués de loess très altérés, comprend en surface des sols relativement peu évolués, en raison de la vigueur relative de l'érosion et du colluvionnement (relief ondulé). Les sols de type brun à brun calcaire conviennent à la polyculture céréalière. Les zones déprimées hydromorphes à sols plus ou moins marmorisés sont utilisées en prairie. Elles sont rarement abandonnées à la végétation hydromorphes à Joncs, Laiches, Prêles et Roseaux (*Phragmites communis*).

Les fonds des vallées de la Zinsel et de la Moder sont occupés par des sols bruns acides à structure compacte ou des sols bruns marmorisés utilisés en prairies.

Pour plus de détail concernant la flore, nous renvoyons le lecteur aux travaux de R. Engel (1955, 1969 et 1977).

#### PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE

**Paléolithique.** Aucune trouvaille sûre dans ce secteur. Un racloir ( ? ) à Hattmatt (trouvaille ancienne peu sûre).

**Néolithique.** Très nombreuses trouvailles de haches polies et de haches-marteaux pour la plupart conservées au musée de Haguenau, sans localisation précise du lieu dit pour la plupart. Sur le flanc du Brudersberg, sur le banc de Neuwiller-lès-Saveme, très bel ensemble de polissoirs.

**Bronze.** Très rares implantations sûres. Une hache à talon à Obermodern.

**Vestiges anhistoriques** (datation sûre non établie)

— menhirs ou pierres-bornes protohistoriques

- Meisenthal : Pierre des Douze Apôtres ou Breitenstein (3,5 km au Nord de Wingen-sur-Moder)
- Volksberg : Spitzstein (à l'Ouest de Rosteig).

— enceintes, toutes protohistoriques probablement :

- Ratzwiller :
  - Burg (à l'Est)
  - Schanz (au Sud de la Burg près du réservoir)
- Rothbach (au Nord-Ouest de Rothbach)
- Ernolsheim : Heidenstadt (au Sud-Ouest d'Ernolsheim).

**Époque gallo-romaine.** Découverte de sites, bas-reliefs, dépôts de monnaies ; localisation de détail mal connue.

**Époque mérovingienne.** Cimetières mérovingiens dont la localisation est également mal connue.

### DONNÉES GEOTECHNIQUES

Ces notes ont pour objet d'attirer l'attention des utilisateurs sur quelques particularités des principales formations géologiques représentées. Non exhaustives et non fondées pour la plupart sur des études spécialisées, elles ne doivent être utilisées qu'à titre indicatif. Etant donné la dispersion plus ou moins grande des affleurements qui ont permis de l'établir, la carte, à l'échelle de 1/50 000, ne peut fournir toutes les données géologiques précises de façon ponctuelle. A l'échelle du chantier, elle donne un canevas, avec un inventaire aussi exhaustif que possible des différentes formations géologiques qui doit être précisé par des sondages avant tous travaux importants. Elle permet, en particulier, une meilleure implantation et une meilleure interprétation des forages de reconnaissance. Les conditions locales doivent être étudiées avec soin surtout pour les terrassements importants (pendage des couches, fracturation, régime des venues d'eau, degré d'altération des terrains, conditions d'équilibre des formations superficielles, etc.).

- *Dans la zone lorraine* (\*) à l'Ouest des Vosges, les formations d'altération étant dans l'ensemble peu épaisses, les conditions géotechniques proviennent le plus souvent directement des propriétés de la formation subaffleurante. A court terme, la plupart des assises ont une cohérence suffisante pour assurer une bonne tenue, les Couches à *Myacites* étant la formation la moins cohérente. A long terme, elles sont gélives. Pour les terrassements, les niveaux de grès massif peuvent poser quelques problèmes. Au Sud de Vilsberg (feuille à 1/50 000 Saverne), les travaux de terrassement de l'autoroute A34 ont été gênés par un niveau à miches de grès. La région est traversée par d'assez nombreuses failles.

- *Dans le domaine vosgien*, deux principaux types de matériaux sont à considérer : les grès en place et les formations superficielles à blocs. Recoupant les trois principales formations du domaine vosgien : le Grès vosgien, le Conglomérat principal et les Couches intermédiaires, la tranchée de l'autoroute A34 a permis de faire de nombreuses observations d'un point de vue géotechnique. R. Humblot (1977) y a effectué une étude comparative des trois formations. Dans ses conclusions, ressort l'importance de la représentativité de l'échantillonnage, malgré l'apparence relativement homogène de ces formations. Il indique que « les liaisons entre les grains sont responsables de la résistance mécanique, à la compression, aux chocs ainsi qu'à l'attrition et la porosité n'intervient que dans la sensibilité à l'eau où des phénomènes, tels que la pression interstitielle et le gonflement des argiles, sont mal appréciés ».

L'extraction sera donc d'autant plus difficile que le degré de cimentation du grès est important. Les niveaux meubles sableux, silteux ou argileux pourront occasionner des difficultés de stabilité de pente, surtout quand ils sont hydromorphes (cas fréquent dans la partie inférieure des Couches intermédiaires) et que les bancs de grès sont très fracturés et diaclasés.

En surface, les grès sont plus ou moins disloqués et recouverts sur les versants par une formation superficielle sableuse à blocs. Celle-ci est très sensible aux eaux de ruissellement et elle est très souvent hydromorphe en bas de versant.

(\*) Zone d'affleurement des formations du Muschelkalk inférieur.

Dans la partie Inférieure de l'escarpement de la faille vosgienne en particulier aux environs de Rothbach, les formations du piedmont vosgien peuvent être relativement épaisses (jusqu'à 5 m et plus) et recouvrir des couches de grès disloquées sur plusieurs mètres d'épaisseur (\*). Un éboulement, probablement amorcé par la charge d'un remblai a affecté en 1970 un versant façonné dans ces couches, localement hydromorphe, sur 20 m de large environ et 50 m selon la ligne de plus grande pente.

• *Le champ de fractures de Saverne* apparaît comme une mosaïque de terrains aux propriétés très variées. Ils sont souvent délimités par des failles dont la position précise doit être vérifiée à l'échelle du chantier. La plupart de ces failles ne sont pas verticales mais obliques et plongeant en direction du côté abaissé (failles normales). Nombre d'entre elles sont des failles ouvertes avec un remplissage varié. Pour les grès du Buntsandstein, nous renvoyons le lecteur au paragraphe précédent et pour les formations du Muschelkalk inférieur, à celui concernant la zone lorraine à l'Ouest des Vosges. Indiquons en outre, la mauvaise tenue du grès argileux au sommet du Buntsandstein. Les argiles silteuses et les marnes du Muschelkalk moyen peuvent être hydromorphes en surface. Ces formations peuvent contenir du gypse ou de l'anhydrite et leur stratification peut être perturbée par la dissolution de ces substances. Massifs, le Calcaire à entroques et le Calcaire à Térébratules peuvent poser des problèmes de terrassement. Ils peuvent être karstifiés et renfermer des cavités insoupçonnables en surface. Les assises de la Lettenkohle inférieure sont souvent altérées, tandis que celles de la Lettenkohle moyenne n'ont guère de tenue et peuvent être hydromorphes. Pour les formations du Keuper, les conclusions de M. Durand *et al.* (1977) peuvent être appliquées à la région. Ces auteurs soulignent la grande dispersion des paramètres mesurés qui traduit l'hétérogénéité de composition des « marnes » du Keuper (variation de la granulométrie de la partie détritique : sables fins, silts plus ou moins fins, argiles ; variation de la teneur en carbonates). « Le matériau intact a une bonne compacité et se présente en général sous forme d'argile indurée ou de marnes cimentées par des carbonates ou de l'anhydrite ». Cependant, « la décomposition consécutive à l'érosion (ou aux terrassements) produit une altération mécanique... qui se traduit en premier lieu par la formation de nouveaux réseaux de diaclases parallèles et obliques par rapport au litage ». « La dissolution des sulfates survient assez rapidement dès que la fissuration rend les circulations d'eau possibles ». A proximité des zones d'affleurement, les sulfates sont généralement dissous et le litage de la formation est complètement perturbé. Souvent bonne au moment des terrassements, la tenue de ces terrains se dégrade rapidement et inéluctablement avec le temps. En surface, ils peuvent être hydromorphes. Souvent compactes, les marnes du Lias perdent aussi très rapidement leurs propriétés, à la suite d'une simple décompression. Altérées, elles n'ont aucune tenue et elles sont généralement hydromorphes.

La Grande oolithe possède les caractéristiques des formations calcaires en bancs épais (assez bonne résistance mécanique, fissuration en grand, karstification) avec en outre l'inconvénient de présenter souvent un pendage non négligeable lié à la structure synclinale de Bouxwiller.

Les formations superficielles de versant, limono-argileuses ou sablo-limoneuses, et les limons du complexe loessique du champ de fractures de Saverne n'ont le plus souvent guère de tenue. Ils sont généralement hydromorphes dans leur partie inférieure où une nappe d'eau plus ou moins temporaire peut se former, leur substrat argileux ou marneux étant très peu

(\*) Un terrassement effectué au débouché du vallon situé au Sud-Sud-Ouest de Rothbach montre cet ensemble de couches sans cohésion sur une épaisseur supérieure à 10 mètres.

perméable. Ils sont sujets à des glissements en masse, même sur des talus à faible pente.

Les alluvions anciennes, lorsqu'elles sont homogènes et riches en graviers, constituent des assises de fondation relativement bonnes. Il peut être nécessaire de drainer ou de décaper les lentilles ou bancs de limons intercalés dans les alluvions qui peuvent retenir une nappe aquifère temporaire. Quand elles sont sableuses, elles sont très sensibles à l'affouillement par les eaux de ruissellement et elles perdent leur tenue quand elles sont hydromorphes.

Sableuses, limoneuses ou argileuses et hydromorphes, les alluvions de fond de vallée sont de très mauvaises assises de fondation et n'ont aucune tenue lors des terrassements.

### **Problème du réemploi des matériaux**

Seuls les grès, les calcaires et les alluvions graveleuses sont facilement réutilisables. Les autres matériaux sableux, limoneux, argileux ou marneux ne peuvent être réemployés que dans certaines conditions : compactage efficace, en sandwich avec d'autres matériaux, avec une protection efficace contre les eaux d'infiltration...

## RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

### *HYDROGÉOLOGIE*

Les ressources en eau sont principalement fournies par les formations aquifères du Buntsandstein qui assurent l'alimentation des collectivités à l'exception d'une douzaine d'agglomérations de la partie sud-est de la feuille alimentées soit à partir de niveaux aquifères plus récents du Champ de fracture, soit par les captages en nappe alluviale de la Zorn situés sur le territoire de la feuille Brumath.

Des communes du Plateau lorrain de la feuille Sarre-Union, des Syndicats AEP (Drulingen et Diemeringen), sont approvisionnées par des sources et des forages dans la nappe du Buntsandstein de la feuille Bouxwiller.

L'infiltration des eaux météoriques dans les formations triasiques qui affleurent sur une très grande étendue permet la constitution d'une nappe de plusieurs centaines de mètres de puissance dans les formations gréseuses du Buntsandstein considéré comme le château d'eau des Vosges septentrionales.

La nappe générale du Buntsandstein dont le niveau du toit se situe à la cote 230 m environ en bordure ouest de la feuille est drainée par les entailles que forment les principales vallées, son toit s'abaissant à environ 210 et 200 m vers l'Est.

### **Sources**

— *Les sources captées* en fond de vallée, principalement celles situées dans les niveaux supérieurs du Grès vosgien, fournissent des débits supérieurs au litre par seconde, pouvant même atteindre 10 l/s. Ainsi le Syndicat AEP de Drulingen capte trois sources à Weckenmühl, dans la vallée à l'Est de Lohr, qui débitent respectivement 10,4 et 3,5 l/s ; la ville d'Ingwiller est en grande partie alimentée par la source des Sept fontaines d'un débit de 11 l/s à l'Ouest de Sparsbach.

— *Les sources perchées* qui apparaissent à flanc de collines à la faveur d'interstratifications d'horizons moins perméables ou de diaclases, principalement vers la base du Buntsandstein supérieur, fournissent des débits moins importants, en général inférieurs au litre par seconde. La commune d'Ernolsheim est alimentée par sept sources perchées dont la plus importante ne débite que 0,5 l/s.

— *Les eaux des sources du Buntsandstein* sont en général de faible minéralisation, très douces (dureté entre 2 et 8 °F), pH entre 6 et 7, à teneurs en chlorures et sulfates inférieures à 10 mg/l, avec présence d'anhydride carbonique agressif de l'ordre de 5 à 15 mg/l. Certaines sources de la base du Buntsandstein supérieur sont un peu plus minéralisées selon leur situation stratigraphique.

### Forages

Une dizaine de forages ont été réalisés dans la nappe du Grès vosgien pour l'alimentation des collectivités. Certains sur la partie ouest de la nappe ne sollicitent que les niveaux supérieurs du Grès vosgien, d'autres plus à l'Est ne disposent que des niveaux inférieurs de cette formation qu'ils captent jusqu'à sa base.

— *La partie supérieure du Grès vosgien* permet d'obtenir par forages une eau de bonne qualité à des débits relativement importants. Ainsi :

- le forage de Kreuzmühle (5-2) réalisé par le Syndicat de Wintersbourg, à 70 m de profondeur à partir du Conglomérat principal, a fourni aux essais un débit de 120 m<sup>3</sup>/h pour un rabattement de 8 m, ce qui est exceptionnel dans les formations du Buntsandstein ;
- celui de Diemeringen, en limite ouest de la feuille (196-4-72), foré à — 245 m en partant du Buntsandstein supérieur, capte les niveaux aquifères du Buntsandstein moyen à partir de —69 m ; la nappe arrivant au niveau du sol peut être exploitée au débit de 100 m<sup>3</sup>/h pour un rabattement de 50 m ; la transmissivité déterminée aux essais est de  $1,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ . Les caractéristiques chimiques des eaux de ces deux forages sont différentes de celles des sources citées plus haut et des autres forages situés plus à l'Est, par suite de l'influence des formations du Muschelkalk recouvrant l'aquifère gréseux sur la bordure occidentale de la feuille. Les eaux sont nettement plus minéralisées, à pH 7,25 et 7,65, d'une dureté de 23°F ;
- 2 forages réalisés par le Syndicat de Drulingen, dans la vallée à l'Est de Lohr (5-26 et 27) où ils captent trois importantes sources, alimentent une série de communes du Plateau lorrain :
  - \* le plus ancien, profond de 118 m n'a débité que 46 m<sup>3</sup>/h pour un rabattement de 60 m aux essais, malgré un débit artésien de 8,3 m<sup>3</sup>/h. Transmissivité  $6,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ,
  - \* le plus récent profond de 250 m, fournit 100 m<sup>3</sup>/h pour un rabattement de 25 m. Transmissivité  $1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  ;
- la Petite-Pierre a renforcé son alimentation par un nouveau forage (6-20) de 162 m de profondeur permettant un pompage à 60 m<sup>3</sup>/h avec un rabattement de 23 mètres.

Les qualités des eaux de ces trois forages sont voisines de celles des sources captées dans la nappe générale du Grès vosgien : la dureté est inférieure à 8 °F, la teneur en CO<sub>2</sub> agressif se situe entre 5 et 15 mg/l.

— *La partie inférieure du Grès vosgien* est sollicitée sur toute la puissance aquifère disponible jusqu'au toit du Buntsandstein inférieur par quatre forages

dans la vallée du Rothbach (4-35, 36, 39 et 40) alimentant le Syndicat de la Moder et un forage de renforcement à Neuwiller-lès-Saverne (7-18). Ces ouvrages profonds de 118 à 180 m sont nettement moins performants que ceux des niveaux supérieurs, ainsi celui de Neuwiller ne débite que 38 m<sup>3</sup>/h pour 40 m de rabattement, 3 du Rothbach dépassent le débit critique avec 30 m<sup>3</sup>/h pour des rabattements compris entre 40 et 55 m, le dernier n'atteint que 18m<sup>3</sup>/h pour un rabattement de 60 mètres. Les transmissivités de l'aquifère déterminées aux essais varient de  $2 \cdot 10^{-4}$  à  $2 \cdot 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s. Les caractéristiques chimiques de l'eau de ces forages sont voisines de celles des eaux des niveaux supérieurs du Grès vosgien : on note toutefois des teneurs plus fortes en CO<sub>2</sub> agressif (14 à 35 mg/l), la présence de fer (0,1 à 0,2 mg/l) et de manganèse (0,04 à 0,1 mg/l) parfois à la limite des normes de potabilité.

La nappe générale du Buntsandstein dont les sources les plus importantes sont actuellement captées pour les besoins des collectivités permet toutefois l'implantation de nouveaux forages pour renforcer les réseaux. Les fonds de vallées dans lesquelles l'aquifère des formations supérieures du Grès vosgien est représenté sur une importante épaisseur constituent les zones les plus intéressantes pour des débits de l'ordre de 50 à 100 m<sup>3</sup>/h. En bordure est et dans le secteur nord-est où affleurent les niveaux inférieurs du Grès vosgien, moins perméables et peu fissurés, les débits susceptibles d'être exploités par des forages seront plus faibles sauf en cas de fissurations importantes pouvant faire office de drains.

Ressources exploitées dans le secteur du champ de fractures de Saverne.

La ville de Bouxwiller est alimentée par une source émergeant des calcaires éocènes et un forage (8-2) d'une vingtaine de mètres de profondeur qui exploite une nappe dans la partie supérieure de la Grande oolithe a un débit de 20m<sup>3</sup>/h ; l'eau est moyennement minéralisée, d'une dureté de 31 °F.

A Griesbach, un forage de 25 m de profondeur (7-14) dans les calcaires et dolomies de la base du Keuper permet l'alimentation de trois communes avec une eau d'une dureté de 35 °F.

#### SUBSTANCES MINÉRALES NON MÉTALLIQUES

Beaucoup plus localisée que dans le passé, l'industrie extractive reste relativement importante dans le domaine de la feuille avec une quinzaine de carrières actives.

#### Pierres de construction, dalles et pierres de bordure

La bande d'affleurement du Grès à *Voltzia* à l'Ouest de la carte est truffée d'anciennes carrières et reste avec neuf carrières en activité en 1978 le principal centre d'extraction de la région pour dalles, pierres de bordures, linteaux et pierre de taille. Les carrières sont réparties sur les communes de Waldhambach, Adamswiller, Lohr, Petersbach, Bust et Hangviller. Cette activité est principalement liée à la construction en style traditionnel et à la restauration des bâtiments anciens. Les matériaux sont extraits des bancs gréseux du Grès argileux et surtout du Grès à meule, encore utilisé pour le produit qui lui a donné son nom. Plus grossier et souvent à stratification oblique ou entrecroisée, le Grès vosgien est beaucoup moins recherché. Cependant les bancs relativement fins à litage subhorizontal peuvent convenir pour ces mêmes usages. Le Grès vosgien est encore exploité à Rothbach. Dans le passé, les calcaires du Muschelkalk supérieur et la Grande oolithe ont également été exploités comme pierre de construction.

### **Matériaux de viabilité**

Actuellement, les sables et graviers des alluvions anciennes d'origine vosgienne ne sont guère exploités dans le domaine couvert par la feuille. Ils sont utilisés pour des besoins locaux dans les régions voisines de Haguenau et de Saverne un peu plus urbanisées et industrialisées. Cette situation est liée à la concurrence des sables et graviers d'alluvions rhénanes et à la granulométrie des matériaux locaux où le volume du sable prédomine très largement sur celui des graviers.

Comme matériaux durs, citons le Grès à meule du Grès à *Voltzia* qui possède les meilleures caractéristiques des grès du Buntsandstein. Parmi les calcaires, les plus durs sont ceux du Muschelkalk supérieur. Le Grès vosgien convient bien pour les enrochements. Mentionnons l'exploitation ancienne des galets calcaires du Conglomérat oligocène du Grand-Bastberg.

### **Matériaux pour la céramique**

Les marnes du Lias sont exploitées à une échelle industrielle pour la fabrication des tuiles et briques. En 1978, trois carrières étaient en activité : à Lixhausen dans les Marnes à ovoïdes, à Lixheim et à Bouxwiller dans les marnes aaléniennes (**19a**). Cette dernière carrière exploite également les limons **Soe**.

### **Autres matériaux**

Certaines assises du Muschelkalk moyen et du Keuper contiennent du gypse et de l'anhydrite.

Le gypse ne semble pas avoir été exploité dans le territoire couvert par la feuille. L'exploitation la plus proche, aujourd'hui abandonnée, se situe dans la région de Hochfelden (feuille à 1/50 000 Brumath).

Les calcaires du Muschelkalk supérieur, la Grande oolithe et le Calcaire de Bouxwiller ont été exploités comme source de chaux. Seule la Grande oolithe des collines du Bastberg forme un important gisement, gelé par de fortes contraintes : proximité de la ville de Bouxwiller, site touristique important pour la région. Anciennement, les marnes et calcaires à Gryphées ont été exploités pour chaux et ciment hydraulique.

Les lignites de Bouxwiller ont été exploités en galerie au siècle dernier pour la fabrication de l'acide sulfurique (vitriol), à partir d'aluns, sulfates d'aluminium plus ou moins complexes, obtenus par des traitements sur le mélange des produits d'altération de la pyrite et de l'argile environnante. L'exploitation cessa en 1881 pour des raisons économiques et pour des raisons techniques (importantes venues d'eau). Selon Daubrée (1852), sur les 39 ha exploitables (puissance de la couche supérieure à 1 m), 24 ont été défilés en galeries. A l'ouverture de la première concession en 1809, le lignite était exploité comme combustible.

### *GITES MINÉRAUX*

Le sondage Adamswiller - 1 (197-1 -1), effectué par la PREPA en 1958 pour rechercher en bordure est du bassin houiller d'éventuels magasins et pièges stratigraphiques pour hydrocarbures, a recoupé dans le Permo-Houiller divers indices de charbon, pyrite, asphalte et huile. Il a atteint le socle cristallin à 1 974 m de profondeur (paragneiss) et a été arrêté à 1 991 m ; les 7 derniers mètres recoupent un quartzite à biotite, pyrite, galène et blende, sans qu'il soit possible de préciser l'importance de cet indice.

Selon A. Daubrée (1852) de la chalcopryrite a été exploitée à la montagne d'Altenbourg, près de la Petite-Pierre.

La présence de barytine dans le ciment du Conglomérat principal (**t1c**) a été signalée au Pfaffenkopf (bois du Herrenstein).

## DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

### DESCRIPTION DE SITES CLASSIQUES ET D'ITINÉRAIRES

Les itinéraires 1, 2 et 3 du *Guide géologique régional : Vosges—Alsace* (J.-P. von Eller, 1976 ; 2ème éd. 1979), Masson éd. intéressent la feuille Bouxwiller. Parmi les affleurements décrits dans ce guide, soulignons l'intérêt des carrières ouvertes dans le Grès à *Voltzia* à l'Ouest du domaine des Basses Vosges et des anciennes carrières de Bouxwiller.

Les carrières exploitant le Grès à *Voltzia* méritent une visite à bien des points de vue : taille de la pierre en particulier pour la confection de meules, paléoécologie et sédimentologie d'un domaine côtier à caractères deltaïques au Trias inférieur (voir les travaux de J.-C. Gall, 1971, résumés in J.-C. Gall, 1976 et ceux de L. Grauvogel-Stamm, 1978 pour l'étude de la paléoflore).

Les collines du Bastberg, qui présentent un remarquable panorama sur les Vosges du Nord et le champ de fractures de Saverne ont joué un rôle important dans les fondements des sciences naturelles. La richesse en restes coquilliers du Calcaire de Bouxwiller avait déjà frappé l'écrivain Goethe à la fin du XVIIIème siècle. Les nombreux restes de Vertébrés qu'il a livré permirent, avec ceux extraits des anciennes carrières parisiennes de Montmartre, à l'illustre savant Georges Cuvier, de jeter les fondements de la paléontologie des Vertébrés et de l'anatomie comparée. L'ancienne carrière ouverte dans le Calcaire de Bouxwiller, située en zone urbaine et en voie de comblement par des détritiques, devrait être protégée et aménagée en jardin-musée. Le Club vosgien a prévu le balisage d'un itinéraire géologique sur le Bastberg.

Le lecteur désirant visiter des affleurements du Trias et du Jurassique de la région sous un aspect plus sédimentologique pourra consulter avec profit le livret guide de l'excursion n° 8 du IXème Congrès international de sédimentologie tenu à Nice en 1975, dirigé par J.-C. Gall, B. Haguenaer, J. Hilly et J. Perriaux.

En ce qui concerne les Couches intermédiaires, la Lettenkohle, le Keuper et les alluvions quaternaires, des affleurements de référence peuvent être visités un peu plus au Sud sur le domaine couvert par la feuille Saverne (voir la notice explicative de cette carte géologique).

Parmi les affleurements intéressants, non décrits dans les guides mentionnés ci-dessus, citons :

- la carrière de Lixhausen dans les Marnes à ovoïdes (**I6**),
- la carrière au Nord de Printzheim dans les marnes aaléniennes (**I9a**),
- la carrière située au Nord-Est de Bouxwiller dans les marnes aaléniennes et les limons loessiques soliflués,
- la petite carrière du Vogel-Gesang au Sud d'Hattmatt dans les sables et graviers **Fw**,
- les rochers formés par le Conglomérat principal **t1c** à la Petite Pierre et dans ses environs.

BIBLIOGRAPHIE

- ADLOFF M.-C. (1968) - Contribution à l'étude palynologique du Grès à *Voltzia* (Buntsandstein supérieur). Thèse fac. sci. Univ. Strasbourg, p. 1-66, 5 fig., 10 pl.
- ADLOFF M.-C., DOUBINGERJ. (1969) - Etude palynologique dans le Grès à *Voltzia* (Trias inférieur). *Bull. Serv. Carte, géol. Als.-Lorr.*, t. 22, n° 1 - 2, p. 131-148, 1 fig., 2 pi., Strasbourg.
- ADLOFF M.-C. et DOUBINGERJ. (1978) - Associations palynologiques du Trias et du Lias inférieur de l'Ouest de l'Europe (Luxembourg, France, Portugal). Coll. internat. Pal. Laon, 5-10 sept. 1977 ; *Palinologia* (à l'impression).
- ARPINO P. (1973) - Les lipides des sédiments lacustres éocènes. *Sci. Géol.*, Mém. n° 39, 107 p., Strasbourg.
- BOEGLIN J.-L. et MÉNILLET F. (à paraître) - Le Lias inférieur et moyen dans la région de Saverne. Etude sédimentologique et stratigraphique.
- BORDES A. (1970) - Carte structurale du toit du Buntsandstein moyen dans les Vosges du Nord. D.E.S. Strasbourg, 32 p., 3 pl. et 1 tableau h.-t.
- BRIQUET A. (1930) - Le Quaternaire de l'Alsace. *Bull. Soc. géol. Fr.*, XXX, p. 977-1014.
- BUREKP.-J. (1970) - Magnetic reversals. Their application to stratigraphic problems. *Amer. Ass. Petrol. Geol.*, Bull., J4, p. 1120-1139, Tulsa, Oklahoma, USA.
- DAUBRÉE A. (1852) - Description géologique et minéralogique du département du Bas-Rhin. Simon éd., 501 p.
- DUBOIS G. et DUBOIS C. (1955) - La géologie de l'Alsace. *Mém. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 13, 310 p., Strasbourg.
- DURAND M. (1975) - Nature des colorations violettes et vertes de certains grès triasiques. *C.B. Acad. Sci., Fr.*, 280, p. 2131-2140, Paris.
- DURAND M., HOUPELIER J. et TISOT J.-P. (1974) - Aspects géotechniques des marnes du Keuper de Lorraine (France). *Sci. de la Terre*, Fr., vol. 19, n°3, p. 267-298, Nancy.
- ENGEL R. (1955) - Une herborisation au Bastberg. *Bull. Soc. Hist. Archéol. Saverne*, 3-4, p. 7-8.
- ENGEL R. (1969) - Observation sur la flore de la région de la Petite-Pierre. *Bull. Soc. Hist. Archéol. Saverne*, 66-67, p. 58-60.
- ENGEL R. (1977) - Flore de Vosgovie. *Saisons d'Alsace*, n° 61 -62, p. 125-138, Strasbourg.
- FISCHER F. (1962) - Geomorphologische Beobachtungen zwischen dem mittleren Oberrhein und der mittleren Mosel. *Ann. Univ. Saraviensis, Naturwiss.* X, 1-2, p. 13-48, Sarrebrück.

- FIRTION F. (1938) - Coprolithes du Lias inférieur d'Alsace et de Lorraine. *Mém. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 5, p. 27-43, Strasbourg.
- GALLJ.-C. (1971) - Faunes et paysages du Grès à *Voltzia* du Nord des Vosges. Essai paléocéologique sur le Buntsandstein supérieur. *Mém. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 34, 318 p., Strasbourg.
- GALLJ.-C. (1972) - Permanence du régime de chenaux et flaques dans les Vosges du Nord pendant toute la durée du Buntsandstein. *Sci. Géol., Bull.*, 25, p. 307-321, Strasbourg.
- GALLJ.-C. (1976) - Environnements sédimentaires anciens et milieu de vie ; Introduction à la paléocéologie. *Sci. Géol., Bull.* n°42, 228 p., 2 pi. h.-t., Strasbourg. Autre présentation: 236 p., 2 pi. h.-t., Doin éd. Paris.
- GALLJ.-C., DURAND M. et MULLER E.-M. (1977) - Le Trias de part et d'autre du Rhin. Corrélations entre les marges et le centre du bassin germanique. *Bu/1. B.R.G.M.*, (2èmesér.), sect. IV, n° 3, p. 193-204.
- GALLJ.-C. et GRAUVOGEL L (1967) - A propos d'une végétation fossile conservée *in situ* dans le Buntsandstein supérieur des Vosges. *C.R. som. Soc. géol. Fr.*, 11, part. 7, p. 301-303, 2fig.
- GALLJ.-C. et PERRIAUXS. (1975) - La sédimentation continentale du Buntsandstein et les modalités de la transgression marine du Muschelkalk. IXème Congrès international de sédimentologie, Nice 1975. Excursion n° 8, 1ère partie, p. 3-23.
- GILLET S. (1927) - Sur le Bajocien supérieur et sur le Bathonien de Basse-Alsace. *Bull. Soc. géol. Fr.*, IV, t. 27, p. 437-452.
- GILLET S. (1953) - Les marnes à Cyrènes de l'Oligocène d'Alsace. *Rev. I.F.P.*, VIII, 8, p. 395-422.
- GILLET S. (1954) - Etude sur l'Oligocène supérieur d'Alsace. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 6ème sér., 4, p. 25-29.
- GRAMBASTL. (1972) - Principes de l'utilisation stratigraphique des Charophytes. Application au Paléogène d'Europe occidentale. In Colloque sur les méthodes et tendances de la stratigraphie, Orsay, septembre 1970. *Mém. B.R.G.M.*, n° 77, 1.1, p. 319-328.
- GRAUVOGEL-STAMM L. (1978) - La flore du Grès à *Voltzia* (Buntsandstein supérieur) des Vosges du Nord (France). Morphologie, anatomie, interprétation phylogénique et paléogéographique. *Sci. Géol., Mém.* 50, 225 p., 54 pi. h.-t., Strasbourg.
- GROSSJ.-J. (1976-1) - Géomorphologie et formations superficielles entre Steinbourg et Bouxwiller. Carte et commentaires. 72 p. + 24 p. annexes. Mém. maîtrise, Strasbourg.
- GROSSJ.-J. (1976) - L'évolution des versants dans les « limons des plateaux » du Nord de l'Alsace (région de Bouxwiller). *Recherches géographiques*, n°1, p. 13-21, Strasbourg.

- HAGUENAUER B. (1963) - Etude séquentielle du Muschelkalk supérieur lorrain. *Mém. B.R.G.M., Fr.*, 15, p. 148-153.
- HAGUENAUER B. et HILLYJ. (1975) - Les environnements continentaux, lagunaires et marins du Muschelkalk, du Keuper, du Lias et du Dogger. IXème Congrès international de sédimentologie, Nice 1975. Excursion n° 8, 2ème partie, p. 24-56.
- HA M P. (1967) - Les diaclases des grès des Vosges du Nord. D.E.S., Strasbourg, 29 + 9 p., 4 cartes h.t.
- HAUG E. (1886) - Note préliminaire sur les dépôts jurassiques du Nord de l'Alsace. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), XIV, p. 47-63.
- HAUG E. (1888) - Mittheilungen über die Juraablagerungen im nördlichen Unter-Elsass. *Mitt. Geol. Land Unt. Els. Loth.*, Band I, p. 24-42, Strasbourg.
- HUMBLLOT R. (1977) - Etude géologique et géotechnique des formations du Buntsandstein moyen et supérieur du vallon de Champagne (région de Saverne, Bas-Rhin) suivant le tracé de l'autoroute A34, Strasbourg—Freyming. Thèse 3ème cycle, Univ. Nancy I, 170 p., 12 p. biblio., 60 p. annexes + 7 fig. et tabl. h.-t.
- JAEGER J.-J. (1971) - La faune de Mammifères du Lutétien de Bouxwiller (Bas-Rhin) et sa constitution à l'échelle des zones biochronologiques de l'Eocène européen. *Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 24, 2-3, p.93-105, Strasbourg.
- KOEHN-ZANINETTI L, BRONNIMANN P., GALL J.C. (1969) - Description de quelques Foraminifères du Grès à *Voltzia* (Buntsandstein supérieur) des Vosges (France). *Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, t. 22, 1-2, p. 121 -130, 1 fig., 3 pi., Strasbourg.
- LAUGIER R. (1964) - Le Lias inférieur et moyen du Nord-Est de la France. Thèse Sciences nat, Univ. Nancy, p. 101-102 et 263.
- LUCAS J. (1962) - La transformation des minéraux argileux dans la sédimentation. Etude des argiles du Trias. *Mém. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, n° 23, 202 p., Strasbourg.
- M,AUBEUGE L. (1952) - Notes géologiques: observations sur le niveau stratigraphique des carrières de Bouxwiller (Bas-Rhin). Remarques biostratigraphiques sur le Bajocien supérieur lorrain et allemand (Souabe septentrionale) et sur l'Aalénien du Wurtemberg méridional. *Bull. Soc. se. Nancy*, XI, 4, p. 105-110.
- MÉNILLETF., GRONDIN J.-L, ADLOFF M.-C. (à paraître) - Le Muschelkalk inférieur et moyen aux environs de Phalsbourg (Moselle) et de Saverne (Bas-Rhin). Etude lithostratigraphique, sédimentologique et palynologique.
- MCSSER C, GALL J.-C, TARDY Y. (1972) - Géochimie des illites du Grès à *Voltzia* du Buntsandstein supérieur des Vosges du Nord (France). *Chemical geology*, vol. 10, p. 157-177.

- MOUTERDER., ENAY R., CARIOU E., CONTINI D., ELMI S., GABILLYJ., MANGOLD C., MATTEI J., RIOULT M., THIERRY J. et TINTANT H. (1971) - Les zones du Jurassique en France. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, 2, p.76-102.
- NGUYENTHI N.-T. (1977) - Contribution à l'étude des Conodontes du Muschelkalk supérieur lorrain. Thèse 3ème cycle, Univ. Nancy I, 81 p., III pl. h.-t.
- NOËL E. - Etudes sur la faune des galets du Grès vosgien. Bibliographie dans PERRIAUXJ. (1961).
- PALAIN C. (1966) - Contribution à l'étude sédimentologique du « Grès à roseaux » (Trias supérieur) en Lorraine. *Sci. de la Terre*, Fr., 11, p. 245-291, Nancy.
- PERRIAUX J. (1961) - Contribution à la géologie des Vosges gréseuses. *Mém. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, n°18, Strasbourg.
- RICOUR J. (1962) - Contribution à une révision du Trias français. *Mém. Serv. Carte géol. France*, 471 p..
- SCHIRARDIN J. (1924) - Note sur le Lias inférieur du Bas-Rhin. *Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 1, 2, p. 89-116, Strasbourg.
- SCHIRARDIN J. (1938) - Nouvelles observations sur le Toarcien de l'Alsace. *Bull. Ass. philomat. Als.-Lorr.*, VIII, 6, p. 506-549, Strasbourg.
- SCHIRARDIN J. (1953) - Les surfaces pré-tertiaires dans la vallée du Rhin en Alsace. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 236, p. 1806-1808.
- SCHIRARDIN J. (1960) - Sur la limite du Toarcien et de l'Aalénien en Alsace. *Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 13, 3, p. 97-125, Strasbourg.
- SCHNEIDER N. (1927) - Etude stratigraphique et paléontologique de l'Aalénien de Gundershoffen (Bas-Rhin). *Mém. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, n° 3, 132 p., 5 pl. h.-t, Strasbourg.
- SCHUMACHER E. (1890) - Die Bildung und der Aufbau des Oberrheinischen Tieflandes. *Mitt. Comm. geol. Landes-Untersuchung. Els. Lothr.*, 2, p. 184-401, Strasbourg.
- SCHUMACHER E. (1891) - Erläuterungen zu Blatt Wolmünster Geol. Spezialkarte Von Els. Lothr., 64 p., Strasbourg.
- SCHUMACHER E. (1902) - Erläuterungen zu Blatt Pfalzberg. Geol. Spezialkarte v. Els. Lothr., Strasbourg, 136 p.
- SITTLER C. (1965) - Le Paléogène des fossés rhénan et rhodanien. Etudes sédimentologiques et paléoclimatiques. *Mém. Serv. Carte géol. Als.*, t. 24, 392 p., Strasbourg.
- STUBER J.A. (1893) - Die obere Abteilung des unteren Lias in DeutschLothringen. *Abh. z. geol. Spezialkarte v. Els. Lothr.*, Bd V, Heft 2, p. 14, Strasbourg.

- THÉOBALD N. (1951) - Stratigraphie et paléogéographie du Buntsandstein dans le SW de l'Allemagne et le NE de la France. *Bull. Soc. Hist. nat. de la Moselle*, 3ème série, t. XII, 37e cahier, Metz, p. 1-19.
- THÉOBALD N. (1952) - Stratigraphie du Trias moyen dans le Sud-Ouest de l'Allemagne et le Nord-Est de la France. *Publications de l'Université de la Sarre*, 64 p., 1 tableau h.-t., Sarrebrück.
- TRAUTH N., CAVELIERC, SOMMER F., TOURENCQJ., POMEROLC. et THIRYM. (1977) - Aperçu sur la sédimentation paléogène du synclinal de Bouxwiller, comprise entre les Marnes à Rhynchonelles (Bathonien) et le Conglomérat du Bastberg (Oligocène). *Sci. Géol.*, Bull., 30, 2, p. 91-100, Strasbourg.
- TRICARTJ. (1949) - Les phénomènes périglaciaires dans les Vosges gréseuses. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 351 -353.
- VOGT H. (1965) - Les formations quaternaires des collines sous-vosgiennes entre Dieffenthal et Obernai (Bas-Rhin). *Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 18, 4, p. 287-305, Strasbourg.
- WEISS E. (1869) - Die Entwicklung des Muschelkalkes an der Saar, Mosel und im Luxemburgischen. *Zeitschr. deutsch. geol. Ges.*, 21, p. 837-849, Stuttgart.
- WERWEKEL. van (1904) - Erläuterungen zu Blatt buchweiler. Geol Spezialkarte V. Els. Lothr. Strasbourg.
- WERWEKE L. van (1905) - Die Gliederung der Lehmlagerungen im Unterelsass und in Lothringen. *Mitt. d. Geol. Landesanst. V. Els. Lothr.*, 5, 4, p.311-321, Strasbourg.

### **Carte géologique à 1/80 000**

Feuille *Saverne* : 1ère édition (1949), par G. DUBOIS et JAROVOY.

### **DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES**

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés :

- pour le département du Bas-Rhin, au S.G.R. Alsace, 204, route de Schirmeck, 67200 Strasbourg ;
- pour le département de la Moselle, au S.G.R. Lorraine, 1, rue du Parc de Brabois, 54500 Vandoeuvre ;
- ou encore au B.R.G.M., 191, rue de Vaugirard, 75015 Paris.

### **ÉTUDES SPÉCIALISÉES**

- Détermination des Ammonites du Lias (Offwiller) : A. Lefavrais-Raymond, ingénieur géologue au B.R.G.M.
- Micropaléontologie du Lias : P. Andreieff (Lixhausen), ingénieur géologue au B.R.G.M.

- Palynologie du Muschelkalk inférieur : C. Adloff, docteur en géologie, Centre de géochimie et de géologie de la surface, C.N.R.S., Strasbourg.
- Paléontologie du Trias: J.-C. Gall, maître de conférences à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg.
- Palynologie du Keuper et du Dogger : J.-J. Châteauneuf, ingénieur géologue au B.R.G.M.

#### AUTEURS DE LA NOTICE

La majeure partie du texte a été rédigée par F. MÉNILLET, ingénieur géologue au B.R.G.M. d'après des observations inédites des différents auteurs de la carte et des données bibliographiques mentionnées dans le texte. Pour le Quaternaire, des notes inédites de H. VOGT, chargé d'enseignement à l'Université Louis-Pasteur de Strasbourg ont été largement utilisées. La partie sol et végétation a été élaborée grâce à des indications inédites de J.-P. BOUDOT, docteur en écologie ; le texte a été revu par F. GEISSERT.

Les indications sur l'archéologie préhistorique ont été fournies par A. THÉVENIN, directeur de la circonscription des Antiquités préhistoriques d'Alsace et celles concernant l'archéologie historique par F. PETRY, directeur de la circonscription des Antiquités historiques d'Alsace.

Le chapitre hydrogéologie a été rédigé par P. SCHWOERER, ingénieur géologue au B.R.G.M.