



## FERRETTE

**CARTE  
GÉOLOGIQUE  
A 1/50 000**

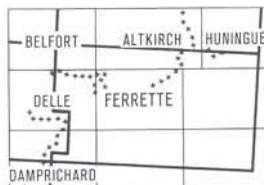
BUREAU DE  
RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES  
ET MINIÈRES

# FERRETTE

XXXVII-22

2<sup>e</sup> ÉDITION

La carte géologique à 1/50 000  
FERRETTE est recouverte par la coupure  
FERRETTE (N° 115)  
de la carte géologique de la France à 1/80 000



MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE  
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL  
Boîte postale 6009 – 45018 Orléans Cédex – France



# NOTICE EXPLICATIVE

## INTRODUCTION

### *CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DE LA CARTE*

La deuxième édition de la feuille Ferrette à 1/50000 représente essentiellement, au premier abord, un progrès graphique par rapport à la première édition déjà ancienne (1934). Le travail de coordination et de synthèse a été effectué, avec l'accord de la Commission géologique suisse, à partir de cartes géologiques régulières suisses publiées à 1/25000 entre 1963 et 1969, de divers documents cartographiques extraits de publications et de nouveaux levés géologiques effectués dans le Jura alsacien.

Les perfectionnements ainsi apportés sont d'ordre :

- structural : nouvelle image des anticlinaux du Blauen, du Landskron, et de l'extrémité ouest de l'anticlinal du Vorburg ;
- tectonique : tracés de lignes de chevauchement (anticlinaux du Blauen, du Landskron et du Vorburg) ; reports de nombreuses mesures de pendages ;
- stratigraphique : subdivision des étages du Lias (Sud et Est de la feuille), extension du recouvrement pontien vers le Nord (bassin de Charmoille et Sundgau). nouvelle cartographie du tertiaire d'Oltingue.

Le choix des couleurs de la deuxième édition, conforme aux autres cartes du Jura français, permet d'avoir, par ailleurs, une vue d'ensemble améliorée de la feuille sur laquelle les grandes lignes structurales apparaissent d'emblée au lecteur même non averti.

### *PRESENTATION DE LA CARTE*

La feuille Ferrette couvre la terminaison nord-est du Jura plissé franco-suisse et se trouve située dans la prolongation méridionale du fossé rhénan.

Elle recouvre deux régions naturelles :

Au Nord, le *plateau du Sundgau*. Il s'agit d'une surface largement ondulée dont l'altitude varie en moyenne de 450 à 470 mètres. Le plateau à soubassement rupélien et chattien, gauchi et faillé, est recouvert de graviers villafranchiens et quaternaires et de loess. 1\ est drainé par de nombreux cours d'eau (Birse, Ill, Largue, etc.).

Au Sud, les *chaînes du Jura plissé*. On y distingue des faisceaux de plis et des bassins tertiaires.

Les premiers chaînons du Jura alsacien ou Jura de Ferrette, en territoire français, sont nettement détachés de l'ensemble de la chaîne et avancés vers le Nord entre les tables de l'Ajoie à l'Ouest et le Jura tabulaire bâlois à l'Est. Leur fait suite, en territoire suisse, une série d'anticlinaux déversés ou chevauchants vers le Nord. Les plis d'orientation générale Est-Ouest sont fréquemment arqués, découpés ou déchirés par des accidents de direction rhénane (N 20°). Les chaînons s'étagent de 600 à 1000 m et culminent au Grand Mont à 1078 m dans l'angle sud-est de la feuille.

Dans la zone interne de la chaîne se développent des bassins tertiaires, larges cuvettes synclinales aux contours de parallélogramme. Le plus important est le bassin de Delémont dont la moitié nord occupe la bordure sud de la carte ; plus réduits sont les bassins de Laufen à l'Est et celui de Charmoille à la limite ouest de la feuille. Leur altitude moyenne est de 500 mètres.

### HISTOIRE GEOLOGIQUE

**Vue d'ensemble.** L'histoire géologique régionale est résumée sur le tableau ci-après.

**Histoire du plissement jurassien dans le domaine de la carte.** L'histoire du plissement jurassien s'inscrit dans l'évolution tectonique générale de la région jurasso-rhénane.

A l'Oligocène inférieur (Lattorfien) après une longue phase d'émersion partielle (Kimméridgien moyen à Éocène) un réseau de failles subméridiennes (Nord-Sud et S.SW-N.NE) découpe le Sundgau et le fossé rhénan qui commence à s'affaïsser. Le Sundgau est envahi par la lagune du fossé rhénan. Le bassin de Delémont continue à se déprimer et est occupé par un lac. Sur les failles d'orientation S.SW-N.NE du socle profond s'installent des flexures (forêt de la Montagne, Caquerelle à la bordure ouest, Landskron en marge du bassin de Wolschwiller, Vicques et Develier dans le bassin de Delémont).

A l'Oligocène moyen (Rupélien) la mer envahit toute la région, nivelant failles et flexures. La région située à l'Ouest de la flexure rhénane continue à être recouverte par la mer au début du Chattien ; puis s'installe progressivement un régime lacustre d'abord dans le bassin de Delémont, ensuite dans celui de Laufen puis dans le Sundgau. Ce cycle de dépôts se termine avec les calcaires d'eau douce de Delémont.

La surrection des Vosges et de la Forêt-Noire au début du Miocène ainsi que le relèvement du fossé rhénan méridional s'accompagnent d'une transgression marine venant du Sud. Elle atteint à l'Helvétien le bassin de Delémont (bord est) et de Laufen. L'érosion qui suit le retrait de la mer se manifeste par des dépôts de cailloutis dans les bassins de Charmoille, de Laufen et de Delémont.

Alors commence la phase de plissement jurassien proprement dit : plis Est-Ouest, déversés vers le Nord, étroitement guidés par les failles et flexures anciennes qui jouent le rôle de rail guide dans les mouvements de décrochement. Ainsi s'individualise, accompagnée de dislocations locales et d'arcatures, l'avancée frontale du Jura alsacien entre les plateaux de l'Ajoie à l'Ouest et le Jura bâlois à l'Est. En outre, les phénomènes tectoniques, soulignés par l'importance des plis, leur déversement et leur chevauchement, sont croissants du Nord au Sud de la région. Les étapes du plissement peuvent être suivies dans le détail grâce aux lambeaux témoins de cailloutis pontiens qui parsèment la chaîne (sables et cailloutis vosgiens à l'Ouest, cailloutis de la Forêt-Noire à l'Est).

Le plissement se termine après le Pontien, exagérant les plis précédemment édifiés et déformant la surface sur laquelle s'étaient déposés les dépôts pontiens.

Le drainage de la région s'inverse et se fait vers le Nord. Le Rhin étend son cours et répand les cailloutis du Sundgau sur l'avant-pays. Le réseau hydrographique actuel s'installe rapidement après les dernières manifestations du plissement reconnaissables dans les terrasses déformées des graviers de couverture (Deckenschotter).

## DESCRIPTION DES TERRAINS

### TERRAINS NON AFFLEURANTS

Les renseignements utilisés pour la description des terrains non affleurants de la feuille Ferrette sont tirés de deux sondages profonds exécutés sur les feuilles voisines ; il s'agit des forages de Buix (Suisse) (1918), situé sur la feuille Delle (nO 475). et de Knoeringue (1958-59) situé sur la feuille Altkirch-Huningue (nO 445-446).

#### PRIMAIRE

**Granite.** Le granite a été touché par le forage de Knoeringue à une profondeur de 2123 m (cote du sol : 437,65). Le log descriptif ne mentionne aucun détail d'ordre pétrographique.

**Permien** (611 m à Knoeringue). Schistes argileux rouges, verts et violets, et grès très cimentés à grain grossier passant localement à des conglomérats dans la partie moyenne ; quelques bancs de grès dolomitique dans la partie inférieure.

#### TRIAS

**Buntsandstein** (120 m à Knoeringue).

- A la base : conglomérat quartzeux, argile rouge, passées de grès marneux et dolomitiques (74 m à Knoeringue) ; grès conglomératique et grès rouges et gris, argileux.
- Au sommet : grès gris, verts et rouges.

**Muschelkalk inférieur** (35 à 40 m).

- Grès gris verdâtre ou rouge, argileux et micacé ; dolomie (1,6 m) : équivalent du Grès coquillier.
- Marnes gris sombre à *Lingula* sp., *Gervilleia socialis* et *Myacites* (28,8 m) : équivalent du Wellenkalk et de marnes à *Myacites*.
- Anhydrite compacte en banc et marne dolomitique (« marne puante ») (4,2 m).

**Muschelkalk moyen** (89 m à Knoeringue, 137 m à Buix). Epais niveaux d'anhydrite et sel à la base ; marnes, dolomies et petits bancs d'anhydrite au sommet.

**Muschelkalk supérieur** (51 à 55 m).

- Calcaire à entroques : calcaire gris sombre à noir veiné d'anhydrite (23 m).
- Couches à Cératites: calcaire gris fumée à cassure esquilleuse, à veines d'anhydrite (16 m).
- Calcaire à Térébratules : calcaire dolomitique jaune clair à bancs lumachelliques (12m).

**Lettenkohle** (23 à 33 m).

Dolomie inférieure.

Argiles gris-bleu à noir avec bone bed.

« Dolomie-limite » : dolomie claire (1,1 m).

### TERRAINS AFFLEURANTS

#### TRIAS

**t. Trias indifférencié : Keuper et Rhétien** (100 m environ). Les affleurements du Keuper et du Rhétien percent le cœur de l'anticlinal du Vorburg et sont bien représentés dans la région de Biirschwil.

**Keuper.** Il comprend les éléments suivants :

- argiles et marnes versicolores à gypse (Gypskeuper) ; des lentilles de gypse sont encore exploitées à Biirschwil ;
- « Grès à Roseaux » : bancs de grès brun-rouge, à grain fin, micacé et à débris de

## HISTOIRE GÉOLOGIQUE

ÉTAGES	TYPE DE SÉDIMENTATION	PALÉOGÉOGRAPHIE	TECTONIQUE
QUATERNAIRE VILLAFRANCHIEN	dépôts fluviatiles, édification de terrasses, dépôts éoliens dépôts continentaux fluvio-lacustres	drainage de la région vers le Nord : le Rhin coule vers la mer du Nord  drainage vers l'Ouest et le Sud-Ouest : le Rhin s'écoule vers la Méditerranée par la trouée de Belfort	affaissement du fossé rhénan et relèvement des bords du fossé rhénan  1,5 MA
PLIOCÈNE			6 MA
MIOCÈNE supérieur (Pontien) moyen et inférieur	dépôts continentaux fluviatiles	relèvement du fossé méridional : émergence	reprise des plissements et déformation des sédiments pontiens (voir l'histoire du plissement) phase de plissement jurassien suivie d'une période d'érosion  25 MA
OLIGOCÈNE supérieur moyen inférieur	dépôts lacustres et fluviatiles : molasse sédimentation marneuse dépôts marins à saumâtres	régime lagunaire puis lacustre incursion marine à partir du Nord invasion marine venue du Sud	érosion et nivellement des accidents  failles et flexure N.NE-S.SW du Jura (Forêt de la Montagne, Landskron, Caquerelles, etc.), failles N-S et N.NE-S.SW du fossé rhénan et du Sundgau : effondrement progressif
ÉOCÈNE	dépôts lacustres dans les dépressions ; remaniements détritiques (Sidérolithique)	émersion	phase pyrénéenne — 37 MA —  phase laramienne : ondulation de la surface prétertiaire — 65 MA —
CRÉTACÉ	lacune de sédimentation	émersion de l'ensemble Vosges-Forêt Noire	érosion : karstification des niveaux du Jurassique
	émersion à partir du	Kimméridgien moyen	phase néocimmérienne — 142 MA —
JURASSIQUE MALM DOGGER LIAS	sédimentation carbonatée récifale dépôts carbonatés : marnes et calcaires, calcaires oolithiques sédimentation de marnes, argiles et calcaires	régime marin tendance à l'émersion régime marin, avec émergences locales invasion marine, mer profonde	phase éocimmérienne — 195 MA —
TRIAS KEUPER MUSCHELKALK BUNTSANDSTEIN	dépôts marno-argileux ; évaporites : gypse et sel sédimentation calcaro-marneuse avec évaporites dépôts détritiques estuariens ou deltaïques : grès, conglomérats, argiles	milieu marin invasion marine régime continental et saumâtre	phase palatine — 225 MA —
PERMIEN	dépôts d'argiles, grès, arkoses, et conglomérats	régime continental	fin de la tectogenèse hercynienne
CARBONIFÈRE inférieur	socle hercynien granitique	Vosges - Forêt-Noire	plissements et granitisations hercyniens 345 à 325 MA

N.B. : Les indications de ce tableau doivent être lues du bas vers le haut.

MA : Millions d'années.

plantes, alternant avec des marnes et des dolomies (20 m) ;

- marnes dolomitiques en dalles, anciennement exploitées pour la chaux hydraulique (18 m) ;

- marnes bariolées à passées dolomitiques (40 m).

**Rhétien** (5 à 7 m). Il borde de manière continue la limite Keuper-Lias mais les affleurements sont rares. Bancs gréseux gris ou blancs, altérés en jaune à minces lits charbonneux, à rares Bivalves mal conservés et restes de Poissons (bone bed), alternant avec des argiles noires feuilletées.

#### JURASSIQUE INFÉRIEUR ET MOYEN

**I. Lias à Bajocien inférieur.** Constitués par des bancs alternants marneux, argilo-calcaires et calcaires, ces niveaux forment le cœur des plus importantes structures anticlinales (Forêt de la Montagne, Buchberg, Movelier, Vorburg). Ces terrains ont été distingués dans l'anticlinal du Vorburg grâce à l'abondance des fossiles ; ils forment un liséré continu autour des affleurements du Trias, en particulier autour de Biirschwil à l'Est et dans la région d'Asuel à l'Ouest.

#### I2-5. Hettangien à Toarciens

**Hettangien.** Le calcaires sableux et bréchiques à *Gryphaea arcuata* et *Radula pectinoides* affleurants au Sud-Ouest de Biirschwil pourraient représenter cet étage.

**Sinémurien s. str.** (2 m). Calcaire de teinte gris foncé en bancs durs, bien exprimés dans la topographie, séparés par des intercalations marneuses. *Gryphaea arcuata* et Ariétites à la base et *Vermiceras liasicum* au sommet.

**Lotharingien-Carixien.** Calcaires gris foncé tendres et marnes noirâtres peu micacées à *Aegoceras armatum*, *Lima*, *Gryphaea obliqua* et *Zeilleria numismalis*.

**Domérien-Toarciens.** Non observables sur la feuille.

**I6. Aalénien inférieur :** marnes à *Leioceras opalinum* (100 m). Marnes argileuses et argiles gris sombre, schisteuses et micacées ; elles affleurent mal car sujettes à d'amples glissements de terrain. Rares *Posidonomya suessi* et *Leioceras opalinum* dans la partie inférieure ; abondantes concrétions calcaires dans les niveaux supérieurs. Épaisseur (70 à 100 m) souvent exagérée ou réduite par la tectonique.

**j1a. Aalénien supérieur à Bajocien inférieur.** Couches à *Ludwigia munchisonae*, *Stephanoceras humphriesianum* et *Teloceras blagdeni* (70 à 100 m).

Ces terrains ont été distingués dans les anticlinaux du Blauen, de Movelier et du Vorburg. Ce sont (de bas en haut) :

- **Les calcaires argileux à oolithes ferrugineuses à *Ludwigia munchisonae*, *L. baylei* et *Leioceras helpeticum*** (0,5 à quelques mètres dans les chaînes de Movelier et du Vorburg) ; dans la chaîne du Blauen, ces niveaux épais de 20 m, prennent un faciès sablo-marneux à la base et de calcaire spathique brun-rouille au sommet.

- **Les calcaires gris et calcaires coralligènes à *Stephanoceras humphriesianum*.** Dans l'anticlinal du Vorburg, cette série débute par les marnes argileuses sableuses et micacées à *Sonninia sowerbyi* et *Inoceramus polyplocus* (0,5 m), se poursuit par des calcaires micacés et sableux et marnes à empreintes de *Cancellophycus* (50 m).

Au sommet : calcaires à oolithes ferrugineuses et marnes alternant avec des calcaires sableux gris à *Stephanoceras humphriesianum*, passant à des faciès coralligènes vers le Nord et l'Ouest (12 m). Dans la chaîne du Blauen, on connaît à ce niveau des calcaires grossiers durs coralligènes (faciès du Blauen) d'une épaisseur de 10 mètres.

- **Les calcaires argileux à *Teloceras blagdeni*** (20 à 25 m) à niveaux de nodules de calcaires argileux ou gréseux à fossiles silicifiés ; au sommet, bancs de calcaire oolithique.

**j1b-2. Bajocien supérieur à Bathonien inférieur :** Grande oolithe (100 à 110 m). La Grande oolithe souligne sur la carte géologique les grandes directions structurales des

principaux anticlinaux (chaînes de la Forêt de la Montagne, du Glaserberg, du Blauen, du Buchberg, de Movelier et du Vorburg). Elle présente une succession de niveaux de calcaires oolithiques entrecoupés de niveaux marneux fossilifères. De bas en haut :

**Oolithe inférieure ou « Oolithe subcompacte »** (80 m) (Bajocien supérieur) :

- calcaires argileux oolithiques à Coraux, *Cidaris meandrina* et Térébratules ;
- calcaires oolithiques brunâtres dominants ; vers le sommet, un banc de « momies ».

**Marnes à Acuminata** (2 à 10 m) :

- calcaire argileux riche en fossiles : *Liostraea acuminata*, *Homomya gibbosa*, *Avicula*, *Lima*, *Pecten*, *Ostrea* et Gastéropodes.

**Oolithe supérieure** (20 m) (Bathonien inférieur) :

- marnes brun clair peu fossilifères ;
- calcaire argileux oolithique fossilifère (= couches de Movelier) à *Terebratula movelierensis* avec au sommet un banc de « momies » ;
- calcaire marneux à *Parkinsonia ferruginea*, *Clypeus ploti*, *Echinobrissus clunicularis* ;
- calcaire à oolithes grossières, brun rougeâtre se terminant par une surface taraudée couverte d'*Ostrea explanata*. Localement (chaîne du Vorburg) des calcaires clairs finement grenus (Pierre blanche) terminent cette série.

j3. **Bathonien supérieur et Callovien** (25 à 50 m). Groupés pour des raisons de faciès, ces niveaux forment avec le Bajocien le cœur des anticlinaux du Jura plissé.

Calcaire argileux et sableux roux il *Rhynchonello varians* (Bathonien supérieur) (10 m). Marnes très riches en Brachiopodes (*Rhynchonella varians*, *Acanthothyris spinosa*, *Terebratula globata*), *Ostrea knorri*, *Echinobrissus triangularis* et rares Ammonites. A l'Ouest de la feuille, ce faciès passe à des marno-calcaires ferrugineux peu fossilifères (calcaire roux sableux).

**Calcaire argileux à oolithe ferrugineuse (Callovien)**. On observe la succession suivante : - marnes sableuses grises à riche microfaune (Foraminifères et Ostracodes) et Échinodermes ;

- formation bréchiq ue à éléments d'Échinodermes, en dalles ou en bancs à stratification entrecroisée, d'épaisseur variable, c'est la « Dalle nacrée » à *Pentacrinus*, *Millericrinus*, *Acrosalenia hemicydaroides* et *Macrocephalites macrocephalus* ;
- oolithe ferrugineuse tendre à Ammonites (*Hecticoceras*, *Reineckeia*, *Kosmoceras*, *Peltoceras*).

## JURASSIQUE SUPERIEUR

### Oxfordien

j4. « **Oxfordien s. str.** » (70 à 90 m). Cet étage est bien développé sur l'ensemble de la feuille ; son épaisseur se réduit vers le Sud-Est, hors du domaine de la feuille où les marnes de la partie inférieure puis également les terrains il chailles sont biseautés. D'autre part, les épaisseurs des marnes oxfordiennes varient par suite des actions tectoniques : laminage et bourrage sont fréquents dans les flancs et les charnières de plis.

**Argiles il *Creniceras renggeri*** (30 m). Marnes bleues ou grises, souvent micacées, qui contiennent de petites Ammonites pyriteuses (*Creniceras renggeri*, *Ouenstedtoceras praelamberti*, *Hecticoceras suevum*) et une riche microfaune (Foraminifères, Ostracodes et Nannofossiles).

Dans le Jura plissé, les marnes oxfordiennes développent de belles combes aux prairies grasses contrastant avec les crêts calcaires de « Rauracien » couverts de forêts.

**Marnes sableuses à chailles** (30 à 50 m). C'est le « Terrain à chailles » constitué de marnes grises ou jaunes par altération, contenant des rognons ou des miches calcaires bourrées de fossiles silicifiés (*Cardioceras suessi*, *Ouenstedtoceras sutherlandiae*,

*Perisphinctes bernensis*) et se termine par des bancs de calcaire marneux à *Pholadomya exaltata* avec *Cardioceras cordatum* et *Macrocephalites opir*. A la base abondent *Rhynchonella thurmanni* et *Millericrinus horridus*.

j5-6. «**Rauracien** » (60 à 90 m). Il est bien représenté par une série essentiellement calcaire à faciès variés ; le passage aux faciès marneux de l'« Argovien » s'effectue à partir de l'angle sud-est de la feuille.

«**Argovien** ». Marnes bleues avec de minces niveaux de calcaires fins qui renferment de nombreuses Pholadomyes et plus rarement de gros *Perisphinctes* ; calcaires gris alternant avec de minces bancs de marnes ou de calcaires marneux contenant des débris souvent silicifiés de *Millericrinus horridus*, des radioles de *Cidaris florigemma* et de *Stomechinus perla tus* et localement des bancs de *Thamnastrea arachnoides*.

«**Rauracien inférieur** ». Gros bancs de calcaire fin ou oolithique, jaunâtre, passant à un calcaire compact à débris zoogènes. Au Blauen, ces niveaux sont fossilifères (*Nerinea suprajurensis*, *Cerithium blauenense*, *Pseudomelania athleta*, *Corbis bu vignieri*, *Arca laufenensis*, *Astarte robusta*, *Pecten vitreus*, etc.).

«**Rauracien supérieur** ». Le « Rauracien supérieur » est constitué de calcaire massif blanc, 001 ithique ou crayeux par zones, contenant alors des bancs ou des nodules de silex zonés. Au Nord et à l'Ouest de Ligsdorf ont été recueillis *Aspidoceras perarmatum*, *Perisphinctes subrota*, *Terebratulina insignis*, *Diceras arietinum*. Dans les chaînons à l'Est, à l'extrémité du Glaserberg et du Blauen, on rencontre un calcaire récifal compact ; à l'Ouest (région d'Asuel) prédominent des faciès crayeux de calcaires purs, blancs et relativement tendres (craie de Saint-Ursanne) renfermant des récifs et des brèches corail igènes.

j7. «**Séquanien** » (100 à 160 m). Dans le Jura, le « Séquanien » développe de puissantes assises aux faciès litho logiques variés. Les calcaires (lithographiques, oolithiques, coralligènes) très développés prédominent sur les marnes. Les changements de faciès se font d'Est en Ouest.

j7 s. «**Séquanien inférieur** ». De bas en haut ;

- calcaires gris-brun lités, à rares fossiles (*Isocardia excentrica*, *Trigonia clavellata*) passant latéralement à des faciès oolithiques ou finement bréchiques ;

- . série marneuse, légèrement sableuse de teinte jaune-roux renfermant *Natica turbiniformis*, *Modiola imbricata*, *Cidaris baculifera*. Les marnes sont entrecoupées de bancs de calcaires à oolithes, de brèches et de grès calcaires.

j7b. «**Séquanien moyen et supérieur** ». De bas en haut :

- banc de calcaire oolithique à Nérinées,
- calcaire en plaquettes pétris d'Astartes et riches en Trigonies avec des lentilles de calcaires à Polypiers,
- banc repère de calcaire pisolithique jaune,
- marnes grumeleuses grises ou jaunes fossilifères (*Zeilleria humeralis*, *Rhynchonella corallina*, *Apicrinus meriani*) contenant des bancs consolidés de lumachelles ou de débris de Crinoïdes,
- calcaires compacts en gros bancs à fossiles rares (*Trichites saussurei*, *Ceromya excentrica*, *Mytilus perplicatus*),
- calcaires oolithiques et crayeux à Nérinées.

j8a **Kimméridgien inférieur** : Calcaires argileux à *Harpagodes oceani* et marnes. Largement entamé par l'érosion, le Kimméridgien n'est plus représenté sur toute la feuille : il manque dans le Nord-Est et subit en outre d'importantes variations de faciès et d'épaisseur (30 à 60 m). Les faciès marneux (faciès de Porrentruy) dominent dans le Nord-Ouest de la feuille tandis que la zone sud-est est essentiellement calcaire (faciès de Moutiers-Soleure). Le Kimméridgien présente la succession suivante (de bas en haut) :

- marnes grumeleuses à *Harpogodes oceani*, *Rhynchonella pinguis*, *Exogyra bruntrutana* ;

- calcaires marneux compacts jaunâtres ; les calcaires marneux et les marnes sous-jacentes renferment des radioles de *Pseudocidaris thurmanni* avec *Terebratula subsella*.

### TERTIAIRE

Les régions où se sont déposés d'importants dépôts tertiaires sont le fossé rhénan au Nord et la plaine molassique suisse au Sud (en dehors de la feuille). La liaison entre ces zones de sédimentation a été réalisée par les bassins synclinaux secondaires du Jura plissé en particulier ceux de Delémont et de Laufen.

#### Eocène

e. **Calcaire lacustre et conglomérats de Daubrée.** Le calcaire d'eau douce (calcaire de Daubrée) très diaclasé, blanc jaunâtre ou rouge, à *Planorbina pseudoammonius*, d'âge lutétien, se rencontre au Sud de Lucelle et dans le Nord-Est de la feuille ; il a été recoupé par des forages sur la feuille d'Altkirch (nO 445) (Allschwil 1 et 2, Sundgau 203).

Un conglomérat à éléments de Jurassique supérieur suit la bordure sud-est de la cuvette de Laufen. Les formations conglomératiques se trouvent parfois au toit de la série (( gompholite » de Daubrée).

e. **Argiles sidérolithiques à concrétions limonitiques.** Les produits d'altération superficielle se sont déposés, lors de l'émergence de la région, du Crétacé au début du Tertiaire, en nappe sur d'anciennes surfaces fossiles de type karstique ou concentrés en poches profondes dans les joints élargis des calcaires jurassiques. Les argiles rouges (( bolus ») accumulées sur 5 à 7 m à Oltingue, sur une quinzaine de mètres dans le bassin de Delémont (et reconnues dans les sondages de Sundgau 203, Heimersdorf, Knoeringue, Alischwil 1 et 2 sur la feuille Altkirch), renferment régionalement à leur base le minerai de fer sidérolithique (bohnerz) sous forme de concrétions limonitiques. Des restes de Vertébrés recueillis dans ces formations sont d'âge lutétien-ludien (Stehlin, 1922).

#### Oligocène

g1. **Lattorfien** : Conglomérats et calcaires lacustres, calcarénites glauconieuses, argiles jaunes. Le Lattorfien affleure dans le Sundgau et le bassin de Delémont ; faciès et épaisseurs sont très variables.

A Bouxwiller, on observe la succession suivante :

- calcaire à faune saumâtre (Mélanies et Cyrènes) (6 m),

- sables marneux et glauconieux (0,8 m).

A Oltingue :

- calcarénite claire brunâtre, à grain fin, à glauconie ; niveaux isolés marneux et conglomératiques à Foraminifères du Sannoisien inférieur, restes d'Algues et petits Gastéropodes (30 m) ;

- conglomérats variés grossiers, consolidés ou non, à galets formés essentiellement de Séquanien (équivalents des conglomérats de Porrentruy) et des marnes (20 m) ; les calcaires d'eau douce, rubanés, qui affleurent ponctuellement à Wolschwiller et Witterswil (non figurés sur la carte) seraient, d'un âge identique.

Dans les sondages d'Alischwil (feuille Altkirch), d'épaisses séries (271 m) de marnes bariolées avec grès et conglomérats calcaires ont été traversées. Seul le sondage Alischwil 2 renferme les marnes rayées de la Zone fossilifère qui se trouvent là entre deux formations de calcaires lacustres. Les sondages de Hirtzbach ont recoupé la série lattorfienne du Sundgau : marnes vertes à Limnées, calcaires à Mélanies, marnes à *Helix*, calcaire en plaquettes de la « Zone fossilifère » et « haustein » (1).

(1) « Haustein » : pierre à tailler ou à bâtir, faciès particulier de l'Oligocène inférieur du Sundgau.

Dans le Jura plissé, les dépôts sannoisiens n'affleurent que dans la partie centrale du bassin de Delémont : ce sont des argiles jaunes - dites Terres jaunes - renfermant quelques niveaux de calcaires d'eau douce (= Raitsche, Greppin, 1870) et des lentilles de sable réfractaire d'une puissance totale de 140 mètres. Dans les calcaires ont été recueillis des Charophytes et des Algues (Cyanophycées, Codiacees, *Microcodium*), *Limnaea longicosta*, *Planorbis rotundus*, des Ostracodes et *Crocodylus hastingiae*. (140 m dans le centre du bassin, rapide diminution d'épaisseur vers les bords).

**g2. Rupélien.** Il apparaît dans le Sundgau, en particulier à l'extrémité sud du fossé d'Allschwil et dans les cuvettes synclinales du Jura plissé (Bassin de Delémont, de Laufen, et de Charmoille) ; de rares îlots rupéliens subsistent au cœur du Jura plissé.

Le Rupélien se présente sous deux faciès : dépôts côtiers détritiques et dépôts « du large ».

**g2C. Dépôts côtiers :** conglomérats et sables marins. Les dépôts côtiers sont formés de conglomérats à éléments jurassiques (gompholite de l' Ajoie), de brèches, de sables marins à faune typique (Mollusques, Miliolles, *Planorbulina*, Globigérines) (bords du golfe de Wolschwiller, du Jura alsacien et bassin de Delémont) ; des grès calcaires et des calcarénites, soulignent les lignes successives du rivage peu à peu transgressif sur le Sannoisien-Lattorfien, l'Éocène et le Kimméridgien.

**g2L. Dépôts du large.** Ils comprennent les éléments suivants :

- Marnes à Foraminifères : marnes bleues avec Foraminifères de petite taille dans les niveaux supérieurs (*Cancris turgidus*, Bolivinidés, Elphidiés, Discorbidés) et à Foraminifères plus grands dans les marnes inférieures (*Spiroplectamina carinata* et *Cibicides dutemplei*). Dans les faciès de bordure, des grès et des sables marins sont intercalés ; 7 à 30 m à Allschwil, 6 m à Hirtzbach (feuille Altkirch).

- Schistes à *Amphisile* : marnes bitumineuses grises feuilletées à Foraminifères et écailles de Poissons (*Amphisile heinrichi*) ; 8-10 m à Allschwil, 4 m à Hirtzbach.

- Couches à Mélettes : marnes gris-bleu, plus ou moins micacées surtout au sommet, avec bancs gréseux et concrétions calcaires (septarias) à Foraminifères, Ostracodes, Nannofossiles et Gastéropodes. La limite avec les Marnes à Cyrènes susjacentes est souvent difficile à déterminer ; plus de 320 m dans le fossé d'Allschwil.

**g3. Chattien.** La répartition des terrains de cet étage, largement représenté, est la même que celle du Rupélien. Il forme le soubassement du plateau de Sundgau.

#### **g3a. Rupélien supérieur et Chattien.**

**Rupélien supérieur.** Il comprend :

- Les Marnes à Cyrènes, argileuses, de teinte gris clair à brun rougeâtre, très micacées, renfermant des lentilles de sable ou de grès. Faune saumâtre à marine : Ostracodes, Foraminifères, Huîtres et Oursins (248 m au sondage Allschwil 2, feuille Altkirch).

- Des bancs à *Ostrea cyathula*, lumachelles de 1 m d'épaisseur ou marnes gris-bleu plus épaisses (3 à 5 m) à rares *Ostrea*.

**Chattien.** Ce sont successivement :

- La molasse alsacienne qui affleure dans le Sundgau sous forme de sables et grès calcaires, micacés, de teinte claire, à nombreux restes de feuilles, alternant avec des marnes gris-bleu à concrétions calcaires (lèches de transgression correspondant aux Marnes à Cyrènes supérieures du fossé rhénan) ; 180 m dans le bassin de Delémont.

#### **g3b. Chattien : Marnes et calcaire d'eau douce de Delémont**

- Des marnes bigarrées, blanches, vertes ou jaune rougeâtre avec passées calcaires, gréseuses et pisolithiques dans le bassin de Delémont (20 m) ; des marnes grises ou violettes à Laufen.

- Les calcaires d'eau douce de Delémont, de teinte jaune clair ou grise, qui renferment de nombreux Gastéropodes (*Plebecula ramondi*, *Cepaea* (*Helix*) *rugulosa*, *Planorbis cornu*). A Delémont leur épaisseur atteint 15 mètres.

**Miocène.** Il débute par des dépôts molassiques d'origine marine de l'Helvétien (= molasse marine supérieure) auxquels font suite des sédiments détritiques variés lacustres (molasse d'eau douce supérieure) du Tortonien et l'épandage des sables et graviers du Pontien.

m2a. **Helvétien :** poudingues polygéniques, grès grossiers, calcaires d'eau douce.

Les dépôts côtiers de la mer helvétique sont surtout connus dans la partie est du Bassin de Delémont aux environs de Corban : ce sont des poudingues polygéniques, des marnes rouges à débris d'*Helix*, un grès grossier à débris de coquilles et des bancs de calcaire d'eau douce à petites Planorbis.

Dans le synclinal de Mettemberg, on trouve, dans des poches du calcaire kimméridgien, des conglomérats à galets vosgiens, des sables verts et des lumachelles.

Dans le bassin de Laufen (hors du domaine de la feuille) cet étage est représenté par un calcaire d'eau douce rougeâtre (4 à 5 m) à moules internes d'*Helix* (*H. eversa larteti*) et des marnes roug.F.s avec *H. renevieri* et *H. eversa baumbergeri*.

m2b. **Tortonien.** Les dépôts détritiques variés passent à des calcaires lacustres dans les synclinaux du Jura plissé.

**Sables et marnes à *Dinotherium bavaricum*** (Bassin de Delémont). Dans les sables grossiers d'origine vosgienne et les marnes à stratification oblique, des restes de *Dinotherium bavaricum* et de *Rhinoceros* ont été rencontrés en deux gîtes différents à l'Ouest de Courrendlin (zone centrale du bassin de Delémont).

**Calcaire lacustre et conglomérat** (Bassin de Laufen). Les calcaires lacustres près de Breitenbach renferment des débris de Mammifères et des Mollusques terrestres, alors que dans la partie méridionale du bassin prédominent les dépôts détritiques grossiers (galets de quartzite, de Grès vosgien, de Muschelkalk et de roches cristallines) transgressifs sur les calcaires séquanais.

A l'Est de Breitenbach on connaît un calcaire d'eau douce à *Hydrobia trochulus* et à graines de *Chara*.

mp. **Pontien : sables et cailloutis vosgiens.** Il s'agit de graviers vosgiens disposés dans un sillon Nord-Sud, s'étendant de Charmoille au bois de Raube, dans la partie ouest du bassin de Delémont. Les graviers vosgiens (grauwackes, porphyre rouge) alternent avec des lentilles de sables, de marnes ou de calcaires gréseux. Dans le bois de Raube, les dépôts atteignent une dizaine de mètres d'épaisseur. La datation a été faite par la découverte d'une dent de *Dinotherium giganteum*. Aux environs de Charmoille, la puissance des dépôts dépasse 50 m : lits alternants de sables, de graviers et de marnes avec Mollusques d'eau douce et une faune de Mammifères pontiens (*Hipparion gracile*).

## QUATERNAIRE

### Pléistocène

Fva. **Villafranchien : cailloutis rhénans du Sundgau** (5 à 20 m). Ils couvrent les larges plateaux au Nord du Jura plissé. Recouverts par un épais manteau de loess-lehm, ils n'affleurent que sur les versants de vallées où l'érosion les a entamés. Leur état d'altération est généralement très avancé (blanchiment).

Les galets sont pour la plupart d'origine alpine. Ce sont en majorité des quartz et quartzites. Les quartz souvent corrodés sont des quartz blancs ou à épidote ; on y trouve aussi des silex noirs. Les radiolarites, faciles à identifier à leur teinte rouge et à leurs filons nets blancs, se trouvent fréquemment dans le Sundgau et plus à l'aval à travers la vallée du Doubs jusque dans la vallée de Chauv et dans la Bresse. Les calcaires du Flysch alpin, très altérés, se rencontrent en fragments polyédriques. Ont été identifiés en outre : des Grès de Taveyannaz, du « Verrucano » verdâtre et rougeâtre, d'Iserables, des protogines du massif de l'Aar, du gabbro du Valais, des gneiss, des serpentines, des tufs diabasiques des Alpes et de la grauwacke carbonifère de Vallorcine. Ces galets ont été apportés directement des Alpes par l'Aar ou ont été remaniés à partir de la molasse miocène subalpine.

Le long de la bordure jurassienne, entre Koestlach et Courtavon se mêlent aux roches alpines des galets d'origine vosgienne : porphyre rouge du Rothatel (Moernach, Durlinsdorf, Liebsdorf, etc.), grès, quartzites et poudingues du Trias. En ces localités, les éléments vosgiens forment environ 50 % de la masse totale des graviers. Leur proportion diminue rapidement vers le Nord. Il s'agit là d'éléments remaniés des sables et cailloutis à *Dinotherium* bien connus plus au Sud et d'âge pontien.

**Age :** Les cailloutis du Sundgau sont donnés post-pontiens. D'autre part, à Lauw (feuille Thann), leurs équivalents latéraux reposent sur des sables et grès blanchis d'âge pliocène. Mais, surtout en Bresse, les cailloutis renfermant des radiolarites ont fourni des restes fossiles (*Elephas meridionalis*, *Mastodon arvernensis*, *Rhinoceros*) permettant de les dater du Villafranchien inférieur.

Postérieurement à sa mise en place, la nappe des cailloutis du Sundgau a été gauchie par des mouvements d'âge quaternaire moyen et récent consistant d'une part en une déformation du Jura, d'autre part en un affaissement du fossé rhénan.

**Fvb. Alluvions anciennes rhénanes et jurassiennes : graviers de couverture anciens (Deckenschotter ancien).** A une altitude supérieure à celle des cailloutis du Sundgau et sur le versant rhénan s'étale une nappe de cailloutis large de 1,5 à 3 km qui, à la hauteur de Saint-Louis, est placée à environ 129 m au-dessus de la vallée majeure du Rhin. Au Nord de la Birsig, entre Leymen et Obervil, cette nappe se situe vers l'altitude 400 m, entre + 150 et 160 m d'altitude relative. En direction nord, elle s'abaisse avec une pente de 8 pour mille.

Les galets, graviers et sables sont dans un état avancé d'altération, mais toutefois moins avancé que celui des cailloutis du Sundgau ; localement ils sont consolidés en poudingue. Les éléments d'origine alpine dominent nettement ; des éléments provenant du Jura ou de la Forêt Noire sont plus rares. L'épaisseur de la nappe varie de 8 à 10 mètres. De taille moyenne en général, certains blocs isolés dépassent parfois 30 cm de diamètre. Un épais manteau de lehm et de loess masque en grande partie la nappe d'alluvions .

. Tous les auteurs admettent que cette nappe d'alluvions est l'équivalent « Deckenschotter » du système de Penck et Bruckner et d'âge Günz.

**Fw. Alluvions anciennes rhénanes, graviers de couverture récents (Deckenschotter récent).** Dans l'angle nord-est de la feuille et en contrebas des précédents, vers l'altitude 340 m, c'est-à-dire entre 80 et 90 m au-dessus de la vallée majeure du Rhin, s'étale une nappe large de 1 à 2 km, s'abaissant vers le Nord avec une pente de 7 pour mille. L'état d'altération de ces graviers est moins avancé que celui de la nappe précédente. Les galets sont essentiellement d'origine alpine. La nappe est en grande partie masquée par un complexe loessique comprenant des loess anciens et des loess récents. Les auteurs admettent que cette nappe d'alluvions est l'équivalent des « jüngere Deckenschotter » du système de Penck et Bruckner et d'âge Mindel.

Dans la vallée de la Birsig, des placages d'alluvions étagés en contrebas de la nappe des graviers anciens et qui, le long du profil longitudinal de la vallée se raccordent à la nappe Fw, ont été cartographiés comme étant du même âge.

**Fx. Alluvions anciennes, cailloutis de haute terrasse (Hochterrassenschotter).** C'est pour la même raison que l'on a rattaché la nappe des graviers de la haute terrasse, bien connue dans la vallée du Rhin d'Allschwil à Rixheim (feuille Altkirch), les placages d'alluvions qui dans la vallée de la Birsig et de la Birse sont situés entre 10 et 25 m au-dessus des cours d'eau actuels. Dans la vallée du Rhin cette nappe d'alluvions est d'âge Riss.

**F<sub>y</sub>. Alluvions anciennes, cailloutis de la basse terrasse.** Le long de la Birse, les alluvions de ce niveau dominent la vallée majeure de 1 à 3 m environ ; elles se raccordent à Bâle à la « basse terrasse » qui est incontestablement d'âge Würm.

Le fond des plaines alluviales actuelles est d'ailleurs aussi dû à un remblaiement

d'âge Würm ; la vallée majeure actuelle du Rhin correspond à un déblaiement holocène de la partie superficielle de ces alluvions. Par endroits, le creusement holocène du Rhin, comme aussi de certaines rivières a atteint le substratum.

**F. Alluvions anciennes d'âge indéterminé, cailloutis.** Le long des pentes des vallées (Largue, Ill, Birsig, etc.) existent de nombreux placages d'alluvions étagées à des altitudes relatives variables, et qui, faute de critères, n'ont pu être classés de façon correcte. On y trouve le plus fréquemment des alluvions remaniées de niveau plus ancien, notamment des cailloutis du Sundgau dans les vallées de l'Ill et de la Largue.

**Œ. Loess en partie ou total-ment décalcifié en lehm (Riss et Würm) (0 à 15 m).** Ce sont des dépôts pulvérulents d'origine éolienne, de teinte jaune paille ou ocre clair, contenant 30 à 40 % de calcaire (loess) mais très souvent décalcifiés (lehmsl. mis en place sur les bas plateaux situés au pied des premiers reliefs du Jura.

Les loess récents renferment des fossiles terrestres de petite taille (*Pupilla muscorum*, *Trichia concinna*, *Succinea oblonga*). Dans les loess-lehms anciens, qui comprennent plusieurs séries souvent lehmifiées, on trouve en outre *Helix arbustorum* et de grosses concrétions calcaires ou poupées de loess. Localement on rencontre au milieu des loess des cailloutis remaniés du Villafranchien. Des restes de Mammouths et de divers autres Vertébrés permettent de dater les loess récents de la dernière période froide du Quaternaire. Les loess anciens sont attribués à des périodes froides antérieures. L'altération et la transformation en lehms se sont produites durant les périodes interglaciaires.

#### **Holocène**

**Fz. Alluvions holocènes.** Ce sont essentiellement les dépôts constituant les plaines inondables des vallées actuelles. En fait la mise en place de la masse principale de ces dépôts est essentiellement d'âge Würm, mais en surface ces alluvions ont été remaniées à l'époque holocène. Les sables et graviers jurassiques ou remaniés des nappes plus anciennes sont en général masqués par des limons sableux ou par des sols tourbeux (Fzt). Dans le domaine des plateaux du Sundgau, les fonds des vallons sont tapissés de loess soliflués ou lessivés à partir de la couverture loessique.

**F zt. Alluvions tourbeuses.** Elles se rencontrent en couches peu épaisses dans le Sundgau (Nord de Linsdorf) et dans le bassin de Delémont (au S, SW et à l'W de Delémont).

#### **Quaternaire indifférencié**

**U. Tuf calcaire.** De nombreux affleurements, souvent insignifiants, de tuf calcaire sont connus le long de la plupart des cours d'eau ainsi qu'autour des sources issues des calcaires jurassiques.

Dans le Sundgau : au Nord de Linsdorf (non reporté sur la carte) et entre Wolschwiller et Biederthal.

Dans le Jura : à l'Ouest du Moulin de Bourrignon, à l'Est de Bürckisberg dans la vallée (non reporté sur la carte), sur le flanc nord de la vallée de la Lucelle à l'Ouest de Rôschenz. Le tuf calcaire atteint une épaisseur de plusieurs mètres à Neuhaus au Sud-Est de Kiffis ; ces tufs ont fait l'objet d'exploitations anciennes à Neuhaus et au Nord du Moulin de Séprais. D'autres affleurements existent au Nord-Est de Develier et à l'Ouest de Courrendlin.

**Cônes de déjection.** Les principaux cônes se rencontrent au débouché des vallées latérales sur le plateau du Sundgau ou du Jura plissé et dans les bassins de Laufen et de Delémont.

**Glissements en masse.** Ce sont d'importants amas calcaires (j3 et j5-6) ayant glissé sur un soubassement argileux en particulier dans les zones tectonisées (front de chevauchement de l'anticlinal du Blauen, entre Mertzelen, Burg et Wolschwiller, région d'Asuel). Dans la vallée de la Largue, au lieu dit « le Largin » ce phénomène affecte les

cailloutis du Sundgau dans une zone non tectonisée. Le rôle de ces glissements est en réalité insignifiant.

**E. Éboulis.** Les éboulis et éboulements bordent fréquemment les falaises jurassiques. Les éboulis de pente contiennent des éléments de petite taille ; provoqués par la gélivation, les éboulis sont bien classés, meubles (groizes) ou liés par des argiles de décalcification ou encore cimentés par des dépôts de calcite.

Sur des pentes plus fortes, les éboulements ou blocs éboulés en dépôts irréguliers, comprennent des éléments de taille variable.

**RC. Formation résiduelle des plateaux, en place ou remaniés ; « limons » argilo-sableux, fragments de calcaire.** Sous cette notation ont été groupés les limons éluviaux d'âge pliocène et quaternaire et les limons de pentes (loess-lehm non compris). Dans le domaine des plis jurassiens, ces limons jaune brunâtre, argilo-sableux, avec concrétions ferrugineuses et manganifères, et fragments de calcaires silicifiés ou rubéfiés, sont en général des produits d'altération superficielle des terrains sous-jacents.

## GEOLOGIE STRUCTURALE

Les chaînons jurassiens de la feuille Ferrette constituent l'extrémité nord du Jura franco-suisse où ils occupent une place particulière par leur position avancée entre deux plateaux tabulaires, l'Ajoie à l'Ouest et le Jura bâlois à l'Est. Les reliefs dominent la partie méridionale du fossé rhénan à soubassement tertiaire sur lequel ils chevauchent. Cette zone de chevauchement frontal est particulière au Jura alsacien. Contre le plateau de l'Ajoie, formé de tables horizontales faiblement plissées dans leur partie septentrionale, la limite ouest du Jura plissé est décrochée et se manifeste par l'allongement des plis le long de la zone de décrochement qui s'étend de Durlinsdorf à la zone complexe de -la Caquerelle, au bord sud-ouest de la carte. A l'Est, c'est un jeu de failles serrées dans le prolongement de la flexure rhénane qui marque le passage au Jura tabulaire bâlois adossé au Dinkelberg, contrefort méridional de la Forêt-Noire.

Les plis de la région sont essentiellement constitués de terrains jurassiques. Quelques rares dépôts tertiaires également plissés couronnent la série secondaire. Le Jurassique inférieur et le Trias n'affleurent pas dans les chaînons septentrionaux, pli de Ferrette, du Landskron et du Glaserberg ; ces terrains sont connus plus au Sud dans le Jura suisse au cœur des anticlinaux érodés ou percés par des tunnels.

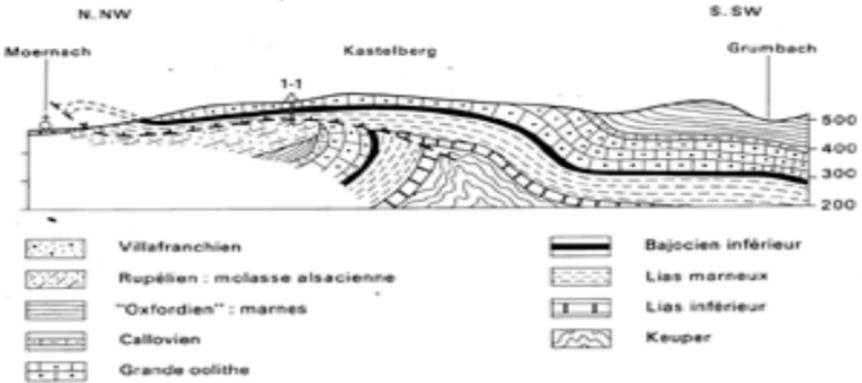
Le soubassement profond de la région comprend le socle ancien d'âge hercynien, vraisemblablement granitique (d'après le sondage de Knoeringue, seul forage qui ait atteint le socle à la cote de - 1685 m) et sa couverture détritico-permo-triasique constituée de Permien d'épaisseur très variable, pouvant atteindre 800 m de puissance, de Trias gréseux (Buntsandstein) et de Muschelkalk inférieur (Wellenkalk et Grès coquillier). Cette couverture sédimentaire ne participe pas aux plissements jurassiens car les décollements les plus profonds des séries plissées sont réalisés au niveau des marnes à gypse et anhydrite du Muschelkalk moyen.

La structure du Jura plissé de la feuille est conditionnée par l'interférence d'une tectonique cassante de socle de direction rhénane (S-N à S.SW-N.NE) avec des plissements de couverture jurassiens plus récents. La tectonique rhénane tertiaire, engendrant failles et flexures dans le socle et dans sa couverture solidaire, détermine des champs de fractures orientés essentiellement N.NE.

Il en résulte une mosaïque de blocs à faible rejet entre les divers compartiments. Les plissements pré-tertiaires, limités à la couverture, déforment le placage sédimentaire prédécoupé par les accidents anciens.

L'avancée du Jura alsacien sur l'avant-pays rhénan est guidée, à l'Est par la flexure rhénane et le faisceau de failles qui la prolonge au Sud, le long du bord oriental du

bassin de Laufeh ; à l'Ouest par la zone complexe de décrochement et de chevauchement de la Caquerelle, orientée S.SW-N.NE, qui constitue l'arête séparant le plateau de l'Ajoie du bassin de Delémont. Cette zone d'accidents se poursuit au Nord le long du pli de la Forêt de la Montagne. Le chevauchement du front du Jura alsacien, d'amplitude kilométrique, sur la dépression tertiaire a été démontrée par le sondage de Durlinsdorf (476-1-1) (voir coupe suivante et la coupe n° 1 de la carte).



Le style des plissements est varié. Les synclinaux sont de larges cuvettes à fond plat. Plus complexes, les bassins tertiaires (Laufen, Delémont, Charmoille, Wolschwiller) diffèrent cependant pour leur forme en parallélogrammes aux quatre bords relevés. Les anticlinaux sont en général de longues structures (10 à 20 km et plus) plus ou moins coffrées. L'anticlinal du Vorburg (30 km) par exemple, occupe toute la largeur de la feuille. Les structures coffrées évoluent parfois en plis en champignon à flancs inverses nord et sud (anticlinal du Blauen, partie nord de la coupe n° 3).

Habituellement les plis sont déversés et chevauchants vers le Nord, à l'exception de la partie ouest de l'anticlinal du Vorburg qui chevauche localement, vers le Sud, le bassin de Delémont. Les zones où la flèche des chevauchements est la plus importante se trouvent dans la partie est du pli du Vorburg qui empiète amplement sur le synclinal de Soyhières grâce au rapide ennoyage axial du pli de Movelier, à l'Est de la structure transverse de Vicques, ce qui laisse l'espace libre au glissement du flanc inverse sur le plateau de Wiler. Plus à l'Est, le flanc nord de l'anticlinal du Vorburg chevauche la bordure méridionale du Bassin de Laufen (coupe n° 3).

### VESTIGES ARCHEOLOGIQUES

**Paléolithique** moyen. Très rares vestiges reconnus jusqu'à ce jour ; trouvaille isolée à la petite grotte de Liesberg (Suisse). Un biface - peut-être plus ancien - près de la source de la Largue (trouvaille fortuite récente).

**Paléolithique supérieur.** Quelques rares gisements stratifiés appartiennent à l'extrême fin du Würm, tels Neumühle, Liesberg, en Suisse.

**Mésolithique.** L'explosion démographique du Tardiglaciaire s'amplifie avec cette période. Deux très importantes stratigraphies permettent de mieux connaître les industries et les fluctuations climatiques du Postglaciaire : celle de l'abri de Birmatten - Basisgrotte, à Nenzlingen (Suisse) et celle de l'abri du Mannlefelsen 1 à Oberlurg (Haut-Rhin) où des travaux récents ont permis l'étude de 7 m de remplissage allant du Magdalénien final à l'âge du Bronze.

**Néolithique.** Peu de témoignages sûrs : niveau Roessen à l'abri d'Oberlurg. Nombreuses trouvailles isolées.

**Age des métaux.** La région est encore très mal connue : quelques Objets isolés et des refuges, non étudiés jusqu'à ce jour, tel celui du Blochmont sur le Glaserberg.

**Epoque romaine.** On manque de données sûres et précises pour caractériser l'habitat et les modes de vie à cette époque dans la région relativement montagneuse.

**Epoque mérovingienne.** Quelques cimetières sur le secteur français ; en revanche, vide démographique du côté suisse.

## RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

### HYDROGEOLOGIE

**Sundgau.** Sur la partie nord de la feuille, qui correspond à la région naturelle du Sundgau, les principaux niveaux aquifères sont les suivants :

- *les callouitis villafranchiens* reposant sur l'ensemble peu perméable du Chattien et recouverts sur presque toute leur superficie d'un manteau loessique important, contiennent une nappe aquifère dont les exutoires naturels sont des sources situées à flanc de coteau, au contact des cailloutis et du Chattien sous-jacents. Ces sources sont fréquemment captées pour l'alimentation en eau potable des agglomérations.

Cette nappe est également exploitée par forages, essentiellement plus au Nord, sur la feuille Altkirch, où son importance est particulièrement grande.

- *les terrasses d'alluvions anciennes* (Deckenschotter) qui dominent la vallée du Rhin. Là aussi, on observe des niveaux de sources à la base de ces terrasses, au contact de l'ensemble marneux rupélien sous-jacent.

Par ailleurs, on observe quelques niveaux de sources au sommet des Marnes à Cyrènes inférieures et au-dessus des marnes rupéliennes.

**Jura.** La partie centrale et méridionale de la feuille est occupée par les terrains plissés du Jura. Cet ensemble, à prédominance calcaire, dont l'âge s'échelonne du Keuper au Jurassique supérieur, est un domaine de circulations typiquement karstiques.

Trois niveaux imperméables constituent de véritables séparations et déterminent les principaux niveaux de sources :

- les marnes du Keuper,
- les marnes du Lias supérieur,
- les argiles bleues de l'Oxfordien.

Les circulations à travers les terrains calcaires sont très rapides et ne produisent qu'une filtration faible des pollutions éventuelles. Les sources, qu'il s'agisse de résurgences ou d'exutoires des eaux météoriques infiltrées à travers les diaclases, ont un débit extrêmement irrégulier.

On note quelques niveaux de sources à la base des cônes d'éboulis.

## Eaux thermo-minérales

Le forage thermal de Neuwiller, au Nord-Est de la feuille, a atteint en 1969 les calcaires oolithiques du Jurassique moyen à 978 m de profondeur, à la limite du fossé d'effondrement de Hagenthal-Allschwil. Les eaux pompées sont bicarbonatées sodiques. Elles ont une température de 34°C et un résidu sec de 620 mg/l. On note une présence importante des éléments suivants : fluor : 3,2 mg/l, strontium : 0,6 mg/l, fer : 3,6 mg/l, arsenic : 0,3 mg/l, iode ; 0,034 mg/l.

## GITES METALLIFERES

**Fer pisolithique.** Le fer pisolithique éocène a fait l'objet de nombreuses exploitations à ciel ouvert ou par galeries ; on le trouve en lits, nids ou lentilles ; les concrétions limonitiques ont une teneur en fer de 44,5 %. Il ne reste de la plupart de ces exploitations que des vestiges insignifiants au Sud et à l'Est de Delémont, au Nord-Ouest de Develier et au Nord de Winkel ; anciens hauts-fourneaux à Lucelle, Delémont, Courrendin. Le fer pisolithique ne se trouve en quantité d'une certaine importance que dans le bassin de Delémont où il subsisterait quelques réserves.

## ROCHES EXPLOITEES

**Sables et graviers (Sgr).** Les sables et les graviers sont peu exploités dans le périmètre de la feuille (Sud-Est de Delémont, Zwingen). La plupart des gravières font l'objet d'exploitations intermittentes. Une seule gravière (au Nord de la Fayment près de Delémont), équipée d'un important matériel d'extraction et de traitement, est activement exploitée.

**Argile pour tuileries (arg).** Les lehms pléistocènes (Oberwil) et les marnes rupéliennes (Sud de Laufen) fournissent une matière première de bonne qualité aux tuileries en activité implantées près des points d'extraction. La fabrication de poteries est d'importance secondaire.

**Gypse (gyp).** En filonnets, lits ou lentilles au sein de marnes bariolées et d'argiles du Keuper moyen. Exploitation de faible importance par galeries à Biirschwil (plâtre).

**Calcaires pour la fabrication de ciment et de chaux (cal Cl).** Importantes exploitations de calcaires massifs et compacts du « Rauracien » et du « Séquanien » au Sud et à l'Est de Liesberg. Ces matériaux sont traités sur place par des fours à chaux et une cimenterie.

**Calcaires ; pierres brutes (moellons) ou concassées pour empierrement (Cal M).** Toutes les formations allant du Dogger au Lias supérieur sont exploitées périodiquement ; ce sont les calcaires « rauraciens » et « séquaniens » qui sont les plus utilisés. Les carrières desservent le plus souvent les environs immédiats ; les plus grandes exploitations se situent aux environs de Develier et Delémont (Kimméridgienl. de Laufen (« Séquanien ») et de Hofstetten (« Rauracien »).

**Matériaux d'éboulis calcaires pour empierrement (Cal E).** Les éboulis calcaires font l'objet d'exploitations temporaires à petite échelle ; de nombreux talus sont entamés par d'innombrables petits chantiers qui n'ont pas tous été localisés et dont l'activité saisonnière, commandée par les besoins, fournit des cailloux destinés presque uniquement à l'entretien des routes locales ; l'exploitation s'effectue au bulldozer et à la pelle mécanique (les carrières marquées par erreur « Cal » à Mertzelen et à l'Ouest de Roschenz entrent dans cette rubrique).

**Calcaires oolithiques utilisés en métallurgie (Cal).** Cette exploitation d'importance

insignifiante et de type artisanal a été observée au Sud-Ouest de Raedersdorf : un niveau de calcaire oolithique séquanien très pur y est débité au pic ; ce calcaire est destiné à la métallurgie (fonderies des usines Peugeot).

**Calcaires : pierre de taille et de sculpture** (Cal T). D'importantes carrières spécialisées dans ce type de matériaux sont en activité au Nord-Est, à l'Est de Laufen, et à l'Est de Liesberg (calcaires « séquanien »). Une exploitation de moyenne importance a été repérée à l'Est de Winkel dans la Grande oolithe (entreprise Gass).

**Calcaires : pierre à terrazo (granito)** (Cal G). « Terrazo » (ou « granito ») désigne, dans le langage des entrepreneurs de construction, les pierres artificielles élaborées à partir de matériaux lithiques, de couleur et d'origine variées, noyées dans un ciment, puis sciées et polies ; les plaques multicolores d'allure bréchique ainsi obtenues, servent le plus souvent au dallage des sols.

Les calcaires très blancs du « Séquanien inférieur » servent en partie à la réalisation de ces matériaux. Ils sont encore prélevés épisodiquement au Sud-Ouest de Raedersdorf ; la société de terrazo de Werentzhouse exploite surtout actuellement la carrière située à l'Ouest de Bouxwiller.

## DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

### 1 *TINTRA IRES D'EXCURSIONS*

#### **1 - Partie française : le Jura alsacien**

Les itinéraires présentés ci-dessous sont extraits de livrets-guides de diffusion restreinte ou inédits de N. Théobald (1957) pour la partie stratigraphique et de M. Ruhland (1973) pour l'aspect structural.

L'excursion est divisée en deux parties avec départ et retour à Ferrette. La première partie peut être faite à pied en une demi-journée, la seconde avec un moyen de transport en une autre demi-journée.

Le repérage des localités, lieux et gisements est fait d'après les cartes topographiques à 1/25 000 Ferrette 1-2 et 3-4.

La première partie de l'excursion intéresse le pli de Ferrette et le synclinal de l'III, la seconde englobe en plus le pli du Blochmont et le synclinal de la Lucelle et se fait sur un itinéraire international ne comportant aucune formalité douanière.

**Première partie** : Ferrette - Ligsdorf - Chapelle Saint-Hippolyte - Sondersdorf - Ferrette.

De la place centrale de Ferrette (Hôtel du Jura), suivre la route de Ligsdorf. Au pied du Geisberg, le talus sud-ouest de la route entaille les couches de la Grande oolithe, calcaires oolithiques, en gros bancs, de teinte claire, à stratification souvent entrecroisée, accusant un fort pendage (20 à 30°) vers le Nord-Est (ancienne carrière).

Le talus nord-est de la route entaille des couches plus récentes, surmontées de marnes (Oxfordien), dominées par une ligne rocheuse, supportant la partie haute du village de Ferrette et les ruines du Schlossberg ; ce sont les calcaires de faciès auracien.

Les couches du « Geisberg », avec son noyau de Grande oolithe, forme le cœur du *pli de Ferrette*. La route de Ligsdorf contourne cet anticlinal ; elle recoupe des couches plus récentes, découpées d'ailleurs par des failles. A partir de la bifurcation de la route de Sondersdorf, jusqu'à la cote 561,0, située 200 m à l'Ouest du réservoir, la route recoupe à trois reprises les marnes bleues de l'Oxfordien reposant sur les calcaires ferrugineux bruns du Callovien et les marnes et calcaires à *Rhynchonella varians* du Bathonien. La tranchée de la route située immédiatement au Sud du Geisberg (cote 563) permet de les observer.

Les calcaires ferrugineux bruns et marno-calcaires gris foncé du Callovien permettent de recueillir : *Pholadomya purchisoni* et *Ctenostreon pectiniforme*.

Les marnes jaunes à *Rh. varians* (Bathonien supérieur) fournissent une faune plus variée : *Rhynchonella alemanica*, *Liostrea knorri* en abondance, et en outre : *Echinobrissus clunicularis*, *Holcypus depressus*, *Acanthothyris spinosa*, *Terebratula intermedia*, *Zeilleria ornithocephala*, *Serpula tetragona*. On a cité des Ammonites : *Sphaeroceras microstoma*, *Sph. bullatum*, *Perisphinctes cf. procerus* (Gillet et Schneegans), *Clydoniceras discus*.

Au carrefour des routes de Ligsdorf et de Winkel passe une faille S.SE-N.NW, abaissant le « Séquanien » contre le Callovien.

Les anciennes carrières du carrefour de la cote 555 montrent des calcaires oolithiques avec *Astartes* du « Séquanien » moyen ; celles du carrefour de la route de Bendorf, les calcaires blancs esquilleux avec silex et Polypiers du « Rauracien ».

Si l'on est à pied, on rejoindra l'ancienne carrière le long du chemin Bendorf Ligsdorf où l'on peut observer les calcaires saccharoïdes, massifs du « Corallien » (( Rauracien )) riches en *Diceras*.

Si l'on est en voiture, on gagnera l'église de Ligsdorf et on se rendra à pied à environ 200 m au Nord de l'église, où l'on peut voir le « Séquanien moyen » dans la tranchée est de la vieille route et dans le pâturage la surmontant.

Cet ensemble comprend les calcaires gris à *Astarte supracorallina*, parfois riches en Trigonies, avec un banc calcaire riche en *Liostrea sequana*, surmonté par une lentille calcaire à Polypiers rameux et composés à *Calamophyllia flabella*, *Cyatophora minima*, *Isastrea favulus*, *I. grandiflora*, *Stylina tenax* ...

Ces calcaires plongent vers le S.SE et sont recouverts par les calcaires blancs compacts du « Séquanien » supérieur. Derrière la maison n° 25 a été trouvé un *Nautilus* de grande taille (diamètre 50 cm).

La route ligsdorf - Saint-Hippolyte (Hippolskirch) suit le *synclinal de l'III* ; elle recoupe deux failles subméridiennes. La première passe au carrefour à la sortie est de Ligsdorf. A l'Est, la route recoupe d'abord les marnes oxfordiennes, le terrain à chailles et l'« Argovien », puis (100 m à l'Est du Moulin Bas), les calcaires du « Rauracien ».

La seconde faille passe 1300 m après le carrefour. Au-delà, on recoupe les mêmes roches. A l'Est du carrefour de Saint-Hippolyte, on observera le « Rauracien » crayeux avec nodules de silex disposés en lits.

La route de Sondersdorf recoupe les couches du « Rauracien », puis entre dans le « Séquanien » subhorizontal, masqué en partie par du limon. Après la traversée de Sondersdorf, les couches se relèvent.

Avant l'entrée du bois, on observera la *morphologie de la région*. Au Sud du synclinal suivi par l'III, se relèvent les couches du « Rauracien » dont la crête domine une combe oxfordienne au-delà de laquelle apparaît le noyau anticlinal du Jurassique moyen. Vers le Sud-Ouest, le noyau anticlinal de Glaserberg est recoupé brusquement et affaissé le long de la faille de Winkel. Vers le Sud-Est, le noyau anticlinal du Blochmont s'ennoie rapidement. On peut voir sa fermeture périclinale au Nord du pli du Blauen. Vers l'Est, la chaîne du Landskron apparaît au-delà de la dépression oligocène de Wolschwiller.

Une carrière dans le « Rauracien », dans le virage de la route vers Ferrette, permet d'observer un fort plongement en direction S.SE.

A la sortie nord du bois Bannholz, on s'arrêtera au km 0,9 (cote 592).

L'« Argovien » et l'Oxfordien affleurent dans la tranchée de la route.

Pour observer le *panorama sur Ferrette* (voir figure en annexe) on empruntera sur une centaine de mètres le chemin de terre qui s'avance vers l'Ouest.

L'anticlinal de Ferrette se décompose en trois tronçons bien distincts dans le paysage :

**Partie occidentale.** Le pli du Rossberg est un anticlinal dissymétrique dont le cœur érodé jusqu'à la Grande oolithe bajocienne est couvert par la forêt de sapins du Rossberg. Le flanc sud offre une surface structurale herbeuse callovo-bathonienne à

faible pendage vers le Sud. Le terrain de sports de la colonie de vacances Dom Bosco est ouverte dans les marnes calcaires du Bathonien (nombreuses *Rhynchonella varians*). Le flanc nord qui plonge vers la plaine est très redressé (70 à 80° N). Les bancs de calcaires rauraciens subverticaux sont visibles derrière les maisons de Ferrette et constituent la paroi de la salle du restaurant « la Bonne Auberge ».

**Partie centrale.** Limité par la faille de Ferrette à l'Ouest et la faille de la Kanzel à l'Est, le compartiment central comprend le Schlossberg repérable par les ruines du château de Ferrette. Il est constitué d'une arête rocheuse faite de calcaire rauracien sur le flanc gauche (Sud-Ouest) et de calcaire séquanien sur le flanc droit (Nord-Est). La position spatiale de cette arête est curieuse, elle est orientée NW ;SE ; en fait il s'agit d'un lambeau de l'anticlinal de Ferrette qui a subi une rotation dextre de près de 45° par les jeux de décrochement des deux failles qui le bordent.

**Partie orientale.** Le pli du Heidenfluh qui représente le tronçon est de l'anticlinal est régulier, légèrement coffré. Les charnières de ce pli coffré sont érodées et soulignées par des combes oxfordiennes parallèles au pli. Le pendage du flanc nord est de 45° vers la plaine du Rhin. Les calcaires crayeux rauraciens de ce flanc sont découpés par de gigantesques diaclases subverticales généralement confondues avec les plans de stratification. Elles forment les falaises blanches qui dominent les casernes des C.R.S. Un sentier pittoresque qui mène aux roches de la Kanzel permet de faire le tour de ces escarpements rocheux. La dalle horizontale qui couronne l'anticlinal coffré du Heidenfluh est parsemée de petites grottes ; les Grottes des Naines (Erdewiebellfelsen = roches des petites bonnes femmes de la terre) se trouvent dans la partie orientale. Le flanc sud du pli, couvert par la forêt du Bannholtz plonge régulièrement vers le Sud.

La différence de style et de forme ainsi que l'orientation et la position des axes de plis des divers tronçons qui constituent l'anticlinal de Ferrette ne peuvent s'expliquer que par un pré-cléocène par failles, de compartiments de la couverture (Schneegans, 1933), évoluant ultérieurement de manière différente lors des plissements.

**Deuxième partie :** Ferrette - Bouxwiller - Oltingue' - Saint-Hippolyte - BlochmontVallée de la Lucelle - Lucelle - Winkel - Oberlarg - retour à Winkel - DurlinsdorfFerrette.

Sortie nord de Ferrette. Au carrefour de la route de Vieux-Ferrette et de celle de Bouxwiller, observer la falaise des calcaires rauraciens dominant le talus des marnes de 1° « Argovien » et de l'Oxfordien. Le long de la route de Bouxwiller, observer la coupe des calcaires rauraciens, se redressant progressivement et se renversant sur les calcaires du « Séquanien ».

Notons qu'à l'ancienne gare de Ferrette on a pu observer le « Séquanien » recouvrant les marnes tertiaires. Après le tournant, la route suit *le rebord nord du pli de Ferrette* sur 400 m environ. Puis elle longe en direction nord, la faille limitant le replat de calcaire séquanien couvert d'alluvions villafranchiennes (bois du Hallen et de Luppach) ; elle le recoupe jusqu'au Sud du Sanatorium de Luppach. A l'Ouest de Bouxwiller s'ouvre la *dépression oligocène*. Les schistes bitumineux à Poissons affleurent le long du chemin se rendant à la cote 428 au Sud de ce village. A sa sortie est, une ancienne carrière a exploité dans une poche karstique de calcaire séquanien, des argiles réfractaires (« Huppe » éocène), recouvertes de calcaires saumâtres sannoisiens et schistes rupéliens.

Par Fislis on rejoint Oltingue. Dans la falaise affleurant derrière les maisons, 150 m à l'Ouest du clocher, on peut observer *un pli anticlinal* formé de calcarénites, recouvert de terres rouges sidérolithiques éocènes et des conglomérats côtiers oligocènes.

L'anticlinal est légèrement dissymétrique, le pendage du flanc sud étant plus accusé que celui du flanc nord. Il s'agit de l'extrémité orientale du prolongement du pli de Ferrette.

On contourne ce pli par le Sud et on suit le *synclinal de l'III* jusqu'au carrefour de la Chapelle Saint-Hippolyte où l'on retrouve l'affleurement de calcaires crayeux du « Rauracien » décrit plus haut.

On s'engage alors sur la route de Kiffis qui recoupe *l'anticlinal du Blochmont*. Les lacets de la route s'élèvent à travers le « Rauracien » et le « Séquanien ». Benecke (1900) a signalé un niveau d'émersion au sommet des marnes séquaniennes à l'Est de Brochritty.

On s'arrêtera au km 12,7 et on ira à pied jusqu'au km 13.

On pourra observer la grande variation locale de pendage des couches formant des plis parasites de la dalle du calcaire séquanien au Nord du flanc vertical de l'anticlinal du Glaserberg. On y observe de nombreuses stries de glissement couche à couche, ainsi que des miroirs de décrochement à stries horizontales parallèles à la cluse qui découpe le flanc nord du pli.

Au km 13 (tournant à angle droit de la route) une ancienne carrière montre les calcaires crayeux du « Rauracien » redressés à la verticale.

La route suit selon une direction Nord, la combe oxfordienne. Après le tournant au fond du vallon, elle escalade *l'anticlinal du Blochmont*.

Entre le km 14,6 et 14,7 une carrière ouverte dans la Grande oolithe à *Clypeus ploti* montre un pendage de 15° vers le Nord.

A la sortie sud du bois, on entre dans le Callovien et puis dans l'Oxfordien. La combe oxfordienne est en partie couverte de champs ou de prairies.

On s'arrêtera au Sud de la Ferme du Blochmont pour observer le *panorama* :

- la dalle de calcaire rauracien et séquanien inférieur couronnant la cote 788 à l'W.NW de la Ferme du Blochmont ;

- la dissymétrie du pli du Blochmont avec son flanc nord vertical, parfois même légèrement déjeté et son flanc sud peu incliné.

On peut observer dans le lointain le relais du pli du Glaserberg par le pli du Blauen. On recoupe ce flanc sud en traversant toute la série des calcaires du « Rauracien » au Kimméridgien (voir coupe 2 de la carte). On s'arrêtera au tournant de l'embranchement de Kiffis pour observer :

- un mince placage de conglomérat tertiaire sur les calcaires kimméridgiens, percés de trous de Pholades. Il s'agit donc ici réellement d'un conglomérat côtier ;

- la vue sur le synclinal de Lucelle ;

- les chaînes le dominant. On notera en particulier le lambeau de recouvrement de Roggenburg.

En descendant vers la vallée, on passe le bureau des douanes françaises.

A 500 m, dans un tournant brusque, poche karstique avec argile rouge sidérolithique d'âge éocène.

Une variante dans l'itinéraire emprunte la vallée de la Lucelle vers l'aval. De Rôschenz (panorama vers le Sud : chaîne de l'Aibaiteusse et la zone de chevauchement au Sud du Bassin de Laufen) à Metzlerlen la route recoupe *l'anticlinal du Blauen*, aux flancs déversés (voir coupe 3 de la carte), puis le plateau tabulaire de Mariastein entaillé par l'érosion. A Flüh, une cluse coupe le flanc nord vertical de *l'anticlinal du Landskron* dominé par le château, duquel on découvre un *tour d'horizon* des plus remarquables : - vers le Sud le plateau de Mariastein auquel fait suite l'anticlinal du Blauen. A remarqJer la différence d'altitude (+ de 400 m) de la culmination axiale du Blauen par rapport au Landskron ;

- vers l'Ouest, vue en enfilade du pli de Ferrette, du synclinal de l'III, du Glaserberg où se détaillent nettement la combe oxfordienne, la surface structurale du Blochmont, etc. ;

- vers le Nord et le Nord-Est, plateau du Sundgau, vallée du Rhin et Seuil d'Istein, dominé par les premiers contreforts du Dinkelberg puis de la Forêt-Noire méridionale ; - vers l'Est, l'agglomération de Bâle indique la trouée du Rhin par laquelle le fleuve franchit la flexure rhénane limitant à l'Est le fossé rhénan.

La route remonte la vallée de la Lucelle. Le talus nord est creusé dans les calcaires séquanien. Mais au Sud de Moulin Neuf (Suisse), les calcaires marneux à *Harpagodes oceani* du Kimméridgien affleurent au niveau de la vallée qui suit donc bien un

synclinal. A la cote 527, Maison forestière de Saint-Pierre, passe le prolongement de la faille Nord-Sud déjà observée à la sortie est de Ligsdorf.

Une autre faille Nord-Sud passe à Lucelle. Au Scholis, elle abaisse le Kimméridgien (compartiment ouest) contre le « Séquanien » (compartiment est). Cette faille recoupe à plusieurs reprises la route de Winkel.

Les fermes de la Verrerie se trouvent dans une petite dépression du replat séquanien, encombrée de loess.

A la descente sur Winkel, on s'arrêtera au km 45,570 (ait. 630) : affleurement de calcaires marneux kimméridgiens fossilifères : *Harpagodes oceani*, *Pholadomya protei*, *Ceromya excentrica*, *Rhynchonella pinguis*, *Terebratula subsella*, *Alectryonia pulligera* (S. Gillet, 1927).

Arrivé au carrefour, à la sortie ouest de Winkel, on se dirigera vers Oberlarg et on s'arrêtera à 100 m à l'Est de l'Oratoire (cote 601). On peut y recueillir une faune abondante dans le terrain à chailles, zone à *Cardioceras cordatum*. Un banc est particulièrement riche en Lamellibranches, Gastéropodes et Brachiopodes.

Citons : *Rhynchonella thurmanni*, *Terebratula galliennei*, *Collyrites bicordata*, *Gryphaea dilatata*, *Macrodon alsaticus*, *Cyprina cyreniformis*, *Cerithium rumiense* ; au-dessus du banc à Bivalves, on trouve de nombreux *Pholadomya exalta*, *Ph. protei* et des marnes à Serpules.

Plus haut apparaissent des marnes calcaires avec *Millericrinus horridus*, des radioles de *Cidaris florigemma*, des Polypiers étalés en Ilames, du groupe des Thamnastrées qui appartiennent au faciès « glypticien » (« Argovien »).

Retourner à Winkel. A la sortie est du village, au pied de la chapelle Warth, grosse exsurgence le long d'une faille subméridienne. Les eaux se perdent dans la vallée morte et reparassent à l'amont de Ligsdorf (sources de l'III).

Suivre la route de Durlinsdorf : Jusqu'au carrefour de la cote 542, les calcaires kimméridgiens sont recouverts par des argiles rouges sidérolithiques. La faille de Winkel longe la route de Ourlinsdorf jusqu'à la chapelle du carrefour 499 (moulin de Bendorf) où elle abaisse l'Oxfordien et le « Rauracien » contre la Grande oolithe.

Jusqu'à Durlinsdorf la vallée, étroite et profonde, représente une *cluse* tout à fait typique recoupant l'anticlinal du *pli de Ferrette*.

Entre la chapelle et la scierie située à 440 m au Nord-Ouest, observer successivement la corniche rauracienne, l'« Argovien » et les marnes oxfordiennes. A partir de la scierie, observer les calcaires brun-roux du Callovien, les marnes calcaires jaunâtres à *Rhynchonella varians* (Bathonien supérieur) et les calcaires de la Grande oolithe supérieure avec *Anabacia* et le banc à « momies » surmontant les couches à Homomyes (couches de Movelier). Ces couches représentent la base du Bathonien.

Au lieu de suivre la route, il est conseillé de suivre le chemin de la rive droite qui fait recouper toute la masse principale de la Grande oolithe (60 à 70 m). Si on a besoin d'observer le pendage, on constatera qu'il est d'abord orienté au Sud-Est et qu'il passe ensuite au Nord-Ouest ; on a donc traversé un axe anticlinal. On recoupe une faille et on retrouve à nouveau le pendage en direction du Sud-Est jusqu'à une première carrière où l'on peut observer un axe anticlinal avec des calcaires jaunâtres (aaléniens) à la base et des calcaires à entroques au sommet.

A partir de là, les couches plongent vers le Nord-Ouest jusqu'à la deuxième carrière (carrière 0011) où la Grande oolithe est ouverte sur 50-70 mètres. Les calcaires spathiques jaunâtres et les calcaires oolithiques à taches bleues accusent un pendage de 35° vers le Nord-Ouest.

On observera les nombreuses failles qui découpent les bancs de Grande oolithe. Aucun niveau repère vu d'un côté du miroir n'est retrouvé de l'autre, car il s'agit de failles de coulissage à miroirs tapissés de stries horizontales qui témoignent d'une élongation de la structure orientée N.NE-S.SW.

Dans cette carrière on observera des karsts avec remplissage d'argile jaune avec grains de limonite et fossiles remaniés de l'Oxfordien. On peut observer plusieurs dépôts successifs. Aucun fossile n'a permis de fixer l'âge de ce dépôt.

Reprendre la route suivant la combe oxfordienne (cote 479) et gagner, au Nord de l'église de Durlinsdorf, la butte d'altitude 490 surmontée d'une croix. Le « Rauracien » est redressé à la verticale et même légèrement renversé sur le « Séquanien » adossé au Nord. Cette barre rocheuse, traversée en cluse par le ruisseau forme une sorte d'arc et porte plus au Sud l'église.

Un sondage implanté dans la combe a traversé : 3 m d'éboulis, 55 m de marnes et argiles oxfordiennes, 2,10 m de marnes sableuses à Thamnastrées, 11 m de calcaires du « Rauracien », 3 m de marnes grises micacées à Mélettes de l'Oligocène.

Le sondage a donc recoupé une série renversée du Jurassique supérieur formant une sorte de pli-faille, chevauchant le Tertiaire du fossé rhénan (Schneegans et Théobald, 1948).

Un autre sondage exécuté à plusieurs centaines de mètres au Nord-Est a permis de montrer l'existence d'un véritable lambeau de recouvrement avec suppression complète du flanc inverse, chevauchant le Tertiaire sur plus de 500 m (voir coupe p. 15).

Au retour, à la sortie sud de Koestlach (Kügelé), on peut observer une carrière de Grande oolithe montrant les couches renversées du *flanc inverse du pli de Ferrette* (voir coupe 1 de la carte).

Le pli de Ferrette a donc une structure compliquée. Son chevauchement frontal sur l'avant-pays oligocène du fossé rhénan a été bien établi en certains points.

## 2 - Itinéraires d'excursions en territoire suisse

Le lecteur consultera le Guide géologique de la Suisse édité en 1967 par la Société géologique suisse, fascicule 4 :

- *excursion* 13 : Bordure du plateau de l'Ajoie et relation avec le Jura plissé par l'intermédiaire de l'importante zone complexe de décrochements et de chevauchement de la Caquerelle entre Asuel et Boécourt.

*excursion* 14 : Bassin de Laufen et de Delémont.

## COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES

### 1 - Sondages géologiques de Durlinsdorf (1941)

#### Durlinsdorf D1 (1-1) ; cote du sol : + 550

0 - 24,2 m (24,2 m)	Grande oolithe : Bajocien supérieur.
24,2 - 24,8 m (0,65 m)	Calcaire à <i>S. humphriesianum</i> : Bajocien moyen.
24,8 - 35,0 m (10,2 m)	Complexe marneux à intercalations de calcaires ferrugineux. (Couches à <i>O. sauzei</i> , <i>S. sowerbyi</i> et <i>L. murchisonae</i> ) : Bajocien inférieur à Aalénien supérieur.
35,0 - 55 m (20 m)	Marnes grises de l'Aalénien inférieur.
à 55 m	Contact anormal subhorizontal.
55 - 89 m (34 m)	Molasse alsacienne à pendage de 60° vers le Nord (Rupélien).

#### Durlinsdorf D2 (1-2) ; cote du sol : + 480

0 - 3 m (3 m)	Eboulis.
3 - 58 m (55 m)	Marnes et argiles: Oxfordien
58 - 71,8 m (13,8 m)	Complexe de calcaires et de marnes : « Rauracien ».
à 71,8 m	Contact anormal.
71,8 - 74,5 m (2,7 m)	Molasse alsacienne : Rupélien.

} Série inverse

### 2 - Forage pétrolier Sundgau 201 (2-11) ; cote du sol : + 447,55 (PREPA, Prospection et Exploitations Pétrolières en Alsace, 1954)

0 - 2 m	Terre végétale
2 - 23 m (21 m)	Villafranchien : cailloutis du Sundgau.

23 - 368 m (345 m)	Rupélien - Chattien (23-75 m : argile bariolée ; 75-210 m : marnes et sables ; 210-350 m : Couches à Mélettes ; 350-368 m : sables marnes et grès).
à 368 m	Discordance.
368 - 422 m (54 m)	« Rauracien ».
422 - 469 m (47 m)	Oxfordien à chailles.
469 - 523 m (54 m)	Callovo-Oxfordien : marnes grises.
523 - 535,5 m (12,5 m)	Callovien : calcaire à oolithes ferrugineuses.
535,5 - 553 m (17,5 m)	Bathonien supérieur: calcaires argileux, calcaires, argiles.
553 - 581,5 m (28,5 m)	Bajocien supérieur à Bathonien inférieur: Grande oolithe.

**3 - Forage thermal de Neuviller (445-8-291 ; cote du sol : 355 m  
(Bonne Espérance – 1969)**

0 - 455m	Rupélien-Chattien : Molasse alsacienne, Marnes à Cyrènes. Couches à Mélettes, Schistes à Poissons, Marnes à Foraminifères.
455 - 640 m (185 m)	Lattorfien : Marnes bigarrées, Marnes rayées.
à 640m	Faille
640 - 710m ( 70m)	« Séquanien ».
710 - 804m? (94m?)	« Rauracien » moyen et supérieur.
804m	Faille?
804 - 925m (121 m?)	« Oxfordien » à chailles et argiles à <i>Creniceras renggeri</i> .
925 - 974 m ( 49 m)	Bathonien supérieur et Callovien.
974 - 1020 m ( 46 m)	Bathonien inférieur : Grande oolithe.
1020 - 1022 m ( 2 m)	Faille
1022 - 1063 m ( 41 m)	Aalénien supérieur (couches à <i>L. purchisonae</i> ) à Bajocien inférieur.

BIBLIOGRAPHIE

- BITTERLI P. (1945) - Geologie der Blauen-und Landskronkette südlich von Basel. *Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F.*, 81, p. 1 à 73.
- BUXTORF A. et CHRIST P. (1936) - Notice explicative des feuilles Laufen (96) Bretzwil (97), Erschwil (98). Mümliswil (99) au 1/25000. *Commission géologique suisse*, 45 p.
- FISCHER H. (1965) - Geologie des Gebietes zwischen Blauen und Pfirter Jura (SW Basel) mit einem mikropaliiontologischen und einem palliogeographischen Beitrag. *Beitr. geol. Karte der Schweiz, N.F.*, 122, 106 p.
- FISCHER H. (1965) - Notice explicative de la feuille Rodersdorf (1066) à 1/25000. *Commission géologique suisse*, 24 p.
- FLEURY E. (1909) - Le Sidérolithique suisse. Contribution à la connaissance des phénomènes d'altération superficielle des sédiments. *Mém. Soc. fribourg. Sc. Nat.*, 6, 260 p.
- FORSTER B. (1909) - Oberer Melanienkalk zwischen Huppererde und Fischschiefer bei Buschweiler im Ober-Elsass. *Mitt. Geol. Landesanst. Els. Lothr.*, 7, 1.
- GILLET S. (1927) - Le Ptérocérien (Kimméridgien inférieur) dans la région de Ferrette (Haut-Rhin). *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.*, p. 204.
- GILLET S. et SCHNEEGANS D. (1933) - Stratigraphie des terrains jurassiques de la région de Ferrette (Jura alsacien). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 2, 1, p.35-49.
- GRAHMANN R. (1920) - Der Jura der Pfirt im Ober-Elsass (Ein Beitrag zur Kenntnis der Geschichte des Oberrheinatalgrabens). *N. Jb. Mineral usw., Beil.*, 44.
- LAUBSCHER H.P. (1963) - Notice explicative de la feuille Saint-Ursanne (1085) à 1/25000. *Commission géologique suisse*, 26 p.
- LAUBSCHER H.P. (1965) - Ein kinematisches Modell der Jurafaltung. *Eclogae geol. Helv.*, 58,1.
- L1NIGER H. (1925) - Geologie des Delsbergerbeckens und der Umgebung von Movelier. *Beitr. geol. Karte. Schweiz, N.F.* 55.
- LINIGER H. et KELLER W.T. (1930) - Notice explicative des feuilles Movelier (92), Soyhières (93), Delémont (94). Courrendin (95) à 1/25000. *Commission géologique suisse*, 6 p.
- L1NIGER H. et HOFMANN F. (1965) - Das Alter der Sundgauschotter westlich Basel. *Eclogaegeol. Helv.*, 58-1, p. 215-229.
- LINIGER H. (1970) -Notice explicative de la feuille Bonfol (1065) à 1/25 000. *Commission géologique suisse*, 39 p.
- QUERVAIN F. de, HOFMANN F., JENNY V., KOPPEL V. (1964) - Carte géotechnique de la Suisse à 1/200 000. Feuille n° 1: Neuchâtel-Berne-Bâle. *Commission géologique suisse*.

- RICOUR J. (1962) - Contribution à une révision du Trias français. *Mém. Carte géol France*, 471 p.
- RUHLAND M., HAM P. et BLANALT G. (1969) - Carte et notice explicative de la feuille Ferrette à 1/80000, 2ème édit., *Carte géologique de la France*.
- RUHLAND M. (1972) - Le Jura alsacien ou Jura de Ferrette. *Sci. Géol. Bull.*, 25, 2-3, p.119-125.
- SCHAEFER H. (1961) - Die pontische Saugetierfauna von Charmoille (Jura bernois). *Eclogae. geol. Helv.*, 54-2, p. 559-566.
- SCHIRARDIN J. (1957-1958) - Les Ammonites de l'Oxfordien du Jura alsacien de la région de Ferrette, 1ère et 2ème parties. *Bull. Serv. Carte gtJol. Als. Lorr.*, 10 et 11, p. 75-117 et p. 3-50.
- SCHMIDT C., BRAUN L., PALTZER G., MÜHLBERG M., CHRIST P. et JACOB F. (1924) - Die Bohrungen von Buix bei Pruntrut und Allschwil bei Basel. *Beitr. Geol. Schweiz,geotechn. Sér.*, 10, p. 1 à 31.
- SCHNEEGANS D. (1932) - Sur l'âge des failles du Jura alsacien. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 24.
- SCHNEEGANS D. (1933) - Note sur la tectonique du Jura alsacien. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 2, 1, p. 51-74.
- SCHNEEGANS D. et THIÛOBALD N. (1934) - Notice explicative sommaire de la feuille Ferrette à 1/50 000. *Serv. Carte géol. Als. Lorr., Carte géol France*, 10 p.
- SCHNEEGANS D. et THIÛOBALD N. (1948) - Observations nouvelles sur le chevauchement frontal du Jura alsacien. *Bull. Soc. géol. France*, (5). t. 18, p.89-95.
- SITTLER C. (1965) - Le paléogène des fossés rhénan et rhodanien. Etudes sédimentologiques et paléoclimatiques. *Mém. Serv. Carte gtJol. Als. Lorr.*, 24, 392 p.
- STEHLIN H.G. (1922) - Saugetierpaliiontologische Bemerkungen zur Gliederung der oligocaenen Molasse. *Eclogae geol. Helv.*, 16.
- THEOBALD N. (1934) - Les alluvions du Pliocène supérieur de la région du Sundgau. *Bull. Soc. ind. Mulhouse*, 101, p. 1 à 36.
- THEOBALD N. (1957) - Excursions géologiques dans le Jura. III Jura alsacien. *Bull. bim. Soc. Hist. nat. Doubs*, 13, p. 137 à 152, Ronéotyp.
- THEOBALD N. (1967) - Les sondages profonds de la partie méridionale du Fossé rhénan. Renseignements généraux sur l'évolution du Fossé rhénan. *Ann. Sei. Univ. Besançon, GtJol.*, 3, p. 3-24.
- WIEL F. (1955) - Etude géologique du Jura alsacien (Haut-Rhin). D.E.S. Fac. Sci. Strasbourg, 66 p.

*AUTEURS DE LA NOTICE*

Notice rédigée par M. RUHLAND, Maître-assistant à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg et J.G. BLANAL T, Ingénieur-géologue au B.R.G.M. avec la collaboration de N. THEOBALD, Professeur à l'Université de Besançon (formations alluviales), J.P. VANÇON, Attaché de recherche au C.N.R.S. (hydrogéologie), de A. THEVENIN, Directeur de la circonscription des Antiquités préhistoriques d'Alsace, de H. GRUTTER, Archéologue cantonal au Service archéologique du canton de Berne et du Dr. J. EWALD, Archéologue cantonal du canton de Bâle (Archéologie et localisation des sites sur la carte).

NW

N

NE

E

COMPARTIMENT OCCIDENTAL

COMPARTIMENT CENTRAL CHEVAUCHANT VERS LE NORD

COMPARTIMENT ORIENTAL

Pli du Rossberg

Pli de Ferrette

Pli du Heidenfluh

Faille de Ferrette

Faille de la Kanzel

COLONIES DE VACANCES  
DOM BOSCO

ROSSBERG  
(620 m)

BOURG DE FERRETTE

CHÂTEAU DE FERRETTE  
(613 m)

FOSSE RHENAN  
(420 m)

ROCHER DE LA KANZEL  
FLANC NORD

Combe  
oxfordienne

HEIDENFLUH  
(640 m)

BAHOLTZ

Grande oolithe

Bathonien

Callovien

Marnes oxfordiennes

Marnes oxfordiennes

Geisberg

Callovien

Bathonien

Calcaires rauraciens

Oxfordien

Calcaires sequaniens

C.E.G.

Marnes oxfordiennes

FOSSE RHENAN  
(420 m)

ROCHER DE LA KANZEL  
FLANC NORD

Calcaires rauraciens

Calcaires rauraciens

Calcaires rauraciens

Calcaires rauraciens

Marnes oxfordiennes

Combe  
oxfordienne

CASERNE  
DES  
C.R.S.

Marnes oxfordiennes

Calcaires rauraciens tabulaires

Marnes oxfordiennes

Combe  
oxfordienne

FLANC SUD

PANORAMA DE FERRETTE VU DU MUSENRAIN