



SELTZ- -WISSEMBOURG

La carte géologique à 1/50 000
SELTZ-WISSEMBOURG est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :
au nord-ouest : WISSEMBOURG (N° 38)
au sud-ouest : SAVERNE (N° 54)
au sud-est : LAUTERBOURG (N° 55)



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

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

SELTZ- -WISSEMBOURG

XXXIX-13-14

Pliocène d'Alsace

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU COMMERCE ET DE L'ARTISANAT
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 - 45018 Orléans Cédex - France



NOTICE EXPLICATIVE

SOMMAIRE

	pages
INTRODUCTION	2
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	2
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	2
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i>	3
DESCRIPTION DES TERRAINS	5
<i>GÉOLOGIE PROFONDE</i>	5
<i>TERRAINS AFFLEURANTS</i>	5
TECTONIQUE ET STRUCTURE	39
OCCUPATION DU SOL	43
<i>SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES</i>	43
<i>VESTIGES ARCHÉOLOGIQUES</i>	47
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	48
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	48
<i>RESSOURCES MINÉRALES</i>	50
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	53
<i>DESCRIPTION DE SITES CLASSIQUES ET D'ITINÉRAIRES</i>	53
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	53
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	58
<i>ÉTUDES SPÉCIALISÉES</i>	59
AUTEURS DE LA NOTICE	59
ANNEXES :	
Tableau I : Choix de sondages profonds	
Tableau II : Tableau d'équivalence des numéros d'archivage au Service géologique national des sondages pétroliers et de leurs numéros initiaux.	
Tableau III : Granulométrie et minéralogie.	
Tableau IV : Minéraux lourds de sables alluviaux d'âge pliocène ou quaternaire ancien.	

INTRODUCTION

PRÉSENTATION DE LA CARTE

La feuille Seltz-Wissembourg couvre l'extrémité nord-est de la plaine d'Alsace. Au Nord et au Sud-Est, elle recouvre une partie des territoires allemands du Palatinat et du Pays de Bade.

Dans un contexte géologique, la portion de territoire couverte par la feuille se situe presque entièrement dans le Fossé rhénan, qui présente, à cette latitude, une orientation S.SW—N.NE. Le bord occidental du Fossé est représenté dans l'angle nord-ouest de la carte : escarpement de la Hardt (basses Vosges) et collines « sous-vosgiennes » de Wissembourg. Le bord oriental du Fossé apparaît dans l'angle sud-est de la feuille : pré-collines de la Forêt-Noire (région de Baden-Baden). Dans ces régions de bordure, affleurent des formations d'âge permien, triasique et jurassique affectées par une tectonique cassante liée aux faisceaux de failles limitant le Fossé rhénan. Dans le cadre de la feuille Seltz-Wissembourg, la plaine d'Alsace peut être subdivisée en quatre régions bien délimitées :

- *au Nord*, la forêt du Bienwald, à soubassement de sables pliocènes, recouverts d'un placage d'alluvions vosgiennes peu épais. Au cœur de cette forêt, les calcaires aquitaniens du Büchelberg soulignent un horst ou un paléo-relief.
- *au centre*, c'est le Pays des Loess. Les formations tertiaires du Fossé rhénan sont presque entièrement recouvertes par un épais manteau de loess, à morphologie ondulée.
- *au Sud-Est*, l'extrémité orientale du massif forestier de Haguenau, à soubassement de sables pliocènes, recouverts d'un mince placage d'alluvions vosgiennes. Le sous-sol de la forêt de Haguenau est analogue à celui de la forêt du Bienwald.
- *du Sud à l'Est* de la feuille, la basse plaine rhénane forme une large bande occupée par des alluvions récentes, holocènes, en surface.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Les levés de la feuille à 1/50 000 Seltz ont été confiés à F. Geissert, sur les conseils de J.G. Blanalt. En plus des levés effectués dans le cadre de la carte géologique régulière, cette feuille a bénéficié des longues recherches de F. Geissert sur les formations pliocènes et quaternaires du Nord de l'Alsace. Cet auteur a également assuré, pour une large part, les levés de la feuille Wissembourg avec la collaboration de H. Vogt et de F. Ménillet. Des minutes inédites de G. Dubois ont été largement utilisées. F. Doebl a contribué à l'étude micropaléontologique des affleurements tertiaires.

Pour les parties allemandes, des levés ont été fournis par les services géologiques des pays de Rhénanie—Palatinat et de Bade : Dr. Geib, Direktor, Geologisches Landesamt, Rheinland-Pfalz ; Dr. Schreiner, Geologisches Landesamt, Baden-Württemberg.

Des éléments sur la géologie profonde du Fossé rhénan ont été fournis par les documents d'archivage national, comprenant principalement les coupes des sondages pétroliers effectués par Pechelbronn, Société anonyme d'exploitations minières (P.S.A.E.M.) jusqu'en 1954, puis par la Société de prospection de recherches et d'exploitations pétrolières en Alsace (PREPA). Les auteurs ont également bénéficié des conseils de J. Blumenroeder et de Cl. Sittler.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE^(*)

La feuille étant presque entièrement située dans le Fossé rhénan, l'histoire qui permet de donner une idée de la genèse de son sous-sol est essentiellement celle de la formation et de la genèse du Fossé.

Périodes antérieures à la formation du Fossé rhénan

La connaissance du socle hercynien est très hypothétique dans les basses Vosges et l'Alsace septentrionale. De l'orogénèse hercynienne doivent être retenues l'orientation SW-NE, direction varisque, des structures principales qui ont pu rejouer légèrement au cours du Secondaire et du Tertiaire et l'apparition de fractures importantes d'orientation N 20° à N 40° E dans les phases tardives de cette orogénèse. Érodé, l'orogène varisque devient le socle hercynien et l'histoire de la région au Secondaire sera liée au jeu de mouvements épirogéniques et de subsidences à des échelles locales à régionales. Au Permien, la paléographie de cette région est mal connue. Un seuil, mis en évidence au niveau de la partie orientale de la feuille Haguenau, séparait probablement un bassin « lorrain » nord-oriental du bassin de Baden-Baden riche en formations volcaniques acides. Au Trias la paléogéographie s'ordonne plus simplement, sur la marge occidentale de la mer germanique. Des sables rouges fluviatiles originaires de reliefs résiduels de la partie occidentale de la chaîne hercynienne s'accumulaient dans cette région basse allant de la Lorraine au Wurtemberg. Le climat semi-aride semble prédominer (faible altération, façonnement éolien des grains de sable). Ultérieurement cimentés, ces sables deviendront les Grès vosgiens. La formation du Conglomérat principal est liée à l'augmentation de la compétence des rivières (reprise d'érosion ou changement de climat). La subsidence du bassin germanique gagne peu à peu la région qui se trouve en position deltaïque au Buntsandstein supérieur (J.G. Gall, 1971), puis en position littorale au Muschelkalk inférieur où les formations calcaires et dolomitiques remplacent peu à peu les sédiments sablo-argileux, d'origine continentale. Au Muschelkalk moyen, apparaît un premier épisode évaporitique, avec des marnes à gypse, puis la sédimentation devient franchement marine au Muschelkalk supérieur, avec des dépôts calcaires de plate-forme. Au Keuper, s'installe un régime lagunaire sursalé avec des dépôts évaporitiques (gypse, anhydrite, sel gemme). La mer envahit de nouveau franchement la région à l'Hettangien. Très homogènes dans toute l'Europe du Nord-Ouest, les dépôts liasiens sont essentiellement constitués de marnes et d'argiles grises à noires, de faciès plus ou moins euxiniques. Localement s'individualise un bassin de basse Alsace séparé d'un bassin de haute Alsace par un seuil situé à la hauteur de Ribeauvillé marqué par des réductions d'épaisseur et des couches de remaniement à rognons phosphatés. Au Dogger, cette sédimentation marneuse se poursuit dans le « bassin souabe », à l'Est de la « plate-forme » à sédimentation carbonatée, caractérisée par le faciès Grande oolithe. Le cadre de la feuille Seltz-Wissembourg se situe en marge du bassin souabe, le faciès Grande oolithe ne dépassant pas Haguenau vers le Nord-Est. Localement érodé, le Jurassique supérieur est connu en Alsace sous le faciès de calcaire récifal. A la fin du Jurassique, le domaine allant de la Lorraine au Wurtemberg émerge et reste un domaine exclusivement continental jusqu'à la formation du Fossé rhénan. Mal localisé dans le temps, les phénomènes qui intéressent la région pendant cette période sont des processus d'érosion et d'altération ainsi qu'un léger « plissement » qui a ondulé, selon des rides à faible rayon de courbure, les formations du Trias et du Jurassique. L'orientation de ces rides anticlinales et synclinales est, en moyenne, W.SW-E.NE.

(*) Résumé succinct d'après les connaissances actuelles ; seules les sources documentaires récentes sont précisées.

Histoire du Fossé rhénan

Les premiers phénomènes de distension qui seront à l'origine du Fossé rhénan apparaissent dès le Crétacé supérieur, âge des premières venues basaltiques d'origine profonde dans le futur domaine rhénan. A l'Éocène moyen (Lutétien), la sédimentation reprend à l'emplacement du futur fossé qui s'individualise nettement à l'Éocène supérieur. L'affaissement est plus rapide dans la partie méridionale du Fossé et les eaux de la mer péri-alpine pénètrent plus ou moins dans le couloir rhénan et alimentent des lagunes où se déposent des marnes à évaporites (gypse, anhydrite, sel gemme, potasse). De part et d'autre du Fossé, l'érosion désagrège peu à peu la couverture sédimentaire des Vosges et de la Forêt-Noire en voie de surrection. Les matériaux détritiques libérés s'accumulent sur les bords du Fossé. La première incursion marine atteint le Nord de l'Alsace et alimente en sels les lagunes où se déposent les marnes à anhydrite et les marnes dolomitiques. La seconde intéresse l'ensemble du Fossé rhénan et règle, avec la tectonique syn-sédimentaire, un régime laguno-marin à limnique sous lequel se déposent la série salifère du bassin potassique en haute Alsace et les couches de Pechelbronn à gypse, anhydrite et marnes bitumineuses. Lors de la transgression stampienne, le Fossé rhénan et la dépression de Hesse permettent une communication entre la mer péri-alpine et la mer du Nord. Au régime marin franc (marnes à Foraminifères) succède un régime euxinique (schistes à Poissons), puis saumâtre (couches à Mélettes) avec dessalure progressive (marnes à Cyrènes). L'arrêt de la sédimentation évaporitique est lié à l'influence marine nordique, à un rafraîchissement climatique et à l'absence au Stampien d'un cloisonnement du Fossé en lagunes. Celle-ci est à l'origine de la grande homogénéité lithologique de ces formations. L'Oligocène se termine par des dépôts d'eau douce, argileux ou marneux : les couches de Niederroedern dont les grandes variations d'épaisseur, en basse Alsace, sont en partie liées à un jeu très différencié, localement, de la tectonique d'effondrement rhénane. Au Miocène, celle-ci n'est active que dans la moitié septentrionale du Fossé où des dépôts saumâtres à passées salifères font suite aux formations continentales de l'Oligocène supérieur. La feuille comprend l'extrémité méridionale de ce domaine et des formations saumâtres d'âge aquitainien y ont été reconnues (couches à Cérithes, couches à Corbicules, couches à Hydrobies).

Dans l'ensemble de la partie alsacienne du Fossé une lacune, du Burdigalien au Pontien inclus, apparaît et cette période est marquée par d'importants phénomènes d'érosion et d'altération. La faune mammalogique du Sustérien (sables à *Dinotherium*), équivalent du Pontien, n'est connue que dans le Fossé rhénan septentrional (environ de Worms et de Mayence).

Au Pliocène inférieur et moyen, la basse Alsace est une plaine où alternent et se côtoient des chenaux fluviaux et de grandes surfaces marécageuses. Les dépôts fluviaux, essentiellement sableux, sont alimentés par du matériel provenant de la désagrégation des grès du Buntsandstein et du remaniement des éléments insolubles du Muschelkalk (accidents siliceux) et des arènes des hautes Vosges et de la Forêt-Noire, dont le lent mouvement de surrection se poursuit jusqu'au Quaternaire. Durant cette période, le climat encore chaud (= zone sub-tropicale à méditerranéenne) mais humide favorise des processus de décalcification et de podzolisation. Les dépôts correspondants sont, en conséquence, dépourvus de carbonates et contiennent fréquemment des argiles kaoliniques. Dans un sondage à Lauterbourg des sables micacés, à galets de protogine et fossiles foliaires du Brunsumien (F. Geissert et al., 1976) témoignent de l'existence d'un paléo-Rhin pliocène. Au Pliocène final, représenté sur le territoire de la feuille uniquement dans la région de Sessenheim—Soufflenheim, les sédiments s'enrichissent peu à peu en calcaire sous les conditions d'un climat steppique. A l'aube du Quaternaire, la basse Alsace est probablement une vaste région marécageuse. L'absence d'alluvions d'origine alpine permet de penser que c'est à cette période que le « Rhin » coulait vers la plaine de la Saône (cailloutis du Sundgau). Au cours du Quaternaire ancien et peut-être dès le Tiglien, une reprise des

mouvements d'affaissement dans le Fossé rhénan méridional permet au Rhin de s'écouler définitivement vers la mer du Nord. Le fleuve charrie d'importants éléments grossiers pendant les périodes froides, des sédiments plus fins, sableux, pendant les périodes interglaciaires. En marge du chenal rhénan, du Mindel au Würm, s'accumulent des poussières d'origine éolienne. La partie supérieure de ces formations fines, les loess, s'altère pendant les périodes interglaciaires (pédogénèse, décalcification, érosion). En basse Alsace, à une importante phase de creusement au Würm, peut-être liée à un enfoncement très tardif de la partie centrale du Fossé rhénan, a succédé une période de remblaiement qui a commencé à la fin du Würm et s'est poursuivie pendant tout l'Holocène. Du Riss à l'Actuel, le chenal rhénan s'est progressivement rétréci et cette évolution a été accélérée à l'époque historique par action anthropique.

DESCRIPTION DES TERRAINS

GÉOLOGIE PROFONDE

Données des sondages. De nombreux sondages ont entièrement recoupé la série tertiaire du Fossé rhénan. En dessous, des formations secondaires ont été reconnues dans plus de 15 sondages. Le plus profond d'entre eux (169-7-67) a atteint le Buntsandstein supérieur à la cote — 2059. Les cotes du toit des principales formations sont données dans le tableau I, pour 12 sondages. Les grandes différences des cotes du toit d'une même formation d'un sondage à l'autre sont essentiellement liées à d'importants décalages par failles. La moitié des sondages ont même recoupé des failles. Les indications sur les formations rencontrées en sondage seront associées à la description des terrains affleurants.

Socle hercynien. Aucune formation d'âge carbonifère ou antérieure à cette période n'affleure sur le territoire couvert par la feuille. En limite occidentale de la carte (feuille Lembach), l'entaille du horst du Hochwald par la Lauter met à jour les schistes et grauwackes de Weiler, d'âge dévonien ou carbonifère inférieur qui ont été affectés par l'orogénèse hercynienne. Dans le domaine du Fossé rhénan, le socle, atteint plus à l'Ouest dans la région de Sultz-sous-Forêts (granite), n'a pas été rencontré dans les sondages profonds effectués dans le cadre de la carte.

TERRAINS AFFLEURANTS

Permien

Vosges. Au-dessus des schistes et grauwackes de Weiler, reposent une dizaine de mètres de grès grossiers à conglomératiques rouge violacé, attribués au Permien par leur faciès et leur position stratigraphique, sous les grès d'Annweiler. Les affleurements permien de Weiler, les seuls de cet âge connus dans les basses Vosges sont situés à proximité de la limite occidentale de la feuille (feuille Lembach).

Forêt Noire. r3. Permien supérieur. Conglomérat à éléments de rhyolites. Dans son angle sud-est, la carte recoupe le massif permien de Baden-Baden. C'est un complexe paléovolcanique de coulées et tufs, essentiellement rhyolitiques. Près de la célèbre ville d'eau, on connaît, associées à cette masse volcanique, des couches sédimentaires à *Walchia piniformis* Schloth, *Estheria tenella* et *Campsonyx fimbriatus* (W. Deecke, 1916, p. 180).

Fossé rhénan. Aucun sondage pétrolier n'a atteint la base du Buntsandstein. Sur la feuille voisine Haguenau, à Sultz-sous-Forêts, le sondage 198-4-20 a rencontré le socle granitique sous les grès du Buntsandstein à — 1225 mètres. Nous ignorons donc si le Permien est représenté dans le Fossé rhénan, dans les limites de la feuille Seltz-Wissembourg.

Buntsandstein

Formations gréseuses rouges d'origine fluviale à deltaïque

t1 a. **Grès d'Annweiler (Buntsandstein inférieur).** Ce sont des grès un peu argileux, rouges ou violacés, en bancs de 0,25 à 2 m d'épaisseur, alternant avec des lits argileux. Les grès sont généralement maculés de larges taches noires d'oxydes de manganèse et ont un grain relativement fin. Ce sont des équivalents stratigraphiques approximatifs des grès tigrés de la Forêt-Noire (Tigersandstein, Su) et des couches de Senones de la région de Saint-Dié. J. Perriaux (1961) donne la composition minéralogique d'un grès en provenance de Weiler : quartz 56 %, feldspath 43 %, mica 1 %. Les grès d'Annweiler peuvent contenir des nodules de dolomie. Ils n'affleurent que dans le vallon de Langenthal situé dans le Palatinat^(*), à l'Ouest de Wissembourg. L'épaisseur de cette formation a été évaluée à 40-50 m par A. Andreae et *al.* (1892) et à 75 m par H. Illies (1962).

t1 b. **Grès vosgien.** C'est une série, épaisse de près de 400 m, de grès relativement durs de couleur rouge-brun à rouge clair, dans laquelle est modelé le relief des basses Vosges. En Palatinat, cette série est subdivisée en plusieurs formations de haut en bas :

- les grès de Trippstadt ou couches de Karlstal (Sm²)
- les grès de Rehberg
- les grès de Trifels
- le conglomérat inférieur

} Sm1

Sur la partie vosgienne de la feuille, seule l'unité cartographique Sm1^(**) affleure sans qu'il soit possible d'en préciser la stratigraphie, faute de coupes. Le conglomérat inférieur, caractérisé par la présence de quelques galets de granite, de gneiss et de roches volcaniques est un équivalent partiel du puissant conglomérat d'Eck de la Forêt-Noire. Épais de quelques mètres et discontinu dans les Vosges, il souligne la base des Grès vosgiens. Il affleure dans le Langenthal où il encadre et recouvre le seul affleurement de Grès d'Annweiler représenté sur la carte.

La partie inférieure des grès vosgiens (Sm1) est constituée de grès brun-rouge clair, à grain moyen, feldspathiques (20 % de feldspaths environ selon J. Perriaux, 1961), à nodules d'oxydes de manganèse. La morphologie arrondie des grains permet de les distinguer aisément des grès d'Annweiler. Leur stratification est fréquemment oblique ou entrecroisée. A la base ils contiennent souvent des passées plus grossières, à galets de quartz et de quartzite rouge. Les galets d'argiles sont fréquents à la base des bancs. Les grès du Buntsandstein sont fréquemment décolorés à proximité des failles principales et présentent alors une teinte blanchâtre à blanc jaunâtre plus ou moins veinée de rouge ou un aspect ramagé.

En Forêt-Noire, sur le versant sud du Hardberg affleurent successivement le conglomérat d'Eck (Sm c1) et les grès du Buntsandstein moyen (Sm), non subdivisés. Le conglomérat d'Eck est constitué de grès moyen à grossier plus ou moins conglomératique. Il a une épaisseur de quelques dizaines de mètres et sa position stratigraphique par rapport à la limite grès d'Annweiler—Grès vosgien n'est pas connue avec précision. La présence de galets éolisés dans sa partie supérieure est un argument pour la mettre en corrélation avec le conglomérat inférieur qui en contient localement. En Forêt-Noire les grès du Buntsandstein moyen (Bausandstein) possèdent les faciès analogues à ceux des Grès vosgiens qui existent dans la série secondaire du Fossé rhénan.

(*) Vallon rattaché à la France depuis la fin de la dernière guerre mondiale.

(**) Selon les auteurs, le terme grès vosgien inférieur désigne les grès d'Annweiler ou l'unité cartographique Sm1.

t1c. **Conglomérat principal** (Hauptkonglomerat, Sm c2, sur la carte Baden-Baden). Il est constitué de galets de quartz et de quartzite rouge très arrondis, cimentés par une matrice gréseuse analogue au Grès vosgien dont il n'est séparé nettement que par des ravinements locaux. Le Conglomérat principal n'affleure qu'en Forêt-Noire, au sommet du Hardberg et sur le flanc nord de cette colline. Il est épais de plusieurs dizaines de mètres. Le Conglomérat principal est représenté dans la série secondaire du Fossé rhénan.

La Zone limite violette, couche sablo-argileuse à dolomie et cornaline, qui marquerait, avec des traces pédogénétiques, un arrêt de la sédimentation au sommet du Conglomérat principal (J. Perriaux, 1961) n'a pas été observée en Alsace septentrionale. Elle aurait été érodée.

t2. **Bundsandstein supérieur non différencié. Grès à *Voltzia*, Couches intermédiaires.** Dans les collines sous-vosgiennes de Wissembourg, le Buntsandstein supérieur comprend les formations classiques des couches intermédiaires et des grès à *Voltzia*, non différenciés pour des raisons graphiques.

Les Couches intermédiaires sont constituées de grès brun-rouge à lie-de-vin en bancs lenticulaires épais de 2 à 5 m, séparés par des diasthèmes ou des lentilles sablo-argileuses. Celles-ci sont souvent tachetées de noir par des oxydes de manganèse et peuvent renfermer localement des nodules de dolomie ou de cornaline. L'une de ces couches, dont la distance à la base de la formation varie de 15 à 30 m, serait relativement continue et matérialiserait une subdivision des Couches intermédiaires (J. Perriaux, 1961). De grain moyen (mode 0,95 mm, médiane 0,25 mm selon Perriaux, 1961), les Couches intermédiaires peuvent contenir des galets de quartz, surtout dans leur partie inférieure. Aux grains de quartz sont associés des grains de feldspath et des paillettes de muscovite qui permettent aisément de différencier les Couches intermédiaires des Grès vosgiens. L'épaisseur des Couches intermédiaires est de l'ordre de 50 à 60 mètres.

*Le Grès à *Voltzia**, qui contient en abondance des restes de plantes dont *Voltzia heterophylla* (conifères), a été subdivisé en *grès argileux* au sommet et *grès à meules* à la base (J. Perriaux, 1961). Les Grès à *Voltzia* ont été l'objet d'une étude très détaillée (J.C. Gall, 1971) dont nous tirerons les indications succinctes suivantes. *Les grès à meules* sont des grès feldspathiques bien classés déposés en milieu deltaïque, avec des lentilles plus grossières à Plantes (dépôt fluviatile de crue) et des lentilles argileuses avec parfois des niveaux de grès dolomitiques à leur sommet (dépôts palustres ou lagunaires). Leur épaisseur est voisine de 20 mètres. Les grès argileux sont constitués par une succession irrégulière de bancs de grès centimétriques à décimétriques et de bancs argileux à paléobiocénose littorale à Crustacés. Ils peuvent renfermer des lentilles dolomitiques à faune plus franchement marine. La limite supérieure du Grès à *Voltzia* n'est pas toujours très nette, car il y a souvent un passage progressif du grès argileux au grès coquillier, à caractères marins plus affirmés. Ce passage n'est pas isochrone pour l'ensemble de la région.

En Forêt-Noire, le Buntsandstein moyen comprend les formations du Plattensandstein et du Röt ou Röttone. *Le Plattensandstein* correspond approximativement aux Couches intermédiaires, mais sa partie supérieure correspond, pour de nombreux auteurs, au grès à meules. *Le Röt* correspond approximativement au grès argileux. Il s'épaissit et se complique rapidement au Nord de la Forêt-Noire (bassin du Kraichgau) ; les caractères pétrographiques essentiels de ces formations sont semblables à leurs équivalents vosgiens avec des différences de détail et surtout des variations d'épaisseur. Dans le cadre de la feuille, le Buntsandstein supérieur est essentiellement représenté par le Plattensandstein.

Dans le Fossé rhénan, le Grès à *Voltzia* aurait une épaisseur de 22 m aux environs de Soufflenheim et de 15 m à Scheibenhard. Ces chiffres doivent être considérés avec réserves, car nous avons vu que cette formation n'est pas délimitée par des repères lithochronologiques ayant une valeur suffisante à l'échelle régionale.

Série sédimentaire du Muschelkalk au Lias

Les affleurements de Muschelkalk, Keuper et Lias sont localisés dans une étroite bande, dans le vallon de Saint-Paul, à l'Ouest de Wissembourg. Ils ne permettent pas d'établir des successions lithostratigraphiques complètes ni d'indiquer la puissance des différentes formations. Ainsi, les descriptions suivantes tiennent compte des connaissances classiques sur le Secondaire de basse Alsace et des données des sondages profonds, en particulier pour les indications d'épaisseur.

t3-4.	Muschelkalk moyen	{	Dolomies à <i>Lingula</i>	(C. grises et C. blanches)
			Marnes bariolées	(Couches rouges)
	Muschelkalk inférieur	{	Faciès marno-calcaire ou dolomitique	}(Wellenkalk)
			Grès, argiles silteuses et grès dolomitiques	}(Grès coquilliers)

Ces formations forment une zone déprimée au pied du bois des Marronniers où n'affleurent que quelques chicots dolomitiques isolés. Quelques faciès caractéristiques y ont été anciennement reconnus.

Près de Soufflenheim, le sondage 199-5-51 indique 16 m de « grès parfois micacé » correspondant au Muschelkalk inférieur gréseux dit Grès coquillier. Au-dessus, une succession d'une trentaine de mètres de dolomies avec intercalations gréseuses à la base, puis marnes et calcaires où les descriptions ne permettent pas de retrouver les zones lithologiques classiques, terminent le Muschelkalk inférieur. Le sondage 169-7-67 (Scheibehard 102) ne mentionne que 8 m de grès dolomitique blanchâtre micacé correspondant approximativement au Grès coquillier, puis une dizaine de mètres de dolomie gréseuse intercalée de marnes sableuses puis 20 m de dolomie grise avec interstratification de marne grise (Wellendolomit probable) et enfin 20 m de dolomie grise massive, plus ou moins calcaire. Les faciès dolomitiques sont donc bien représentés dans le Muschelkalk inférieur de la feuille dont l'épaisseur passe de 46 m au Sud à 58 m au Nord (56 m à Soultz-sous-Forêts).

Avec le Muschelkalk moyen apparaissent, en accord avec le schéma classique, les premiers faciès évaporitiques avec 20 m de dolomie et anhydrite dans le sondage 199-5-51 et 27 m de marnes bariolées à anhydrite et niveaux dolomitiques dans le sondage 169-7-67, faciès classique des Couches rouges. Au-dessus, les Couches grises sont représentées par 33 m de dolomie blanche litée dans le premier sondage et 20 m de dolomie grise à noire avec les accidents siliceux caractéristiques de ces niveaux dans le sondage de Scheibehard.

t5. **Muschelkalk supérieur. Couches à Cératites (*Ceratites nodosus*), Calcaire à entroques.** Le Muschelkalk supérieur affleure encore dans plusieurs carrières abandonnées situées entre la Villa Alfred et le château Saint-Paul. Dans la carrière la plus méridionale, on peut observer les calcaires à entroques et la base des Couches à Cératites, alternance de bancs calcaires et de marnes grises, sous leur faciès classique. En dehors de ces carrières, ces formations sont plus ou moins recouvertes par un épais manteau de formation de solifluxion. Les sondages profonds montrent que le Muschelkalk supérieur présente, à l'échelle régionale, une épaisseur relativement régulière de l'ordre d'une cinquantaine de mètres dont 10 m à peine pour le calcaire à entroques.

t6. **Lettenkohle. Marnes et dolomies.** Les faciès classiques du Nord de l'Alsace ont été anciennement observés dans le vallon du château Saint-Paul. Les dolomies de la base de la formation affleurent un peu au Sud du château et au Nord du nouvel hôpital de Wissembourg. Des marnes grises ont fourni une riche microflore :

— Spores : *Ovalipollis* cf. *brutus*, *Lueckisporites triassicus*, *Aratrisporites* sp., *Echinotriporites iliacoïdes*, *Trilobosporites circuverrucatus*.

— Pollens : *Striatoabieites regularis*.

— Acritarche : *Micrhystridium* sp.

L'analyse minéralogique d'un échantillon de ces marnes est donnée dans le tableau III (éch. 43 421).

Dans le domaine rhénan de la feuille, les sondages profonds indiquent que cette formation est relativement épaisse : 35 à 40 m (dans les interprétations ku 1 est parfois rattaché au Muschelkalk).

A Scheibenhart, elle comprend, à la base, un calcaire dolomitique gris à gris-beige (ku 1) épais de 15 m, puis des marnes gris-noir avec intercalations de bancs de grès et de dolomies (ku 2 = 14 m) puis des dolomies grises (ku 3 = 12 m).

t7-9. **Keuper** (sens français restreint = all. Mittlerer Keuper). **Marnes irisées moyennes et supérieures.** En affleurement, les faciès caractéristiques des Marnes irisées, argilites bariolées, rouges, vertes et violacées, ont été anciennement observés. Dans le fossé rhénan, les sondages ont retrouvé la série alsacienne classique.

Les argilites, généralement meubles et peu cohérentes en surface sont fortement compactées en profondeur (stade diagénétique plus avancé, lié en partie à l'enfouissement).

Le Keuper inférieur, épais d'une centaine de mètres est plus ou moins riche en anhydrite avec des argilites (*marnes*) vertes et grises avec intercalations dolomitiques dans sa partie inférieure, puis des argilites bariolées et rouges. Le Keuper moyen, épais de 20 à 30 m, comprend son faciès gréseux ou Grès à roseaux, qui est plus ou moins argileux, puis des argiles bariolées (Marnes irisées moyennes). Le faciès dolomitique supérieur ou Dolomie moellon est nettement décrit dans le sondage 169-6-67 où il a une épaisseur de 12 mètres.

Le Keuper supérieur comprend ses faciès classiques d'argilites rouges et bariolées à gypse et anhydrite puis d'argilites violacées à bariolées à intercalations dolomitiques grises ou blanches (Marnes irisées supérieures et *Steinmergel*). Il est relativement peu épais à Soufflenheim (30 à 40 m) et a 58 m à Scheibenhart.

(t10). **Rhétien.** Cette formation, de lithologie variable et d'épaisseur souvent réduite, n'affleure pas. Les sondages profonds décrivent 15 à 20 m de grès blancs caractéristiques et d'argiles grises avec parfois des intercalations dolomitiques. Les faciès argileux rouges et ocre du champ de fractures de Saverne n'apparaissent pas.

l1-4. **Hettangien—Sinémurien. Calcaires à Gryphées et marnes.** Les formations du Lias inférieur n'affleurent guère. Elles donnent, par altération, un sol lourd, argileux, très foncé. Tout au plus, reconnaît-on quelques fragments de calcaire gris-bleu à *Gryphea arcuata*, caractéristique de la base de cet ensemble. Les sondages profonds nous indiquent que les Calcaires à Gryphées, alternance de marnes brunes à gris-noir et de calcaires gris en bancs décimétriques, qui correspondent en Alsace aux étages Hettangien et Sinémurien inférieur ont une épaisseur de l'ordre de 20 mètres. Le Sinémurien supérieur (l4) ou Lotharingien, de faciès argileux, aurait une quarantaine de mètres dans les sondages 199-5-52, 5-57 (Soufflenheim) et 169-5-54. Il est tronqué par faille dans le sondage de Scheibenhart.

l5-6. **Pliensbachien. Marnes à ovoïdes.** Constituée essentiellement de marnes argileuses à nodules calcaires et ferrugineux, cette formation n'affleure guère. A la base, le sondage 169-7-67 indique 8 m de marno-calcaire qui pourrait correspondre à l'ensemble calcaire ocreux à *Echioceras raricostatus*, marnes à *Zeilleria numismalis* et Calcaire à *Deroceras davoei*. Les Marnes à ovoïdes ont cinquante à soixante mètres d'épaisseur. Le sondage 199-5-52 mentionne au sommet du Pliensbachien un calcaire légèrement gréseux riche en Bélemnites qui doit être la lumachelle de Kirrwiller à Spinatus.

Série stratigraphique du Toarcien au Bajocien

Cette série n'affleure pas, mais elle est connue, en sondage, dans le Fossé rhénan, où elle est plus ou moins complète, souvent tronquée soit par érosion, soit par faille.

Le Toarcien inférieur est représenté par son faciès classique des Schistes cartons à *Posidonomya bronni*. Ce sont des marnes argileuses feuilletées, légèrement bitumineuses. Leur épaisseur est de l'ordre de 10 mètres.

Au-dessus des schistes à *Posidonomyes*, les coupes des sondages les plus précises indiquent un ensemble de marnes grises, peu micacées avec empreintes d'Ammonites. Ces marnes doivent correspondre au Toarcien supérieur, sens actuel, avec les marnes de Schillersdorf (li 7 ; zones à Thouarsense et Insigne) et les marnes de Printzheim à *Astarte voltzii* (do 1 ; zone à Pseudoradiosa). Ces marnes ont une épaisseur de l'ordre de 35 à 40 mètres.

Au-dessus, les marnes grises à *Trigonia navis* (do 2) dites marnes de Gundershoffen correspondent à l'extrême sommet du Toarcien (zone à Aalensis) et à la base de l'Aalénien (zone à Opalinum). Ces marnes, qui présentent des passées gréseuses dans leur partie supérieure, ont une quarantaine de mètres d'épaisseur.

La série se continue par des marnes grises plus ou moins litées avec intercalations de marnes gréseuses et de grès calcaires au sommet. Cet ensemble qui correspond approximativement à la zone à Murchisonae (do 3) a une quarantaine de mètres d'épaisseur.

L'ensemble suivant, épais de 20 à 30 m, est une alternance de grès calcaires et de marnes gréseuses, classiquement rattachés à la base du Bajocien (do 4). Il doit correspondre à l'ensemble des zones à Concavum (sommet de l'Aalénien) et Sowerby (base du Bajocien). De l'anhydrite y a été observée dans le sondage 199-5-57.

Enfin, les sondages 199-5-51 et 5-57 ont recoupé, sur une vingtaine de mètres, la partie inférieure du « Bajocien moyen » (do 5), tronqué par érosion. Ce Bajocien moyen est de « faciès souabe » *sensu lato*, avec des marnes silteuses et des grès marneux micacés, le faciès Grande oolithe ne dépassant pas vers le Nord-Est une ligne Haguenau—Woerth.

Tertiaire

Éocène, Oligocène et Miocène

Largement masquées par des dépôts quaternaires, les formations tertiaires constituent cependant l'essentiel du « remplissage » du Fossé rhénan et un ensemble majeur de la géologie du domaine considéré. Nous rappellerons succinctement la série tertiaire du Fossé rhénan en indiquant les principales particularités lithologiques et géométriques révélées par les sondages profonds effectués sur le territoire couvert par la feuille. La moitié supérieure de la série, des couches de Pechelbronn supérieures aux couches de Niederroedern, sera ensuite revue avec la description des terrains affleurants.

La série tertiaire d'Alsace septentrionale dans le centre du Fossé rhénan, d'après les sondages profonds

Une synthèse des connaissances actuelles sur le Tertiaire du Fossé rhénan a été effectuée par Cl. Sittler (1965)^(*). La succession type, pour cette partie de l'Alsace a été établie à l'aide des coupes et échantillons des nombreux sondages effectués dans la concession de Pechelbronn (R. Schnaebeler, 1948). Exceptionnellement, les termes de zones et couches désignent des formations qui peuvent avoir plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. De haut en bas :

(*) Avec études minéralogiques et palynologiques détaillées sur des sondages de Scheibenhart, Soufflenheim et Auenheim.

SITTLER (1965)	REY (1968)	CAVELIER (1976) Équivalences avec le Bassin de Paris		SÉRIE DE PECHELBRONN	Épaisseurs (mètres)	LITHOLOGIE
RUPÉLIEN	RUPÉLIEN (<i>sensu lato</i>)	STAMPIEN SUPÉRIEUR	Calcaire d'Étampes	Marnes à Cyrènes	incomplètes	Marnes grises plus ou moins micacées
			Horizon d'Ormoy	Couches à Mélettes	350	Marnes gris clair, sableuses et micacées
			Falun de Pierrefitte	Schistes à Poissons	10	Marnes feuilletées bitumineuses
LATTORFIEN		STAMPIEN INFÉRIEUR (faciès sannoisien inclus)	Falun de Morigny	Marnes à Foraminifères	10	Marnes à gypse et anhydrite, marnes vertes, conglomérats
			Argiles à Corbules		à 30	
			Calcaire de Sannois	transgression Couches de Pechelbronn	210	
	Caillasses d'Orgemont		supérieures	à 230		
Oligocène ?	LATTORFIEN	Oligocène	Argile verte de Romainville	Couches de Pechelbronn moyennes	50 à 80	Zone fossilifère { Zone à Hydrobies Zone à Bryozoaires marnes grises Zone à <i>Mytilus</i>
			Éocène	Marnes supra-gypseuses	Couches de Pechelbronn inférieures	100 à 120
Éocène		BARTONIEN SUPÉRIEUR (Ludien)		Couche rouge	0 à 200	Marnes dolomitiques ou argileuses
			Oligocène	1ère masse du gypse	Zone dolomitique	100 à 250
Lutétien	Éocène	BARTONIEN à LUTÉTIEN		Couche de transition	0 à 20	Marnes vertes et blanches, conglomérats calcaires, Calcaires lacustres, dépôts sidérolithiques

Sables pliocènes (pour mémoire)		
Couches de Niederroedern		
Marnes à Cyrènes	}	Série grise
Couches à Mélettes		
Schistes à Amphisiles		
Marnes à Foraminifères		
Couches de Pechelbronn		
Couche rouge		
Zone dolomitique s.l.		
Zone de transition.		

Considérée dans son ensemble, la série tertiaire du Fossé rhénan est essentiellement marneuse avec des faciès continentaux, saumâtres, sursalés à évaporites et marins. Son épaisseur varie beaucoup avec les structures tectoniques de détail et la position géographique dans le Fossé. En faisant abstraction de cette tectonique de détail l'épaisseur de la série tertiaire est de l'ordre de 900 à 1000 m dans la partie occidentale de la feuille (bord oriental du « périclinal » ou « bassin » de Pechelbronn) et de 1500 à 2500 m dans la partie centrale du Fossé, à l'Est d'une ligne approximative Stattmatten—Niederlauterbach. Ces variations d'ensemble de l'épaisseur du remplissage sont liées à la position de la feuille, à l'extrémité méridionale de la « fosse de Mannheim » et en bordure orientale et septentrionale du « seuil de Haguenau ». Ce seuil matérialise, sur la rive gauche du Rhin, la subdivision du Fossé en deux parties ; le Fossé rhénan méridional est caractérisé par un remplissage de formations d'âge éocène supérieur et oligocène. Le Fossé rhénan septentrional s'est effondré beaucoup plus au Miocène qu'à l'Oligocène. Dans le domaine de la feuille, le caractère singulier du remplissage du Fossé rhénan par rapport au reste de l'Alsace est le grand développement de formation d'âge oligocène supérieur à miocène : les couches de Niederroedern, dans le prolongement méridional de la fosse de Mannheim ou Fossé de Rastatt.

Zone de transition (ou Couches de transition). Cette zone regroupe des dépôts peu épais et à lithologie variée, témoins du début de la sédimentation dans l'ébauche du Fossé rhénan. Caractérisée surtout par des passées conglomératiques à galets calcaires et des pisolithes ferrugineuses, la zone de transition n'est pas toujours bien définie et elle fait même souvent défaut dans le domaine de la feuille. Dans le sondage 199-1-54, elle est représentée par 27 m de « marne grise à gris-vert, souvent gréseuse à la base avec parfois des rognons phosphatés et des passées conglomératiques ». A Altenstadt, elle est épaisse de 26 m et constituée par une alternance de marnes, de fins lits sableux et de calcaire dolomitique gris. A Scheibenhard, le sondage 169-7-66 a traversé 15 m de marne argileuse, plus ou moins sableuse, bariolée de brun, rouge, vert et gris rapportés à la Zone de transition, tandis que dans le sondage 169-7-67, le Tertiaire débute directement par les dépôts à évaporites de la Zone dolomitique. La Zone de transition a été observée également à Soufflenheim (10 m environ) et à Beinheim (11 m). Elle correspond à un premier épisode de sédimentation dulçaquicole antérieur au régime plus ou moins évaporitique qui marquera fortement le remplissage du Fossé rhénan. Par analogie avec les marnes associées aux calcaires de Bouxwiller (Bas-Rhin), la zone de transition est généralement attribuée au Lutétien.

Zone dolomitique s.l. Avec la Zone dolomitique apparaissent des formations d'évaporites et débute l'importante période d'accumulation sédimentaire dans le Fossé qui témoigne du jeu principal de cette structure d'effondrement. L'importance inégale, selon le lieu et le temps, de l'effondrement, joint au caractère propre de la sédimentation évaporitique, explique les grandes variations d'épaisseur observées dans les différentes formations du Fossé.

Ainsi, la Zone dolomitique a une épaisseur de 130 m à Altenstadt (169-5-54), 280 m environ à Rittershoffen, 400 à 500 m à Soufflenheim, près de 300 m à Scheibenhard et plus de 800 m à Beinheim (199-6-53). La partie inférieure comprend

essentiellement des marnes grises à gris-vert, plus ou moins finement litées et riches en anhydrite (Zone à anhydrite). Dans les sondages de Soufflenheim, d'importantes passées salifères ont été observées. La Zone à anhydrite peut contenir quelques intercalations de grès, de calcaire et même de conglomérats. Au-dessus, la Zone dolomitique *sensu stricto* a une lithologie un peu plus variée avec des marnes grises, gris-vert, verdâtres ou brunes, à anhydrite subordonnée et avec quelques intercalations gréseuses, calcaires et surtout des bancs de marnes dolomitiques et de dolomie, fréquents dans sa partie supérieure. Dans la concession de Pechelbronn, la Zone dolomitique a fourni quelques fossiles dont : *Lymnea longiscata* var. *orelongo*, *Brotia albigensis* et *Potamides aporoschema*, ensemble d'âge ludien (Cl. Cavelier, in notice de la carte à 1/50 000 Haguenau). La présence en Alsace moyenne de dépôts marins contemporains suggère que les marnes à anhydrite se sont déposées dans une lagune sursalée en bordure nord d'un golfe marin.

Couche rouge. Formation locale, limitée au bassin de Pechelbronn et au Palatinat, la Couche rouge n'est mentionnée que dans les coupes de sondages de la bordure nord-ouest de la feuille, à Oberhof (169-5-50) et Riedseltz (169-5-54) où l'on a près de 100 m de marnes rouge-brique avec gypse et anhydrite.

Couches de Pechelbronn. Ce terme s'applique à une série à lithologie très variée mais essentiellement constituée de marnes, d'argiles, de sables et grès argileux à gypse et anhydrite subordonnés. Ces couches renferment les premiers réservoirs pétrolifères exploités en Alsace et elles ont fourni une part essentielle de la production pétrolière de la concession de Pechelbronn. Leur épaisseur totale varie entre 300 et 450 m dans la partie occidentale de la feuille. Elle peut dépasser 500 m dans la partie centrale du Fossé (582 m au sondage 199-6-53).

Les Couches de Pechelbronn inférieures et moyennes sont souvent regroupées dans les coupes de sondages, le repère le plus utilisé étant le toit des Couches à Hydrobies. Cet ensemble a une épaisseur variant généralement entre 100 (199-6-51) et 200 m (199-5-52). A la différence de la Zone dolomitique et des Couches de Pechelbronn supérieures, les épaisseurs les plus importantes paraissent localisées dans la partie occidentale de la feuille. A Altenstadt, elles auraient une épaisseur exceptionnelle de 640 mètres. Les Couches de Pechelbronn inférieures sont essentiellement constituées de marnes grises à brunes, plus rarement vertes ou brun-rouge, litées ou non, et renferment de l'anhydrite en quantités variables. Du sel gemme et des intercalations calcaires et dolomitiques ont été observées dans le sondage 199-6-1. Dans la concession de Pechelbronn, des Mollusques d'eau douce (Limnées), mais également des espèces saumâtres y ont été récoltées. Parmi celles-ci, plus nombreuses dans la partie supérieure, *Nystia plicata*, *Pseudocyrena convexa* et *Cyrena (Batissa) aff. obtusa* permettent d'attribuer les couches de Pechelbronn inférieur au Ludien supérieur^(*). Vers le haut, ces couches passent à des marnes ou marno-calcaires riches en *Mytilus socialis* (zone à *Mytilus*). Les Marnes à *Mytilus* sont surmontées par des Marnes à Bryozoaires (zone à Bryozoaires), épaisses de 5 à 20 m puis par des marnes grises à Hydrobies, épaisses de 30 à 40 m (zone à Hydrobies). L'ensemble des couches à faune abondante est souvent appelé Zone fossilifère. Très utilisée pour les corrélations, cette zone se remarque, d'un point de vue stratigraphique, par l'apparition d'espèces de la faune stampienne : *Mytilus faujasi*, *Stenothyra pupa*, *Pseudamnicola angulifera* et *Tympanotonos labyrinthus rhodanica*.

Les Couches de Pechelbronn supérieures sont constituées essentiellement de marnes grises, plus rarement vertes, brunes ou rougeâtres, compactes ou litées avec gypse et anhydrite subordonnés. Elles renferment de minces intercalations de bancs gréseux ou calcaires. Des calcaires à oncolithes ont été observés dans les déblais du château d'eau de Wissembourg. Dans le domaine considéré, elles débutent souvent par

(*) Cl. Cavelier in notice à 1/50 000 Haguenau.

des grès dits Grès de Beinheim ou Grès de base. Les Couches de Pechelbronn supérieures ont une épaisseur comprise entre 200 et 260 m dans la partie occidentale de la feuille. La puissance augmente dans l'ensemble vers l'Est, avec 250 à 270 m à Scheibenhart, 300 m à Wintzenbach et Schaffhouse et 440 m à Beinheim (199-6-53). Au Nord de Pechelbronn, le calcaire de Lobsann, interstratifié dans ces couches, a fourni une association de Mammifères classiques à *Anthracotherium alsaticum*, caractéristique de la zone de Ronzon d'âge stampien inférieur.

Série grise. Aux Couches de Pechelbronn, à lithofaciès très variés et différenciés localement, succèdent des assises à faciès très homogènes dans l'ensemble du Fossé rhénan. Alors que la faune des Couches de Pechelbronn n'indique jamais un milieu marin franc, celle des Marnes à Foraminifères témoigne d'une très nette incursion marine dans le Fossé rhénan. Ensuite, les faciès euxiniques des Schistes à Poissons et des Couches à Mélettes ont un caractère marin moins accusé que les Marnes à Foraminifères, puis les Marnes à Cyrènes ont les caractères d'un faciès de dessalure. La Série grise est tronquée par érosion dans la partie occidentale de la feuille où l'on a, sous le Quaternaire, 200 à 300 m de marnes grises dont la masse principale doit correspondre aux Couches à Mélettes. Plus à l'Est, les Couches à Mélettes et les Marnes à Cyrènes ne sont pas toujours différenciées et la série grise a une épaisseur de 400 à 500 mètres.

Les Marnes à Foraminifères sont grises à beiges, massives, riches en Foraminifères de grande taille. Leur épaisseur varie, à une échelle locale, entre 10 et 20 mètres. Elles présentent une association palynologique caractéristique de la partie terminale du Stampien inférieur (J.J. Châteauneuf, inédit). Nette, leur limite inférieure correspond à la transgression marine de l'Oligocène moyen qui fit communiquer la Mésogée et la mer du Nord par le Fossé rhénan et la Hesse.

Les Schistes à Amphisiles ou Schistes à Poissons sont des marnes argileuses brun foncé feuilletées ou papyracées, plus ou moins bitumineuses, avec de fins lits crayeux. Ils contiennent d'assez nombreux restes de Poissons, en particulier des espèces du genre *Meletta*. L'espèce *Centriscus (Amphisile) henrichi*, plus rare, caractérise cette formation. L'épaisseur des Schistes à Poissons varie, à une échelle locale, entre 6 et 22 mètres.

Les Couches à Mélettes sont des marnes gris clair, plus ou moins sableuses et micacées avec des intercalations de sable et de grès. Leur épaisseur à Rittershoffen, Auenheim et Beinheim varie, à une échelle locale, entre 200 et 250 mètres. A Auenheim, elles renferment des traces de sel dans leur partie inférieure. Elles contiennent des écailles et des restes de Poissons du genre *Meletta (= Clupea)*, plus nombreux dans la partie inférieure de la formation.

Les Marnes à Cyrènes ont généralement une teinte gris clair et contiennent des intercalations de grès. Absentes ou tronquées dans la partie occidentale de la feuille (épaisseur égale ou supérieure à 100-150 m dans les sondages de Rittershoffen), elles ont une épaisseur de l'ordre de 200 m dans le fossé d'Auenheim où elles renferment des passées de marnes bariolées avec anhydrite dans leur partie inférieure. Les Marnes à Cyrènes ont fourni quelques Mollusques de milieux saumâtres : *Tympanotonos margaritaceum*, *Potamides lamarcki*, *Ostrea cyathula*, *Benoistia abbreviata*, espèces du Stampien supérieur du Bassin de Paris. S. Gillet (1953-1954), par l'étude des Foraminifères, et A. Stchepinsky (1963) par l'étude des Ostracodes ont montré la dessalure progressive du milieu dans lequel se sont déposées les Marnes à Cyrènes, la salinité passant de la base au sommet de valeurs de l'ordre de 17 ‰ à des valeurs voisines de 1 ‰ (eau douce).

Couches de Niederroedern. Marnes plus ou moins silteuses ou argileuses, grises, gris verdâtre, vert-olive ou bariolées, les Couches de Niederroedern contiennent quelques passées de grès, à ciment plus ou moins calcaire. De l'anhydrite est signalée dans le sondage 199-6-53. Non représentées ou très peu épaisses aux environs de Schirrhoffen et de Soufflenheim elles ont 127 m à Hatten (199-1-52), 90 m à Croettwiller

(199-2-52), 200 m à Altenstadt, 200 à 500 m aux environs de Scheibenhart et des épaisseurs plus importantes encore dans le fossé d'Auenheim : de 400 m à près de 1000 m (983 m dans le sondage 199-6-51). A Forstfeld (199-2-59), elles ont un faciès un peu particulier, très argileux. En Alsace méridionale (H. Derville et N. Théobald, 1934), aux Couches de Niederroedern s.s. est associée une faune d'eau douce avec *Helix (Plebecula) ramondi*, *Helix (Cepaea) regulosa* ; *Helix (Canariella) lapidicella* et *Abida subvariabilis* : association d'âge oligocène supérieur. Dans les sondages profonds, la partie supérieure de l'ensemble désigné sous le nom de Couches de Niederroedern appartient dans de nombreux sondages à l'Aquitainien. Selon les sondages, 255 à 270 m, d'après H. Suess (1961), 110 m à 285 m, d'après F. DoebI (1967, 1970 et 1971) sont à rattacher à l'Aquitainien, bien mis en évidence en surface à Forstfeld, dans le bois de l'Hopital et à Büchelberg.

Terrains affleurants. Largement masquées par des formations pliocènes et quaternaires, les formations tertiaires anté-pliocènes n'affleurent que très localement aux environs de Wissembourg, à Büchelberg (Palatinat) et dans le fond de carrières ou de ravines entre Forstfeld et Croettwiller. Nous donnerons quelques indications sur les faciès observés, la série correspondante ayant été décrite dans le chapitre précédent.

g1. **Stampien inférieur p.p. (Sannoisien auctorum). Couches de Pechelbronn supérieures** (Untere brakische Mergel, A. Andreae, 1892) : **marnes à intercalations calcaires.** Des marnes de teinte bleu verdâtre, riches en nodules calcaires et avec intercalations marno-calcaires en plaques, ont été observées en plusieurs points au Nord de Wissembourg. Les marnes ont livré lors des levés des Hélicidés à test très épais et des Characées. Les plaques marno-calcaires ont fourni *Limnea cf. subovata*. Les faciès observés correspondent à un dépôt limnique en bordure du bassin de Pechelbronn, analogue au faciès d'eau douce décrit par R. SchnaebELE (1948) dans ce bassin.

Stampien supérieur et Stampien inférieur p.p. (Rupélien). Les formations de cet âge affleurent uniquement aux environs de Wissembourg. A l'Est d'une ligne approximative Oberhoffen-lès-Wissembourg—Schweigen, cette partie du Stampien est représentée par les formations classiques du Fossé rhénan : Marnes à Foraminifères, Schistes à Poissons, Couches à Mélettes et Marnes à Cyrènes. A l'Ouest de cette ligne, ces formations, ou plus précisément la partie inférieure de cet ensemble, passent à des faciès conglomératiques de bordure du Fossé, les conglomérats de Rott.

g2. **Conglomérats de Rott.** Ce sont des conglomérats grossiers à ciment grésocalcaire et intercalation d'argiles sableuses et de marnes. Arrondis ou anguleux et de taille très variable, les galets proviennent du démantèlement de formations du Keuper, du Muschelkalk et du Buntsandstein du horst vosgien. Au Nord de Wissembourg, ces conglomérats, en partie disloqués contiennent des blocs de Buntsandstein décolorés de plus d'un mètre de longueur. Ils ont 5 à 10 m d'épaisseur au village de Rott, situé 500 m au-delà de la limite occidentale du territoire couvert par la feuille et 4 m environ au sommet du Wormberg, butte couverte de vignes au N.NW de Wissembourg. Les conglomérats de Rott ont livré une faune de Mollusques : *Ostrea callifera*, *Cerithium conoidale*, *Lima sandbergeri*, etc. (P. Kessler, 1909). F. DoebI (inédit) y a découvert une microfaune qui comprend des espèces présentes dans les Marnes à Foraminifères : *Cornuspira involvens*, *Bathysiphon* sp., *Cyclammina* sp. et *Ammobaculites humboldti*.

g2a-b. **Rupélien inférieur (Septarienton p.p., A. Andreae et al., 1892). Schistes bitumineux à Amphisiles, Marnes à Foraminifères.** Ces formations de faciès homogène dans l'ensemble du Fossé rhénan ont été décrites ci-dessus. Elles affleurent mal au Sud-Ouest de Wissembourg. Elles peuvent être observées dans une carrière située à proximité de la limite occidentale de la carte, au Sud de la route de Hunspach à Bremmelbach^(*) (feuille Lembach).

(*) La carrière de Bremmelbach est actuellement l'objet d'une étude très détaillée (F. DoebI et C. Sittler).

g2c. *Rupélien supérieur* (Septarienton p.p., A. Andreae et al., 1892). *Marnes à Cyrènes, Couches à Mélettes*. Les affleurements, d'extension limitée, montrent des marnes et argiles grises, plastiques, riches en passées de calcaire crayeux (Steinseltz et environ de Schoenenbourg, au Sud-Ouest d'Hunspach) et avec des intercalations de grès fin micacé. L'âge de ces affleurements n'a pu être précisé. Au Nord d'Ingolsheim les lèss du Mindel reposent sur des sables micacés très fins, entièrement décalcifiés, niveau d'altération probable des Couches à Mélettes.

g3. *Oligocène supérieur (Chattien auct.) Couches de Niederroedern s.s. : marnes bariolées*. Cette formation n'affleure que dans deux anciennes carrières, l'une au lieu-dit Kubelmühl au Nord-Ouest de Niederroedern, l'autre au Sud de cette localité dans le bois de l'Hôpital (Altherrenwald). Ce sont des marnes bariolées jaunes, grises ou rouge vif avec de rares passées de grès calcaire^(*). Les deux localités ont fourni des Charophytes et à Kubelmühl une microfaune très pauvre avec *Candonia praecox* et *Stenocypris* sp. a été extraite. Constituée de dépôts d'eau douce, cette formation est parfois désignée sous le nom de Couches de Niederroedern inférieures, la plupart des coupes de sondages les groupant avec les dépôts saumâtres sus-jacents, d'âge aquitaniens, sous le terme de Couches de Niederroedern s.l.

M1a. *Miocène (Aquitaniens). Couches à Cérithes, Couches à Corbicules, Couches à Hydrobies*. [Synonymie : Couches de Niederroedern supérieures (F. Doebi et F. Geissert, 1971)]. La feuille couvre l'extrémité méridionale des formations aquitaniennes du Fossé rhénan septentrional avec des faciès du type « Bassin de Mayence ». La limite méridionale de la feuille correspond approximativement à la limite d'extension de ces formations vers le Sud. Selon Doebi (1970), en Alsace, l'extension vers l'Ouest des formations aquitaniennes est jalonnée par les sondages profonds d'Oberseebach (169-5-55 et 5-56), de Wintzenbach (199-2-50), de Niederroedern Kubelmühl (199-2-62) et de Schirrhoffen (199-5-77). Des formations aquitaniennes affleurent entre Forstfeld et Niederroedern et, au Palatinat, à Büchelberg et environs. La position stratigraphique de ces différentes assises varie selon les auteurs (voir tableau in F. Doebi et F. Geissert, 1971).

M1a1. *Couches à Cérithes inférieures (type Fossé rhénan) : marnes grises et calcaires*. Elles affleurent sur 1 à 2,50 m, au sommet des marnes bariolées g3, dans la carrière d'Altherrenwald, au Sud de Niederroedern, à proximité de leur limite d'extension vers l'Ouest. Là elles se présentent sous l'aspect de marnes grises à jaunâtres^(**), riches en petites concrétions calcaires, avec quelques plaques de grès calcaire. Cet affleurement a fourni des fragments de carapaces de Tortues, des Charophytes, des Algues calcaires et une microfaune : *Cyteromorpha zinndorfi*, *Haplocytheridea* sp. et *Hemicyprideis* sp.

M1a2. *Couches à Cérithes et couches à Corbicules : marnes grises et calcaires, type Fossé rhénan*. Au fond des ravines situées au Nord-Ouest de Forstfeld, l'Aquitaniens est représenté par des marnes grises ou jaunâtres^(**), alternant avec des grès calcaires très durs et des couches sableuses de 10 à 25 cm d'épaisseur. Les affleurements ont guère plus de 2 m d'épaisseur. Les marnes ont livré une microfaune : *Cyclocypris similis*, *Cypridopsis*, *Eucypris agglutinans* et *E. cf. acuta*, *Buliminella elegantissima*. Cette association permet de placer ces marnes à la limite des couches à Cérithes et des couches à Corbicules.

M1a3. *Couches à Hydrobies inférieures et Couches à Cérithes. Calcaires et grès calcaire sous alluvions plio-pléistocènes* (non affleurants) à Auenheim, type Bassin de

(*) La composition minéralogique d'un échantillon de ces marnes est donnée par le tableau III (éch. n° 43 403).

(**) La composition minéralogique d'un échantillon de marnes est donnée par le tableau III (éch. n° 43 402 pour M1a1, MFP-31 pour M1a2).

Mayence. Dans la gravière d'Auenheim située près du bord ouest de la route d'Auenheim à Roeschwoog et au Nord du carrefour menant à Routzenheim, le soubassement aquitain est souvent entamé par dragage à une profondeur de moins de 20 mètres. De nombreux échantillons de roches sont remontés à la surface.

Le rapport du sondage pétrolier Auenheim 6-51, implanté à une centaine de mètres au Sud de la gravière, indique les successions suivantes :

0 - 12 m : graviers du Rhin	Interprétation :
12 - 16 m : marnes bariolées et brunes, gravier	Pliocène et Quaternaire
16 - 34 m : grès jaune calcaire	Aquitain remanié ou Pliocène
à 34 m : marnes bariolées	Aquitain (M _{1a3})
	Couches de Niederroedern s.l.

Faciès du substrat des alluvions, remontés par dragage, dans la gravière d'Auenheim :

a) Calcaire beige clair très fin, micritique, stratifié.

Microfaune : *Cytheromorpha zinndorfi*, *Hemicyprideis* cf. *rhenana*, *Quinqueloculina* sp., *Bolivina* cf. *plicatella*, *B.* cf. *antiqua*, *B. moguntiaca*, *Bulimina elongata*, *Buliminella elegantissima*, *Nonion commune*.

Cette faune saumâtre à marine est une association typique des Couches à Cérithes du Bassin de Mayence (= Couches à Hydrobies inférieures du Fossé rhénan).

Il s'agit là du gisement le plus méridional du faciès correspondant aux vraies Couches à Cérithes du Bassin de Mayence. L'affleurement connu, le plus proche, qui se situe dans le Fossé rhénan moyen, est la colline de Kleine Kalmit près de Landau (Palatinat).

b) Calcaire gris-beige, plus sableux que le précédent, stratifié.

— Mollusques : *Potamides lamarcki*, *Mytilus* sp.

— Microfaune : *Hemicyprideis rhenana*, *Spirosigmoilina* sp.

Cette faune possède un caractère plus saumâtre que celle observée dans le calcaire beige clair.

L'existence de Couches à Cérithes du Bassin de Mayence si loin vers le Sud permet de supposer qu'elles ont été conservées dans le Fossé tectonique d'Auenheim alors qu'ailleurs elles ont été soulevées et érodées.

A la surface du monticule du Heidenberg au Sud-Ouest de Leutenheim (Fx et FWR), on trouve de nombreux échantillons de calcaire aquitain résultant d'un apport artificiel. La microfaune est absolument identique à celle du calcaire dur de la grande ravine au Nord-Ouest de Forstfeld (M_{1a2}) : *Cyclocypris similis*, *Eucypris* cf. *acuta* (F. Geissert, 1960).

M_{1a4}. *Couches à Corbicules* : *Calcaire de Büchelberg*, Palatinat, type Bassin de Mayence (Corbicula-und Litorinellenkalk, K.W. Gümbel, 1894). Au Geisberg situé à environ 4 km au Nord de Lauterbourg (altitude 152 m), on observe de bas en haut :

— calcaire dur à *Corbicula faujasi*, *Mytilus faujasi*, *Hydrobia* ;

— calcaire grossier ;

— marnes grises ;

— bancs de calcaire en plaques minces à *Hydrobia inflata*, *H. ventrosa*, Hélicidés et endocarpes de *Celtis* (A. Andreae, 1884).

Le Ratzenbuckel (altitude 137 m) et le gisement du Heilbach (M_{1a}) sont constitués surtout par des calcaires grossiers, non fossilifères dans le premier (K.W. Gümbel, 1894).

M_{1a5}. *Couches à Hydrobies supérieures* (Büchelberg, Palatinat) : *marnes et calcaires*. Les marnes exploitées autrefois entre le Ratzenbuckel et le Geisberg ont livré une faune très riche étudiée par S. Kuss (1958, 1960) :

— Mollusques : *Hydrobia elongata*, *Potamides* sp.

— Mammifères : *Steneofiber eseri*, *Amphitragulus lemanensis*, *Caenotherium laticurvatum*, *Amphicyon* cf. *lemanensis*.

- Tortues : *Ptychogaster buchelbergense*, *Trionyx* sp., *Ocadia maltaneri*.
- Microfaune : *Cytheromorpha zinndorfi*, *Cyprideis miocaenica*, *Candona praecox*.

Il s'agit d'un faciès saumâtre déposé dans la zone littorale de la mer aquitanaise. Datation proposée par S. Kuss (1960) : partie inférieure des Couches à Hydrobies supérieures.

Pliocène. Sables fluviaux et argiles ligniteuses palustres

Pliocène inférieur à supérieur ou indifférencié (F. Geissert, 1972) = Pliocène supérieur (L. van Werveke, 1892) ; Assise de Riedseltz = Pliocène supérieur et « Villafranchien » (G. Dubois, 1955 ; G. Millot et col., 1963). Suivant l'usage français, le Brunsumien est pris comme base du Pliocène, le Pontien, considéré comme Miocène, n'étant pas représenté en Alsace.

Successions et alternances de sables lessivés et de graviers, dépourvus de calcaire, d'argiles kaoliniques pures ou sableuses avec bancs ligniteux.

Ces sédiments affleurent ou se trouvent presque affleurants sur une grande partie du territoire de la feuille. Ils ont été également reconnus en sondage sous le recouvrement quaternaire (löss et sables) ainsi que sous les alluvions rhénanes dans les environs de Soufflenheim–Sessenheim–Auenheim où ils sont souvent entamés par les exploitations de gravier.

La masse des galets (quartz et quartzite) provient des grès vosgiens, accessoirement du Muschelkalk (calcédoine, souvent oolithique, cornaline ou silex). La couleur rouille, observée dans les horizons sableux supérieurs résulte d'une migration des oxydes de fer à partir du recouvrement quaternaire, surtout du löss dans les environs de Riedseltz et de Hoffen, plus rarement sous les sables vosgiens des environs de Soufflenheim.

Analyse des minéraux lourds tableau IV, éch. : GFA 10.

Granulométrie et minéralogie tableau III, éch. : MFP 33, 36 et 37 ; 43404, 43406 et 43407 ; S 44b.

Épaisseurs du Pliocène dans les sondages pétroliers (H) et les forages d'alimentation en eau (A)

Région de Wissembourg :

Schaidt VIII (S VIII), Palatinat (H)	23,00 m
Riedseltz 169-5-54 (H)	20,00 m
Hunspach 169-5-51 (H)	55,00 m
Oberseebach 169-5-55 (H)	90-100,00 m
Altenstadt (vallée de la Lauter) 169-5-18 (A)	43,00 m

Terrasse de Haguenau :

Est de Schirrhoffen 199-5-57 (H)	78,00 m
Est de Schirrhoffen 199-5-79 (H)	36,00 m
Nord de Soufflenheim 199-5-94 (H)	80,00 m
Nord de Soufflenheim 199-5-89 (H)	54,00 m
Nord de Soufflenheim 199-5-96 (H)	92,00 m
Nord de Leutenheim–Koenigsbruck (A)	23,00 m

Plaine alluviale rhénane :

Sud de Soufflenheim 199-5-67 (H)	env. 40,00 m
Sud de Soufflenheim 199-5-58 (H)	env. 56,00 m
Sud-Ouest de Leutenheim 199-5-91 (H)	47,00 m
Auenheim 199-6-51 (H)	env. 10,00 m

Les rapports des sondages pétroliers fournissent très peu de détails sur la succession des faciès pliocènes et se limitent à des indications d'épaisseurs, dans la plupart des cas pour l'ensemble du Plio-Quaternaire.

En ce qui concerne la plaine alluviale, on ne connaît guère la limite entre les sédiments quaternaires et pliocènes, sauf pour les environs de Soufflenheim, Sessenheim et Auenheim. Dans le forage 199-8-26 au Sud-Est de Lauterbourg, il semble, d'après la flore macroscopique (étude des bois fossiles), que le sommet du

Pliocène se situe à une profondeur de ± 40 mètres. Un sondage dans les environs de Rastatt (Bade) a rencontré une flore pliocène à une profondeur de 80,00 mètres.

p. Pliocène indifférencié, non fossilifère. Sables et galets, peu argileux

La subdivision du Pliocène d'Alsace septentrionale en un niveau supérieur graveleux et un niveau inférieur sablo-argileux, proposée par L. van Werveke (1892), peut être maintenue pour les séries non fossilifères.

Aucune datation précise n'a été proposée jusqu'à présent pour les argiles et sables pliocènes des environs de Balg près de Baden-Baden.

Dans le Palatinat, en bordure de la vallée de la Lauter, les horizons supérieurs graveleux, superposés aux sables pliocènes ont été assimilés par les auteurs des cartes manuscrites aux Couches de Freinsheim. Ces dernières étaient considérées à cette époque comme étant d'âge pliocène supérieur ; elles sont en réalité d'âge quaternaire (H. Leser, 1957). Par ailleurs, les sédiments observés sur le territoire de cette feuille et désignés sous cette notation ne présentent pas le faciès des Couches de Freinsheim, mais bien celui des sables et galets de Riedseltz (environs de Schweighofen, Steinfeld, etc.).

Subdivisions du Pliocène

Pour la datation des sédiments pliocènes des environs de Soufflenheim nous avons adopté avec quelques modifications de la subdivision proposée par G. von der Brèlie (1959) pour le bassin inférieur rhénan. Elle est basée sur des critères avant tout d'ordre paléobotanique ; par comparaison avec les flores d'Allemagne et des Pays-Bas, elle comporte les étages suivants :

1) *p_B* : *Pliocène inférieur* ; sables et argiles, lignites. Flore du Brunssumien. Épaisseurs : 5 à 30,00 mètres.

2) *p_W* : *Pliocène moyen* ; lignites compacts et sables fins. Flore des lignites de Wetteravie. Reuvérien ancien. Épaisseurs : 5 à 7,00 mètres.

3) *p_R* : *Pliocène supérieur* : sables ligniteux, galets. Flore du Reuvérien s.s. Épaisseurs : 5 à 15,00 mètres.

4) *p_F* : *Pliocène final* : sables et graviers non décalcifiés, marnes et argiles indurées. Flore et faune à cachet xérothermique. Épaisseur : 6 à 10,00 mètres.

Les « étages » 1 - 3 sont l'équivalent approximatif de la subdivision classique mais non isochrone du Pliocène (Plaisancien - Astien) ; le dernier « étage » correspond à la limite du Plio-Quaternaire.

Les sédiments fossilifères du Pliocène inférieur à supérieur ont été reconnus sur le flanc est de la terrasse de Haguenau dans les exploitations d'argile des environs de Soufflenheim. Par l'effet d'un rejet de faille d'une dizaine à une quinzaine de mètres ils se prolongent en direction sud-est et est sous la nappe des alluvions rhénanes. Dans le compartiment abaissé entre Soufflenheim et Sessenheim, les étages moyen et supérieur ont été partiellement érodés ou remaniés et recouverts ensuite par des sédiments du Pliocène final, non observés ailleurs. A l'Est d'Auenheim, seule la base de l'étage inférieur a été conservée sous les couches des alluvions rhénanes.

Les successions des séries paléobotaniques ainsi que les indications d'épaisseur ont été confirmées par l'étude de forages exécutés à l'Est de Haguenau (F. Geissert, 1972).

Un sondage exécuté par les propriétaires de la gravière de Sessenheim présente une coupe dans laquelle les lignites du Pliocène moyen sont absents. Dans l'ancienne aire d'exploitation, ces lignites ont été rencontrés à moins de 15,00 m de profondeur.

Coupe du forage dans la gravière de Sessenheim (1972) :

I. Quaternaire indifférencié

0 - 10,90 m : aucun prélèvement d'échantillons (sables et graviers).

II. Limite Plio-Quaternaire ou Quaternaire ancien

10,90 - 11,10 : argile humifère avec *Brasenia* sp. et fragments de Mollusques.

III. Pliocène final

11,10 - 15,00 : sables rouges avec petits galets de granites très altérés, intercalations de marnes jaunes (niveaux des argiles indurées), nombreux fragments de *Triptychia* sp., sédiments riches en calcaire.

15,00 - 17,20 : zone remaniée, sables rouges et blancs, pauvres en calcaire, fragments de lignite.

IV. Pliocène inférieur

17,20 - 20,00 : sables humifères décalcifiés. *Taxodium*, *Vitis* sp., *Fagus*, *Pterocarya*.

20,00 - 29,40 : argiles grises ou bariolées.

29,40 - 37,00 : sables et graviers. Fin du forage.

Pliocène inférieur

Au flanc de la Terrasse, à la limite occidentale de la ville de Soufflenheim, le sommet des argiles et sables du Pliocène inférieur se trouve à peu près au niveau de la plaine alluviale. Il s'agit de la localité classique du Pliocène alsacien depuis la découverte des premiers gisements fossilifères (R. Hickel, 1932).

Les autres localités fossilifères sur le territoire de la feuille se trouvent dans les gravières de Soufflenheim, Sessenheim et Auenheim et dans le sondage de Lauterbourg (169-8-28).

Flore. Une documentation importante, comportant des fossiles carpologiques et foliaires, des bois et accessoirement des pollens appartenant à plus de 150 taxons a été trouvée surtout dans les niveaux argileux.

Fossiles caractéristiques, non observés ou très rares dans les étages plus récents du Pliocène rhénan ou d'Europe centrale : *Sequoia* sp., *Sciadopitys* sp., *Podocarpus* sp., *Ginkgo adiantoides*, *Carya moeana*, *Ulmus longifolia*, *Corylopsis urselensis*, *Viscophyllum pliocaenicum* et *V. miqueli*, *Sassafras* sp., *Ilex* cf. *cornuta*, *Peucedanum moebii*, *Trichosanthes fragilis*, *Halesia crassa*. Les fossiles de *Taxodium* aff. *distichum* sont très fréquents, 63 % à Auenheim et 33 % dans la gravière de Soufflenheim. Cette fréquence est l'indice d'un peuplement forestier tel qu'il existe actuellement dans les régions marécageuses du Sud des États-Unis d'Amérique. Les *Viscophyllum* sont apparentés à des espèces de gui des régions tropicales ou sub-tropicales. *Viscophyllum miqueli*, *Ilex* cf. *cornuta* et *Ulmus longifolia* sont connus au Miocène dans le Bassin de Mayence.

A Auenheim, l'association *Acer* cf. *monspessulanum*—*Buxus sempervirens*—*Quercus* cf. *pubescens* et *Quercus cerris* indique qu'une partie de la flore pliocène était installée sur les calcaires aquitaniens qui dépassaient probablement la dépression marécageuse de quelques mètres.

Coupe du sondage de Lauterbourg (169-8-28)

1 à 27 m : alluvions rhénanes quaternaires avec deux niveaux ligniteux (à — 7 m et à — 12 m).

27 à 30 m : niveaux argileux tourbeux à flore interglaciaire (*Cornus* sp., *Ceratophyllum* sp. et *Nuphar* sp.).

30 à 33 m : sables et bois remaniés du Pliocène sous-jacent.

33 à 70 m : Pliocène : sables micacés avec intercalation d'argiles et de lentilles à bois flottés ; flore type du Pliocène inférieur.

Pliocène moyen

Le seul affleurement connu est celui signalé par R. Hickel (1932) à environ 3 km à l'Ouest de Soufflenheim. Il repose sur les argiles du Pliocène inférieur à 3,50 m au-dessus du niveau de la plaine alluviale et atteint 7,00 m d'épaisseur sous les sables rhénans du Mindel (FWR). L'horizon du lignite compact de cette série, de 1 à 1,50 m d'épaisseur, a été atteint par dragage dans les gravières de Soufflenheim et de Sessenheim.

La flore est moins riche que celle du Pliocène inférieur (environ 50 taxons) mais les végétaux à tendance sub-tropicale ou tropicale, absents ou rares dans le Reuvérien s.s. sont encore fréquents : *Meliosma europaea*, *Symplocos* sp., *Keteleeria* ainsi que des

espèces éteintes du genre *Pinus* (*Pinus spinosa*, *P. stellwagi*, etc.) appartenant à des sections(*) inconnues en Europe. On a trouvé dans les niveaux sableux, équivalents de ceux observés dans les forages des environs de Haguenau, toutes les espèces de *Symplocos* décrits dans les lignites de Wetteravie (Hesse) ainsi que *Engelhardtia nucifera* (F. Geissert, 1972).

Pliocène supérieur

Les fossiles trouvés dans les niveaux superposés aux « étages » précédents montrent un appauvrissement assez marqué des Taxodiacées et conjointement une augmentation des végétaux apparentés aux espèces actuelles. Cependant les fossiles caractéristiques exclusivement tertiaires sont encore assez fréquents : *Liquidambar europaea*, *Glyptostrobus europaeus*, *Nyssa disseminata*, *Stuartia beckerana*, *Vitis teutonica*, *Styrax maximus*.

Localités : Sablière au Nord de Soufflenheim, gravière de Sessenheim et Routzenheim.

Dans les environs de Wissembourg, à Schweighofen dans le Palatinat, au Nord de Riedseltz et à Ingolsheim on ne voit affleurer que des sédiments sablo-graveleux où les intercalations argileuses sont rares ou absentes. L'épaisseur de cette série dépasse une quinzaine de mètres dans la sablière exploitée actuellement au Nord de Riedseltz. Les bancs d'argile humifère observés dans cette sablière ne contiennent pas de fossiles ni de microfossiles.

Dans la vallée de la Lauter, au Sud-Est d'Altenstadt, le forage 169-5-18 a traversé 43,00 m de sédiments pliocènes sans atteindre la base de la formation.

On observe dans le profil de ce forage la succession suivante :

0 - 19,00 m : alternance de sables et de graviers, peu argileux.

19,00 - 20,00 m : argile ligniteuse (bois, empreintes de végétaux, microflore).

20,00 - 26,00 m : sables et graviers.

26,00 - 28,00 m : sables et graviers, argiles ligniteuses à la base (bois, microflore).

28,00 - 36,00 m : argile sableuse, ligniteuse à la base (microflore).

Microflores confrontées aux résultats d'une analyse palynologique dans un échantillon d'argile prélevé au sommet de la sablière de Leutenheim-Koenigsbruck (K).

Pollens :	à - 20,00 m	à - 28,00 m	à - 34,00 m	K
Cupressacées-Taxodiacées				très rares
<i>Pinus diploxylon</i>	80 %	10 %	10 %	x
<i>Pinus haploxylon</i>	10 %	2 %	1 à 2 %	x
<i>Picea</i>	8 %	10 %	30 %	x
<i>Abies</i>	1 %	8 %	10 %	x
<i>Tsuga</i>	rare	10 %	20 %	x
<i>Sequoia</i>		1 ex.		très rares
<i>Pterocarya, Carya</i>		60 ex.	1 %	x
<i>Liquidambar</i>		x		
<i>Quercus</i>		x		x
<i>Fagus</i>			x	
<i>Carpinus</i>		x	x	
<i>Alnus</i>		x	2 %	x
<i>Corylus</i>		x		x
<i>Betula et Tilia</i>		x		x
Éricacées		30 %	x	x
<i>Ilex type aquifolium</i>			x	
<i>Ulmus</i>				x
Cornacées			x	
<i>Nyssa</i>				x

(*) Sens botanique : groupe d'espèces à l'intérieur d'un genre.

Spores :	à — 28,00 m	à — 34,00 m	K
Sphagnacées	30 %	x	
Osmundacées	x	x	
Lycopodiacées	x	20 %	x

La microflore de Leutenheim-Koenigsbruck représente encore un niveau ancien du Pliocène supérieur attesté par la présence de Taxodiacées et de *Nyssa*. Les microflores de la coupe d'Altenstadt, très pauvres en pollens exclusivement tertiaires, indiquent des niveaux plus récents qui sont probablement absents dans les environs de Soufflenheim. Plus au Nord dans la vallée de la Lauter, des sables et argiles pliocènes ont été rencontrés sous 13 m de Quaternaire ancien (sondage 169-6-9). Au fond de ce sondage un niveau d'argile ligniteuse a fourni une microflore pliocène (Taxodiacées, *Liquidambar*, *Engelhardtia*).

Pliocène final (F. Geissert, 1972) = « Villafranchien » (F. Geissert, 1967)

- Niveau inférieur, argiles indurées, argiles plastiques, marnes et sables.

En dehors de la coupe de Sessenheim, citée précédemment, on trouve les sédiments du Pliocène final dans la gravière de Soufflenheim, surtout dans leurs faciès argilo-marneux. Les argiles indurées à empreintes foliaires n'y ont été trouvées qu'en quelques exemplaires.

Dans les horizons argilo-marneux on trouve tous les stades de transition entre des matériaux plastiques et des plaques très dures. Les plus grandes d'entre elles ont une superficie de 1 m² avec une épaisseur de 3 à 20 centimètres. Elles présentent des fentes de dessiccation sur les deux faces, indices d'assèchement de durée relativement longue.

Flore : *Zelkova ungeri* et *Populus latior* (absents dans les flores du Quaternaire rhénan ou d'Europe centrale), *Eucommia* sp. et *Parrotia* cf. *persica* (éléments tertiaires connus également dans le Tiglien). Un charme, *Carpinus* cf. *betulus*, dont les feuilles et les fruits dépassent largement les dimensions de ces organes dans l'espèce actuelle sans en différer morphologiquement. *Ulmus* cf. *carpinifolia*, *Alnus glutinosa*, *Acer* cf. *campestris*, *Fraxinus* cf. *excelsior*, *Vitis silvestris* et divers saules sont probablement identiques aux espèces actuelles.

Cette flore, composée d'un nombre d'espèces très réduit, représente une association végétale typique d'une forêt-galerie, telle qu'on la connaît dans les contrées semi-arides où la couverture forestière est limitée au voisinage des cours d'eau.

Faune malacologique : les Mollusques trouvés surtout dans les faciès marneux appartiennent à plusieurs groupements écologiques. Par rapport aux espèces terrestres, les Mollusques aquatiques sont rares et sans signification stratigraphique. Les Mollusques terrestres sont représentés en majorité par des espèces silvicoles, rarement par des rupicoles ou xérothermiques.

1) Espèces exclusivement pliocènes : *Triptychia geisserti* (espèce dominante), *Clausilia baudoni baudoni*, *C. strauchiana*, *C. sessenheimensis* (H. Nordsieck, 1974) ainsi que d'autres espèces inédites éteintes (*Gastrocopta* sp., sp.).

2) Espèces quaternaires : *Clausilia* cf. *corynodes*, *Cochlodina laminata*, *Iphigena densestriata*, *Azeka menkeana* et une xérothermique, *Abida frumentum*. Ces Mollusques sont considérés comme caractéristiques des périodes interglaciaires. Sauf *Cochlicopa lubrica* (hygrophile banale) il n'y a aucune espèce à vaste amplitude écologique dans cette faune.

Vertébrés : *Mastodon* (Mammut) *borsoni*, une molaire à Soufflenheim et quelques ossements à Sessenheim. Un fragment d'un tibia de Cervidé (Sessenheim).

- Limite Plio-quaternaire (Th. Noetzold, 1963) = « Villafranchien » s.l. (F. Geissert, 1967).

Le niveau supérieur du Pliocène final est argilo-ligniteux dans la gravière de Sessenheim et argilo-marneux dans celle de Soufflenheim où il est particulièrement bien développé.

Flore

Végétaux à affinité tertiaire :

	Soufflenheim :	Sessenheim :
<i>Salvinia tuberculata</i>		x
<i>Stratiotes intermedium</i>	x	x
<i>Euryale europaea</i>	x	
<i>Brasenia victoria</i>	x	x
<i>Sinomenium dielsii</i>	x	
<i>Proserpinaca reticulata</i>	x	
<i>Actinidia faveolata</i>	x	
<i>Decodon globosus</i>	x	

Sauf *Proserpinaca reticulata* toutes les espèces se trouvent dans le Tiglien s.s.

Végétaux quaternaires :

<i>Stratiotes aloides</i>	x	x
<i>Caldesia cf. parnasifolia</i>	x	
<i>Tectochara diluviana</i>	x	x

et nombreuses espèces de *Potamogeton*, *Scirpus*, *Carex*, etc.

Il s'agit d'un dépôt en milieu aquatique et marécageux sous climat plus chaud que le climat actuel.

Faune malacologique : Prédominance des Mollusques aquatiques et absence d'éléments exclusivement pliocènes. Présence d'un Mollusque terrestre, *Trichia edentula*, actuellement confiné aux régions montagneuses, mais très fréquent en plaine pendant les phases inter - et anaglaciaires.

Les faunules aquatiques et terrestres sont presque identiques aux associations malacologiques actuelles d'Europe occidentale et on constate l'absence de Mollusques originaires d'Europe orientale immigrés dans le bassin rhénan seulement après les premières oscillations froides au début du Quaternaire.

Tout récemment, H. Nordsieck (1976) a mis en évidence du Pliocène final dans un sondage près d'Elchesheim (Bade, R.F.A.), à la profondeur de 60 m environ (marnes à *Triptychia*).

Quaternaire ancien

Au-dessus des sables pliocènes et à la base des lœss, des formations argileuses épaisses de plusieurs mètres ont été traversées dans une dizaine de sondages, répartis du Sud-Ouest au Nord-Est de la feuille. De teinte gris-bleu, violacée ou bariolée, ces argiles ont été notées LV_b, LV_{b1} ou LV_{b2}. Localement, sous les alluvions rhénanes du Quaternaire moyen, des sables, argiles et lignites du Quaternaire ancien ont été reconnus en sondage sur une trentaine de mètres. Ces formations ont été notées F_{LVa}.

F_{LVa}. Tiglien s.l. Argiles, marnes, sables et graviers sous 12-15 m d'alluvions rhénanes du Quaternaire supérieur et moyen. Pas d'affleurement. Le Quaternaire ancien a été reconnu en sondage à l'Est de Fort-Louis et, d'après des observations paléontologiques, dans la gravière de Stattmatten. Les sondages les plus profonds n'ont pas atteint le substrat (à 46,00 m de profondeur à Fort-Louis, 61,00 m à Stattmatten).

D'après les données paléontologiques et pétrographiques il est possible de distinguer trois niveaux à l'Est de Fort-Louis (199-6-14) :

1) **Le niveau basal**, rencontré à partir de 28,00, 34,00 et 35,00 m de profondeur, constitué par des sables et graviers fins avec relativement peu de matériaux d'origine alpine (voir tableau IV). Des intercalations argileuses très épaisses, jusqu'à 4,00 m, ont été observées dans plusieurs sondages.

Macroflore : *Pterocarya* aff. *pterocharpa*, *Ilex* sp., *Phellodendron elegans*, *Trapa heeri*, *Vitis ludwigii*, etc. (F. Geissert, 1972).

Cette association de plantes à affinités pliocènes caractérise suffisamment un épisode optimal du Tiglien. Les fruits de *Pterocarya* se trouvent aussi bien dans les faciès argileux que sableux, les autres végétaux surtout dans les parties sableuses.

2) **Niveau argileux ligniteux** de 1 à 2,00 m d'épaisseur, recouvert par 10 à 15,00 m de graviers et de sables. La base de ce complexe se trouve à partir de 27,00 à 35,00 m, les profondeurs augmentant d'Ouest en Est et du Sud au Nord. Le sommet des couches graveleuses a été rencontré à - 13,00, - 16,00 et - 18,00 m. Dans tous les forages de plus de 27,00 m, le faciès ligniteux a été rencontré ; il représente, de ce fait, un repère stratigraphique de premier ordre.

Macroflore du lignite : *Pinus brevis* (très abondant), *Menyanthes trifoliata*, bois de Conifères.

La prédominance de cônes de *Pinus* indique une phase de refroidissement attribuée au début de la glaciation éburonienne (Donau), suivie par une accumulation fluvio-glaciaire, avec des sédiments plus grossiers.

Macroflore des graviers : des bois de *Quercus* et *Ulmus* sp. ont été observés vers le sommet des couches de gravier, ils indiquent le début de l'Interglaciaire waalien (Interglaciaire Donau-Günz).

3) **Niveau argileux-tourbeux** de 2 à 4,00 m d'épaisseur, rencontré dans trois sondages à Fort-Louis (- 12,00, - 16,00 et - 18,00 m), repéré à une profondeur inconnue dans la gravière de Stattmatten.

Macroflore : *Brasenia* cf. *schreberi* (espèce actuellement à répartition tropicale et sub-tropicale), *Trapa heeri* (apparentée à une espèce d'Extrême-Orient), ainsi que d'autres plantes aquatiques peu caractéristiques.

Mollusques : *Bithynia tentaculata*, *Valvata piscinalis*, *Pisidium moitessierianum*, *Unio* sp. Cette association malacologique ne comporte aucun élément étranger à la faune actuelle.

Il s'agit d'un dépôt de bras-mort pendant la phase optimale du Waalien. La présence de *Trapa heeri* exclut un âge plus récent.

LV_{b1}. Argiles de Seltz sous Fx-y. Ces argiles de couleur jaune, grise, bariolée ou foncée sont activement exploitées depuis longtemps par la tuilerie de Seltz. Elles atteignent en moyenne 4 à 7,00 m d'épaisseur.

Dans la carrière située près de la maison forestière de l'Hôpital, les parties supérieures renferment des petites concrétions calcaires creuses. Ailleurs ces argiles sont absolument décalcifiées.

Paléontologie : on a signalé la découverte d'un Bison de grande taille ainsi que des restes d'un Rhinocéros (*R. etruscus*, selon W. Freudenberg, 1909). Depuis aucun fossile mammalogique n'a été trouvé dans ces sédiments.

Microflore : pour la première fois un échantillon de ces argiles, prélevé à 4,00 m, a fourni une flore pollinique comportant notamment deux formes de *Tsuga*, *Pinus haploxyton*, *Picea*, *Abies* cf. *fraseri*, des *Ericacées*, etc.

Minéralogie : voir tableau III, échantillons 43411 et 43412.

On a considéré les argiles de Seltz comme synchrones des argiles de Jockgrim dans le Palatinat (W. Freudenberg, 1909). Dans cette dernière localité classique du Quaternaire ancien rhénan, le *Tsuga* se trouve jusqu'au sommet du complexe argileux (I. Peters, 1965) et la faune mammalogique possède un caractère nettement plus « quaternaire » que celle du Tiglien. En se basant sur les résultats de recherches paléomagnétiques, A. Kočič et al. (1973) admettent un âge waalien pour les argiles de Jockgrim.

Autour des carrières abandonnées dans la forêt de l'Hôpital on peut trouver de nombreuses concrétions (poupées de lœss) provenant des exploitations de lœss au Nord de Seltz.

Lv_{b2}. Argiles ligniteuses sous Œw-y. Dans la carrière de Neewiller, le complexe lœssique repose soit sur une argile ligniteuse, soit sur des sables rhénans du Mindel en ravinements dans l'argile. Ces argiles entièrement décalcifiées de couleur grise ont été reconnues sur une épaisseur de 2,70 m lors des levés. Elles ont été traversées par le sondage 199-3-39 (F. Geissert et *al.*, 1976) où le complexe limono-argileux entre les sables pliocènes et le lœss est épais de 11 m environ. Un niveau ligniteux de 0,20 à 1,50 m d'épaisseur se trouve habituellement au sommet des argiles mais ce dernier peut également être absent.

Macroflore : très gros fragments aplatis de bois de feuillus plus ou moins minéralisés. Fruits ou graines de : *Quercus*, *Cornus sanguinea*, *Prunus spinosa*, *Corylus avellana*, *Scirpus* sp., etc.

Cette association végétale interglaciaire est nettement quaternaire. La fréquence de *Prunus spinosa* indique une forêt plus dense, telle qu'elle est connue dans le gisement de Jockgrim d'après l'étude de la macroflore et des Mollusques (F. Geissert, 1967b).

Pour des raisons stratigraphiques il est certain que les argiles de Neewiller sont antérieures à la phase anaglaciale du Mindel, mais il est impossible de préciser davantage.

La composition minéralogique des argiles Lv_{b2} rencontrées dans le sondage 199-3-38 est donnée dans le tableau III (éch. S 43).

En 1906, lors d'un forage d'un puits à Niederlauterbach on a rencontré sous 11,00 m de lœss une couche ligniteuse de 1,00 m d'épaisseur reposant sur une couche argilo-sableuse avec des Mollusques non déterminés. Également à Niederlauterbach, au cours du forage d'un autre puits, on a rencontré à 7,00 m de profondeur un « tronc entier ».

En ce qui concerne le Quaternaire, le sondage pétrolier 169-7-60, situé au Bommelsberg entre Neewiller et Niederlauterbach, indique la succession suivante :

- 0 - 10,00 m : lœss et sable grossier,
- 10 - 20,00 m : argile jaune riche en fossiles d'eau douce,
- 20 - 24,00 m : calcaire argileux brun,
- 24 - 60,00 m : argile jaune sableuse puis sable jaune-roux.

Il est possible que les argiles de Niederlauterbach soient équivalentes à celles de Neewiller ou qu'elles appartiennent à la formation suivante.

Lv_b. Argiles grises indifférenciées. A l'Est de Hatten, dans l'interfluve entre les vallées de la Sauer et du Seltzbach, ces argiles sont recouvertes par une épaisseur variable de lœss altérés. Le sondage 199-1-13 les a traversées sous 12 m de lœss et 1 m de sable d'origine vosgienne. Quelques dizaines de mètres au Sud de ce sondage, un terrassement de 1,5 m les a mises à découvert. La faune récoltée dans cet affleurement et dans le sondage à la profondeur de 13 m environ (F. Geissert et *al.*, 1975) et les pollens extraits aux profondeurs de 14,5 et 16 m (*Tilia*, *Ulmus*, *Corylus*) suggèrent que ces argiles se sont déposées lors d'une période interglaciaire du Quaternaire ancien. Au fond du sondage, des argiles grises contiennent une flore à caractère nettement pliocène (*Engelhardtia*, *Sciadopytis*). Cette coupe montre localement une apparente continuité de sédimentation du Pliocène au Quaternaire ancien, sans changement de lithofaciès. La composition minéralogique de deux échantillons prélevés dans ce sondage est indiquée dans le tableau III (échantillons S 44 a et b).

Des argiles d'aspect semblable ont été rencontrées à la base des lœss dans le sondage 199-3-40. Il est possible que celles-ci soient contemporaines des argiles de Neewiller. Leur composition minéralogique est indiquée dans le tableau III (échantillon S 42).

Argiles et marnes probablement du Quaternaire ancien sous sables et graviers rissiens ou wurmiens (voir également Quaternaire moyen et supérieur). Au Nord de Salmbach et de Niederlauterbach des travaux de drainage pour l'aménagement de la nouvelle route de Wissembourg à Lauterbourg ont laissé apparaître, sous 1,00 à 1,50 m de

sables vosgiens, des marnes et des argiles très hétérogènes. La datation de ces sédiments pose un problème insoluble à l'heure actuelle. Coupe relevée dans un fossé près du carrefour des routes de Salmbach et de Wissembourg—Seltz, complétée à la tarière :

- 0 - 1,00 m : sables et graviers d'origine vosgienne,
- 1,00 - 1,50 m : marnes bariolées (voir tableau III, échantillon 43 417),
- 1,50 - 1,80 m : marnes jaunes avec petites concrétions irrégulières ou piniformes jusqu'à 10 cm de long, Mollusques,
- 1,80 - 2,00 : idem, sans concrétion et sans fossile,
- 2,00 - 3,50 m : alternance de marnes et d'argiles.

Mollusques : *Clausilia* sp., *Succinea oblonga*, *Trichia concinna*, *Pupilla muscorum*, *Vallonia* sp., *Vertigo* sp.

Cette faunule peu caractéristique est quaternaire mais elle ne se prête pas à une datation et elle ressemble beaucoup à une association malacologique d'un lœss.

A gauche de la route de Niederlauterbach vers la frontière allemande, entre la route de Wissembourg—Lauterbourg et la Lauter, des marnes gris verdâtre à nodules de calcaire friable ainsi que des concrétions calcaires en formes de dalles ont été observées sous 1,00 m de sables et graviers d'origine vosgienne. Ces marnes rappellent un faciès oligocène. Les sondages pétroliers en territoire allemand nous permettent cependant de considérer ces sédiments comme quaternaires.

Le sondage Bienwald 6 (B 6 sur la feuille), implanté à moins de 300 m au Nord de la coupe précédente, indique la succession suivante :

- 0 - 2,00 m : « diluvium » (sables et graviers),
- 2,00 - 2,30 m : argiles gris verdâtre, à bariolées de brun, peu calcaires ou décalcifiées,
- 2,30 - 2,70 m : idem, plus riches en calcaire,
- 2,70 - 3,20 m : marnes grises, claires, bariolées de rouille, riches en calcaire,
- 3,20 - 3,60 m : marnes encroûtées de calcaire crayeux,
- 3,60 - : Aquitaniens.

Dans le sondage Bienwald 7, à environ 1 km au Nord-Est de l'affleurement alsacien toujours à proximité de la frontière, le Plio-Quaternaire atteint une épaisseur considérable. Cette coupe, très détaillée dans le rapport du sondage, permet de distinguer au moins trois termes superposés (interprétation F. Geissert) :

- a) 0 - 26,30 m : sables et graviers d'origine vosgienne et argile = Quaternaire supérieur ;
- b) 26,30 - 27,50 m : argile décalcifiée,
- 27,50 - 28,15 m : couche marno-calcaire,
- 28,15 - 30,55 m : marnes riches en calcaire,
- 30,55 - 31,10 m : marne sableuse,
- 31,10 - 32,20 m : argile presque décalcifiée,
- 32,20 - 36,60 m : marne sableuse, très calcaire, Mollusques = ? L, argiles et marnes probablement du Quaternaire ancien ;
- c) 36,60 - 39,00 m : tourbe dense avec de nombreux débris de bois de *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Tilia*, *Fagus* = Quaternaire ancien ou Pliocène,
- 39,00 m : ? Aquitaniens, ce dernier avec certitude à partir de 55,00 mètres.

De toute évidence, la deuxième série se distingue par sa richesse en calcaire, d'un dépôt du Pliocène inférieur à supérieur. La flore du substrat tourbeux plaiderait, elle aussi, plutôt pour un âge quaternaire ancien que pliocène. Dans le sondage Bienwald 5 la série argilo-marneuse a été considérée comme pliocène.

Quaternaire moyen et supérieur

Fv-γR. Alluvions rhénanes anciennes. Pas d'affleurements. Ces dépôts sont connus à une profondeur variable sous les alluvions rhénanes holocènes avec lesquelles ils constituent la masse des matériaux actuellement exploitables par dragage. Malgré un

grand nombre de forages et en raison d'une stratigraphie très compliquée, du fait des affaissements irréguliers du substrat, il n'est pas possible de distinguer partout les nappes alluviales déposées du Mindel au Würm. Par ailleurs, elles ravinent souvent les alluvions sableuses ou argileuses du Quaternaire ancien.

Ces alluvions sablo-argileuses du Quaternaire moyen au Quaternaire supérieur peuvent présenter, à tout niveau, quelques intercalations tourbeuses, ligniteuses et surtout argileuses, qui peuvent faire obstacle à l'exploitation des niveaux inférieurs de cette masse alluviale.

L'épaisseur des graviers du Quaternaire moyen et supérieur (Holocène inclus) ne semble pas dépasser 40 m et peut être évaluée en moyenne à 20 - 25 m au milieu de la plaine alluviale. Elle est beaucoup plus réduite à sa bordure occidentale (11 m entre Sessenheim et Soufflenheim ; 8 m à Auenheim où les successions stratigraphiques sont particulièrement variables. L'épaisseur est de 16 m dans une zone haute à l'Est de Fort-Louis où les graviers rhénans supérieurs reposent sur des argiles du Tiglien, mais à une distance de quelques centaines de mètres les graviers se trouvent à une profondeur de 27 à 35 m (voir fig. 1).

Selon J. Bartz (1960), l'épaisseur de ces alluvions dans l'angle nord-est de cette feuille est de 36 m pour les graviers du Quaternaire moyen et supérieur.

Flore des niveaux tourbeux et ligniteux : *Pinus* sp., *Menyanthes trifoliata*, rarement *Stratiotes aloides* (Stattmatten). Les différents niveaux de lignite ne sont pas isochrones, ce qui est prouvé par les grandes différences dans la composition de leurs microflores.

Mollusques : *Perforatella bidentata* dans un niveau sableux à 33 m de profondeur (Fort-Louis). Cette espèce a été trouvée en association avec *Anisus septemgyratus* dans un échantillon d'argile trouvé sur les remblais de la gravière de Lauterbourg. A Munchhausen, un lœss durci, intercalé entre deux couches de graviers à environ 7-8 m de profondeur, a livré une faune pré-wurmienne indiquant un dépôt sous climat pléni-glaciaire (F. Geissert, 1972).

Mammifères : Les ossements de grands Mammifères quaternaires ne sont pas rares, mais beaucoup plus disséminés que dans les gravières situées plus en amont. Les restes de Cervidés et d'Équidés n'ont aucune signification stratigraphique particulière, tandis que les molaires d'Éléphants permettent de reconnaître les périodes suivantes :

Mindel : *Parelephas trogontherii* (Beinheim, exploitation à une profondeur maximale de 30 m).

Riss : *Mammuthus primigenius* du type archaïque (Soufflenheim, Seltz).

Riss-Würm : *Palaeoloxodon antiquus* (Iffezheim, Allemagne).

Würm : *Mammuthus primigenius* (très fréquents).

Des molaires de Mammouth ont été trouvées également dans les graviers rhénans wurmiens de la terrasse à berge haute sur la rive droite du Rhin (voir Fx-y).

Fv-y. **Sables et graviers indifférenciés de la terrasse rhénane de 10 à 15 m d'altitude relative ; alluvions emboîtées ou superposées avec ou sans intercalation de niveaux marno-argileux et ligniteux. Günz à Würm.** La terrasse plio-quaternaire entre Schirrhoffen jusqu'au Nord-Ouest de Leutenheim présente des alternances de graviers et de sables ravinant le substrat pliocène. Les séries alluviales du Quaternaire moyen diminuent en épaisseur au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'escarpement de la terrasse, tandis que les alluvions du Riss et du Würm recouvrent le Pliocène en nappes peu épaisses sur des grandes surfaces.

Très affectées par le jeu de ravinelements et remblaiements successifs ainsi que par la tectonique quaternaire, ces terrasses emboîtées présentent une stratigraphie déconcertante. Du fait de leurs interstratification dans des sables d'origine vosgienne, les sables micacés rhénans se sont accumulés depuis la fin du troisième Interglaciaire (Cromérien) jusqu'au Mindel et nous fournissent de ce fait un repère stratigraphique de premier ordre.

Des coupes ont été sommairement décrites par M.A. Daubrée (1852) aux environs d'Oberhoffen et de Schirrhein—Schirrhoffen. Une coupe au Sud-Ouest de Soufflenheim avec plus de détails et une interprétation moderne a été publiée par L. van Werveke (1892). En 1973 il a été possible d'observer une coupe importante au Nord d'Oberhoffen-sur-Moder (en dehors des limites de la feuille) susceptible de fournir des indications détaillées sur la séquence stratigraphique des terrasses quaternaires.

Coupe schématique de la sablière à la lisière septentrionale d'Oberhoffen, complétée par un sondage à la tarière.

Substrat inconnu	Pliocène
1,50 m sable grossier, couleur rouille et 0,50 m d'argile rouge	Günz
<i>Plancher d'exploitation</i>	
2,00 m marne plus ou moins humifère à la base, jaunâtre au sommet, dépôt en milieu marécageux ou limnique. Phase anaglaciale ou interglaciale. Faune : Planorbis, Lymnées, <i>Bithynia leachi</i>	Cromérien
1 - 2,00 m sable micacé décalcifié ou calcaire. Dans le dernier cas avec concrétions en plaques	Mindel
± 2,00 m sable vosgien décoloré et gravier et par endroits en discordance sur le sable rhénan	Riss
4 - 6,00 m sable non altéré et gravier	Würm

Les coupes relevées depuis 1958 au Sud-Ouest de Soufflenheim complètent la précédente du fait que l'accumulation fluviale du Günz s'est effectuée sur un paléosol qui s'est formé au sommet des argiles pliocènes. La macroflore observée dans ce paléosol indique une phase terminale d'un interglaciaire (*Picea abies*, *Pinus silvestris*) ainsi que des végétaux aquatiques sans éléments tertiaires (F. Geissert, 1972). Par ailleurs, un niveau ligniteux, localisé à la base des sables rhénans, contient une flore caractéristique d'un début de période froide (*Pinus silvestris*, *Menyanthes trifoliata*).

Au Nord-Est de Soufflenheim jusqu'au Sud de Leutenheim—Koenigsbruck aucune intercalation de sables rhénans n'a pu être observée. Les sables et graviers indifférenciés du Quaternaire supérieur (1-2 m) ont été déposés en discordance sur des alluvions à éléments grossiers (2 m). Ces derniers reposent sur un paléosol rouge, ou bariolé de jaune, à gros rognons ferro-argileux (1 m), situé au sommet des argiles pliocènes. Le profil précédent a été observé au lieu-dit le Donauberg, non loin de la maison forestière portant le même nom.

Le complexe alluvial de la terrasse de Haguenau a été fortement érodé à une époque assez récente, ce qui est mis en évidence par la butte-témoin du Heidenberg au Sud-Ouest de Leutenheim. La constitution géologique de ce monticule et celle de la terrasse, de haut en bas :

- 2 m de sable rouge, localement absent
- 6 à 9 m de sable micacé rhénan décalcifié
- 2 à 3 m de sable et graviers pliocènes.

Le Heidenberg apparaît donc comme un lambeau de la terrasse de Haguenau fortement érodée à cet endroit, puisque son bord actuel est situé environ 1000 m plus à l'Ouest (F. Geissert, 1969 ; F. Doehl et F. Geissert, 1971). Du fait de son recouvrement par des sables du Riss, le façonnement du Heidenberg date probablement de l'Interglaciale Riss—Würm. Entre le Heidenberg et la terrasse, un chenal rhénan a déposé une faible nappe d'alluvions sur le substrat pliocène (3 m dans la coupe du sondage 199-5-91).

FWR. Mindel. Sables gris micacés rhénans. Ces alluvions affleurent de façon discontinue le long d'une bande étroite, sur le talus qui limite à l'Ouest la plaine alluviale du Rhin.

Le saillant de la terrasse aux environs de Leutenheim—Koenigsbruck est constitué essentiellement par des sables micacés décalcifiés alternant avec des couches plus grossières et revêtus partiellement par quelques lambaux de sables plus récents. A l'intersection de la route de Leutenheim—Koenigsbruck et du chemin forestier de la Donau, on peut voir la superposition de ces alluvions rhénanes, peu épaisses sur les sables pliocènes, mais à environ 100 m au Nord-Est de cet endroit, les sables rhénans ont plus de 5 m d'épaisseur.

L'absence de ces sables de Koenigsbruck jusqu'au Nord de Seltz ne résulte pas d'une lacune d'observation, toute cette région étant constituée soit par des sédiments plus anciens (Pliocène, Aquitanien, argiles de Seltz) ou d'autres plus récents (Riss et Würm).

Au Nord de Seltz, la terrasse du Mindel s'individualise peu à peu entre la bordure de la plaine alluviale rhénane et la terrasse wurmienne ou rissienne dont les matériaux masquent en partie les alluvions du Mindel. Celles-ci ont été reconnues sous 3,50 m de sables et graviers du Quaternaire supérieur à la sortie ouest de Schaffhouse, à moins de 2 m sous les lœss altérés au Nord-Est de ce village et à la base des lœss dans la carrière de Neewiller. Entre Neewiller et Mothern les sables micacés calcaires ont été observés à une altitude relative de 35 m au-dessus de la plaine alluviale actuelle.

Au Nord de Seltz, au lieu-dit Rotehamme (500 m au Nord-Est de Seltz-Niedersand), une couche marneuse sous les sables micacés a livré une association malacologique typique d'une phase anaglaciale du Mindel : *Gyraulus riparius*, *Anisus septemgyratus*, *Bithynia leachi*, etc. Un matériel plus important ayant la même signification climatique a été recueilli dans les sables fins au Nord de Mothern (*Valvata naticina*, *Viviparus contectus*, *Clausilia pumila*, *Discus ruderatus*). Dans les niveaux supérieurs très graveleux d'une sablière située au Nord de Lauterbourg, en territoire allemand, la faune malacologique indique un dépôt sous climat pléniglaciaire (*Vallonia tenuilabris*, *Columella columella*, *Catinella* cf. *arenaria*). Cette indication est rehaussée par de nombreux galets argileux dispersés dans le sédiment.

Épaisseur : 5 m à Mothern, 6 à 7 m au Nord de Berg dans le Palatinat. Les lentilles marneuses intercalées dans les sables atteignent 1 à 2 m d'épaisseur.

Analyses des minéraux lourds sur le tableau IV (éch. GFA 4, 11, 12 et 13). Granulométrie : tableau III (éch. GFA 4, 5, 6 ; 43405, 43415, 43416).

Les sédiments du Mindel représentent la première accumulation massive du Rhin alpin. Par ailleurs ils attestent que le fleuve, après avoir contourné le môle des argiles de Seltz (bois de l'Hôpital), a largement divagué vers l'Ouest. La présence des sables du Mindel à 35 m au-dessus de la plaine alluviale semble plaider en faveur d'une activité tectonique post-mindélienne non négligeable.

F_{x-yV} . Sables et graviers rissiens ou wurmiens d'origine vosgienne sur argiles et marnes probablement du Quaternaire ancien. (Voir chapitre suivant et Quaternaire ancien).

Ces diverses alluvions, d'origine vosgienne, recouvrent de larges surfaces dans la vallée de la Lauter et la forêt du Bienwald, et, au Sud, dans le massif forestier de Haguenau. Constitué principalement de matériaux originaires de la Forêt-Noire, la « terrasse à berge haute » est, sur la rive droite du Rhin, une forme analogue à la terrasse de Haguenau.

Épaisseurs : 1 à 2 m au Nord de Salmbach. Palatinat : 12 m dans le forage Bienwald 5.

F_{x-yV} . Sables et graviers « rouges » vosgiens (ou de la Forêt-Noire). F_{x-y} : non différenciés, F_x : rissiens, F_y : wurmiens et F_{x-yV} : en nappes peu épaisses sur sables ou argiles pliocènes. La datation est fondée^(*) sur des critères avant tout d'ordre

(*) Sauf en ce qui concerne les sables fossilifères superposés au sédiment du Mindel de la terrasse de Munchhausen—Mothern, ou ceux des environs de Seltz sur les argiles du Quaternaire ancien.

stratigraphique (cf. terrasses emboîtées ou superposées, substrat du lœss probablement rissien déposé en milieu sub-aquatique, etc.).

Ayant la même origine ces graviers et sables ne peuvent être différenciés systématiquement, quoique ceux d'âge rissien soient en général plus grossiers que ceux du Würm. Même en nappes de faibles épaisseurs, ces sédiments présentent dans certains cas deux niveaux cryoturbés. Les alluvions sablo-graveleuses de la Lauter sont généralement peu épaisses, elles atteignent cependant 8 m dans le sondage d'Altenstadt (169-5-54).

Le tableau III donne la granulométrie de quelques échantillons d'alluvions F_{x-γV} (éch. GFA 1 et 2, 43408, 43413, 43418). Les minéraux lourds de l'échantillon GFA 1 sont donnés dans le tableau IV.

F_x. **Sables et graviers rissiens.** Ces alluvions ont été identifiées aux environs de Seltz, de Munchausen et de Mothern. A l'Ouest de la gare de Seltz, une coupe relevée en 1898 a montré la succession suivante :

1,50 m argiles de Seltz (Lvb1)	Waalien
<i>Discordance ou lacune</i>	
0,60 m lignite avec gros fragments de bois	Pré-Riss
1,80 m argile et sables rouges	Riss
2,70 m sables et graviers	Riss ou Würm

Dans la coupe de la carrière située près de la maison forestière de la forêt de l'Hôpital cette succession a une épaisseur très réduite (moins de 1 m de sables vosgiens avec quelques galets jusqu'à 15 cm de diamètre sur une couche discontinue de lignite). Dans ce dernier, la macroflore n'est représentée que par quelques fruits de *Carex*. Une analyse palynologique indique la présence de forêt mixte (*Picea*, *Pinus*, *Corylus*, *Quercus*) d'une phase finale d'un Interglaciaire (? Mindel-Riss).

A Munchausen, les sables du Mindel sont recouverts en discordance par des sables et graviers du Riss (3,00 à 4,00 m), tandis que dans les coupes étudiées à Mothern, le complexe rissien débute par un niveau argilo-tourbeux (1,00 m) représentant probablement une phase terminale du Mindel-Riss. Les dépôts sablo-graveleux rissiens se distinguent de ceux du Mindel par une proportion élevée de matériaux granitiques très altérés. Il s'agit donc, dans ce cas, non d'un apport exclusif d'un affluent vosgien, mais d'une accumulation rhénane. Au Nord de Mothern, à l'endroit où la terrasse s'étend en direction nord-ouest, les sables du Riss sont séparés de ceux du Mindel par une intercalation hétérogène de 1,00 m d'épaisseur, constituée par des graviers grossiers alternant avec des bandes sableuses et limoneuses ainsi que des lentilles d'un calcaire d'origine fluvio-lacustre jusqu'à 0,50 m d'épaisseur. La faune malacologique (*Unio*, *Valvata naticina*, *Perforatella bidentata*, etc.) indique également soit une phase anaglaciale, soit le début de l'accumulation du Riss. La même faune a été trouvée à la base des sables du Riss autour de Munchausen où elle est progressivement remplacée, vers le haut, par une faune caractéristique d'une phase pléniglaciaire. Le sommet du complexe sablo-graveleux, très fossilifère, semble correspondre au maximum de cette période froide avec des Mollusques aquatiques (*Gyraulus acronicus* et *rossmaessleri*, *Pisidium obtusale lapponicum* et *Pisidium stewarti*) et surtout des Mollusques terrestres indiquant un climat froid et l'absence de couverture forestière (*Columella columella*, *Vallonia tenuilabris*, *Clausilia parvula* et plusieurs espèces du genre *Pupilla*) (F. Geissert, 1962a, 1969).

Le tableau III donne la granulométrie de deux échantillons d'alluvions F_x (GFA 3, 43414).

F_γ. **Sables et graviers wurmiens.** Dans le complexe sablo-graveleux de la terrasse à berge haute sur la rive droite du Rhin on observe, sous un faible recouvrement de sables jaunes (? R_{Fγ}) une imbrication de matériaux originaires de la Forêt-Noire dans la masse des graviers et sables rhénans. Ces derniers sont presque toujours décalcifiés et ils constituent le substrat d'une végétation calcifuge, ailleurs absente sur la plaine

alluviale rhénane (*Pteridium aquilinum*, *Sarothamnus scoparius*, *Teucrium scorodonia*). Au Sud de Rastatt, la coupe d'une gravière, relevée en 1974, montre la succession suivante, de haut en bas :

0,50 - 1,00 m : sables jaunes (? R_{FY}),

1,00 - 1,50 m : sables rhénans gris, très fins, légèrement calcaires,

1,50 - 2,00 m : sables roses décalcifiés,

2,00 - 3,50 m : graviers et sables décalcifiés, à partir du niveau de la plaine alluviale actuelle.

L'âge wurmien de cette accumulation fluvio-glaciaire est corroboré par la découverte de restes de Mammifères fossiles (Mammouth, etc.).

R_{FY}. Sables et graviers « jaunes » (alluvions résiduelles probablement wurmiennes) ;

$\frac{R_{FY}}{p}$. en nappe peu épaisse sur Pliocène. Ces sables et graviers atteignent une épaisseur relativement importante immédiatement au flanc de la terrasse (4 à 5 m à Kesseldorf, 2 à 3,00 m au Sud de Seltz). Ailleurs ils ont été observés en recouvrement souvent discontinu et de faible épaisseur (0,50 à 1 m) sur les substrats divers de la terrasse à l'Ouest de Forstfeld, au Sud de Niederroedern et au Nord de Seltz.

Il s'agit très probablement d'une ultime accumulation wurmienne, synchrone avec les dépôts observés en couverture de la terrasse à berge haute sur la rive droite du Rhin (voir chapitre précédent).

Le tableau III donne la granulométrie de deux échantillons de sables R_{FY} (GFA 7, 43409).

Œ. Læss indifférenciés. Œ_D. Læss indifférenciés décalcifiés.

Œ_Y. Læss du Würm.

Œ_{Y1}. Læss sableux wurmien d'origine éolienne.

Œ_{Y2}. Læss sableux wurmien d'origine mixte (éolienne et fluvatile).

Œ_X. Læss du Riss ; Œ_{Xa}. Læss d'âge riss probable, déposé en milieu sub-aquatique.

Œ_W. Læss du Mindel.

Œ. Limons sableux ou læssoïdes altérés.

Œ_{X-Y} : d'âge riss à würm probable.

Œ_{W-X} : d'âge mindel à riss probable.

Ces formations, d'origine éolienne, pour l'essentiel, recouvrent complètement le centre du territoire de la feuille et définissent le pays des læss, riche région agricole comprise entre le massif forestier de Haguenau, la vallée de la Lauter et la basse plaine rhénane. Les læss d'Alsace se sont déposés au cours des périodes froides du Mindel, du Riss et du Würm. Les læss du Würm, les plus récents, forment en surface une couverture presque continue. Les læss anciens ne sont connus qu'à la faveur des phénomènes d'érosion sur les versants des vallées principales, des fronts de taille des carrières et des coupes de sondages. Ils sont figurés par une notation propre quand ils ont été bien caractérisés ; sinon, les notations Œ, Œ_D, loess indifférenciés, ont été utilisées.

Œ_a. Limons sableux ou læssoïdes, altérés, masquant les contours du substrat oligocène.

Œ_{X-Y}. Limons sableux ou læssoïdes altérés d'âge riss à würm probable.

Œ_{W-X}. Limons læssoïdes altérés d'âge mindel à riss probable.

Dans ces limons altérés on observe le plus souvent un brassage de matériaux hétérogènes en provenance de leur substrat ou des terrains avoisinants. Épais en moyenne de 2 m, ils recouvrent la surface de la terrasse qui s'étend de Schaffhouse à Mothorn, où ils sont en partie recouverts par des colluvions du læss wurmiens. A Niederroedern, sur la rive gauche du Seltzbach, des sables alluviaux anciens sont intercalés dans ces limons ; on peut leur rattacher les terrains désignés sous cette

notation, au Sud-Ouest et à l'Ouest de la même localité, en direction de Hatten. Dans le dernier cas, il s'agit avant tout d'un lœss ancien altéré, très argileux, faiblement sableux (épaisseur : 2,50 m). Cette formation est beaucoup moins altérée quand elle est enfouie, et présente alors la faune malacologique typique des lœss. La granulométrie et la minéralogie de la partie supérieure des limons $\alpha\text{C}_{\text{W-x}}$ de Hatten sont données par la tableau III (éch. 141, 142 et 143).

Dans la région de Wissembourg, au Nord d'Ingolsheim et sur la colline à l'Est de Steinseltz, ces limons sont surtout mélangés avec des sables et des graviers de l'assise pliocène de Riedseltz. Au Nord d'Oberhoffen-lès-Wissembourg, on peut y trouver des grès en provenance du conglomérat de Rott (Stampien inférieur, g2). L'épaisseur du recouvrement des marnes à Cyrènes dans le sondage 169-5-59 entre Steinseltz et Oberhoffen est de 5,00 mètres. Entre Soultz et Schoenenbourg ($x = 1\ 006,55$; $y = 153,25$), s'observe sur plus de 10 m la succession de deux niveaux de lehm et de lœss, avec deux niveaux argilo-sablo-ligniteux, contenant des graines de *Menyanthes trifoliata*, épais de 50 cm environ (feuille Haguenau n° 198).

CE_xa. Lœss probablement rissien, déposé en milieu sub-aquatique sur sables rissiens et sables pliocènes, recouvert ou non par des alluvions sableuses wurmiennes. Ce lœss a été observé pour la première fois sur substrat pliocène sous un recouvrement de sables « jaunes » (RF_y) et de sables vosgiens (F_{x-y}) dans la coupe de la sablière de Hatten, située à l'Ouest de la route de Forstfeld à Niederroedern (F. Geissert, 1972). Localement, une première couche de sables vosgiens peut se trouver intercalée entre le lœss et le substrat pliocène.

On peut observer ce lœss presque affleurant dans les fossés de drainage le long de la route de Forstfeld à Hatten, ainsi que sous un faible recouvrement de sables vosgiens (0,70 m) près du chemin forestier de Rittershoffen à Forstfeld. Dans le dernier cas il s'agit d'un lœss sableux très fossilifère. Ailleurs ce lœss est souvent décalcifié et très argileux, ce qui confère à une grande partie de la forêt de Hatten un aspect marécageux.

Granulométrie sur le tableau III, éch. 43 410 (faciès argileux). La faune malacologique indique que le cycle de sédimentation a débuté dans un milieu sub-aquatique (*Gyraulus rosmaessleri*, *Planorbis planorbis* et Lymnées) suivi d'une phase très froide et sèche. En effet, dans les horizons supérieurs de la coupe de la sablière de Hatten, une association de Mollusques terrestres remplace la faune aquatique (*Vallonia tenuilabris*, *Columella columella*, *Vertigo parcedentata*, etc.).

CE. Lœss indifférenciés. Les dépôts lœssiques avec leurs lehms interglaciaires ainsi que les colluvions anté-wurmiennes occupent une partie notable du territoire de cette feuille. Les épaisseurs varient de quelques mètres à 30 m (au Sud de Wintzenbach, dans les environs de Betschdorf). De plus grandes épaisseurs sont indiquées dans les sondages (199-2-50 à l'Ouest de Wintzenbach) ce qui est cependant peu probable.

La datation des lœss typiques ne pose aucun problème particulier si l'on peut utiliser des critères malacologiques et stratigraphiques d'une part, ou sédimentologiques et pétrographiques d'autre part, mais ces possibilités sont limitées aux affleurements importants et, d'une façon générale, aux lœss wurmiens. Par contre, quand il s'agit de lœss décalcifiés ou de colluvions anté-wurmiennes, une datation ne peut être envisagée qu'avec les plus grandes réserves. Le cas est identique pour ce qui concerne les lehms ayant subi plusieurs pédogénèses et les lœss interstratifiés dans les graviers rhénans (gravière de Munchhausen ; F. Geissert, 1972c) ou une intercalation entre deux générations d'éboulis de Muschelkalk (près de la Villa Alfred à Wissembourg). Les rares découvertes d'ossements de Mammifères dans ces lœss (Cheval, Bovidés) ne fournissent aucun critère chronostratigraphique précis.

Des niveaux ligniteux et tourbeux se trouvent à la base des séries lœssiques à Betschdorf et au Nord de Mothern. Ces lignites possèdent les mêmes caractéristiques pétrographiques et paléontologiques que celles que l'on observe dans les sables des

terrasses et dans les graviers rhénans du Quaternaire moyen et supérieur. La flore (graines de *Menyanthes trifoliata*, cônes de Pins, des Mousses) indique une évolution dans un milieu marécageux à la fin d'un interglaciaire. Un lœss remanié, reposant sur un lignite à Betschdorf, renferme des restes carpologiques de *Celtis* (F. Geissert, 1968).

Œ_D, Œ_D_{g2c}. Lœss indifférenciés, décalcifiés et masquant le substrat oligocène. Des lœss complètement décalcifiés, plus ou moins argileux, riches en concrétions ferro-manganiques de quelques millimètres à 2 cm de diamètre, affleurent sans recouvrement surtout à l'Ouest de la route de Schoenenbourg à Riedseltz (RN 63) où ils masquent le substrat oligocène sur une épaisseur de 5 à 10 mètres. A la sortie sud de Steinseltz ainsi qu'au Nord d'Oberhoffen ils recouvrent sur 1 à 1,50 m un lœss éolien dont la faune malacologique sans espèces caractéristiques (wurmienne ?) ne peut fournir aucune indication chronologique. Dans ce cas, il est possible qu'il s'agisse d'un remaniement par ruissellement ou par solifluxion de sédiments décalcifiés sur un lœss plus récent. A l'Ouest de Steinseltz, une intercalation de sables rouges a été observée dans les lœss décalcifiés. Dans la carrière de la tuilerie de Riedseltz, une succession de 8 à 10 m de lœss et de lehm surmonte le Pliocène ; elle est recouverte en partie par un lœss wurmien (1 m) et du lehm post-glaciaire (1,30 m).

Œ_{w-y}. Lœss typiques. Mindel à Würm. Les arguments utilisés pour la datation de ces lœss sont les suivants :

a) la succession stratigraphique des séries dans les coupes importantes et, accessoirement, la présence de lehms interglaciaires ;

b) l'aspect et la taille des concrétions calcaires qui semblent être typiques pour les lœss d'un même âge. Elles sont petites et plus régulières dans les séries wurmiennes, très grandes (10 à 30 cm) dans les séries du Riss, en forme de grandes dalles dans les lœss du Mindel ;

c) la faune malacologique de ces trois lœss diffère comme suit :

— lœss du Mindel (Ingolsheim) : *Neostyriaca corynodes schlickumi* (non postérieur au Mindel), *Catinella arenaria*, *Semilimax kochi* (fossile caractéristique du Mindel), *Vallonia tenuilabris* ;

— lœss du Riss (Betschdorf) : *Vallonia tenuilabris* (non postérieur au Riss), *Helicopsis striata*, *Lymnaea stagnalis* (absent dans les lœss aquatiques du Würm), *Bithynia leachi*, même remarque que pour l'espèce précédente ;

— lœss du Würm : absence des espèces précédentes et rareté d'un grand nombre d'espèces compagnes, abondantes dans les lœss plus anciens.

Œ_w. Lœss du Mindel. Observé au Nord d'Ingolsheim (F. Geissert, 1972c) lors de la rectification de la route de Wissembourg. Un lehm basal de 1 à 1,20 m repose des deux côtés de la nouvelle route sur les sables et graviers pliocènes et, du côté est de l'ancien tracé, sur les sables des Couches à Mélettes (g_{2c}). La série des lœss de 3 à 3,50 m d'épaisseur est recouverte par 1,00 m de lehm ayant subi plusieurs pédogénèses.

Faune : *Semilimax kochi* est confiné dans les horizons supérieurs tandis que *Clausilia corynodes schlickumi* s'est trouvé dans toute la série fossilifère. La présence de Mollusques aquatiques indique un dépôt partiel en milieu marécageux.

Des lœss très argileux du même âge sont actuellement découverts à la base de la coupe dans la carrière de la tuilerie de Neewiller.

Œ_x. Lœss du Riss (voir Œ_{xa}). A l'Est de Betschdorf, la pose d'une canalisation a fait apparaître presque en affleurement deux horizons de lœss éolien à grandes concrétions et avec une faune malacologique typique (F. Geissert, 1972c).

Ailleurs, des lœss rissiens ont été observés dans les coupes au Sud de Wintzenbach, où le cycle de sédimentation du Riss débute par un lœss déposé en milieu marécageux (F. Geissert, 1962a), dans la coupe de la tuilerie de Neewiller et entre Nieder-et Oberseebach. Dans ce dernier cas, la coupe, complétée par un sondage

à la tarière, a permis de reconnaître sous 0,40 à 1,50 m de lœss wurmien, le lehm du Riss-Würm (2,70 m) surmontant un lœss argileux. L'épaisseur du lehm du Riss-Würm est de 1,70 m à Neewiller, de 1,50 à 2,00 m au Sud de Wintzenbach et à Betschdorf. Dans la dernière localité, ce lehm affleure partiellement.

Œ_Y. *Lœss du Würm.* Les lœss du Würm occupent la plus grande partie du plateau lœssique ; ils sont souvent érodés sur une grande épaisseur. Faune : les associations malacologiques sont très pauvres en espèces par rapport à celles des lœss plus anciens. Au sommet, on ne trouve guère que *Trichia concinna*, *Pupilla muscorum*, *Succinea oblonga*, plus rarement, *Vallonia costata*, *Clausilia parvula* et, très localisé, *Abida secale*.

Épaisseur : 4 à 5,00 m au maximum dans les coupes complètes.

Des lœss, non représentés sur cette feuille, recouvrent en partie les collines formant la transition entre la plaine rhénane et la Forêt-Noire (environs de Oos).

Œ_{Y2}. *Lœss sableux wurmiens avec intercalations sableuses fluviales.* Au Sud de Rittershoffen, la route en direction de Niederbetschdorf recoupe un profil dans les lœss wurmiens. Une intercalation de graviers et de sable rouge de 0,50 m d'épaisseur sépare le lœss supérieur, dépourvu de son lehm post-glaciaire, du niveau inférieur fortement décalcifié. La faune de l'intercalation sableuse ne diffère pas de celle des lœss wurmiens d'origine éolienne (*Trichia*, *Pupilla*, *Vallonia costata*, *Clausilia parvula*).

Œ_{Y1}. *Lœss sableux wurmiens d'origine éolienne.* En bordure de la vallée de la Lauter, exclusivement sur la partie française de la feuille, un cycle de la sédimentation wurmienne débute par une accumulation de sables éoliens contenant à la base une fraction lœssique importante. Vers le sommet, le pourcentage de sable diminue sensiblement. C'est à ces lœss qu'il convient d'appliquer le terme de lœss sableux (Sandlöss) des auteurs allemands (E. Schumacher, 1890).

La meilleure coupe se trouve actuellement à l'intersection des routes Altenstadt—Schleithal—Riedseltz où ce lœss sableux s'est déposé sur les sables et graviers pliocènes de l'assise de Riedseltz. Une seconde coupe peut être observée à l'Est de Niederlauterbach des deux côtés de la route vers Neewiller. La faune est celle des lœss purs, mais la faune de la localité « classique » qui se trouve derrière l'église de Schleithal indique des épisodes de dépôts en milieu sub-aquatique (*Succinea oblonga schumacheri*, *Lymnaea palustris diluviana*, *Gyraulus rosmaessleri*, *Planorbis planorbis*). Dans le dernier cas il s'agit de la faune typique des niveaux inférieurs de la terrasse dite de Schiltigheim. Cette faune se trouve à la base des lœss wurmiens au Nord-Ouest de Mothern (F. Geissert, 1962 ; G. Mazonot, 1963). Sur la terrasse au Nord de Mothern, au voisinage de la maison forestière, les sédiments éoliens du Würm se sont déposés sur un substrat lœssôïde humifère du Riss. A la base, on observe, sur environ 1 m d'épaisseur, une alternance très régulière de lœss et de sable rouge.

La granulométrie d'un échantillon de lœss sableux d'Altenstadt est donnée par le tableau III (éch. 43422).

Holocène

FZR. *Alluvions rhénanes holocènes indifférenciées : graviers, sables et limons.* La masse principale des alluvions rhénanes de la période de transition du Quaternaire supérieur à l'Holocène a été déposée par le fleuve à une époque pendant laquelle les lacs alpins étaient comblés de glace et ne pouvaient, de ce fait, fonctionner comme régulateur des crues résultant de la fonte des neiges (P. Wernert, 1940). La genèse de ces dépôts est extrêmement complexe et elle est liée d'une part au rétrécissement du lit du Rhin pendant les périodes où l'érosion post-glaciaire était très active, suivie de remblaiements importants et, d'autre part, aux phénomènes d'affaissements continus mais irréguliers pendant la période holocène et même sub-actuelle.

Contrairement à ce que l'on observe en amont de Strasbourg, il n'existe sur la rive gauche du Rhin aucun gradin d'érosion antérieur à la période sub-atlantique. Par contre, sur la rive droite du Rhin, la « terrasse à berge haute » domine la plaine alluviale de 5 à 10 m (voir coupe). Si donc cette terrasse représentait l'ancien profil longitudinal du Rhin (P. Wernert, 1940), on devrait retrouver des alluvions de même âge sur la terrasse située à la même altitude approximative en rive gauche (bois de l'Hôpital). En se basant sur cette hypothèse, on peut considérer les sables jaunes (RFya) des environs de Seltz comme l'équivalent des sables recouvrant la « terrasse à berge haute ».

L'épaisseur de la nappe alluviale holocène décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne du fleuve. Les alluvions wurmiennes se trouvent à faible profondeur à l'Est de Schirrhoffen, mais ailleurs, dans les zones de rétrécissement de la plaine alluviale (Kesseldorf et Seltz), des limons de 1 à 1,50 m d'épaisseur recouvrent les graviers de la période atlantique.

Deux modes de remblaiement des anciens chenaux peuvent être observés. Dans le cas le plus fréquent, le calibre des galets diminue progressivement de bas en haut. Ces derniers sont finalement remplacés par un sable de plus en plus limoneux vers le sommet. Il est évident que ces remblaiements se sont échelonnés pendant toute la période holocène. Les faunules malacologiques très uniformes dans les sables fluviatiles ne permettent aucune datation, l'association *Ancylus fluviatilis*—*Valvata piscinalis*—*Pisidium amnicum* et *P. moitessierianum* étant liée aux faciès d'évolution des anciens chenaux du Rhin avant la rectification du fleuve. Dans le deuxième cas, à l'emplacement des anciens bras morts, des limons argileux, sableux ou tourbeux se sont déposés à une cadence probablement beaucoup plus lente. Un sondage sur les terrains de la zone industrielle de Soufflenheim a traversé 0,30 m de terre végétale, 1,20 m de limons argileux jaunes, 1,50 m d'argile tourbeuse avec débris de bois sur graviers fins à *Pisidium amnicum*. L'épaisseur de 3 m des sédiments holocènes cités précédemment doit être considérée comme exceptionnelle.

**FZR_a, FZR_a
FYR.** Alluvions sablo-limoneuses et tourbeuses du Pré-Boréal jusqu'au début du Boréal, sur alluvions wurmiennes. A l'Est de Schirrhoffen, côté gauche de la route vers Sessenheim (gravière Sturm), les graviers wurmiens sont recouverts par 1,50 à 2 m de limons sableux et tourbeux sous 20 à 50 cm d'argile à évolution tourbeuse (F. Geissert, 1972). Faune : *Columella columella gredleri* (actuellement dans les régions alpines à plus de 1700 m d'altitude), *Abida secale*, *Neostyriaca corynodes*, *Vertigo substriata* (absents actuellement dans cette partie de la plaine rhénane). Les vestiges d'une strate arbustive (petits troncs de Salicacées et de Pins) ont été enfouis en gardant leur position verticale à environ 1 à 1,50 m de profondeur. Un niveau semblable a été observé à l'Ouest de Sessenheim.

FZR_b. Dépôts argilo-sableux (période : Boréal-Atlantique). L'étude des faunes malacologiques et de la flore trouvées dans les alluvions de l'Eberbach (2,50 m d'épaisseur), encadrées dans les graviers rhénans, atteste l'existence d'un type de forêt fossile dont les derniers vestiges subsistent çà et là aux abords du Rhin (*Vitis silvestris*). Des espèces végétales tels que *Nymphoides peltata*, *Stratiotes aloides*, *Najas* sp. ainsi que certains Mollusques (*Pisidium pulchellum* et *P. moitessierianum*, *Sphaerium rivicola*) ont actuellement disparu dans la région rhénane ou sont en voie d'extinction. Les sédiments fossilifères des environs de Kauffenheim sont riches en vivianite (F. Geissert, 1961, 1964).

Dans tout le secteur il n'est pas rare de trouver à des profondeurs variant de 2 à 6 m des arbres entiers, notamment des Chênes, Ormes et divers Salicacées. Ces bois ne présentent pas de traces de minéralisation contrairement à ce qui s'observe sur les bois de Pin. Ces derniers semblent provenir d'un horizon holocène antérieur à l'établissement de la forêt composée exclusivement d'espèces feuillues. D'autre part, tous les bois holocènes se distinguent de ceux du Pléistocène soit par leur teinte

relativement fraîche (Peupliers, Saules et Frênes), soit par leur résistance mécanique peu altérée (Chênes et Ormes). Dans le dernier cas, une utilisation pour la fabrication de placages est possible. Les limons enchassés par les souches de Chêne draguées dans les gravières de Sessenheim, Rountzenheim, Roeschwoog ont livré des restes de végétaux (*Vitis silvestris*), ainsi que des faunules malacologiques avec *Iphigena ventricosa*, *Trichia villosa* et *T. striolata*, *Isognomostoma personatum* qui ne se trouvent actuellement que dans les forêts bordant le Rhin. Il s'agit probablement d'une association malacologique de la période atlantique qui diffère de celle des forêts actuelles par l'absence constante des espèces aujourd'hui dominantes.

FZRC. Argiles, limons, graviers et intercalations de tourbes (Post-Atlantique). C'est très probablement à partir du Sub-Atlantique que la plaine alluviale a été fréquentée par l'Homme (grand tumulus à Sessenheim, vestiges de la Tène dans la zone des îles rhénanes près de Fort-Louis). Un gradin d'érosion de plus ou moins 1 m à l'Est de Sessenheim-Dengolsheim (faune à *Cervus elaphus*) et de plus de 2 m à Auenheim indique que le Rhin avait atteint ses limites historiques. Des couches tourbeuses, épaisses de plus de 1 m et recouvertes par 1 à 2 m de graviers, de sables et de limons sont attribuées à cette période.

FZRD. Graviers, sables et limons actuels (période historique). Les débordements du Rhin sont attestés par de nombreuses découvertes historiques enfouies dans les graviers charriés lors des grandes crues. Le thalweg actuel résulte de la rectification du fleuve effectuée entre 1825 et 1879. Depuis, les anciennes divagations ont été remblayées ou sont actuellement en voie d'atterrissement. A l'Ouest de Fort-Louis, un forage exécuté à l'emplacement d'un ancien chenal remblayé par des graviers a permis la découverte de briques, provenant de la forteresse démolie au début du 19^{ème} siècle, à une profondeur de 7 mètres. Un autre forage a traversé des dépôts sablo-limoneux de 4 m d'épaisseur, déposés dans un bras mort.

CCÉ. Colluvions lœssiques holocènes. Ce matériel plus ou moins argileux s'est constitué exclusivement par un remaniement du lehm post-glaciaire des lœss sous-jacents et, accessoirement, de colluvions lœssiques quaternaires. Ces sédiments remplissent non seulement les fonds des vallées drainées par de petits ruisseaux (Seebach, Schifferbach, etc.) mais aussi les vallées sèches, souvent presque jusqu'au sommet des collines. Même dans le dernier cas, les colluvions constituent le substrat de prairies à végétation hygrophile (Laiches, *Cirium oleraceum*, *Phragmites*). De nombreux curages exécutés dans les vallées n'ont pas entièrement traversés la couverture colluviale (épaisseur : 2,00 m). Il n'est pas rare d'observer des phénomènes de colluvionnement actuels après de fortes averses ou une gélifluxion massive pendant les périodes de dégel.

La faune malacologique autochtone comporte des espèces banales des prairies humides actuelles et, très rarement, des coquilles de Mollusques à biotope xérothermique vivant actuellement sur les lœss secs (*Chondrula tridens*, divers *Helicella*).

CCÉa. Colluvions lœssiques holocènes avec tufs intercalés. Au Sud-Ouest de Rittershoffen, le curage d'un petit ruisseau alimenté par la seule source permanente observée dans le cadre de la feuille a permis d'observer une alternance de colluvions lœssiques et de tufs (épaisseur : 2,00 m). L'abondance de valves de *Pisidium amnicum* de grande taille peut être interprétée comme l'indice d'un courant assez vif au début de la sédimentation. La découverte de coquilles de *Bithynia leachi* indique une introduction relativement ancienne de ce Mollusque considéré jusqu'à présent comme un immigrant de fraîche date. Des restes végétaux (fruits et grains de *Cornus sanguinea*, *Quercus*, *Corylus*) attestent l'existence d'une couverture forestière disparue.

CFz. Dépôts de fonds de vallons d'origine colluviale, de plus de 2,50 m d'épaisseur : sables, limons, argiles et tourbes intercalées. Ces dépôts se sont formés après le creusement des vallées au Post-Glaciaire (Seltzbach, Lauter et Sauer et leurs affluents).

Des sondages exécutés par les Ponts-et-Chaussées ont permis de reconnaître la chronostratigraphie de ces sédiments.

Un de ces sondage, au Nord-Ouest de Hoffen dans la vallée du Breite-Bächel, a permis de reconnaître la succession suivante :

Récent — Sub-Actuel

0 - 1,80 m : colluvions lœssiques ; 0,50 - 0,70 m faune malacologique actuelle.

Sub-Atlantique (± 1000 ans après J.C.)

1,80 - 2,30 m : vase tourbeuse.

Sub-Boréal (± 2000 ans avant J.C.)

2,30 - 3,05 m : argile, débris végétaux. A 2,80 m faune malacologique identique à celle des prairies humides actuelles.

Atlantique (± 4000 ans avant J.C.)

3,05 - 3,50 m : vase tourbeuse. Riche faune malacologique mixte, prédominance des Mollusques silvicoles (*Helicodonta obvoluta*, *Perforatella incarnata*, *Iphigena ventricosa*, *Acicula polita*, *Columella edentula*). Les trois dernières espèces ne vivent plus dans cette région.

3,50 - 4,00 m : pas d'échantillon.

4,00 - 4,75 m : tourbe.

Boréal (± 6000 ans avant J.C.)

4,75 - 8,20 m : vases, débris végétaux, fragments de Mollusques (*Bithynia tentaculata*, *Pisidium* sp.).

Pré-Boréal (± 7000 - 8000 ans avant J.C.)

8,20 - 9,40 m : sables et graviers, vases avec débris végétaux. Phase initiale du remblaiement. Mollusques : *Pisidium amnicum*, *Gyraulus rosmaessleri*.

9,40 *Pliocène* : sables et graviers.

Dans la vallée du Hausauerbach (Sud de Riedseltz), les épaisseurs varient entre 8 et 11,00 mètres. A Niederroedern (vallée du Seltzbach), une alternance de niveaux argileux et sableux de 6 m d'épaisseur repose sur une passée gréseuse des Couches de Niederroedern (g3). Le lit d'un ancien cours d'eau latéral de la Lauter (Nord-Est de Schleithal) présente le remblaiement suivant aux profondeurs de :

0 - 1,00 m : vase grise,

1 - 1,30 m : tourbe,

1,30 - 1,50 m : vase,

1,50 - 1,70 m : sable,

1,70 - 4,50 m : tourbe, bois, galets,

4,50 m : sable pliocène.

C. Colluvions indifférenciées (limons et sables) peu épaisses. Sous cette notation sont groupés des dépôts alluviaux mixtes non tourbeux, sables ou marnes tertiaires brassés dans les colluvions lœssiques (environs de Wissembourg, au Nord de Salmbach, à Hatten).

Le profil suivant a pu être établi au Nord de Salmbach à l'aide d'un sondage à la tarière :

0 - 0,80 m : colluvions lœssiques avec faune malacologique actuelle,

0,80 - 1,30 m : limon argileux décalcifié,

1,30 - 1,50 m : limon calcaire,

1,50 jusqu'à 2,00 m : alluvions sableuses vosgiennes (? wurmiennes).

Fz. Alluvions sablo-limoneuses des cours d'eau secondaires et colluvions des terrasses rhénanes. Ces dépôts récents, très superficiels, constituent le lit moyen et le champ d'inondation des cours d'eau sur substrat sableux. Actuellement, ces cours d'eau ont plus profondément entaillé leurs propres alluvions (Lauter, cours inférieur du Seltzbach, de la Sauer et de l'Eberbach).

L'édification des « lignes de Wissembourg » (fortifications exécutées sous Louis XIV) a fortement influencé la topographie actuelle de la vallée de la Lauter.

Les colluvions sableuses en contrebas des terrasses sont assimilées aux dépôts précédents.

CFz, C, Fz. **Rive droite du Rhin.** Les alluvions déposées dans la dépression située entre les contreforts de la Forêt-Noire et la terrasse à berge haute correspondant à un remblaiement d'un cours d'eau holocène, collecteur des eaux de la Murg et de la Kinzig et, plus en aval, des rivières descendant de la partie septentrionale de la Forêt-Noire. Ce cours d'eau confluaient avec le Rhin en amont de Spire (A. Bilharz, 1934). Des vestiges de ce chenal subsistent çà et là, notamment entre Rastatt et Rauenthal, au lieu-dit Woogsee, en limite est de la carte.

T. **Tourbes ou formations marécageuses sur substrats non différenciés.** Dépôts hétérogènes caractérisés par leur richesse en matières organiques décomposés ou non. Sauf une seule exception (sur colluvions lœssiques, entre Croettwiller et Siegen), ces tourbes se sont formées sous un régime hydromorphe sur substrats acides. Dans les cas où ces caractères sont très marqués, il y a formation de tourbières à Sphaignes (près de Wissembourg—Altenstadt et dans quelques parcelles de la forêt de Haguenau). Ces tourbières sont (ou étaient) caractérisées du point de vue floristique par des éléments considérés habituellement comme montagnards en Alsace (*Drosera rotundifolia* et *D. intermedia*, *Juncus squarrosus*, *Lycopodium inundatum*), des éléments atlantiques (*Wahlenbergia hederacea*, *Carum verticillatum*) ainsi qu'une plante à caractère relictuel : *Lysimachia thyrsoiflora*.

Dans les environs d'Altenstadt, la tourbe fut exploitée autour de 1850. La surface exploitable s'étendait sur 8,30 hectares (M.A. Daubrée, 1852).

$\frac{T}{Fz}$. **Tourbes ou formations marécageuses recouvrant les terrasses alluviales rhénanes.**

En contre-bas des terrasses, les alluvions rhénanes plus ou moins riches en matière calcaire ont été recouvertes par des colluvions décalcifiées, suffisamment épaisses pour favoriser la formation d'un tapis végétal différent de celui que l'on observe sur les alluvions rhénanes. Ces tourbes se sont formées à une époque assez récente et à la suite de la conversion de la forêt primitive en prairies artificielles. La végétation est caractérisée par un ensemble de plantes hygrophiles de grande taille, accompagné par quelques espèces que l'on trouve habituellement dans les zones périphériques des tourbières (*Geum rivale*, *Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata*), les Sphaignes sont absentes. Ces sols, constamment alimentés par les eaux de ruissellement des terrasses, sont aujourd'hui en grande partie délaissés par l'agriculture et retrouvent ainsi leur couverture forestière initiale. La forêt primitive (Aulnaie inondée pendant une grande partie de l'année) s'est maintenue sur des surfaces importantes, surtout aux environs de Leutenheim et de Forstfeld.

$\frac{T}{FZR}$. **Alluvions sablo-limoneuses à évolution tourbeuse sur graviers rhénans holocènes (ried noir) (0,10 - 0,30 m).** Ce terrain atteint sur la feuille sa limite septentrionale en Alsace, il est beaucoup plus répandu au Sud sur le territoire de la feuille Brumath—Drusenheim.

La genèse des prairies sur sol à évolution tourbeuse (ried noir) est surtout imputable à l'action anthropique exercée aux dépens de la végétation forestière potentielle, du type Aulnaie dans les prairies les plus humides ou de la forêt feuillue mixte dans les zones inondables.

Sur ces sols autrefois impropres à la culture, s'est installée une végétation plus ou moins hygrophile d'une grande richesse floristique, caractérisée par l'abondance d'éléments médio-européens, ici à leur limite de répartition occidentale (*Iris sibirica*, *Veronica longifolia*, *Cnidium venosum*, etc.). Ces associations végétales ne subsistent actuellement que dans quelques rares dépressions marécageuses. Ailleurs ces sols ont été convertis depuis peu de temps en terres labourables ou enlevés à la suite de l'installation d'exploitations de gravier. Vers 1950, une surface importante a été boisée sur le ban communal de Soufflenheim.

D. Dunes et placages éoliens sur alluvions wurmiennes. Ces dépôts de faible épaisseur, constitués par des sables très fins, sont largement développés sur les alluvions sablo-caillouteuses dans la forêt du Bienwald (Palatinat). Selon G. Stäblein (1968), les crêtes des dunes ont une orientation NW-SE et, liées à un vent du Sud-Ouest, ces dunes seraient d'âge tardiglaciaire.

Des dépôts semblables aux précédents, mais moins étendus, se trouvent sur la « terrasse à berge haute » entre Iffezheim et Hügelsheim, sur la rive droite du Rhin.

De rares galets parfaitement éolisés peuvent être observés à la surface des marnes aquitaniennes dans la forêt de l'Hôpital au Sud-Ouest de Seltz. Ces galets sont le résidu d'un recouvrement quaternaire enlevé par l'action éolienne. Dans le même secteur, les alluvions résiduelles (RFy) présentent, par endroits, des traces apparentes d'un remaniement éolien.

Terrains glissés en masse. Dans le vallon de Saint-Paul des masses de Couches à Cératites et de formation de la Lettenkhöle ont glissé par gravité à la faveur d'un fort pendage est.

X. Dépôts anthropiques. Remblais. Seuls ont été figurés les dépôts d'une certaine importance (voir vestiges archéologiques). Les dépôts récents, représentés dans les environs de Rittershoffen et de Hatten, ont été édifiés après la guerre avec des matériaux en provenance des deux villages détruits presque entièrement lors des combats pendant l'hiver 1944-1945.

Lit majeur du Rhin avant sa correction. Le tracé a été effectué d'après la carte géologique 1/50 000 de Fr. Sandberger (1859) - Geologische Karte der Umgebung von Baden, section Rastatt et d'anciens documents cartographiques des 16^{ème} et 17^{ème} siècles, mis à notre disposition par M. Moscherosch, libraire à Strasbourg. Ces indications ont été complétées par les travaux sur le terrain.

TECTONIQUE ET STRUCTURE

Le territoire de la feuille se situe presque entièrement dans le Fossé rhénan. Bande de terrains effondrés, large de 35 à 40 km et longue de 300 km environ, cette structure, majeure à l'échelle européenne, compte parmi les modèles de fossés d'effondrement de type *rift*. Les rifts résultent d'importants phénomènes de distension à des échelles supra-régionales à continentales, affectant l'ensemble de la croûte et également le manteau supérieur, selon les dernières données des études géophysiques (océans embryonnaires ou avortés).

Le territoire couvert par la feuille correspond à une zone intermédiaire entre les parties méridionales et septentrionales du Fossé rhénan. Cette subdivision est marquée dans la partie occidentale du Fossé par le « seuil de Haguenau » (carte n° 198).

COUPE TRANSVERSALE DU FOSSÉ RHÉNAN

Aux latitudes de l'Alsace, le Fossé rhénan comprend, en coupe transversale ouest-est, sept éléments structuraux caractéristiques :

- la faille vosgienne, limitant à l'Est le horst vosgien,
- les champs de fractures des collines sous-vosgiennes,
- la faille rhénane occidentale,
- le Fossé rhénan proprement dit,
- la faille rhénane orientale,
- les champs de fractures des pré-collines de la Forêt-Noire (ou collines sous-schwarzwaldiennes),

— la faille schwarzwaldienne, limitant à l'Ouest le horst de la Forêt-Noire ou Schwarzwald.

Sur la feuille, les champs de fractures sont extrêmement réduits et le domaine considéré se situe presque entièrement dans le Fossé rhénan proprement dit. Le horst vosgien est représenté par les affleurements de grès vosgien, dans l'angle nord-est de la carte. Vers le Sud-Ouest (feuille Lembach), le prolongement de cette masse de grès forme le horst du Hochwald, qui limite à l'Est le fossé de Lembach, extrémité septentrionale du champ de fractures de Saverne. La faille qui limite vers l'Est les Grès vosgiens (t_{1b}) peut être considérée à la latitude de Schweigen comme un tronçon de la faille vosgienne. Plus au Sud, le prolongement de cette faille joue le rôle de faille rhénane en limitant, à l'Est, le horst du Hochwald. L'étroite zone d'affleurement des formations du Muschelkalk au Lias peut être considérée soit comme un minuscule champ de fractures, soit comme faisant partie du faisceau de la faille rhénane, ces couches étant fortement basculées vers le centre du Fossé.

Dans l'angle sud-est de la feuille, les affleurements de Permien appartiennent au horst de la Forêt-Noire. Les affleurements de Buntsandstein peuvent être considérés comme une partie d'un étroit champ de fractures ou comme le bord légèrement effondré du horst de la Forêt-Noire. Le village de Balg est établi sur la faille rhénane orientale.

LE FOSSÉ RHÉNAN PROPREMENT DIT

En Alsace septentrionale, le Fossé a une direction presque nord-est (N 35° à N 40° E, au lieu de N 20° E entre Mulhouse et Strasbourg) avant de reprendre une direction presque sud-nord de Spire à Mayence.

Données géophysiques profondes

Gravimétrie. A l'échelle régionale, le document complet le plus détaillé est la carte régulière des anomalies gravimétriques, à l'échelle de 1/200 000 (feuilles 19, Saverne et 28, Strasbourg) publiée par le B.R.G.M. Sur ces documents apparaissent :

— à l'Ouest de Wissembourg, un « talus » de direction est-ouest, à faible gradient vers le Sud, sur le horst vosgien, qui prend une direction SW-NE et un fort gradient, à proximité de la faille rhénane (0 mgal au niveau de la limite-frontière basses Vosges-Palatinat ; - 25 mgal en contrebas de la faille rhénane).

— au Sud de Haguenau, un « plateau » sensiblement allongé dans le sens est-ouest (- 18 mgal).

— entre ces deux domaines, une large dépression, avec un minimum de - 30 mgal à proximité de Hatten ; cette dépression se prolonge vers le Sud-Est, en direction de Soufflenheim.

— au Nord-Est de cette dépression, une remontée jusqu'à des valeurs de l'ordre de - 19 mgal aux environs de Lauterbourg.

Magnétisme : Une carte, à l'échelle de 1/100 000, des isanomales du champ total a été établie par M. Rafamatanantsoa (1969). Les anomalies magnétiques mises en évidence ne correspondent pas toutes avec les anomalies gravimétriques. Sur ce document apparaissent :

— au Nord, une large dépression à faible gradient, allant de valeurs positives de l'ordre de + 20 γ dans la région de Wissembourg jusqu'à la « dépression de Rastatt » qui est orientée parallèlement à l'allongement du Fossé (- 53 γ). Au Sud-Est de Hatten, une large anomalie positive (+ 79 γ) est orientée plutôt dans le sens NW-SE, tandis qu'au Sud-Ouest de Soufflenheim, une zone d'anomalies positives (+ 75 γ à + 97 γ), allongée dans le sens SW-NE, pourrait correspondre à une structure hercynienne (massif granitique possible, selon l'auteur du document) et se moule plus ou moins sur une anomalie gravimétrique positive.

— une « cuvette » (- 45 γ) centrée au Nord-Ouest de Haguenau est limitée vers l'Est par ces deux axes d'anomalies positives.

Autres études géophysiques. Aucune étude synthétique exhaustive n'a été publiée, à la suite des nombreuses prospections sismiques effectuées, dans le domaine considéré par les sociétés Pechelbronn S.A.E.M. et P.R.E.P.A., à l'exception de la région de Soufflenheim pour laquelle F. Robach (1963) a élaboré une synthèse des données géophysiques à l'échelle de 1/50 000.

Structure du soubassement secondaire du Fossé rhénan

La connaissance du socle anté-permien dans cette partie du Fossé rhénan est purement hypothétique. Il est probable que les directions hercyniennes (varisques), N 70° E environ, y soient prédominantes. L'écorché des formations secondaires du Fossé donnent une idée des structures antérieures à sa formation. Les analyses de J. Schirardin (1953) et Cl. Sittler (1965 et Eller et Sittler, 1974) montrent que la surface pré-tertiaire est affectée de rides anticlinales et synclinales, à faible rayon de courbure, de direction sensiblement SW-NE. Les rides anticlinales ont été plus ou moins tronquées par les phases d'érosion antérieures à la période de sédimentation dans le Fossé. Elles se sont formées entre la fin du Jurassique et le début du Tertiaire, mais l'âge précis de ces ondulations n'est pas connu. Dans le cadre de la feuille, la surface pré-tertiaire est établie sur des terrains de plus en plus anciens de Rastatt (Oxfordien) à Wissembourg (Lias).

Héritée pour une faible part de ces anciennes structures et liée essentiellement au jeu géographiquement différencié de la subsidence au cours de l'évolution du Fossé rhénan au Tertiaire, la morphologie actuelle de la surface pré-tertiaire détermine les principales unités structurales à l'intérieur du Fossé. Pour cette partie médiane du Fossé, on distingue (fig. 2) :

— dans une bande occidentale du Sud au Nord le bassin de la Zorn ou bassin de Strasbourg (- 1700 m), le seuil de Haguenau (- 900 m), le « bassin » ou « périclinal » de Pechelbronn (- 900 m) et la partie occidentale de la fosse de Mannheim (- 2500 à - 3000 m).

— dans l'axe du Rhin, le bassin de Strasbourg passe vers le Nord-Est au fossé de Rastatt, relativement étroit et profond de plus de 2500 mètres. Cette longue gouttière passe insensiblement vers le Nord à la fosse de Mannheim.

A l'intérieur de ce schéma très grossier, la structure est très complexe dans le détail. La carte figure 3, bien que très simplifiée, et les coupes figure 4 en donnent une idée plus précise. La disposition structurale typique à l'intérieur du Fossé rhénan est une succession de horsts et de fossés secondaires, limités par des failles synthétiques à antithétiques à pendage généralement compris entre 50 et 70°. Les fossés secondaires ont joué le rôle de « coins » et ont permis l'augmentation de la surface du Fossé dans les importants phénomènes de distension. Dans chacun des panneaux en horst ou fossé, les couches sont soit horizontales, soit inclinées vers l'axe du fossé ou plus rarement dans le sens inverse ou encore dans un sens perpendiculaire. Statistiquement parallèle à l'axe du Fossé, les failles qui limitent les différents panneaux peuvent avoir des directions variées, mais elles sont très rarement perpendiculaires à son axe. Elles sont quasiment toutes inclinées vers le compartiment abaissé ; ce sont des failles normales.

La complexité du Fossé rhénan est essentiellement liée au jeu, variable selon les points, des phénomènes d'enfoncement et de subsidence. Les différents panneaux ont généralement moins de 10 km de longueur et moins de 3 km de largeur. Une des structures secondaires les plus remarquables est le fossé d'Auenheim où le sondage 199-6-51 a traversé la succession d'assises tertiaires la plus épaisse reconnue en Alsace septentrionale (2300 m).

AGE DE LA TECTONIQUE RHÉNANE

Quelques émissions basaltiques, d'origine infracrustale, d'âge crétacé supérieur sont, dans le domaine rhéan, les premiers témoins des phénomènes de distension. Les premiers dépôts tertiaires datés, d'âge lutétien, n'indiquent pas une subsidence importante et « l'effondrement » qui est à l'origine du Fossé rhéan se manifeste surtout à partir de l'Éocène supérieur. Dès cette époque, la subsidence est bien marquée en Alsace septentrionale, au Nord du seuil d'Erstein, avec une zone dolomitique épaisse de 200 à 500 mètres. Le fossé d'Auenheim est déjà différencié avec une épaisseur de 800 m pour la seule Zone dolomitique. Au cours du dépôt des couches de Pechelbronn inférieures, la subsidence est relativement active dans le bassin de Pechelbronn. A l'Oligocène, le jeu de l'effondrement se poursuit dans la quasi totalité du Fossé rhéan. La tectonique est en partie syn-sédimentaire, mais les principales failles jouent à de multiples reprises et affectent presque tout l'ensemble de la série. Quelques-unes s'amortissent dans les couches de Niederroedern.

C'est à peu près à la limite oligo-miocène que le seuil de Haguenau s'individualise nettement, séparant le Fossé rhéan en deux parties, dans le sens de sa longueur.

Dans le Fossé rhéan méridional, le jeu principal de la tectonique rhénane est achevé et l'érosion tronque ou enlève complètement sur les seuils les couches de Niederroedern. Dans le Fossé rhéan septentrional, la tectonique rhénane est très active au début du Miocène et des sédiments s'accumulent sur des épaisseurs très importantes dans la fosse de Mannheim. La subsidence devient plus lente au cours du Miocène, mais elle est encore active au Pliocène et au Quaternaire. Le cadre de la feuille recoupe le bord oriental du fossé de Rastatt, prolongement méridional de la fosse de Mannheim. Cette appartenance au Fossé rhéan septentrional est soulignée par les affleurements des formations d'âge miocène. Ceux-ci sont trop isolés pour donner une idée de la tectonique miocène dans cette partie du Fossé.

La géométrie précise des formations pliocènes est encore mal connue. « Le bassin pliocène » de Haguenau semble se prolonger vers le Nord jusqu'à Albstadt et pourrait passer en continuité au Pliocène du Palatinat. Au Sud-Ouest d'Auenheim, le Pliocène de Haguenau se prolonge sous la basse plaine rhénane. L'ancien fossé d'Auenheim n'a plus joué après le Miocène ou, au contraire, a été affecté par des mouvements positifs. Les affleurements de formations miocènes de Forstfeld, Niederroedern et du Büchelberg semblent jalonner une étroite bande où les formations pliocènes sont absentes ou peu épaisses. A l'Est de cette bande, le Pliocène est de nouveau connu aux environs de Lauterbourg. Cette géométrie témoigne de subsidences assez localisées au Pliocène, avec une répartition nettement différente de celle des zones de subsidence les plus actives à l'Oligocène. Au niveau de Soufflenheim, une faille, non localisée avec précision, décale verticalement les formations pliocènes d'une dizaine de mètres (F. Geissert, 1962 et 1967). Elle a pu jouer du Reuvérien supérieur au Quaternaire.

A Fort-Louis, des formations du Quaternaire ancien (Tiglien) paraissent affectées par des failles, d'un rejet de 5 à 7 m (voir figure 1 et F. Geissert et al, 1976). Dans le domaine considéré, les alluvions rhénanes quaternaires paraissent relativement peu épaisses ; le jeu de la tectonique rhénane récente paraît donc très réduit dans cette partie de la plaine rhénane, à la différence des environs sud de Strasbourg et à l'Ouest d'Heidelberg où l'on observe des épaisseurs maximales respectivement supérieures à 150 m et 350 mètres.

OCCUPATION DU SOL

SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES

Dans le cadre de la feuille Seltz-Wissembourg, les principales unités pédologiques et phyto-écologiques sont calquées sur les unités géologiques ; pour la partie alsacienne de la feuille :

- la basse plaine rhénane,
- le massif forestier de Haguenau,
- la vallée de la Lauter et la basse forêt du Mundat,
- le pays des lœss,
- les collines sous-vosgiennes de Wissembourg,
- l'escarpement des basses Vosges.

Cette étroite correspondance a été accentuée par l'action anthropique, l'Homme ayant fortement modifié l'aspect de la couverture végétale. Les sols favorables aux cultures, localisés pour l'essentiel sur les lœss et dans la basse plaine rhénane, ont été presque tous défrichés. Dans ces contrées, la forêt, généralement marquée par les modes d'exploitation successifs et souvent abusifs, n'a été qu'exceptionnellement préservée, pour des raisons historiques par exemple.

L'Alsace septentrionale est soumise à une influence climatique atlantique (pluviosité : environ 800 mm d'eau par an, répartie sur toute l'année), largement prédominante. En conséquence, les principaux processus d'évolution pédologique sont, comme dans le Bassin de Paris, la brunification, le lessivage et la podzolisation ; la végétation potentielle est essentiellement forestière.

La basse plaine rhénane

Établie sur les alluvions holocènes ($FZR, \frac{T}{FZR}$) et actuelles du Rhin, elle comprend deux parties : la plaine alluviale actuelle, à sols non évolués, riches en calcaire et la plaine alluviale holocène, argilo-tourbeuse en surface (sols du ried), à sols plus ou moins décalcifiés.

La plaine alluviale « actuelle ». Elle correspond au lit majeur du Rhin avant sa rectification. En surface, les alluvions d'âge historique sont calcaires. Ce sont des limons plus ou moins sableux et plus ou moins riches en galets, peu épais surmontant généralement des cailloutis rhénans grossiers. Le sol type de ces limons, très peu évolué, est un sol alluvial brut calcaire (profil A C).

La composition de la couverture végétale est déterminée par les conditions hydrologiques, liées avant tout aux oscillations saisonnières de la nappe aquifère (crue nivale régulière du grand fleuve d'origine alpine, R. Carbiener, 1968, 1970). La grande perméabilité du substrat et la richesse en oxygène de l'eau souterraine bien courante évitent les phénomènes d'asphyxie racinaire. Par contre, dans le cas d'alluvions grossières ayant une mauvaise capillarité et cela malgré la proximité de la nappe superficielle, le tapis végétal peut présenter une alternance d'éléments xérophiles (*Euphorbia seguieriana*, *Hippocrepis comosa*) et hygrophiles (*Ophioglossum vulgatum*, *Parnassia palustris*, *Chlora perfoliata*). L'origine alpine du fleuve influence également l'aspect des associations végétales du fait qu'un grand nombre d'espèces ligneuses et herbacées alpines y sont représentées et peuvent constituer l'élément dominant, tels que l'Aulne blanc (*Alnus incana*), l'Argousier (*Hippophae rhamnoides*), des Saules (*Salix elaeagnos*, *S. nigricans*, *S. daphnoides*).

Dans les bas-fonds longtemps inondés, le type forestier est celui de l'association du Saule argenté (*Salix alba*) et du Peuplier noir (*Populus nigra*), qui est de plus en plus remplacé par des hybrides de Peupliers américains.

Sur les sols moins longtemps inondés s'est installée une forêt plus riche composée surtout de Chêne pédonculé, d'Orme champêtre, de Peuplier blanc associés à une

strate arbustive dense et très variée. Les espèces lianoides (*Clematis vitalba*, *Hedera helix*, *Humulus lupulus*, *Tamus communis*) et la rare Vigne sauvage (*Vitis silvestris*) confèrent à ce type de forêt un aspect particulier. Ces forêts rhénanes représentent « l'écosystème » le plus complexe et le plus hautement évolué de zone tempérée d'Europe (R. Carbiener, 1968, 1970).

Une brousse à *Hippophae rhamnoides* associée à des Saules et au Genévrier (*Juniperus communis*) occupe les lieux les plus secs. Après la correction du Rhin ces localités ont été transformées, dans les environs de Sessenheim, Dalhunden, Stattmatten et Fort-Louis, en Pinaies dans lesquelles s'est installé un cortège de plantes saprophytes ou héli-saprophytes (*Monotropa hypopithys*, 4 espèces de Pyroles, *Goodyera repens*) qui caractérisent les Pinaies nordiques ou médio-européennes.

Les anciens bancs de graviers non convertis en forêts sont occupés par une pelouse xérothermique, représentant la variante sur sol très calcaire de l'association à *Bromus erectus* (fréquence de *Brachypodium pinnatum*, *Andropogon ischaemum* et présence de *Gentiana ciliata*, *Equisetum moorei*, *Sesili annuum*, etc.).

Les prairies semi-naturelles inondables sont du type Moliniaie ou Magnocariçaie, elles se distinguent de celles du secteur suivant par la fréquence de calcicoles « alpines » (*Juncus fusco-ater*, *Equisetum variegatum* et *E. trachyodon*, etc.) (F. Geïssert, 1959, 1964).

Des Phragmitaies très étendues se trouvent en bordure des anciens bras morts du Rhin ainsi que le long de la Moder et de la Sauer.

La plaine alluviale holocène. C'est le domaine de sols bruns calcaires, à décarbonatation partielle et irrégulière. Le bois de Soufflenheim, établi pour une large part sur des argiles holocènes (plus ou moins recouvertes de limons non calcaires) fait exception. Ces argiles, à nu, sont les roches-mères de pélosols, les limons, de sols bruns mésotrophes.

Les Hêtraies des environs de Sessenheim (bois de Soufflenheim), Stattmatten et de Beinheim appartiennent à un type forestier absent plus en amont dans la plaine alsacienne où il est exclu soit par les risques d'inondation, soit par une pluviosité trop faible. La Hêtraie de Stattmatten, avec son sous-bois de *Staphylea pinnata* ainsi que son cortège floristique particulier, s'apparente aux associations similaires du Sud-Est de l'Europe, notamment dans la vallée du Danube, en Slavonie.

C'est aussi dans ce secteur que se trouvent les forêts les plus riches où, sur des sols profonds et fertiles, le Chêne pédonculé, le Frêne ou accessoirement l'Aulne et le Hêtre, atteignent des dimensions exceptionnelles (forêts de Soufflenheim, Routzenheim, de la Donau près de Leutenheim). Le Charme, traité autrefois en taillis, grâce à sa fructification régulière, peut envahir de grandes surfaces et constituer des peuplements denses et monotones. Le Chêne rouvre (*Quercus petraea*) n'y est représenté que sporadiquement, comme par exemple dans une petite parcelle sur sol sec de la forêt de Routzenheim.

On assiste actuellement au reboisement naturel des prairies inondables qui se trouvent en bordure de ces forêts. Délaisées en grande partie par l'agriculture, ces prairies sont rapidement envahies par des Saules arbustifs (*Salix cinerea* et *S. caprea*) entre lesquels s'installent progressivement des Aulnes, des Frênes et des Chênes pédonculé.

La végétation des prairies semi-naturelles du ried est évoquée dans le chapitre Holocène (FZR). Pour les zones à évolution tourbeuse sur alluvions rhénanes, voir le chapitre Tourbes.

Cultures dans la basse plaine rhénane. Des plantations de maïs et de blé sur des surfaces de plus en plus importantes tendent à se substituer à la culture polyvalente traditionnelle. L'emploi massif d'engrais chimiques sur les sols plus ou moins filtrants présente, à plus ou moins longue échéance, un danger permanent non négligeable de pollution de la nappe phréatique.

Les forêts sur alluvions pliocènes ou quaternaires d'origine vosgienne

La feuille Seltz-Wissembourg couvre la partie orientale de la forêt indivise de Haguenau, prolongée vers le Nord-Est par les forêts domaniales ou communales d'Aschbruch, de Koenigsbruck, de Rittershoffen, de Hatten et de Kesseldorf (bois de l'Hôpital). Ce domaine boisé, l'un des plus grands ensembles forestiers de plaine en France, correspond à des affleurements de sables pliocènes ou d'alluvions quaternaires sableuses d'origine vosgienne, localement recouvertes de limons (forêt de Hatten). Sa vocation forestière est liée essentiellement à ce sous-sol sableux et argileux.

L'aspect et la répartition des peuplements végétaux sont déterminés par la profondeur du premier niveau argileux. Quand celui-ci est proche de la surface, le sol est trop humide et asphyxiant pour certaines espèces. Au contraire, si le premier niveau argileux est profond, le sol est trop sec pour d'autres essences.

Les conditions idéales existent lorsque les niveaux argileux sont à 1,50 m de profondeur environ et que la nappe d'eau qui se forme au-dessus laisse aux racines une épaisseur d'au moins 80 cm à 1 m à explorer (P. Leroy, 1956). Après une coupe à blanc la régénération artificielle avec certaines essences peut être aléatoire à la suite de l'installation de la Molinie, consécutivement à une remontée brusque de la nappe phréatique.

Les peuplements primitifs de ces forêts ont été fortement modifiés par une sylviculture très intensive et surtout par l'introduction très ancienne et massive du Pin (*Pinus silvestris*) et, à une époque plus récente, de l'Épicéa et mêmes d'autres essences exotiques (Pin Weymouth, Douglas, *Épicéa sitka*, etc.). Actuellement les peuplements de Pin, de Chêne rouvre et de Chêne pédonculé constituent la richesse principale de ces forêts. Seuls les différents types de végétation potentielle seront évoqués.

Sur roche-mère sableuse, bien drainée et pratiquement dépourvue de fraction limoneuse et argileuse se sont formés essentiellement des sols bruns acides à moder sableux. Bien développés à l'Ouest de Soufflenheim et dans la moitié orientale de la forêt de Koenigsbruck, ces sols conviennent à l'association du Chêne rouvre (*Quercus petraea*), souvent accompagné par le Charme, qui en est un concurrent redoutable. Dans les Chênaies claires où la Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) peut occuper de grandes surfaces, on trouve, en outre, *Anthericum liliago*, *Calluna vulgaris*, *Sarothamnus scoparius*, *Vaccinium myrtillus*, etc. C'est dans ce milieu que le Pin trouve des conditions optimales.

Sur sables hydromorphes mais non argileux, sans phénomènes de stagnation (fortes oscillations de la surface de la nappe d'eau), les sols sont soit des podzols hydromorphes (exemple dépression de l'Erzlach), soit des pseudogleys podzoliques (exemple, moitié sud-ouest du bois de Rittershoffen), quand les sables superficiels sont peu épais.

Sur ces sols, le Hêtre trouve un terrain favorable parmi ses plantes compagnes ; *Ilex aquifolium*, *Sambucus racemosa*, *Prenanthes purpurea* et *Festuca silvatica* sont bien représentées. La Molinie envahie plus particulièrement les coupes à blanc sur pseudogleys podzoliques. Le Pin prospère également sur ces deux types de sols et, dans les plantations de Pins, le Hêtre apparaît souvent en sous-étage.

Les plantes compagnes des Chênaies et Hêtraies haguenviennes ont généralement en Alsace une répartition montagnarde, ce qui confère au massif forestier de Haguenau l'aspect d'une forêt vosgienne « descendue » en plaine, souligné en outre par la présence de Fougères strictement calcifuges, telles que *Blechnum spicant*, *Dryopteris oreopteris*, *D. paleacea* et *D. disjuncta*. Cette observation concerne également les tourbières et certaines zones périphériques de la forêt de Haguenau (voir chapitre Tourbes).

Sur substrat limoneux ou limono-sableux (forêt de Hatten), on observe des sols bruns marmorisés à gley profond (amphigley). Les profils les plus hydromorphes présentent

des horizons de gley à proximité de la surface. Souvent, le profil n'est pas complètement décarbonaté. Sur ces sols, beaucoup plus fertiles, Chêne pédonculé et Frêne prospèrent. Localement les Ormes (*Ulmus laevis* et *U. scabra*) prédominent. En forêt de Hatten, la présence de lœss, intercalés entre les dépôts pliocènes et quaternaires acides, l'affleurement de ces lœss ou encore la faible profondeur des marnes des couches de Niederroedern dans certaines parcelles, donnent à ces sols une plus grande fertilité. Celle-ci se remarque par la rapidité de la croissance des essences forestières et par l'exubérance de la strate herbacée. Celle-ci présente une mosaïque d'aires à végétaux calcicoles et d'aires à végétaux calcifuges liées à des variations sur des courtes distances de la nature du substrat. C'est dans ces forêts que s'est maintenue une faune malacologique très proche de celle de la période atlantique, avec *Iphigena ventricosa* et *Trichia striolata* (voir ^{FZR a)}_{FYR}).

Les sols gorgés d'eau. Très localement, les sables de la forêt de Haguenau sont constamment engorgés d'eau comme par exemple au lieu-dit Deielsberg au Nord-Ouest de Soufflenheim. Sous la double influence de l'hydromorphie et de la matière organique, réductrice, le fer est éliminé du profil et le type de sol est un gley blanchi à anmoor eutrophe, sous végétation climacique. Celle-ci est une Aulnaie à grands Carex. Ces types de sol et de végétation sont beaucoup plus développés au pied de l'escarpement qui limite, à l'Est, le massif forestier de Haguenau (voir chapitre Tourbes).

Au Sud de Riedseltz (Oberwald) et à l'Est de Hunsbach (Unterwald), sur les sables pliocènes, sont implantées des Hêtraies dont la flore compagne acidiphile contraste avec la végétation des lœss ou des sédiments lœssoides avoisinants.

La forêt du Mundat, à l'Est de Wissembourg, présente beaucoup d'analogies avec le massif forestier de Haguenau avec les mêmes types de sols. Dans l'ensemble elle est cependant plus humide ou plus tourbeuse que les forêts citées précédemment. De même que dans la partie orientale du massif forestier de Haguenau, la présence de sédiments plus riches en argile et en lœss que les alluvions vosgiennes, en l'occurrence les marnes et argiles du Quaternaire ancien (Fx-yv) se manifestent par une mosaïque de sols très fine et une variation et une diversité plus grandes de la couverture forestière et de sa strate herbacée. Au-delà de la Lauter, dans le Palatinat, sur des sols généralement très secs, le Pin occupe des surfaces considérables.

Dans cette zone les surfaces cultivées sont très restreintes, elle se limitent généralement à des exploitations extensives de prairies lesquelles sont actuellement plus ou moins abandonnées à elles-mêmes et se reboisent naturellement.

Le pays des lœss

Dans ce vaste terroir, le principal type de sol est un sol brun faiblement lessivé, lié au « lehm » ou lœss décalcifié en surface. Le défrichement ancien a favorisé l'érosion et, sur les hauts de versants, les lœss calcaires mis à nu ont subi une légère pédogénèse de type brun calcaire. Les colluvions des bas versants et des fonds de vallons nourries, pour l'essentiel, par les lehms érodés ont été les roches-mères de sols bruns marmorisés et de pseudogleys et de gleys dans les parties baignées par une nappe d'eau, temporaire ou non. A proximité de la vallée de la Lauter et dans la partie nord-est du terroir, les lœss, plus riches en fraction sableuse, ont dans l'ensemble une moins bonne rétention en eau.

Favorables à la culture des céréales, des sols bruns sur lœss ont été presque entièrement défrichés et la forêt qui couvrait initialement toute la région n'a été conservée que dans de rares parcelles.

La seule Hêtraie sur lœss se trouve au Nord de Hoffen, en connexion avec une forêt du même type sur sables pliocènes. Quelques fragments de Hêtraies subsistent

également sur les lœss indifférenciés décalcifiés (OED) à l'Ouest d'Ingolsheim et de Steinseltz. Dans les fonds des vallons humides on a planté par-ci par-là quelques Peupliers, sur CCE, C, CFz et Fz.

Ailleurs, à l'exception de quelques prairies artificielles (voir Holocène, CCE), des cultures intensives et polyvalentes, actuellement surtout maïs, blé, betteraves et tabac, occupent des surfaces de plus en plus importantes. Par endroits, aux environs de Steinseltz et autres villages, on a substitué des plantations fruitières modernes aux vergers traditionnels, autrefois très répandus dans cette région. Sur quelques coteaux ensoleillés quelques rares vignobles se maintiennent, mais ils sont abandonnés progressivement.

Les collines sous-vosgiennes des environs de Wissembourg

Modelées dans des formations argileuses, marneuses, dolomitiques et calcaires d'âge triasique, liasique et oligocène, ces collines sont couvertes d'une mosaïque de sols avec principalement des sols bruns, calcaires ou non, argileux ou limoneux, bien drainés ou plus ou moins engorgés dans les fonds de vallons argileux. Sur le coteau du château Saint-Paul, la bande d'affleurement des calcaires du Muschelkalk supérieur aux sols peu épais et bouleversés par d'anciennes fouilles et déblais de carrières portent une végétation arbustive très clairsemée qui annonce un stade pré-forestier. Dans les lacunes réfractaires à la végétation forestière se maintient une pelouse xérothermique dans laquelle quelques composants de la « garide » des collines sous-vosgiennes se trouvent ici en position avancée (*Geranium sanguineum*, *Anemone pulsatilla*, *Gentiana ciliata*, etc.). En ce qui concerne les végétaux ligneux, la même remarque s'impose pour le *Prunus mahaleb*, absent ailleurs en Alsace septentrionale.

Vers la frontière allemande, et au-delà, des vignobles bien aménagés sont exploités par des vignerons allemands (la Route du Vin allemand débute à Schweigen au Nord de Wissembourg. Ce fait représente une des particularités de cette région frontalière au passé mouvementé.

L'escarpement des basses Vosges

La couverture sableuse superficielle des Grès vosgiens est généralement la roche-mère de sols podzoliques, peu évolués. Ces sols sont occupés par la Chênaie en bas de versant et la Hêtraie en haut de versant et sur les pentes exposées au Nord. La flore herbacée, acidophile est caractérisée par la Canche flexueuse (*Deschampsia flexuosa*), la Myrtille (*Vaccinium myrtillus*) et la Luzule blanche (*Luzula albida*). Le Châtaigner y a été introduit comme dans tous les bois à sols acides des collines sous-vosgiennes.

VESTIGES ARCHÉOLOGIQUES

Ils sont peu nombreux et se rapportent pour la plupart aux époques proto-historiques et historiques.

Paléolithique. On a signalé la découverte d'un grattoir et d'un percuteur dans les sables quaternaires à l'Ouest de Seltz (O.K. Kautzsch, 1908) ainsi que d'un éclat de « silex » dans le lœss sableux (OËy1) aux environs de la ferme du Gutleuthof au Sud d'Altenstadt (M.A. Andreae et al., 1892).

Mésolithique. Des découvertes d'outils tardenoisien ont été faites sur la terrasse à berge haute des environs de Rastatt (Bade). En Alsace, le Tardenoisien n'est connu qu'en forêt de Haguenau, au delà de la limite occidentale de la feuille (E. Dillmann, 1961).

Age de bronze et Age du fer. 178 tumuli ont été dénombrés dans la forêt située entre Seltz et la Geriethmuhl au Sud-Ouest de Niederroedern, dont une dizaine ont de 30 à 60 m de diamètre. D'autres tumuli se trouvent disséminés à travers le massif forestier de Haguenau, dans les environs de Schirrhein—Schirrhoffen où E. Dillmann (1961) a trouvé un riche mobilier datant du Bronze final et de la Tène, ainsi qu'aux environs d'Altenstadt.

A Sessenheim un grand tumulus daté de la Tène a livré une oenochoé étrusque. Ce tumulus, implanté sur les alluvions rhénanes, atteste la possibilité d'une occupation humaine dans la basse plaine rhénane à cette époque. Une dépression marécageuse dans les environs de ce site indique le lieu de prélèvement du matériel ayant servi à l'édification du tumulus. Ce fait permet de supposer que la nappe phréatique était plus basse qu'actuellement.

Autres trouvailles isolées : un four de potier hallstattien à Neewiller, un fond de cabane du début de l'Age du Fer près de la même localité (Stieber, 1964), un glaive de la Tène II dans les graviers rhénans à Fort-Louis.

Des fouilles entreprises au Heidenberg (Sud-Ouest de Leutenheim) ont livré les vestiges d'un oppidum du Hallstatt moyen ainsi que la preuve d'une utilisation postérieure à l'époque féodale et même pendant la guerre de Trente Ans (Normand, 1973).

Des tumuli sont connus également sur le rebord de la terrasse près de Berg (Palatinat) ; l'un d'eux a été recoupé par l'édification d'un rempart circulaire (Ringwall).

Époque romaine. De nombreuses découvertes indiquent un site gallo-romain important à Seltz et environs (Schaffhouse, Munchhausen et Neewiller).

Époque mérovingienne. Un cimetière franc ou alaman a été déblayé lors de l'implantation d'une gravière au Sud de Beinheim. Le mobilier funéraire a été dispersé par des collectionneurs.

Époque historique. Nombreuses trouvailles dans les graviers rhénans. Dans ces derniers on peut trouver assez souvent des galets perforés utilisés pour le lestage des filets ou des nasses de pêcheur. L'emploi de ces galets a persisté jusqu'à notre époque.

A Fort-Louis les vestiges des anciennes fortifications occupent une surface importante. Il en est de même des fortifications et ouvrages défensifs de part et d'autre de la Lauter, connus sous le nom de Lignes de Wissembourg.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

L'alimentation en eau de la plupart des collectivités et des industries dans le périmètre de la feuille Seltz-Wissembourg est assurée à partir de la nappe des alluvions de la plaine rhénane.

Dans la partie sud, seul le syndicat de Soufflenheim est alimenté en partie par un forage dans les sédiments pliocènes. Au Nord de la forêt de Haguenau, les syndicats de Seltz et Lauterbourg approvisionnent les communes situées à l'Ouest de la plaine alluviale à l'exception de celles en bordure immédiate de la feuille alimentées à partir du massif gréseux du Hochwald (feuilles Haguenau et Lembach).

Dans l'extrême Nord-Ouest, le district urbain Wissembourg—Altenstadt couvre ses besoins à partir de sources dans les grès du Trias inférieur (feuille Lembach) et surtout de deux nouveaux forages fournissant 60 m³/h dans les grès triasiques (feuille Lembach) en remplacement de deux forages peu productifs dans la nappe du Pliocène.

La nappe des alluvions rhénanes sollicitée par une dizaine de forages d'alimentation en eau potable présente une épaisseur de gravier très perméable relativement réduite recouvrant des sédiments sablo-argileux non exploités. Ce n'est qu'en bordure du Rhin que les sédiments graveleux atteignent environ 40 m de puissance près de Fort-Louis et une trentaine de mètres aux établissements Minoc à Lauterbourg. Vers l'Ouest l'épaisseur de gravier est rapidement inférieure à 20 m et même inférieure à 10 m en approchant de la terrasse d'alluvions anciennes. La profondeur des forages d'exploitation se situe entre 8 et 25 m, le toit de la nappe étant proche de la surface, au maximum à 3 m de profondeur.

L'écoulement de la nappe se fait sensiblement en direction nord-est mais l'influence du Rhin et des nombreuses gravières est importante en bordure du fleuve. Lors des hautes eaux du début de l'été, le Rhin alimente la nappe ; aux basses eaux, à la fin de l'automne, la nappe est drainée par le fleuve. Un battement saisonnier pouvant atteindre 2 m d'amplitude en bordure du fleuve s'atténue vers l'Ouest où, en bordure de la terrasse, interviennent les influences locales des apports des aquifères pliocènes et des rivières débouchant dans la plaine alluviale.

Le barrage d'Iffezheim actuellement en cours de construction modifiera sensiblement les influences du Rhin sur la nappe alluviale.

Les débits pompés aux forages d'alimentation en eau potable varient entre 60 et 150 m³/h pour des rabattements inférieurs à 1 m, l'aquifère graveleux exploité étant de bonne perméabilité ($K = 10^{-3}$ m/s). Aux forages industriels Minoc à Lauterbourg les pompages de 200 à 300 m³/h provoquent des rabattements de 2 à 4 mètres.

La qualité de l'eau de la nappe alluviale est relativement variable surtout en ce qui concerne la dureté, les teneurs en chlorures et en fer.

— *La dureté*, qui est en moyenne de 25 à 30° français pour les eaux de la nappe rhénane, est inférieure ou égale à cette moyenne sur la bordure ouest et le long du Rhin, mais dépasse 35° dans le triangle Forstfeld—Auenheim—Neuhaeusel.

— *Les teneurs en chlorures* sont inférieures à 50 mg/l sur la bordure ouest et dans la partie sud-ouest de la nappe. Elles se situent entre 50 et 100 mg/l en bordure du Rhin attestant des apports d'eau salée par le fleuve. Une zone à forte teneur en chlorures, entre 100 et 220 mg/l, coïncide approximativement avec le triangle de dureté élevée de part et d'autre d'une ligne Auenheim—Roppenheim. Cette anomalie ne peut être attribuée aux apports du Rhin mais pourrait être en relation avec la faible profondeur des marnes oligocènes au dôme d'Auenheim mettant des niveaux salifères au contact de la nappe.

— *Les teneurs en sulfates*, entre 25 et 60 mg/l pour l'ensemble de la nappe, sont supérieures à 50 mg/l dans la zone à forte teneur en chlorures et à dureté élevée.

— *Le fer* apparaît à des teneurs de l'ordre de 1 mg/l aux captages de Soufflenheim (199-5-22) et Kesseldorf (199-2-22) nécessitant un traitement de l'eau pompée. Lors de la reconnaissance par sondages pour l'implantation des captages de Seltz et Lauterbourg de fortes teneurs en fer avaient été mises en évidence particulièrement dans les niveaux aquifères situés en-dessous du gravier proche de la surface.

En conclusion, on peut estimer que la recherche de débits tant soit peu importants d'eau de bonne qualité devra tenir compte de la faible épaisseur de graviers perméables, d'éventuelles teneurs excessives en fer et de zones à dureté et teneurs en chlorures importantes.

Les aquifères pliocènes malgré leur extension relativement importante ne sont guère sollicités pour l'alimentation en eau.

Dans l'extrême Nord-Ouest, le district urbain de Wissembourg—Altenstadt exploite la nappe pliocène drainée par la Lauter par deux captages à l'hippodrome.

Le premier forage (169-5-9, proche du forage 169-5-18) profond de 40 m a été exploité à un débit d'environ 60 m³/h pendant un certain temps puis a connu une rapide diminution de rendement à la suite d'un déficit d'infiltration sur les collines loessiques qui alimentent en partie la nappe.

Le deuxième forage (169-5-18) réalisé à 45 m de profondeur, sans atteindre le substratum oligocène est également tributaire de l'alimentation à travers le recouvrement lœssique et fournit à peine 10 m³/h pour un rabattement de 25 mètres.

Les eaux pompées sont d'une dureté relativement élevée (près de 25°) due à l'infiltration à travers le recouvrement lœssique, le pH est de 7, les teneurs en chlorures inférieures à 10 mg/l. Au deuxième forage qui ne capte que la partie inférieure de la nappe les teneurs en fer et manganèse sont respectivement de 0,9 et 0,27 mg/l.

On peut estimer que la recherche éventuelle de nouvelles ressources n'a des chances d'aboutir qu'à proximité immédiate de la Lauter.

Le Pliocène de la forêt de Haguenau est exploité à un débit de 100 m³/h par un forage de 70 m de profondeur réalisé par le syndicat de Soufflenheim en 1969 pour doubler sa production par un captage se trouvant à l'abri d'éventuelles pollutions. L'ouvrage (199-5-02) capte un aquifère sablo-graveleux entre 60 et 70 m de profondeur, d'assez bonne perméabilité ($K = 2.10^{-4}$ m/s). Aux essais un débit de 112 m³/h avait été obtenu pour un rabattement stabilisé de 12 mètres. Les niveaux sablo-argileux des 60 premiers mètres de la formation pliocène n'ont pas été mis en exploitation.

Les analyses de l'eau pompée donnent les caractéristiques suivantes : pH : 6,35, dureté : 3,5°, CO₂ agressif : 13,2 mg/l, chlorures : 9,8 mg/l, sulfates : 7,5 mg/l.

Les teneurs en fer sont élevées (1,4 mg/l) et nécessitent un traitement ainsi que l'hydrogène sulfuré (0,34 mg/l, dû probablement à la présence des concrétions pyriteuses dans l'aquifère exploité).

Les ressources éventuellement disponibles dans les sédiments pliocènes d'une centaine de mètres de puissance dans la forêt d'Aschbruch n'ont pas fait l'objet de recherches en vue de l'alimentation des communes de l'extrême Ouest du syndicat de Seltz. On n'y dispose actuellement d'aucune indication valable concernant les niveaux aquifères exploitables et la qualité des eaux. Il est possible que les sédiments y soient très argileux et les eaux à teneur élevée en fer.

RESSOURCES MINÉRALES

Or alluvionnaire du Rhin. L'orpaillage dans le lit majeur du Rhin a été pratiqué dans les communes de Stattmatten et de Fort-Louis jusqu'au milieu du 19^{ème} siècle. Le souvenir de cette exploitation persiste dans les noms dits locaux, tels que « Goldschängel ou Goldrickel = Jeannot et Frédéric l'orpailler, à Stattmatten ».

Fe. Fer pisolithique. Dans les lœss décalcifiés des environs de Riedseltz, on peut trouver de nombreux grains de fer pisolithique qui ont jusqu'à 15 mm de diamètre. De très fortes concentrations de ce minerai s'observent à faible distance de la limite de la feuille à Niederbetschodorf où une couche de 0,50 m d'épaisseur est intercalée entre les lœss anciens et le lignite quaternaire basal ainsi qu'à l'Ouest de Hohwiller où une couche de 0,30 à 1 m a pu être observée à la base des lœss, lors de la construction de la nouvelle route de Wissembourg à Haguenau. Il s'agit très probablement de gisements analogues à ceux qui ont été exploités autrefois (1851) à Oberbetschdorf, au lieu-dit Mullersberg (M.A. Daubrée, 1852). Ce minerai présente des analogies avec le grison du Perche.

Tourbes. La tourbe n'a été exploitée que dans les environs d'Altenstadt près de Wissembourg. Selon Daubrée la surface exploitable s'étendait sur 8,30 hectares avec une épaisseur moyenne de 0,75 mètre. Production en 1850 : 486 stères.

Lignite. Les lignites quaternaires à la base des lœss ou intercalés entre les sables rhénans ou vosgiens ainsi que ceux remontés par dragage dans les alluvions rhénanes ne font pas l'objet d'une utilisation particulière. Ces lignites, souvent pyriteux, sont formés surtout de Mousses, de Graminées et de Cypéracées, quelquefois de bois et de cônes de Pin.

La couche de lignite entamée par dragage dans la gravière de Sessenheim a une épaisseur de 0,50 à 1,00 mètre. Ce lignite, très pyriteux, est composé principalement par des bois de résineux, souvent à l'état de gros fragments ; les grains de succin y sont fréquents ainsi que les cônes de Pin de 3 à 12 cm de long, provenant de plusieurs espèces actuellement éteintes. Actuellement, cette matière est évacuée et noyée avec les autres déblais dans les secteurs exploités auparavant.

Pétrole et gaz. Des puits productifs ont été exploités aux alentours de Scheibenhard, au Nord d'Oberseebach et au Sud de Soufflenheim (J. Blumenroeder, 1958, 1962). Ces champs pétrolifères ont produit depuis leur découverte jusqu'à la cessation de l'exploitation :

Scheibenhard, de 1956 à 1968 : 221 469 tonnes

Oberseebach (en 1960) : 711 tonnes

Soufflenheim, de 1954 à 1968 : 63 317 tonnes.

Champ de Scheibenhard. Les horizons producteurs ont été reconnus, entre 890 et 950 m, à la base des Couches de Pechelbronn supérieures (voir terrains non affleurants, Oligocène inférieur) qui cumulaient 55 % de la production, ainsi que dans les grès de la Série grise (voir terrains affleurants, Oligocène moyen), entre 540 et 575 mètres.

La structure piégeant le pétrole de Scheibenhard est un panneau à pendage est, légèrement voûté en demi-dôme et limité à l'Ouest par une faille à regard vosgien ; deux sondages situés peu au Nord de la frontière ont reconnu, imprégnés et aquifères, les grès « sannoisiens » (Oligocène inférieur) productifs plus au Sud (J. Blumenroeder, 1962).

Champ de Soufflenheim. Ce champ « piégé par un relai de faille majeure est un semi-dôme étranglé de direction nord-est, produisant vers 500 m de profondeur dans les grès de base des Couches de Pechelbronn supérieures sur deux culminations séparées par une faille inverse » (J. Blumenroeder, 1962). Horizons producteurs : grès de Beinheim et horizon de Glaswinkel (voir terrains non affleurants, Oligocène inférieur).

Gaz de Schaffhouse. Dans le canton de Schaffhouse, de la forêt de l'Hôpital à l'Ouest de Seltz, le sondage 199-2-58 a rencontré, dans une série sableuse de 27 m d'épaisseur des Couches de Niederroedern inférieures, un champ de gaz à 98 % de méthane, dont le volume a été estimé à 3 millions de m³. Ce gaz a alimenté jusqu'à épuisement la chaufferie de la tuilerie de Seltz. Lors du sondage, en automne 1958, l'éruption de ce gaz a provoqué la formation en surface de petits cratères alignés selon le profil sismique en direction E.S.E.

Roches exploitées

sabs. Sables siliceux pour verrerie, moulages, enduits et briques spéciales. Les sables pliocènes sont actuellement exploités dans quatre grandes exploitations : à Soufflenheim, au Nord de Leutenheim-Koenigsbruck (forêt de Betschdorf), à l'Ouest de Forstfeld (forêt de Hatten) et, depuis longtemps, au Nord de Riedseltz. Les matériaux exploités dans les trois premières carrières sont presque entièrement exportés.

Sables pour mortiers de maçonnerie (Fv-y). Traditionnellement, on préfère localement pour cet usage les sables « rouges » qu'on a exploité activement autrefois en de nombreux points avec des moyens plus ou moins rudimentaires. Actuellement, ces sables sont fournis par plusieurs sablières situées en dehors des limites de la feuille (Schirrhein, Oberhoffen). Avant la dernière guerre mondiale, on draguait manuellement les sables alluvionnaires actuels dans le lit de la Moder, destinés au même emploi mais surtout pour la réfection des enduits entre les colombages des maisons alsaciennes.

sgr. Sables et graviers rhénans. En aval de Strasbourg, jusqu'aux environs de Karlsruhe, le mélange des éléments sableux et graveleux constituant la masse principale

des alluvions rhénanes se rencontre dans des conditions idéales, ce qui permet de les utiliser rationnellement et sans trop de frais supplémentaires pour la confection de bétons. Le tout-venant et les gros éléments sont également utilisés comme remblais des routes et pour l'aménagement des terrains industriels de plus en plus nombreux dans la région. Des moyens puissants et modernes ont été mis en œuvre pour ces exploitations massives qui prélèvent actuellement les matériaux jusqu'à une profondeur de 35 mètres.

Les prévisions d'exploitation pour l'année 1974, uniquement sur le territoire alsacien de la feuille, étaient de 6 000 000 de tonnes, dont environ 5 000 000 destinés à être exportés par voie fluviale. Six exploitations totalisent une production annuelle de 5 200 000 tonnes.

Il est évident que ces prélèvements massifs sont à l'origine des profonds changements affectant le paysage par la disparition de forêts entières et qu'ils présentent des dangers réels de pollution de la nappe phréatique. La prolifération d'une algue adaptée à une salinité faible, *Enteromorpha intestinalis*, dans les plans d'eau des carrières sans connexion avec les cours d'eau pollués peut être considéré comme un premier indice d'une pollution par des chlorures de l'eau de la nappe phréatique.

sgr. Sables et graviers pour ballastage (FWR et FX). Ces matériaux destinés exclusivement à cet usage sont exploités dans une grande carrière située au Nord de Mothern.

lim. Terre à briques et de tuilerie. Si l'on se réfère aux indications de M.A. Daubrée on constate que le nombre des tuileries, briqueteries et des poteries a sensiblement diminué depuis le milieu du 18ème siècle. Des briqueteries sont actuellement exploitées à Riedseltz ainsi qu'à Neewiller. Celle de Riedseltz utilise essentiellement des lèss récents et anciens, tandis que celle de Neewiller (consommation annuelle 7 000 tonnes) procède à un malaxage de lèss et d'argile ligniteuse du Quaternaire ancien (Lv_{b2}).

Une grande tuilerie à Seltz utilise depuis longtemps des argiles de Seltz, des lèss exploités au Sud de Wintzenbach et, tout récemment, les marnes des Couches de Niederroedern inférieures.

argk. Argile pour poterie et argile kaolinique. A Soufflenheim, la poterie traditionnelle est à l'origine d'un développement industriel de produits réfractaires utilisés à parties égales dans la métallurgie et la fumisterie. La composition chimique de l'argile pliocène exploitée aux environs de Soufflenheim est, avec quelques variations, la suivante (selon F. Haasser, industriel à Soufflenheim) :

Al ₂ O ₃	20 %
SiO ₂	72 %
Fe ₂ O ₃	3 %
CaO	1 %
TiO	2 %
Impuretés	2 %

Du fait de la faible teneur en aluminium il est souvent nécessaire de la mélanger avec des argiles importées et même avec des latérites en provenance d'Afrique.

La consommation annuelle des argiles extraites dans les environs de Soufflenheim est de 4 000 tonnes, dont un quart environ est utilisé par les poteries.

Calcaires et fours à chaux. Le Muschelkalk a été exploité activement dans plusieurs carrières à l'Ouest de Wissembourg, toutes abandonnées actuellement.

Lors de l'édification des Lignes de Wissembourg et de la forteresse de Fort-Louis vers la fin du 17ème siècle, des fours à chaux ont été installés à proximité des calcaires aquitaniens dans le Palatinat. Cette activité est à l'origine du village de Büchelberg.

Bois en voie de fossilisation. On utilise pour la fabrication de placages les grumes de Chêne ramenées à la surface par les exploitations des graviers rhénans holocènes. Les bois très foncés présentant une belle patine sont particulièrement appréciés et leur produit fini représente une valeur égalisant ou dépassant celle des bois réputés les plus nobles. Dans la plupart des cas ces bois sont cependant impropres à une utilisation courante.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

DESCRIPTION DE SITES CLASSIQUES ET D'ITINÉRAIRES

Le lecteur consultera les références suivantes (voir Bibliographie) :

Environs de Wissembourg (Buntsandstein, Muschelkalk, Tertiaire) : Andreae et *al.* (1892), Benecke et *al.* (1900).

Oligocène : Sittler (1965).

Miocène (Aquitainien) : Doebi et Geissert (1971).

Pliocène : Geissert (1962, 1967, 1972a).

Quaternaire : Geissert (1969, 1972c).

Plio-Quaternaire : Livret-Guide de l'excursion A1, Alsace—Vosges—Bourgogne du VIIIème Congrès INQUA, Paris, 1969.

Itinéraire détaillé : Strasbourg—Seltz—Forstfeld—Soufflenheim—Betschdorf—Hague-nau dans la collection des Guides géologiques régionaux (dirigée par Ch. Pomerol), Masson éd. : **Vosges—Alsace** (1976).

Vestiges archéologiques : Normand (1973).

BIBLIOGRAPHIE

ANDREA E. A. (1884) — Ein Beitrag zur Kenntnis des elsässer Tertiärs. *Abh. geol. Spezialkarte Els.-Lothr.*, 2, p. 1-331.

ANDREA E. A., BENECKE E. W., SCHUMACHER E., WERVEKE L. van (1892) — Erläuterungen zu Blatt Weissenburg. *Geol. Landes-Unters. Els. Lothr.*, Strasbourg, 85 p.

BARTZ J. (1960) — Zur Gliederung des Pleistozäns im Oberrheingebiet. *Zeitschr. deutsch. geol. Ges.*, 111, 3, p. 654-661.

BENECKE E. W., BÜCKING H., SCHUMACHER E., WERVEKE L. van (1900) — Geologischer Führer durch das Elsass. Bornträger, Berlin, 461 p.

BILHARZ A. (1934) — Erläuterungen zu Blatt Baden (Nr 67). Herder, Freiburg i. Br.

BLUMENROEDER J. (1958) — Deux nouveaux champs de pétrole alsaciens : Eschau et Scheibenhard. *Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. Ing.*, 25, 68, p. 46-52.

BLUMENROEDER J. (1962) — Le pétrole en Alsace. *Abh. geol. L. Amt. Baden-Württ.*, Freiburg/Br., 4, p. 41-62.

BRELIE G. v.d. (1959) — Zur pollenstratigraphischen Gliederung des Pliozäns im Roertal-Graben und Venloer Graben. *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, 4, p. 27-54.

- BREYER F., DOHR G. (1967) — Bemerkungen zur Stratigraphie und Tektonik des Rheintalgrabens zwischen Karlsruhe und Offenburg *in* ROTHE et SAUER (1967), p. 42-43, 1 carte h.-t.
- CARBIENER R. (1968) — La forêt du Rhin, étude écologique et structurale. *Annales du Centre régional de Documentation pédagogique*, Strasbourg, 7, 26 p.
- CARBIENER R. (1970) — Un exemple de type forestier exceptionnel pour l'Europe occidentale : la forêt du lit majeur du Rhin au niveau du Fossé rhénan (Fraxino-ulmetum) intérêt écologique et biogéographique. Comparaison à d'autres forêts thermophiles. Végétation. *Acta geobotanica*, 1-4, p. 97-148.
- DAUBRÉE M.A. (1852) — Description géologique et minéralogique du département du Bas-Rhin. Strasbourg, 500 p.
- DEECKE W. (1916) — Geologie von Baden. I, Bornträger, Berlin, 406 p.
- DERVILLE H. et THÉOBALD N. (1934) — Observations sur les calcaires lacustres chattiens de Roppentzwiller (H.R.) et leurs produits d'altération. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 37-39.
- DILLMANN E. (1961) — Nouvelles découvertes protohistoriques de la forêt de Haguenau. *Études haguenviennes*, III, p. 71-76.
- DOEBL F. (1967) — The Tertiary and Pleistocene sediments of the northern and central part of the Upper Rhinegraben. *Abh. geol. L.-Amt Baden-Württ.*, 6, p. 48-54.
- DOEBL Fr. (1970) — Die tertiären und quartären Sedimente des südlichen Rheingrabens. Intern. Upper Mantle Project, Rep. n° 27, éd. Schweizerbart, Stuttgart.
- DOEBL F., GEISSERT F. (1971) — Chattien supérieur et « Aquitanien » dans le Nord de l'Alsace. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 24, 2-3, p. 107-117.
- DUBOIS G. (1955) — La Géologie de l'Alsace. *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 13, 310 p.
- ELLER J.-P. von, SITTLER C. (1974) — Les Vosges et le Fossé rhénan. *In* DEBELMAS J., Géologie de la France, t. 1, p. 63-104, Paris, Doin éd.
- FREUDENBERG W. (1909) — Das Diluvialprofil von Jockgrim in der Pfalz. *Ber. ü.d. Versamml. d.Oberrhein. geol. Ver.*, 41, p. 65-68.
- GALL J.C. (1971) — Faunes et paysages du grès à *Volzia* du Nord des Vosges. Essai paléoécologique sur le Buntsandstein supérieur. *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 34, 318 p.
- GEISSERT F. (1959) — La végétation de la région de Haguenau. *Bull. Soc. botanique de France*, 85e Session extraord. dans les Vosges et en Alsace, p. 95-111.
- GEISSERT F. (1960) — Découvertes récentes dans les gisements fossilifères aux environs de Soufflenheim. *Bull. Assoc. philom. Als. Lorr.*, 10, 8, p. 178-185.

- GEISSERT F. (1962) — Nouvelle contribution à l'étude de la flore pliocène des environs de Haguenau. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 15, 2, p. 37-49.
- GEISSERT F. (1962a) — Die Molluskenfauna der Diluvial-Terrasse von Mothern bei Lauterburg im Elsass. *Mitt. bad. Landesver. Naturk. u. Naturschutz*, N.F., 8, 2, p. 223-233.
- GEISSERT F. (1964) — Plantes abyssales de la plaine rhénane supérieure, en particulier de la plaine d'Alsace. *Le Monde des plantes*, n° 344, p. 7-8.
- GEISSERT F. (1967) — Mollusques et nouvelle flore plio-pléistocène à Sessenheim (Bas-Rhin) et leurs corrélations villafranchiennes. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 20, 1, p. 83-100.
- GEISSERT F. (1967b) — Fossile Pflanzenreste und Mollusken aus dem Tonlager von Jockgrim in der Pfalz. *Mitt. bad. Landesver. Naturk. u. Naturschutz*, N.F., 9, 3, p. 443-458.
- GEISSERT F. (1968) — Mollusken und Celtis-Reste aus einem Lössprofil in Niederbetschdorf, Elsass. *Mitt. bad. Landesver. Naturk. u. Naturschutz*, N.F., 9, 4, p. 671-679.
- GEISSERT F. (1969) — Interglaziale Ablagerungen aus Kiesgruben der Rheinniederung ihre Beziehungen zu den Diluvialsanden. *Mitt. bad. Landesver. Naturk. u. Naturschutz*, N.F., 10, 1, p. 19-38.
- GEISSERT F. (1969b) — Note préliminaire sur la découverte de nouveaux végétaux pliocènes à Auenheim. *Bull. Ass. philom. Als. Lorr.*, XII, 2, p. 213-234.
- GEISSERT F. (1970) — Altholozäne Molluskengesellschaften aus der elsässischen Rheinniederung. *Mitt. bad. Landesver. Naturk. u. Naturschutz*, N.F., 10, 3, p. 481-486.
- GEISSERT F. (1972a) — Neue Untersuchungen im Pliozän der Haguenauer Umgebung (Nördliches Elsass). *Mainzer Naturw. Archiv*, II, p. 191-221.
- GEISSERT F. (1972b) — *Brasenia schreberi* Gmelin (*Nymphaeaceae*) und *Trapa heeri* von Fritsch (*Trapaceae*) in Rheinsedimenten. *Mitt. Bad. Landesver. Naturk. u. Naturschutz*, N.F., 10, 4, p. 693-699.
- GEISSERT F. (1972c) — Mollusken aus besonders gelagerten Lössen im nördlichen Elsass. *Mitt. bad. Landesver. Naturk. u. Naturschutz*, N.F., 10, 4, p. 683-691.
- GEISSERT F. (1976) — In von ELLER et al., Guide géologique régional, Vosges-Alsace, Itinéraire 4a. Masson éd.
- GEISSERT F., MÉNILLET F. et FARJANEL G. (à paraître 1977) — Les alluvions plio-quaternaires dans la basse plaine rhénane du département du Bas-Rhin. *Sciences géol.*, Bull. 29-2, Strasbourg.
- GILLET S. (1953) — Les marnes à Cyrènes de l'Oligocène d'Alsace. *Rev. I.F.P.*, VIII, 8, p. 395-422.
- GILLET S. (1954) — Étude sur l'Oligocène supérieur d'Alsace. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (6), 4, p. 25-29.

- GÜMBEL K.W. (1894) – Geologie von Bayern, 2, 1184 p.
- HICKEL R. (1932) – Note sur un gisement de végétaux pliocènes dans le Bas-Rhin. *Bull. Soc. dendrolog. France*, 83, p. 43-44.
- HICKEL R. (1932) – Sur deux gisements de plantes tertiaires dans le Bas-Rhin. *C.R. Acad. Sc., Paris*, 194, p. 1009-1010.
- ILLIES H. (1962) – Prinzipien der Entwicklung des Rheingrabens, dargestellt am Grabenabschnitt von Karlsruhe. *Mitt. Geol. Staatsinstitut. Hamburg*, 31, p. 58-121.
- ILLIES H. (1963) – Der Westrand des Rheingrabens zwischen Edenkoben (Pfalz) und Niederbronn (Elsass). *Oberrhein. Geol. Abh.*, 12, p. 1-23, Karlsruhe.
- ILLIES H. (1965) – Bauplan und Baugeschichte des Oberrheingrabens. *Oberrhein. Geol. Abh.*, 14, 1/2, p. 1-54, Karlsruhe.
- ILLIES J.H., MUELLER St. (1970) – Graben problems. Int. Symp. Karlsruhe 1968. Int. Upper Mantle Project. Scientif. report n° 27, Schweizerbart éd., Stuttgart, 316 p. (34 publications sur le Fossé rhénan).
- ILLIES J.H., FUCHS K. (1974) – Approach to taphrogenesis. Proc. Int. Rift Symp., Karlsruhe 1972. Int. Union Commission on Geodynamics. Scientif. report n° 8. Schweizerbart éd., Stuttgart, 460 p., 1 tabl. h.-t. (35 publications sur le Fossé rhénan).
- KAUTZSCH O.K. (1908) – Extrait dans « *Die Vogesen* », 2, fasc. 13, p. 176.
- KESSLER P. (1909) – Die tertiären Küstenkonglomerate in der mittelrheinischen Tiefebene mit besonderer Berücksichtigung der elsässischen Vorkommen. *Mitt. geol. Landesamt. Els.-Lothr.*, 12, p. 167-292.
- KIRCHHEIMER F. (1949) – Zur Kenntnis der Pliozänflora von Soufflenheim im Elsass. *Ber Oberhess. Ges. Natur u. Heilkunde*, N.F. Naturwissensch. Abt., 24, p. 205-230.
- KOČI A., SCHIRMER W., BRUNNACKER K. (1973) – Paläomagnetische Daten aus dem mittleren Pleistozän des Rhein-Main-Raumes. *N. Jb. Paläont. Mh.*, 9, p. 35-554.
- KUSS S. (1958) – Schildkrötenreste (*Ptychogaster buchelbergense* n. sp., *Trionyx* sp.) aus dem aquitanen Tonlager von Büchelberg in der Pfalz. *Notizbl. d. Hess. Landesamtes f. Bodenforschung*, 86, p. 50-76, Wiesbaden.
- KUSS S. (1960) – Eine neuentdeckte Säugetierfauna aus dem Aquitan von Büchelberg in der Pfalz. *Notizbl. d. Hess. Landesamtes f. Bodenforschung*, Wiesbaden, 88, p. 29-62.
- LEROY P. (1956) – Le massif forestier de Haguenau. Brochure éditée à l'occasion de la quinzaine de la forêt et du bois, Haguenau, 2ème partie : Sylviculture de la forêt de Haguenau, 7 p.

- LESER H. (1967) — Beobachtungen und Studien zur quartären Landschaftsentwicklung des Pfrimmgebietes (Südrheinessen). Arbeiten zur rheinischen Landeskunde. *Geogr. Institut Bonn*, 24.
- MAZENOT G., WERNERT P., FRANC de FERRIÈRE J. (1963) — Recherches malacologiques sur les lœss et les complexes lœssiques d'Alsace. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 16, 1, 69 p., 2 fig., 1 carte.
- MILLOT G., SITTLER J., ELLER J.P. von, SIMLER L. (1963) — Notice géologique et hydrogéologique du département du Bas-Rhin. *Bull. Carte géol. Als. Lorr.*, 16, 2, p. 71-174.
- NORMAND B. (1973) — L'Age du Fer et du Bronze en basse Alsace. *Recherches et documents*, XIV, p. 98-99.
- NORDSIECK H. (1974) — Clausilien aus dem Oberpliozän des Elsass. *Arch. f. Molluskenkunde*, Francfort (R.F.A.).
- NORDSIECK H. (1976) — Clausilien aus den Oberpliozän des Elsass. *Archiv für Molluskenkunde*, Francfort (R.F.A.), 103, 1/3, p. 73-82.
- NÖTZOLD Th. (1963) — Fossile Pflanzenreste aus plio-pleistozänen Grenzsichten des Elsass. *Monatsber. deutsch. Akad. Wissensch.*, Berlin, p. 535-548.
- PERRIAUX J. (1961) — Contribution à la géologie des Vosges gréseuses. *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 18, 236 p.
- PETERS I. (1965) — Zur Altersstellung der Torfe und Gyttjen von Herxheim, Jockgrim und Rheinzabern in der Vorderpfalz. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 16, p. 121-131.
- RAFAMATANANTSOA M. (1969) — Prospection magnétique en Alsace-Bade (zone Nord). Diplôme d'ingénieur-géophysicien I.P.G. Strasbourg 38 p., 3 p. biblio, 29 p. données numériques, 3 cartes et 2 tabl. h.-t.
- ROBACH F. (1963) — Application des méthodes géophysiques à l'étude structurale de la région de Soufflenheim, Bas-Rhin. Diplôme d'ingénieur géophysicien. Strasbourg. I.P.G., 66 p., 11 cartes h.-t.
- ROTHE J.-P. et SAUER K. (1967) — The Rhinegraben progress report 1967. Int. Upper Mantle project. Scientif. report n° 13. *Abh. Geol. Landesamt. Baden-Württemberg*, 6, p. 1-46, Freiburg i. Br. (*Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, n° 26), 46 publications sur le Fossé rhénan.
- SCHIRARDIN J. (1953) — Les surfaces pré-tertiaires dans la vallée du Rhin en Alsace. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 236, p. 1806-1808.
- SCHNAEBELE R. (1948) — Monographie géologique du champ pétrolifère de Pechelbronn. *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 7, 254 p.
- SCHUMACHER E. (1890) — Die Bildung und der Aufbau des Oberrheinischen Tieflandes. *Mitt. Comm. Geol. Landesuntersuch. Els. Loth.*, 2, 3, p. 184-401.

- SITTLER C. (1965) – Le Paléogène des Fossés rhénan et rhodanien. Études sédimentologiques et paléoclimatiques. *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 24, 392 p.
- SITTLER C. (1967) – Le soubassement et le remplissage sédimentaire du Fossé rhénan au niveau du bassin de Pechelbronn et du seuil d'Erstein. Coupes géologiques à travers le Fossé rhénan. *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, n° 26, p. 69-80.
- STÄBLEIN G. (1968) – Reliefgeneration der Vorderpfalz. Würzburger geographische Arbeiten. *Geogr. Institut Würzburg*, 23.
- STCHEPINSKY A. (1963) – Étude des Ostracodes du Stampien d'Alsace et complément à l'étude des Ostracodes du Sannoisien d'Alsace. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 16, 3, p. 151-174.
- STIEBER A. (1964) – Découvertes archéologiques faites en 1962 dans la région de Haguenau lors de la pose du pipe-line sud-européen. *Études haguénoviennes*, nouvelle série, 1962-1964, t. IV, p. 119-135.
- SUESS H. (1961) – La microfaune de l'Oligocène en Alsace et son application en stratigraphie. Rapport interne Prepa, 7 p.
- VEIT E. (1962) – Die Öl- und Gasvorkommen der Südpfalz ausserhalb von Landau. *Abh. Geol. Landesamt. Baden-Württemberg*, 4, p. 103-122, Freiburg i. Br.
- VOGT J. (1970) – Un bel exemple d'érosion historique des sols dans le Nord de la plaine d'Alsace. *Bull. Ass. philom. Als. Lorr.*, 14, p. 53-55.
- WERNERT P. (1940) – Le rôle régulateur des lacs alpins et la formation des alluvions pléistocènes récentes du Fossé rhénan. *C.R. Acad. Sci.*, t. 211, p. 292-295.
- WERVEKE L. van (1892) – Über das Pliozän des Unter-Elsass. *Mitt. geol. Landesamt. Els. Lothr.*, 3, p. 139-157.
- WOLDSTEDT P. (1969) – Handbuch der stratigraphischen Geologie 2, Quartär. Enke Verlag Stuttgart.

Cartes géologiques à 1/80 000

Feuille n° 38 *Wissembourg* (1952), par G. Dubois et M. Jarovoy.

Feuille n° 54 *Saverne* (1949), par G. Dubois et M. Jarovoy.

Feuille n° 55 *Lauterbourg* (1952), par G. Dubois et M. 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 soit au S.G.R. Alsace, 204 route de Schirmeck, 67200 Strasbourg, soit au B.R.G.M., 6-8 rue Chasseloup-Laubat, 75015 Paris.

ÉTUDES SPÉCIALISÉES

Déterminations paléontologiques

- *Palynologie* (Lettenkohle, Keuper, Pliocène) : J.J. CHÂTEAUNEUF et G. FARJANEL, laboratoire de palynologie, B.R.G.M. Orléans.
- *Microfaune* des formations tertiaires : Dr. F. DOEBL (Landau - R.F.A.).
- *Flore* du Pliocène et du Quaternaire
- *Malacofaune* du Pliocène et du Quaternaire } F. GEISSERT

Études sédimentologiques

- *Granulométrie* (sables et lèss) : laboratoire de sédimentologie, B.R.G.M. Orléans.
- *Minéralogie*
 - Diffractionométrie : C. JACOB, Département laboratoire B.R.G.M. Orléans.
 - Minéraux lourds : Dr. MAUS (Pliocène et Quaternaire), Geologisches Landesamt, Freiburg-im-Breisgau (R.F.A.).

AUTEURS DE LA NOTICE

Notice élaborée et rédigée par Fritz GEISSERT et François MÉNILLET, avec la collaboration de Jean-Pierre BOUDOT pour les données pédologiques et de A. THÉVENIN, directeur de la circonscription des antiquités préhistoriques pour les vestiges archéologiques.

Le paragraphe hydrogéologie a été rédigé par Pierre SCHWOERER, ingénieur géologue, géologue en chef, cadre F.O.M., détaché au service géologique régional d'Alsace et de Lorraine.

TABLEAU II

TABLEAU D'ÉQUIVALENCE DES NUMÉROS D'ARCHIVAGE
 AU SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
 DES SONDAGES PÉTROLIERS ET DE LEURS NUMÉROS INITIAUX
 (SOCIÉTÉS PEHELBRONN S.A.E.M. et P.R.E.P.A.)

Feuille Lembach (n° 168)

8-50 Schoenenbourg

Feuille Wissembourg (n° 169)

5-50 Oberhof
 5-51 G1
 5-52 G2
 5-53 Hunsbach 1917
 5-54 Riedseltz 1
 5-55 Oberseebach 1
 5-56 Oberseebach 2
 5-57 Altenstadt 1
 5-58 3742
 5-59 3747
 5-60 3784

 7-51 Scheibenhard 1
 7-52 Scheibenhard 2
 7-60 Scheibenhard 10
 7-61 Scheibenhard 11
 7-62 Scheibenhard 12
 7-63 Scheibenhard 13
 7-64 Scheibenhard 14
 7-65 Scheibenhard 15
 7-66 Scheibenhard 101
 7-67 Scheibenhard 102
 7-68 Scheibenhard 18
 7-70 Scheibenhard 20
 7-71 Scheibenhard 21
 7-73 Scheibenhard 23
 7-77 Scheibenhard 32
 7-78 Scheibenhard 33
 7-79 Scheibenhard 17

Feuille Haguenau (n° 198)

(seulement sur la carte fig. 3 et
 sur les coupes fig. 4)

3-25 1266 Pechelbronn Thermal
 3-26 Dieffenbach 1
 3-27 Dieffenbach 2
 3-28 4036

 4-20 4616
 4-21 3661
 4-22 3956
 4-23 3912
 4-24 3692
 4-25 Reimerswiller 1

 6-21 3590
 6-22 4687
 6-25 Haguenau 3

 7-32 Haguenau 2
 7-33 Haguenau 1

 8-28 Schirrhein 10
 8-30 Schirrhein 1-4770
 8-31 Schirrhein 11
 8-37 Schirrhein 12
 8-38 Kaltenhouse 1

Feuille Seltz (n° 199)

1-50	Oberroedern 1	5-51	Donau 1 (4716)
1-51	Hatten 1	5-52	Donau 2 (4742)
1-52	Aschbach 1	5-53	Donau 3 (4755)
1-53	Hunspach 1	5-54	Donau 4 (4756)
1-54	Rittershoffen 4	5-57	Donau 5bis (4762)
1-55	Leiterswiller	5-58	Donau 8
1-56	Rittershoffen 1 (4712)	5-59	Donau 9
1-57	Rittershoffen 2 (4747)	5-60	Donau 10
1-58	Rittershoffen 3 (4776)	5-61	Donau 11
1-59	Stundwiller 1	5-62	Donau 12
		5-63	Donau 13
2-50	Wintzenbach 1	5-66	Donau 16
2-51	Croettwiller 1	5-67	Donau 17
2-52	Croettwiller 2	5-68	Donau 18
2-53	Niederroedern 1	5-69	Donau 19
2-54	Niederroedern 2	5-70	Donau 20
2-55	Niederroedern 101	5-71	Donau 21
2-56	Schaffhouse 1		
2-57	Schaffhouse 2	5-77	Schirrhoffen 1
2-58	Schaffhouse 3	5-78	Schirrhoffen 2
2-59	Forstfeld 1 (4765)	5-79	Schirrhoffen 3
2-60	Beinheim 3 (4778)	5-86	Soufflenheim 6
2-61	Trimbach 1	5-88	Soufflenheim 8
2-62	Kubelmühl 1	5-89	Soufflenheim 9
2-63	Oberlauterbach 1	5-91	Soufflenheim 11
2-64	Oberlauterbach 2	5-93	Soufflenheim 13
		5-94	Soufflenheim 14
3-50	Scheibenhard 16	5-95	Soufflenheim 15
3-51	Neuwiller 1	5-97	Soufflenheim 17
3-52	Wintzenbach 2	5-98	Soufflenheim 18
		5-99	Soufflenheim 18
		5-100	Soufflenheim 20
		5-101	Soufflenheim 21
		6-51	Roeschwoog 1* (4749)
		6-52	Rountzenheim 1 (4786)
		6-53	Beinheim 1 (4774)
		6-54	Beinheim 2 (4777)
		6-55	G5 (Roeschwoog ancien)

* ou Auenheim.

TABEAU IV
MINÉRAUX LOURDS* DE SABLES ALLUVIAUX
D'ÂGE PLIOCÈNE OU QUATERNAIRE ANCIEN

Références			Minéraux lourds (% relatifs)										Localisation				
N° échantillon 1973	Formation (notation)	Profondeur (m)	tourmaline	zircon	biotite	anatase	rutile	hornblende verte	épidote	grenat	staurotite	disthène	apatite	Commune	Coordonnées Lambert		Coupure
															x	y	
GFA 1	Fx-yv	2	34	7	6	15		9	28	1				Soufflenheim	1012,080	140,425	S5
GFA 4	FWR	6				1	1	63	23	2	6	1	2	Soufflenheim	1012,080	140,425	S5
GFA 9	Pré-Mindel	7	19	10	6	16	1	11	25	9	3			Soufflenheim	1012,080	140,425	S5
GFA 10	p		27	35	2	16	3	3	12	1	1			Soufflenheim	1012,350	141,625	S5
GFA 11	FWR	0,2		2		2		30	32	32	4	2		Neewiller	1023,500	155,450	S3
GFA 12 (= GFA 6)	FWR	3		2		3		4	41	50				Scheibenhart (Palatinat)	1026,825	158,750	W7
GFA 13 (= 43415)	FWR	7	2	2	1	1	1	15	68	9	2		2	Mothern	1026,650	154,625	S3
GFA 14	FLva	42	6	14				38	28	10				Fort-Louis sondage 199-6-14	1020,975	138,425	S6

Minéraux significatifs :

- la forte teneur en tourmaline caractérise, en basse Alsace les sables d'origine vosgienne.
- la forte teneur relative en zircon, caractérise localement les sables d'âge pliocène, en place (GFA 10) ou remaniés (GFA 14). L'échantillon GFA 14 contient en outre un fort pourcentage relatif de dolomite, incompatible avec un âge pliocène.
- les fortes teneurs relatives en hornblende verte, épidote et grenat, caractérisent en Alsace les sables d'origine alpine.

Numéro B.R.G.M. du sondage sur la carte		6-53	6-51	5-51	5-52	5-57	1-54	1-58	1-56	1-57	(168) - 8 - 50	(169) - 5 - 50	(169) - 7 - 67		
Lieu (commune ou lieu-dit)		Beinheim	Auenheim	Soufflenheim			Rittershoffen				Schœnenb.	Oberhoffen	Scheibenh.		
Numéro du sondage		4774 (Ac Be 1)	4749 (Ac Ro 1)	4716 (Ac Do 1)	4742 (Ac Do 2)	4762 (Ac Do 5 bis)	(Ac Rt 4)	4776 (Ac Rt 3)	4712 (Ac Rt 1)	4747 (Ac Rt 2)	P.S.A.E.M. P.R.E.P.A.	P.S.A.E.M.	(Sch. 102) P.R.E.P.A.		
Société de forage		P.S.A.E.M.	P.S.A.E.M.	P.S.A.E.M.	P.S.A.E.M.	P.S.A.E.M.	P.R.E.P.A.	P.S.A.E.M.	P.S.A.E.M.	P.S.A.E.M.	P.S.A.E.M.	P.S.A.E.M.	P.R.E.P.A.		
Année de réalisation		1953	1952	1951	1952	1952	1958	1954	1951	1952	1954	1932	1958		
Coordonnées Lambert		x 1021,050	1016,880	1013,875	1012,200	1010,810	1009,620	1008,875	1010,635	1010,600	1008,080	1008,760	1022,120		
y		144,470	139,975	142,530	142,800	142,770	146,790	147,225	149,250	149,635	155,295	155,340	157,340		
Cote au sol (Plio-Quaternaire)		116	119	131	134	134	138	137	176	158	196	183	140		
OLIGOCÈNE	CHAT.	Couches de Niederrœdern	m 1 a g 3	14 +	107 +	-	-	-	-	-	-	-	-	110 +	
		STAMPIEN RUPÉLIEN	Marnes à Cyrènes Couches à Melettes	g 2 c	- 454 - 644	- 876 - 1094	-	-	754 -	68 -	-	-	-	-	- 310 +
	LUDIEN LATORPIEN		Schistes à Poissons Marnes à Foraminifères	g 2 a - b	- 891 - 907	- 1318 - 1328	- 159 - 169	- 154 - 158	- 382 - 394	- 3 - 58 Absents (tectonique)	112 12	71 - 75	75 - 66	61 46	- 67 +
		LUDIEN LATORPIEN	Couches de Pechelbronn	Sup. g ¹ Moy. C. à Hydrobies Inf.	- 929 - 1362	- 1339 - 1371	- 179 - 411	- 178 - 420	- 404 - 611	- 208 - 372	- 250 - 426	- 334 - 521	- 332 - 510	29	- 107
	LUDIEN LATORPIEN		Couche rouge		-	-	-	-	- 672	-	-	-	-	-	-
		LUDIEN LATORPIEN	Zone dolomitique		- 1504	- 1491 - 1590	- 615	- 621	- 696 - 891	-	-	-	-	-	-
	LUDIEN LATORPIEN		Zone de transition		- 2331	-	+	+	+	- 847	- 883	- 1031	- 1028	-	-
		EOCÈNE	DOGGER	Bathonien		- 2342	- 1760	-	-	-	-	-	-	-	-
	Bajocien				- 2359	- 1775	- 1055	- 985	- 903	- 874	- 906	- 1044	- 1037	-	-
	LIAS		Aalénien		- 2404	- 1895	- 1114	- 1039	- 971	- 895	- 948	- 1059	- 1042	- 613	-
Toarcien inférieur (marnes à Posidonomes)					- 2015	- 1229	- 1119	- 1063	- 962	- 1061	- 1168	- 1150	- 636	-	- 1540
LIAS	Pliensbachien Marnes à Ovoïdes				- 2028	+	+	+	+	- 1073	+	+	+	+	- 1550
	Calcaires à <i>P. davoei</i>				- 2097	+	- 1195	- 1139	- 1137	- 1242	- 1226	- 716	-	-	- 1602
LIAS	Marnes à <i>Z. numismalis</i>				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	Sinemurien Calcaires à <i>Raricostatus</i> Marnes				- 2104	+	+	+	+	+	+	+	+	+	- 1610
LIAS	Hettangien Calcaires à Gryphées				- 2142	- 1300	- 1236	- 1178	- 1175	- 1282	- 1265	- 761	-	-	- 1629
	Rhétien				- 2168	- 1324	- 1264	- 1200	- 1197	- 1304	- 1286	- 782	-	-	- 1653
TRIAS	KEUPER	Supérieur	t 9	- 2186	- 1344	- 1276	- 1222	- 1207	- 1326	- 1309	- 811	-	-	- 1670	
		Moyen	t 8	- 2222	- 1375	+	- 1261	- 1259	- 1360	+	- 846	-	-	- 1728	
	MUSCHELKALK	Grès à Roseaux		- 2233	- 1381	- 1331	- 1267	+	+	- 1355	+	+	+	-	
		Inférieur	t 7	- 2247	- 1396	- 1333	- 1285	- 1284	- 1377	- 1432	- 876	-	-	- 1757	
	MUSCHELKALK	Lettenkohle	t 6	- 2348	- 1507	- 1432	- 1387	- 1381	- 1454	- 1447	- 981	-	-	- 1861	
		Supérieur	t 5	- 2482	- 1541	- 1468	- 1421	- 1408	- 1477	- 1480	- 1010	-	-	- 1902	
	MUSCHELKALK	Moyen	t 4	- 2486	- 1590	- 1522	- 1476	- 1465	- 1529	- 1497	- 1070	-	-	- 1955	
		Inférieur	t 3		- 1652	- 1526	- 1482		- 1579		- 1074	-	-	- 2002	
	Buntsanstein sup.	Grès à <i>Voltzia</i>	t 2		- 1699	- 1699	- 1634	- 1677	- 1634	- 1677	- 2059	-	-	- 2059	
		Couches intermédiaires			- 1759	- 1759	- 1759	- 1759	- 1759	- 1759	- 2294	-	-	- 2294	
Buntsanstein sup.	Conglomérat principal	t 1 c		- 1759	- 1759	- 1759	- 1759	- 1759	- 1759	- 2294	-	-	- 2294		

TABLEAU I

Choix de sondages profonds:

LÉGENDE

- 66 } Cote du toit des formations g
- 154 } Niveau géologique présent, cote non précisée
- +
- Niveau géologique absent
- 1225
- 2294
- 1225
- 1497
- 1497
- 1540
- 1550
- 1602
- 1610
- 1629
- 1653
- 1670
- 1728
- 1757
- 1861
- 1902
- 1955
- 2002
- 2059
- 2294

- ABRÉVIATIONS :
- P.S.A.E.M. : Pechelbronn, Société Anonyme d'Exploitations Minières
 - P.R.E.P.A. : Prospection, Recherches et Exploitations Pétrolières en Alsace