STRATA

Actes du Laboratoire de Géologie Sédimentaire et Paléontologie de l'Université Paul-Sabatier Toulouse

série 2 : mémoires

UNIVERSITÉ PAUL-SABATIER GÉOLOGIE TOULOUSE

LE TRIAS DES PYRENEES CENTRALES ET ORIENTALES FRANCO-ESPAGNOLES

LIVRET-GUIDE DE L'EXCURSION PYRENEES 92 DU GROUPE FRANÇAIS DU TRIAS

M. FRECHENGUES - B. PEYBERNES - CL. LUCAS
P. SOUQUET

5 - 6 - 7 SEPTEMBRE 1992

GT TRIAS

DES AST ASSOCIATION SEDIMENTOLOGISTES FRANÇAIS

AGSO
Association des Géologues du Sud Ouest

Bibliothèque Labo - "Pyrénées"

UNIVERSITE PAUL-SABATIER TOULOUSE GÉOLOGIE

PYRENEES' 92

LE TRIAS DES PYRENEES CENTRALES ET ORIENTALES FRANCO-ESPAGNOLES

LIVRET-GUIDE

M. FRECHENGUES*, B. PEYBERNÈS*, Cl. LUCAS** et P. SOUQUET*
avec la collaboration de C. FOURNIER-VINAS**, R. MARTINI***
et L. ZANINETTI***.

*LABORATOIRE DE GÉOLOGIE SÉDIMENTAIRE ET PALÉONTOLOGIE,
UA. CNRS n°1405, UNIVERSITÉ PAUL-SABATIER
39 ALLEES JULES GUESDE - 31062 TOULOUSE CEDEX - FRANCE.

**LABORATOIRE DE GÉOLOGIE STRUCTURALE ET TECTONOPHYSIQUE,
UNIVERSITÉ PAUL-SABATIER
38 RUE DES 36 PONTS - 31062 TOULOUSE CEDEX - FRANCE.

***DÉPARTEMENT DE GÉOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE, UNIVERSITÉ DE GENÈVE, 13
RUE DES MARAÎCHERS - 1211 GENÈVE 4 - SUISSE.

UNIVERSITE PAUL-SABATIER TOULOUSE GÉOLOGIE

5-6-7 SEPTEMBRE 1992

Bibliothèque Labq -

UNIVERSITÉ PAUL-SABATIER TOULOUSE GÉOLOGIE

LISTE DES PARTICIPANTS

BECKER Hans - Willi, Graf - Str. 5 - 6670 ST. INGBERT, ALLEMAGNE.
BELGARRIC Jean - 2 rue du Mont Vallier, 31210 MONTREJEAU, FRANCE.
BEN YOUSSEF Mohamed, I.N.R.S.T., Sc. de la Terre, BP. 95, 2050 HAMMAM-LIF, TUNISIE.
BEUTLER Gerhard - Niedersächsiche Landesamt für Bodenforschung, 51 01 53, 3000 HANNOVER 51, ALLEMAGNE.
BOROCCO Jacques, SNEA(P), 17 avenue Laribeau - 64000 PAU, FRANCE
CARALP Michelle - Université Bordeaux I - 19 rue de la Fon de Madran - 33600 PESSAC, FRANCE.
CISZAK Richard - Laboratoire de Géologie Sédimentaire et Paléontologie, Université Paul-Sabatier, 39 allées J. Guesde, 31062 TOULOUSE Cedex, FRANCE.
COMBES Pierre-Jean - Géologie des Gîtes Minéraux, case 66, Université de Montpellier 2, Place Eugène-Bataillon, 34095 MONTPELLIER Cedex 05, FRANCE.
COUREL Louis - Centre des Sciences de la Terre de l'Université de Bourgogne, U.A. CNRS N° 157, 6 Boulevard Gabriel, 21000 DIJON, FRANCE.
DEMATHIEU Georges - 70 avenue Galois - 92340 BOURG LA REINE, FRANCE.
DEMATHIEU Germaine - 70 avenue Galois - 92340 BOURG LA REINE, FRANCE.
DESTOMBES Jacques - Université Bordeaux I - 19 rue de la Fon de Madran - 33600 PESSAC, FRANCE.
DEVOUGES Jany - 72 rue Alfred Dumeril - 31400 TOULOUSE, FRANCE.
DITTRICH Doris - Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz., Emmeransstr. 36, 65 MAINZ, ALLEMAGNE. (2 personnes).
DURAND Marc - Laboratoire de Géologie des Ensembles Sédimentaires, Université Nancy I, BP. 239, 54506 VANDOEUVRE Cedex, FRANCE.
FRECHENGUES Michel - Laboratoire de Géologie Sédimentaire et Paléontologie, Université Paul-Sabatier, 39 allées J. Guesde, 31062 TOULOUSE Cedex, FRANCE.
GANDIN Anna - Dipartimento di Scienze della Terra, Universita' degli studi di Siena, Via delle Cerchia, 3 - 53100 SIENA, ITALIE.
GHANMI Mohamed - Office National des Mines, 95 avenue Mohamed V, 1002 TUNIS, TUNISIE.
HEITELE Hubert - Geologisches Landesamt Rhld-Pf. - Postfach 2045 - D-6500 MAINZ, ALLEMAGNE.
HUMBERT Max-André - 34 rue Ducourneau - 47000 AGEN, FRANCE.
KAMOUN Fekhri - Faculté des Sciences, Université de SFAX, route de Soukra, - 3088 SFAX, TUNISIE.
LAVAL François - C. R. G. M., Université de Nice, Parc Valrose - 0608 NICE Cedex, FRANCE.
LEPPER Jochen - Niedersächsiche Landesamt für Bodenforschung, Postfach 51 01 53, D-3000 HANNOVER 51, ALLEMAGNE.
LUCAS Claude - Laboratoire de Géologie Structurale et Tectonophysique, Université Paul-Sabatier, 38 rue des 36 Ponts, 31062 TOULOUSE Cedex, FRANCE.
MAGNE Jean - 16 rue des Pivoines 31400 TOULOUSE, FRANCE.
MALMSHEIMER Klaus - Institüt für Geologie, Ruhr Universität, Bochum - D 4630 - BOCHUM 1, ALLEMAGNE.
MARTINI Rossana - Département de Géologie et Paléontologie, Université de Genève, 13 rue des Maraîchers, 1211 GENEVE 4, SUISSE.
MAYOUX Philippe - Muséum de Salies - Bagnères de Bigorre - 42 avenue Philadelphe - 65200 GERDE, FRANCE.

MÜLLER Erwin - Geologisches Landesamt d. Saarl, Beaumaraiser Str. 7a, 6634 WALLERFANGEN, ALLEMAGNE.

PEYBERNÈS Bernard - Laboratoire de Géologie Sédimentaire et Paléontologie, U.A. (C.N.R.S.) n° 1405 et G. S. Téthys, Université Paul-Sabatier, 39 allées J. Guesde, 31062 TOULOUSE Cedex, FRANCE.

PUJOS Alfred - 32390 MIREPOIX, FRANCE.

REY Jacques - Laboratoire de Géologie Sédimentaire et Paléontologie, U.A. (C.N.R.S.) n° 1405, Université Paul-Sabatier, 39 allées J. Guesde, 31062 TOULOUSE Cedex, FRANCE.

RITTER Jean - Résidence Dauphine, Pavillon du Barry, 78430 LOUVECIENNES, FRANCE.

RÖHLING Heinz Gerd - Lower Saxony Geological Survey, Stilleroog 2, 3000 HANNOVER, 51, ALLEMAGNE.

RÖHLING Simone - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleroog 2, 3000 HANNOVER, 51 , ALLEMAGNE.

SOUQUET Pierre - Laboratoire de Géologie Sédimentaire et Paléontologie, U.A. (C.N.R.S.) n° 1405, Université Paul-Sabatier, 39 allées J. Guesde, 31062 TOULOUSE Cedex, FRANCE.

TEFIANI Mohamed - Institut des Sciences de la Terre, Université d'Alger, BP 32, El Alia, Dar El Beida, 16111 ALGER, ALGERIE.

VERNA Alain - 3 rue P. Corneille - 33170 GRADIGNAN, FRANCE.

VERNA Mireille - 3 rue P. Corneille - 33170 GRADIGNAN, FRANCE.

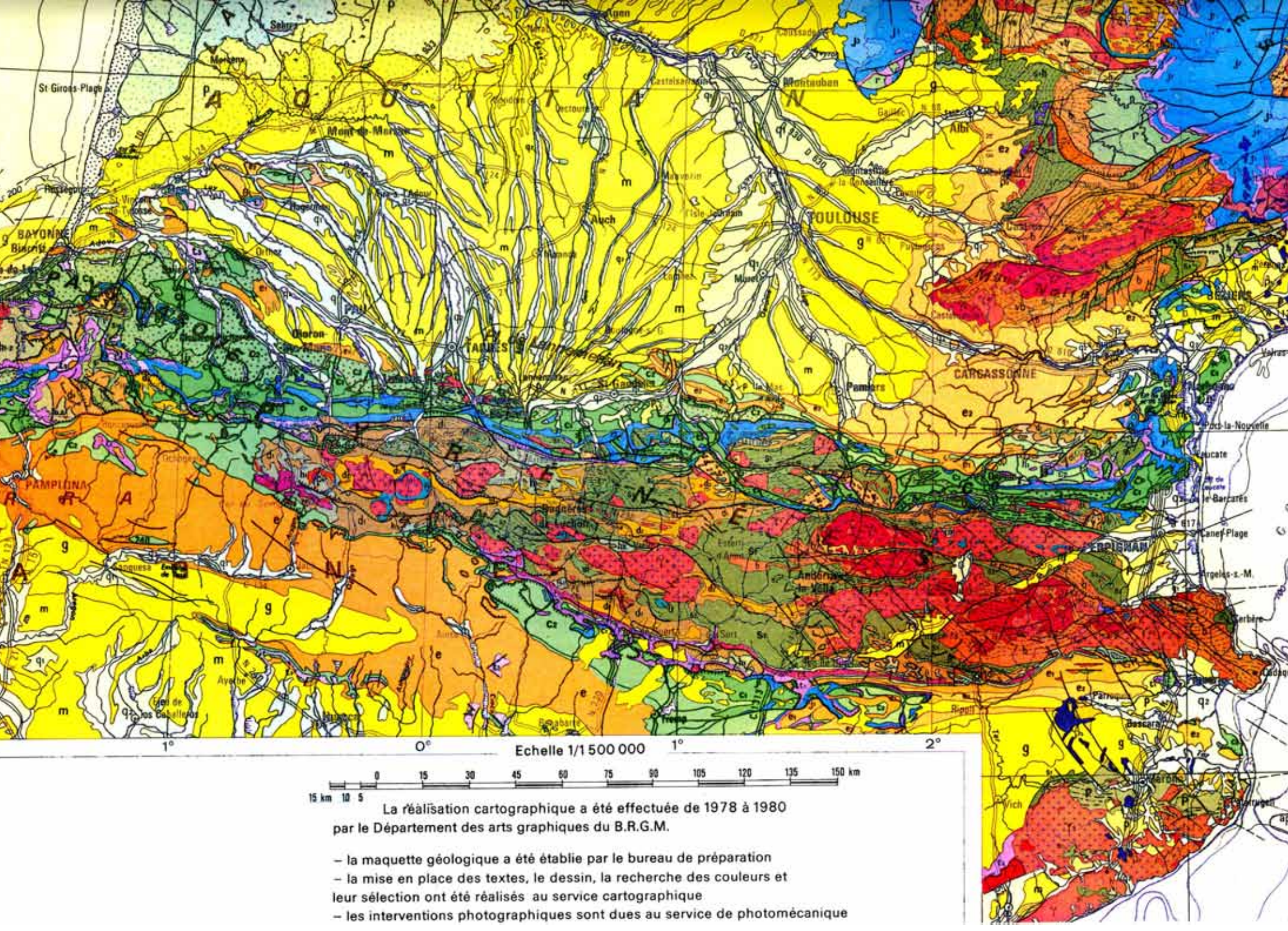
WALLEZ Marie-José - Laboratoire de Géologie Sédimentaire et Paléontologie, Université Paul-Sabatier, 39 allées J. Guesde, 31062 TOULOUSE Cedex, FRANCE.

ZANINETTI Louisette - Département de Géologie et Paléontologie, Université de Genève, 13 rue des Maraîchers, 1211 GENEVE 4, SUISSE.

ZARBOUT Mohamed - Office National des Mines, 95 avenue Mohamed V, 1002 TUNIS, TUNISIE.

ZOLNAI Grégoire - SNEA(P), 11 Avenue des Sayettes, 64000 PAU, FRANCE.

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER
Laboratoire de Géologie Sédimentaire
et Paléontologie
39, Allées Jules Guesde
31062 TOULOUSE CEDEX (France)
Tél. (61) 53. 02. 35



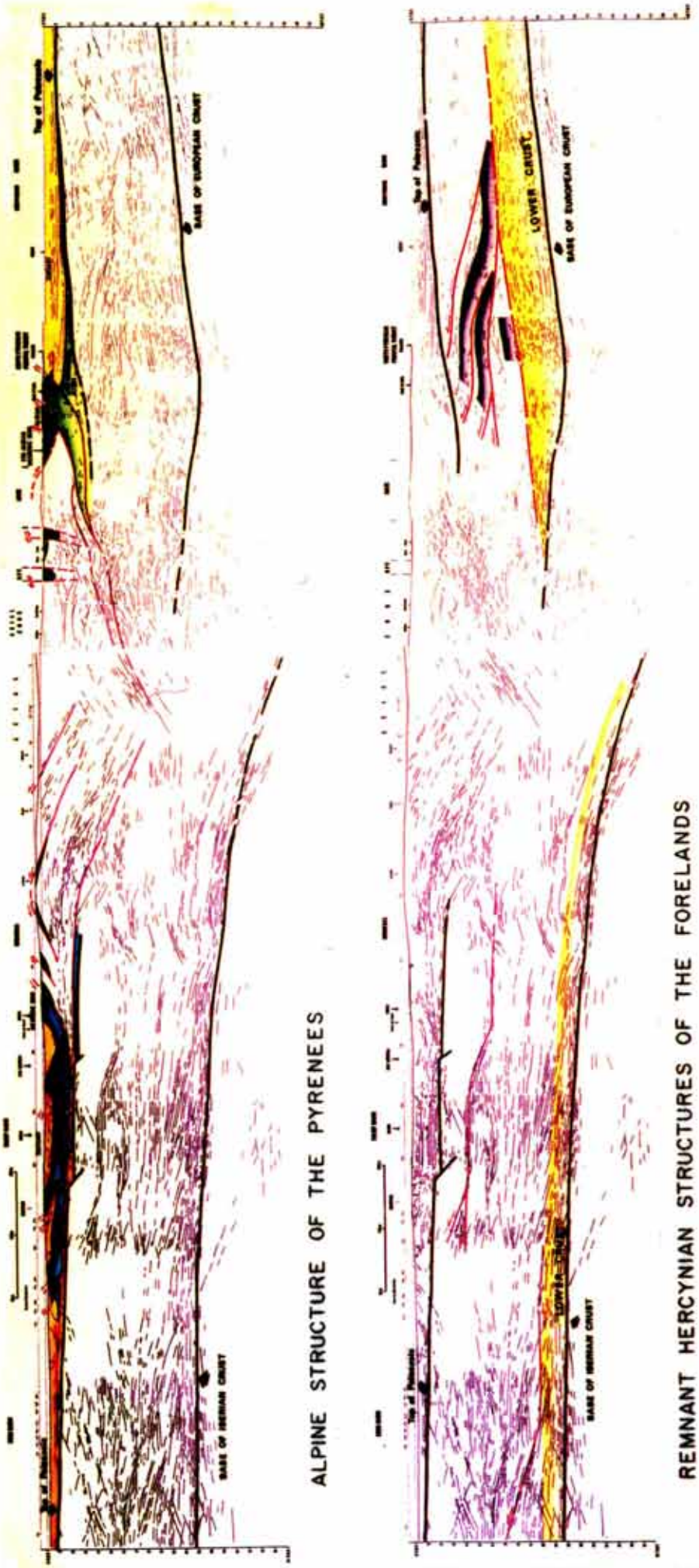
Echelle 1/1 500 000

0 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 km

15 km 10 5

La réalisation cartographique a été effectuée de 1978 à 1980 par le Département des arts graphiques du B.R.G.M.

– la maquette géologique a été établie par le bureau de préparation
– la mise en place des textes, le dessin, la recherche des couleurs et leur sélection ont été réalisés au service cartographique
– les interventions photographiques sont dues au service de photomécanique



Profil E.C.O.R.S. des Pyrénées, du Bassin de l'Ebre au Bassin

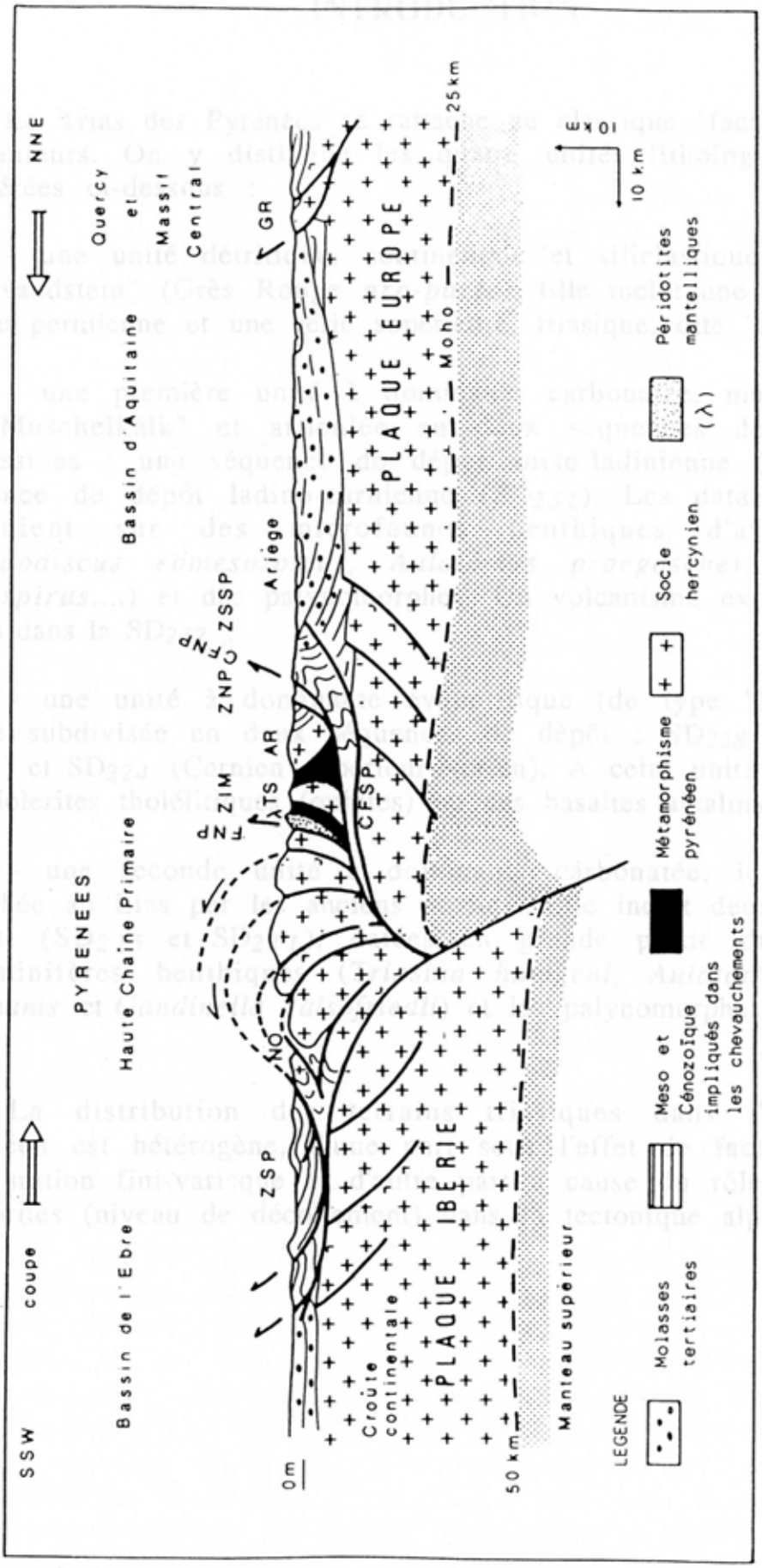


Fig. 1 : **Coupe Quercy-Bassin de l'Ebre tenant compte des données du profil E.C.O.R.S.** (d'après B. PEYBERNÈS et P. SOUQUET, 1991).

INTRODUCTION

Le Trias des Pyrénées se rattache au classique "faciès germanique" des auteurs. On y distingue les quatre unités lithologiques majeures énumérées ci-dessous :

- une unité détritique, continentale et siliclastique, assimilée au "Buntsandstein" (Grès Rouge *pro-parte*). Elle inclut une série inférieure encore permienne et une série supérieure, triasique, dite "d'Escalère" ;

- une première unité à dominante carbonatée, marine, rattachée au "Muschelkalk" et articulée en deux séquences de dépôt (SD), successives : une séquence de dépôt aniso-ladinienne (SD_{237}) et une séquence de dépôt ladino-carnienne (SD_{232}). Les datations proposées s'appuient sur des microfaunes benthiques d'affinité alpine (*Triadodiscus eomesozoicus, Aulotortus praegaschei, Lamelliconus multispirus....*) et des palynomorphes. Un volcanisme explosif acide est connu dans la SD_{237} ;

- une unité à dominante évaporitique (de type "Keuper"), elle-même subdivisée en deux séquences de dépôt : SD_{228} (Carnien *pro-parte*) et SD_{224} (Carnien supérieur-Norien). A cette unité sont associées des dolérites tholéiitiques (ophites) ou des basaltes alcalins ;

- une seconde unité à dominante carbonatée, le plus souvent rattachée au Lias par les anciens auteurs. Elle inclut deux séquences de dépôt (SD_{215} et SD_{211}), datées en grande partie du Rhétien par Foraminifères benthiques (*Triasina hantkeni, Aulotortus friedli, A. communis* et *Gandinella falsofriedli*) et les palynomorphes.

La distribution des terrains triasiques dans l'édifice plissé pyrénéen est hétérogène, d'une part sous l'effet de facteurs liés à la structuration fini-varisque et d'autre part à cause du rôle important des évaporites (niveau de décollement) dans la tectonique alpine.

LE GRES ROUGE

Le Fossé permien et triasique d'Aure dont l'étude est abordée ici (J2-1) dans sa partie aval, en Haute-Barousse, est l'un des plus simples des Pyrénées tant dans ses successions lithologiques que dans sa structure. Il se situe sur le front septentrional de la Haute Chaîne Primaire (Zone des Ecailles Bordières), immédiatement au Sud de la Faille Nord-Pyrénéenne, considérée, au Crétacé moyen, comme la limite des deux plaques Ibérique et Européenne. La composition de son remplissage est la suivante, avec de bas en haut (Fig. 2) :

1) **La Formation de l'Escale**, peu épaisse qui repose en discordance (surface d'érosion épivarisque) sur le Carbonifère plissé (calcaires et grès). Il s'agit d'un épandage alluvial, relativement distal, constitué d'orthoconglomérats (galets jointifs, sans matrice), de grès et de pélites gris à gris-vert. Les galets des conglomérats proviennent, pour une part, des calcaires viséens tout proches, et pour le reste, de roches siliceuses plus éloignées. On ne peut exclure qu'une partie des galets siliceux (les plus petits et les plus émoussés) proviennent d'un remaniement de matériaux détritiques du bassin carbonifère d'Arreau. On observe parfois une imbrication des galets dans les bancs conglomératiques et des horizons de matériaux fluviatiles plus fins, aussi bien vers l'Ouest que vers l'Est. Cette formation résulte d'apports diversifiés et n'enregistre pas les effets d'une activité tectonique comme les formations bréchiques sus-jacentes ;

2) **La Série Rouge Inférieure (S.R.I.)**, permienne, épaisse d'un millier de mètres environ, constitue la plus grande partie du remplissage des bassins. Elle comporte deux formations bréchiques successives :

a/ La Formation de Coume Vieille, à la base, est composée de paraconglomérats (matrice fine abondante), disposés en prismes ou coulées de débris de faible extension, généralement hectométriques. Les conglomérats sont composés principalement de débris de roches métamorphiques, sous forme de galets et blocs de quartzite. Ces fragments sont plus anguleux et plus gros à l'Ouest où ils peuvent atteindre 35 cm. Ils proviennent, pour une part, de la couverture ordovicienne des massifs cristallins (Lesponne dans la Haute Chaîne Primaire, à l'Ouest de l'Adour et Massifs Nord-pyrénéens) et de la série carbonifère. La matrice, très rubéfiée, des conglomérats est composée de grains de sables, souvent de type polycristallin, issus des mêmes roches métamorphiques que les galets et les blocs. L'ensemble est caractérisé par un mauvais classement granulométrique et par une composition pétrographique hétérogène. Les clastes sont peu altérés. Les argiles paraissent directement héritées du Paléozoïque et sont caractérisées par l'association illite-chlorite.

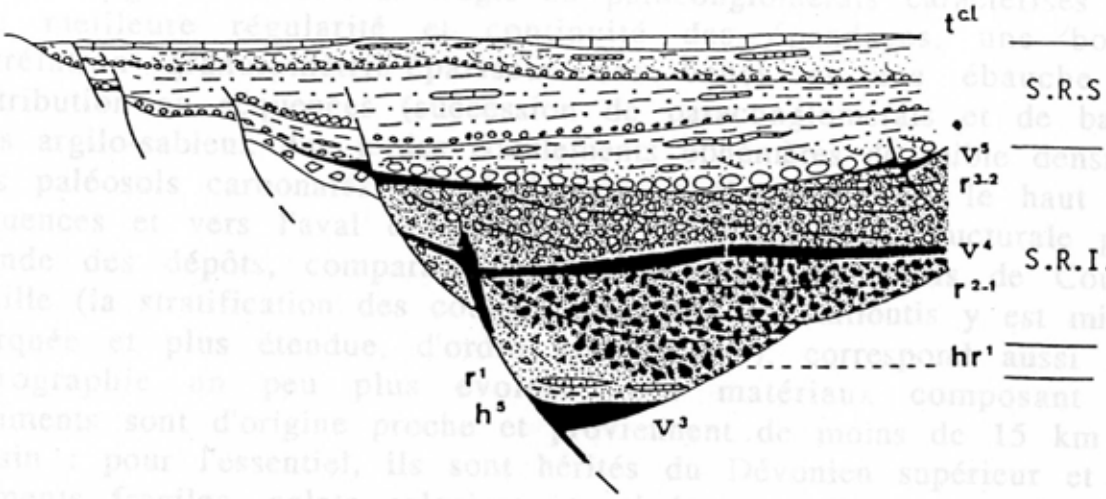


Fig. 2 : Succession stratigraphique synthétique des formations terrigènes post-varisques du versant nord des Pyrénées. Aucune coupe ne renferme la totalité des termes, ce qui contribue à souligner leur migration en fonction de l'extension des fossés. Ceux-ci sont dissymétriques ; on observe des migrations des dépôts-centres vers divers azimuts suivant les fossés et selon les périodes. Légende : t^{cl} : Trias carbonaté (Ladinien, Carnien), Anisien ? ; S.R.S. : Série Rouge Supérieure ; v^5 : volcanisme basaltique de la Rhune (5° épisode F. BIXEL, 1984) ; S.R.I. Série Rouge Inférieure (r^{3-2} : Unité Rouge Supérieure, permienne, v^4 : volcanisme d'Anayet, r^{2-1} : Unité Rouge Inférieure permienne) ; hr^1 : Formation d'Astu-Moines, d'Aspin-Escale = Unité de Transition, r^1 : Autunien gris ; h^5 : Stéphanien supérieur. (d'après Cl. LUCAS, 1984)

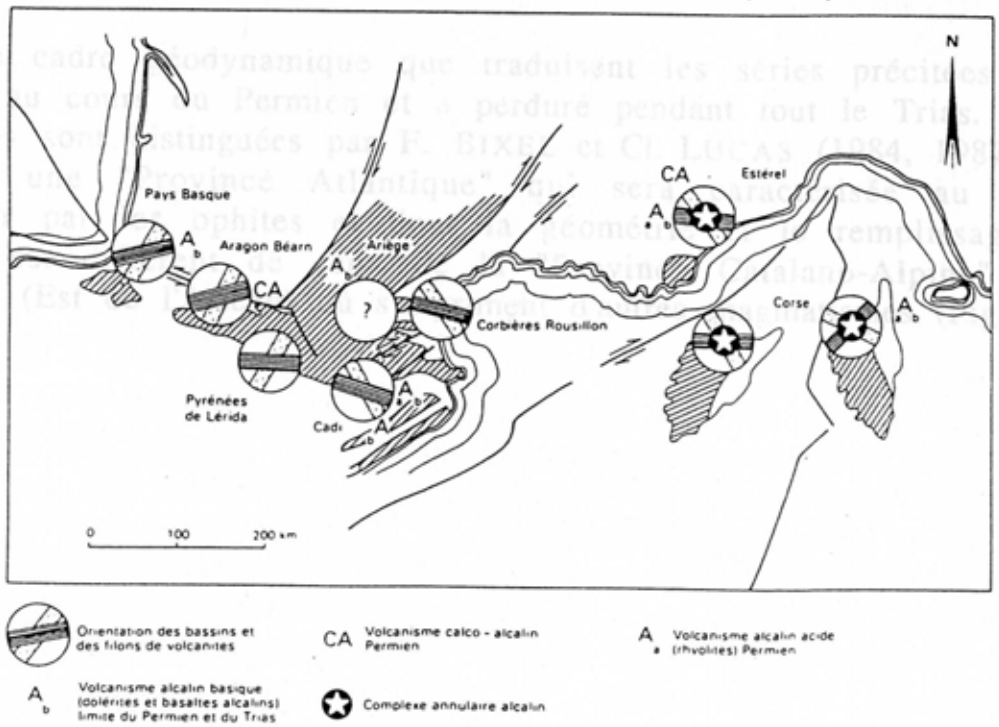


Fig. 3 : **Orientations des bassins permiens et triasiques du domaine pyrénéen.** Les demi-grabens de la Province atlantique réalisent des motifs cruciformes NNE-SSW et ENE-WSW ; ceux de la Province "Catalano-Alpine sont E-W et NW-SE (d'après F. BIXEL et Cl. LUCAS, 1987).

b/ La Formation Camous, au-dessus, constitue l'essentiel de la Série Rouge Inférieure. Il s'agit de paraconglomérats caractérisés par une meilleure régularité et continuité des épandages, une bonne corrélation granulométrie-épaisseur des bancs et une ébauche de distribution en séquences (succession de paraconglomérats et de bancs plus argilo-sableux due à des écoulements éphémères de faible densité). Des paléosols carbonatés se développent quelquefois vers le haut des séquences et vers l'aval des profils. A cette maturité structurale plus grande des dépôts, comparativement aux cônes de débris de Coume Vieille (la stratification des coulées boueuses des cailloutis y est mieux marquée et plus étendue, d'ordre kilométrique), correspond aussi une pétrographie un peu plus évoluée. Les matériaux composant les sédiments sont d'origine proche et proviennent de moins de 15 km du bassin : pour l'essentiel, ils sont hérités du Dévonien supérieur et les éléments fragiles, galets calcaires et minéraux argileux peu résistants (chlorites) sont bien conservés.

3) la Série Rouge Supérieure (S.R.S.), d'âge triasique, déborde les limites du fossé permien. A la base de ce Trias, les écoulements sont encore relativement denses à l'Ouest mais ce caractère s'atténue graduellement vers l'Est et vers le haut de la série avec apparition progressive de séquences fluviatiles typiques et d'un drainage longitudinal orienté N-S à NE-SW. La discordance générale de la Série Rouge Supérieure est décelable dans la zone de débordement sur la marge du fossé.

Le cadre géodynamique que traduisent les séries précitées s'est dessiné au cours du Permien et a perduré pendant tout le Trias. Deux provinces sont distinguées par F. BIXEL et Cl. LUCAS (1984, 1987) : à l'Ouest, une "Province Atlantique" qui sera caractérisée au Trias supérieur par les ophites et dont la géométrie et le remplissage de bassins est différent de ceux de la "Province Catalano-Alpine" plus orientale (Est de l'Ariège) où s'expriment d'autres magmatismes (Fig. 3).

LE TRIAS MOYEN A SUPERIEUR

LES FORMATIONS

Le Trias moyen à supérieur des Pyrénées franco-espagnoles a été subdivisé en deux formations par les auteurs : la "Formation de Pont-de-Suert" décrite par P. H. W. MEY, 1968, en Espagne, regroupant les faciès du Muschelkalk et du Keuper ; la "Formation de Boutenac" définie par B. PEYBERNÈS, R. MARTINI, J. TAUGOURDEAU-LANTZ et L. ZANINETTI, 1988, dans les Corbières, pour le Rhétien. L'étude du Trias sur l'ensemble de la chaîne nous a conduit a abandonner ces définitions trop larges et à subdiviser le Trias moyen à supérieur (Anisien supérieur à Rhétien) en douze formations.

Celles-ci se répartissent en trois grandes unités lithologiques correspondant approximativement aux subdivisions traditionnelles du Trias de faciès "Germanique". Deux unités à dominante carbonatée (correspondant au "Muschelkalk" et au Rhétien) encadrent une unité à dominante pélito-évaporitique ("Keuper"). Les datations proposées ici s'appuient sur les Foraminifères benthiques, les palynomorphes, les Brachiopodes, les Conodontes et, localement, les Reptiles marins.

Formations à dominante carbonatée du "Muschelkalk" (Fig. 4)

1 - Formation des "Brèches du Mont-Peyrous"

Cette formation d'une vingtaine de mètres d'épaisseur, n'est connue que dans les Corbières Méridionales, dans le tégument du Massif de Mouthoumet (régions de Massac, Dernacueillette, Col de Rédoulade). Elle tire son nom du Mont-Peyrous situé au Nord de Massac, le long de la RD. 610. Très discontinue, elle repose soit sur des pélites rouges de faciès "Buntsandstein" (Mont-Peyrous), soit sur le socle paléozoïque (Dernacueillette). Elle est constituée par des accumulations sous-aquatiques de brèches massives, carbonatées, polygéniques, chaotiques (mass-flow ou debris-flow), à blocs de dolomies paléozoïques, silex, pélites et grès rouges, etc. Localement (Massac, Mont-Peyrous ; Dernacueillette, Cascade des Escoumes, arrêt J 3-2), ces brèches renferment à leur base des olistolithes pluri-métriques. Au Mont-Peyrous, on peut également observer un

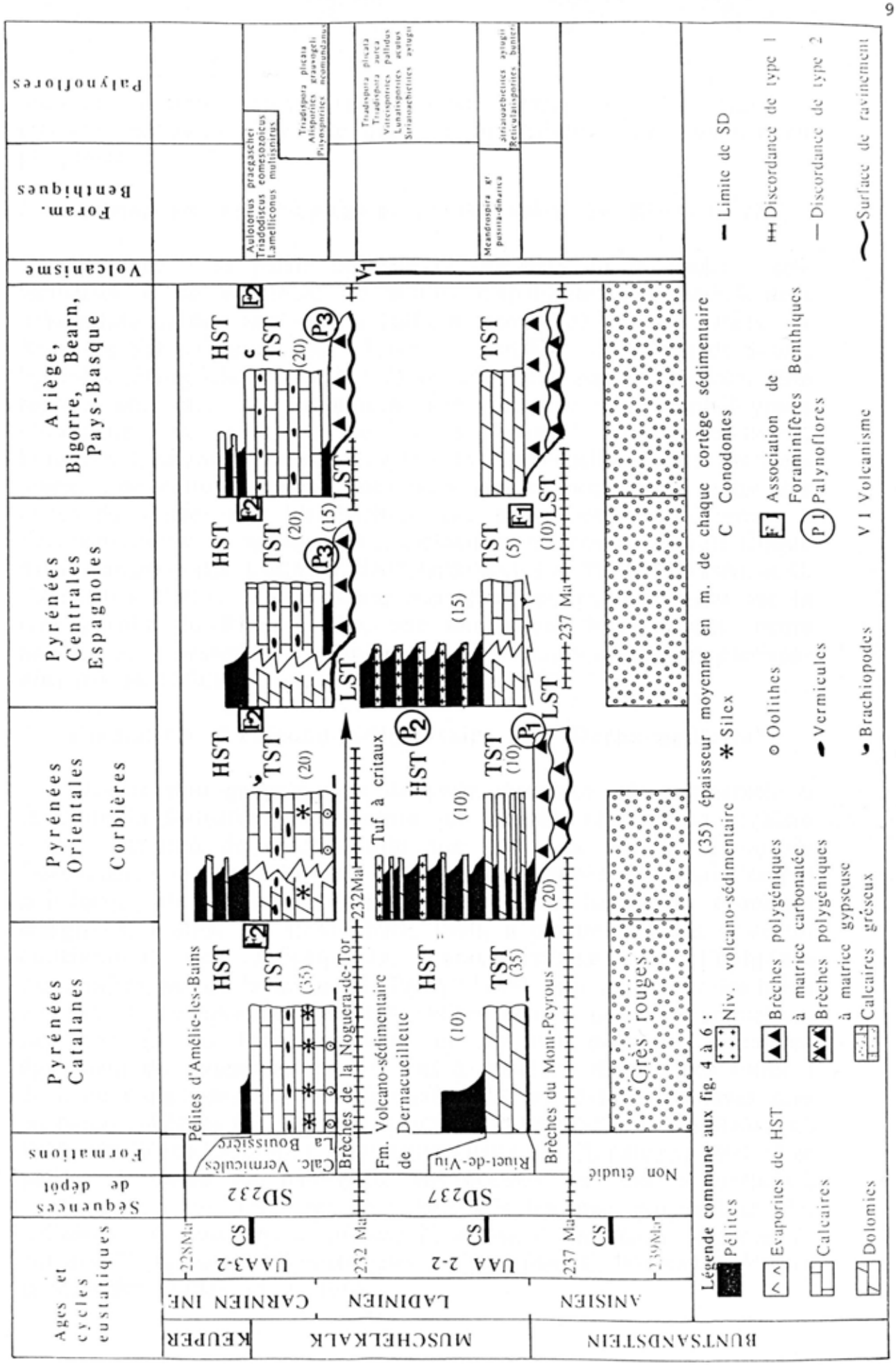


Fig. 4 : Stratigraphie séquentielle et Formations du Trias moyen (Muschelkalk) des Pyrénées Franco-espagnoles.

premier niveau volcano-sédimentaire préfigurant les "tufs à cristaux" ladiniens ainsi que quelques intercalations de dolomies en plaquettes.

2 - Formation des "Calcaires et Dolomies du Riuet-de-Viu"

Limitée à la partie centrale et orientale de la chaîne, cette formation d'une vingtaine de mètres d'épaisseur est généralement dolomitisée et doit son nom à l'affleurement situé en rive gauche du Riuet-de-Viu (Tunnel de Lavaix, Sud-Est de Pont-de-Suert, Pyrénées Espagnoles, arrêt J 1-2) où elle n'est pas dolomitisée. Elle repose soit sur la Formation des Brèches du Mont-Peyrous (Dernacueillette) soit sur les "Grès Rouges" (Amélie-les-Bains, Pyrénées Catalanes). Dans la région de Dernacueillette, les premiers niveaux de cette formation sont pélitiques et renferment, outre des restes de plantes non identifiables, une palynoflore P_1, anisienne, à *Verrucosisporites applanatus* et *Calamospora tener*, caractéristique d'une mangrove (Cl. LUCAS, J. TAUGOURDEAU-LANTZ, M. TEFIANI, et C. FOURNIER-VINAS, 1982). Cette formation contient également sur la rive gauche du Riuet-de-Viu, une microfaune F_1 à cachet encore anisien et représentée notamment par *Meandrospira* gr. *pusilla-dinarica* (M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS, 1991)

3- Formation "Volcano-sédimentaire de Dernacueillette"

L'extension géographique de cette formation est comparable à celle de la formation sous-jacente sur laquelle elle repose. Epaisse d'une vingtaine de mètres, elle tire son nom de la région de Dernacueillette où elle est la plus développée. Essentiellement pélitique, elle renferme également quelques bancs de dolomies margino-littorales. A. GIANONNI, 1990, a montré que ces dolomies contiennent des mégaquartz, caractéristiques de l'épigénie d'évaporites par de la silice. H. PAPA (1984) cite à Amélie-les-bains des traces d'évaporites dans les pélites claires de cette formation. Les régions de Dernacueillette et de Pont-de-Suert, montrent également des intercalations de "Tuf à cristaux" rhyolitiques (arrêt J 3-3), de pyroclastes de ces tufs (arrêts J1-2 et J3-1) et de laves plus ou moins rubéfiées (M. FRÉCHENGUES, B. PEYBERNES, J. THIEBAUT, C. DURAND-WACKENHEIM, C. FOURNIER-VINAS et Cl. LUCAS, 1991). Les pélites à traces de paléosols, sus-jacentes au "tuf à cristaux", contiennent dans les Corbières Méridionales une palynoflore P_2, ladinienne, à *Triadispora plicata*, *T. aurea*, *T. stabilis*, *T. staplini*, *T. sulcata*, *T. pallidus* et *Vitreisporites pallidus* (dét. C. FOURNIER-VINAS *in* M. FRÉCHENGUES *et al.*, 1991).

4- Formation des "Brèches de la Noguera-de-Tor"

Cette formation de 15 m d'épaisseur n'affleure que très sporadiquement. On peut l'observer principalement en Espagne, au Nord de Pont-de-Suert, en rive gauche de la Noguera-de-Tor, où elle est constituée par une brèche carbonatée, polygénique, chaotique, à blocs et olistolithes (mass-flow ou debris-flow). On peut également lui rattacher la brèche dolomitique décrite dans l'Ariège, près de Rimont, par C. BOUQUET et D. STOPPEL,1980.

5- Formation des "Calcaires vermiculés de la Bouissière"

Cette formation, atteignant 30 m de puissance, est beaucoup mieux représentée que les précédentes sur toute l'étendue de la chaîne et correspond à la barre carbonatée du "Muschelkalk" des auteurs. Elle repose généralement sur la Formation Volcano-sédimentaire de Dernacueillette et plus rarement sur la Formation des Brèches de la Noguera-de-Tor. Il est à noter qu'au Pays-Basque, près d'Etcheveria, cette formation repose directement sur les Grès Rouges, témoignant ainsi de l'érosion ou du non-dépôt des formations normalement sous-jacentes. Elle est constituée de calcaires et de dolomies, massifs ou en plaquettes, généralement subtidaux. On peut y distinguer des calcaires oolithiques à la base, des calcaires à silex, des calcaires intensément bioturbés dit "vermiculés", des calcaires ondulés de type "Wellenkalk" et des calcaires slumpés (séismites). Dans ces calcaires, la biophase est représentée par : quelques Conodontes (*Pseudofurniischius murcianus* VAN DER BOOGARD) à Ellissetchea (Pays-Basque) et au Col de Beyrède (Pyrénées Centrales ; C. BOUQUET et D. STOPPEL, 1980); un reptile marin (*Pachypleurosauride*) à Amélie-les-Bains (Pyrénées Catalanes ; H. PAPA, 1984) ; l'association ladino-carnienne F_2 de Foraminifères benthiques de type alpin (B. PEYBERNÈS et Cl. LUCAS, 1988) représentée par *Aulotortus praegaschei* (KOEHN-ZANINETTI), *Triadodiscus eomesozoicus* (OBERHAUSER), *Lamelliconus procerus* (LIEBUS), *Endothyranella* cf. *wirzi* (KOEHN-ZANINETTI), *Glomospira sinensis* (HO), *G. vulgaris* (HO) et *Ammodiscus parapriscus* (HO). Cette association de Foraminifères est fréquente dans les calcaires massifs de cette formation dans les Pyrénées Catalanes (M. FRÉCHENGUES, B. PEYBERNES, R. MARTINI et L. ZANINETTI, 1990), les Corbières, l'Ariège (M. FRÉCHENGUES, B. PEYBERNÈS, R. MARTINI et L. ZANINETTI, sous-presse), la Bigorre, le Béarn, et les Pyrénées Espagnoles (M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS, 1991). Des bioaccumulations de Brachiopodes (*Coenothyris vulgaris* SCHLOT., L. BARRABÉ, 1943 et *Adygella* sp., dét. S. CALZADA), marquant probablement l'épaisseur maximale de la tranche d'eau, sont

observées uniquement dans les Corbières Orientales, (Durban : Roque-Longue, le Quintoul, arrêt J3-6).

Comme dans le cas de la Formation des Calcaires et Dolomies du Riuet-de-Viu, la base de cette formation (Hostalets, vallée du Sègre et Naval, vallée du Cinca, Espagne ; Etcheveria, Nord de St. Jean-Pied-de-Port, Pays-Basque) est marquée par des pélites ligniteuses renfermant la palynoflore P_3 à *Triadispora plicata*, *Alisporites grauvogeli* et *Pityosporites neomundanus*. (M. FRÉCHENGUES, C. FOURNIER-VINAS, Cl. LUCAS et B. PEYBERNÈS, sous-presse).

6- Formation des "Pélites d'Amélie-les-Bains"

Cette formation, très souvent laminée par les décollements alpins, comprend, lorsqu'elle est conservée, des brèches monogéniques de dissolution (à éléments de dolomies sombres à lamines), visibles à Amélie-les-Bains, ainsi que des pélites varicolores supratidales traditionnellement rapportées au faciès "Keuper" (Tunnel de Lavaix, arrêt J1-2 ; Col-de-Rédoulade, arrêt J3-1).

Formations à dominante pélito-évaporitique du "Keuper" (Fig. 5)

Ces formations sont délicates à individualiser en raison de l'importance des décollements alpins ayant affectés les Pyrénées. Leur succession, ici proposée à titre d'hypothèse à partir de coupes fragmentaires, n'a jamais été observée dans sa totalité.

7- Formation des "Calcaires à silex du Col-de-Rédoulade"

Visibles au Col de Redoulade (arrêt J3-1), ces calcaires à silex de quelques mètres de puissance sont corrélés avec les dolomies beiges surmontant les pélites de la Formation d'Amélie-les-Bains dans les coupes déjà citées du Tunnel de Lavaix et de la Noguera-de-Tor.

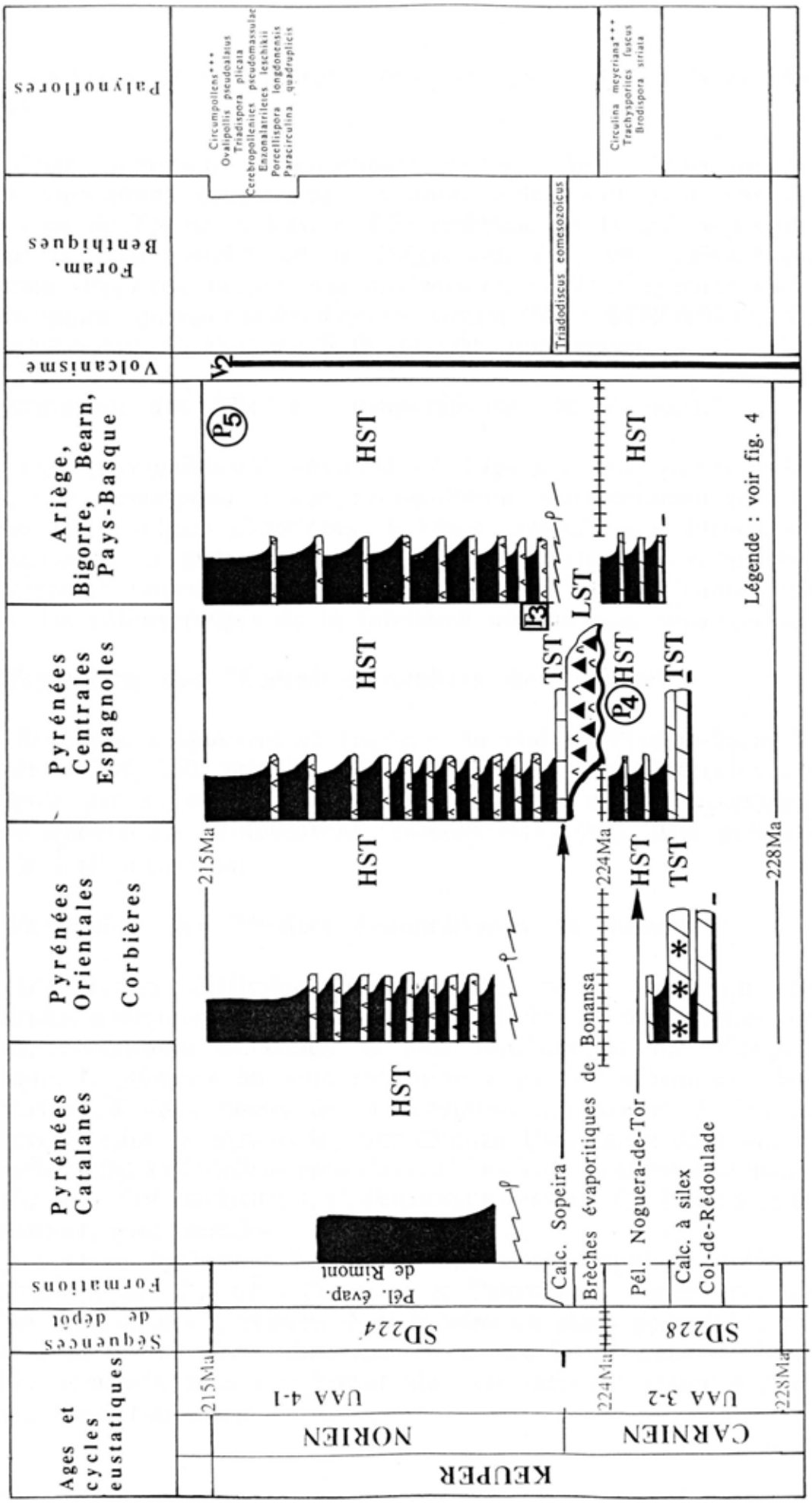


Fig. 5 : Stratigraphie séquentielle et Formations du Trias supérieur (Keuper) des Pyrénées Franco-espagnoles.

8- Formation des "Pélites évaporitiques du Tunnel de Lavaix "

Cette formation est constituée par une forte épaisseur de pélites varicolores évaporitiques visibles notamment au-dessus de l'entrée est du Tunnel de Lavaix. Elle renferme, au Tunnel de Lavaix et sur la rive gauche de la Noguera-de-Tor, une palynoflore carnienne (P_4) à *Ovalipolliis pseudoalatus*, *O. ovalis*, *Alisporites* spp., *Praecirculina granifer* et *Brodispora striata* (M. FRÉCHENGUES, C. FOURNIER-VINAS, Cl. LUCAS et B. PEYBERNÈS, sous-presse).

9- Formation des "Brèches évaporitiques de Bonansa"

Très ponctuellement observée en Espagne, près de Pont-de-Suert, elle correspond à une accumulation plurihectométrique de brèches polygéniques chaotiques, à blocs arrachés aux formations précédentes et à matrice gypseuse. Cet olistostrome évaporitique, nouvellement reconnu dans les Pyrénées, ravine au Tunnel de Lavaix les pélites rouges de la formation normalement sous-jacente.

10- Formation des "Calcaires sombres de Sopeira"

Reconnue uniquement en Espagne, au Sud de Pont-de-Suert, le long de la RN. 230, près du village de Sopeira, cette formation est constituée par 30 m de calcaires noirs, massifs et non-vermiculés. Ils contiennent des *Triadodiscus eomesozoicus* (F_3), déjà présents dans le Ladino-Carnien.

11- Formation des "Pélites évaporitiques de Rimont"

D'épaisseur difficilement évaluable, cette formation est constituée d'alternances de pélites varicolores et d'évaporites de sebkha, constituant le faciès le plus représentatif du "Keuper" classique. Le sommet de cette formation a pu être récemment daté du Norien en deux points de la couverture du Massif de l'Arize (Ariège) et dans la région de Saint-Chinian (Bas-Languedoc) par la palynoflore P_5, à *Circulina meyeriana*, *C. granulatus* et *Praecirculina granifer* (M. FRÉCHENGUES, C. FOURNIER-VINAS, Cl. LUCAS et B. PEYBERNÈS, sous-presse)
On y observe également la plupart des amas d'ophites (dolérites tholéiitiques) des Pyrénées Centrales et Orientales, relayées par les basaltes alcalins des Corbières, dont la mise en place pourrait ne pas dépasser la fin du Trias ainsi que le montre la présence de blocs d'ophite remaniés dans une brèche du Lias inférieur (Montagne du Cagire, Haute-Garonne).

Formation carbonatée rhétienne (Fig. 6)

12- Formation de Boutenac

Définie par B. PEYBERNÈS, R. MARTINI, J. TAUGOURDEAU-LANTZ et L. ZANINETTI, 1988, cette formation tire son nom de la localité de Boutenac (Aude, Corbières). Les assises rhétiennes apparaissent nettement plus marines à l'est qu'à l'ouest de la chaîne. Au-delà de la vallée d'Aure, elles deviennent de plus en plus lagunaires (passage à la "dolomie de Carcans", R. CURNELLE, 1983). La "Formation de Boutenac" peut être subdivisée en cinq membres.

A/ Membre des "Calcaires gréseux de La Caune"

Localisé dans les Corbières et dans la région de Saint-Chinian (Bas-Languedoc), ce membre, de quelques mètres de puissance, est constitué par des calcaires roses à nombreux grains de quartz. Reposant sur les pélites varicolores de la Formation de Rimont, il renferme une biophase monospécifique de Foraminifères benthiques rhétiens (F_4), à *Agathammina ? inconstans* MICHALIK *et al.*

B/ Membre des "Calcaires de Boutenac"

Epais d'une dizaine de mètres, ce membre à dominante carbonatée repose soit sur les "Calcaires gréseux de La Caune", soit directement sur la Formation des "Pélites évaporitiques de Rimont". Il renferme, dans ses niveaux oolithiques, une riche association de Foraminifères benthiques (F_5) comportant *Triasina hantkeni* MAJZON, *Aulotortus friedli* KRISTAN-TOLLMANN, *A. communis* KRISTAN, *Gandinella falsofriedli* SALAJ *et al.*, *Agathammina ? inconstans* MICHALIK *et al.*, *A. austroalpina* KRISTAN-TOLLMANN et TOLMANN et *Glomospira* sp. Localement viennent s'intercaler des lumachelles à *Rhaetavicula contorta* PORTL. Les pélites sombres de la base de ce membre renferment une palynoflore (P_6) à *Rhaetipollis germanicus*, *Clasopollis torosus*, *Cerebropollenites pseudomassulae* et *Granuloperculatipollis rudis*.

C/ Membre des "Pélites du Pont-du-Brabet"

Souvent réduit à quelques mètres d'épaisseur, ce membre contient au Pont-du-Brabet, près de Saint-Chinian, une palynoflore (P_7) en tout point comparable à celle du membre précédent.

D/ Membre des Calcaires gréseux de Saint-Chinian

Epais de quelques mètres et localisé dans les Corbières et la région de Saint-Chinian, il est, comme le membre des "Calcaires gréseux de La Caune", constitué par des calcaires roses, à nombreux

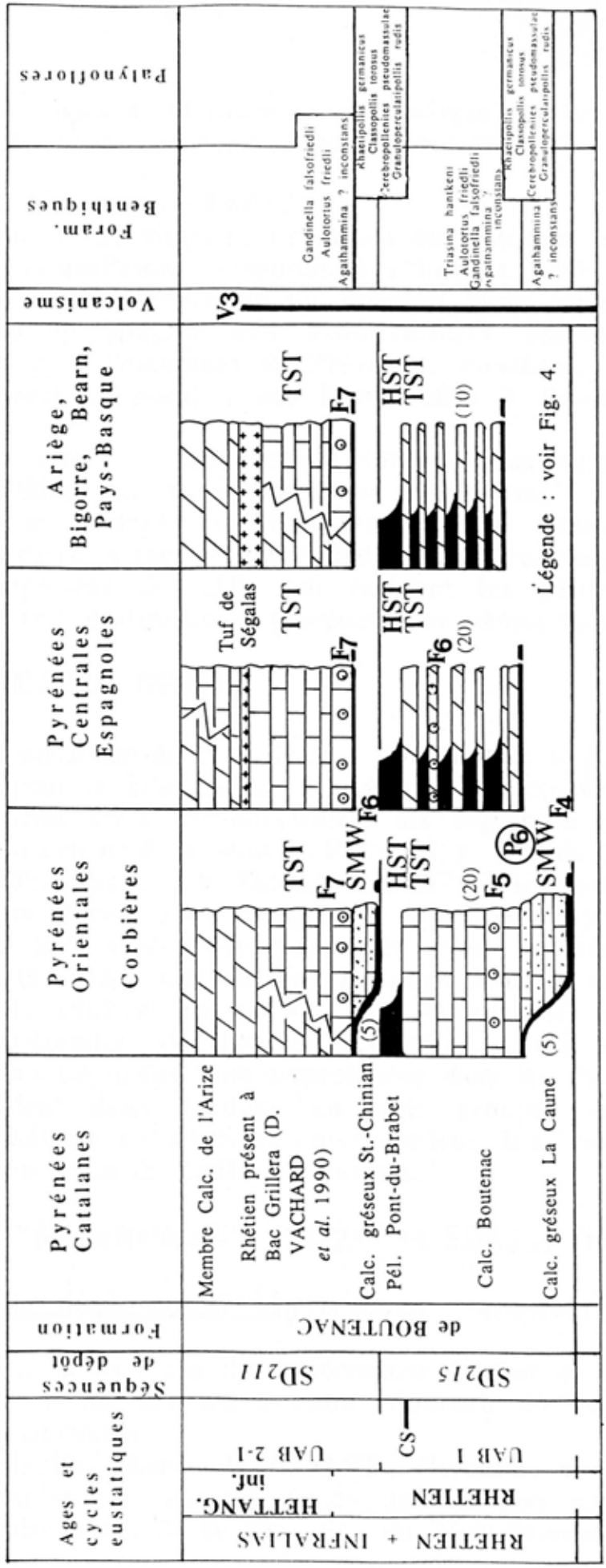


Fig. 6 : **Stratigraphie séquentielle et Formations du Rhétien des Pyrénées Franco-espagnoles.**

grains de quartz, dont la biophase monospécifique (F_6) est toujours constituée par *Agathammina ? inconstans* MICHALIK *et al.*

E/ Membre des "Calcaires de l'Arize"

Ce membre, d'une vingtaine de mètres de puissance, inclut des carbonates traditionnellement rapportés à l'"Infralias" (G. DUBAR, 1925). L'attribution au Rhétien de ses premiers bancs repose sur la persistance de la plupart des Foraminifères benthiques de l'association F_5, à l'exception de *Triasina hantkeni*. Dans les Corbières viennent s'intercaller des Lumachelles à *Rhaetavicula contorta* PORTL.

Dans ces carbonates s'intercalent sur les deux versants des Pyrénées les célèbres tufs trachytiques dits de "Ségalas". Localement (par exemple au Bostmendy, Pays Basque), une tectonique extensive synsédimentaire induit des accumulations de brèches d'escarpement de faille qui ravinent les pélites de la Formation du Pont-du-Brabet et précèdent ces mêmes tufs.

LES SEQUENCES DE DEPOT

La charte eustatique de B. U. HAQ, J. HARDENBOL et P. R. VAIL (1987) prévoit pour le Trias moyen à supérieur la succession de six cycles de troisième ordre correspondant à six séquences génétiques de dépôt (SD) au sens de P. R. VAIL, J. P. COLIN, R. JAN du CHÊNE, J. KUCHLY, F. MEDIAVILLA et V. TRIFILIEFF (1987). Elles sont définies par l'âge de leur limite basale indiqué sur la charte eustatique. Cet âge, est bien sûr, susceptible de varier avec les rénovations successives de la charte. Les chiffres que nous donnons se réfèrent au document de 1987 et ne servent qu'à désigner les séquences sans aucune prétention de datation précise. Ces six séquences peuvent être plus ou moins bien caractérisées dans les Pyrénées où elles s'assemblent deux à deux en trois groupes successifs, Muschelkalk, Keuper et Rhétien, correspondant aux subdivisions traditionnelles du Trias de faciès "Germanique".

Groupe du "Muschelkalk" (SD237 et SD232) (Fig. 4)

<u>1- Séquence de dépôt à 237 Ma</u> (Anisien supérieur-Ladinien inférieur)

Limitée à sa base par une discordance érosive de type 1 et épaisse de 50 m au maximum, cette séquence de dépôt (SD) comporte successivement :

a/ un Prisme de Bas Niveau Marin (LST), discontinu et représenté par les accumulations sous-aquatiques des brèches carbonatées polygéniques, chaotiques, de la Formation du Mont-Peyrous ;

b/ un Intervalle Transgressif (TST), correspondant à la Formation du Riuet-de-Viu, dont la surface de transgression est ponctuellement jalonnée dans les Corbières Méridionales (Dernacueillette, Cap de la Coste, Fig. 45) par des pélites ligniteuses de mangrove (montée des eaux), à palynoflore encore anisienne (P_1). En Espagne, au Tunnel de Lavaix, ce prisme, calcaire, contient une microfaune F_1 à cachet encore anisien, représentée notamment par *Meandrospira* gr. *pusilla-dinarica* ;
c/ un Prisme de Haut Niveau Marin (HST), de type pélitique (argiles varicolores), à palynoflore P_2 et à paléosols, contenant des intercalations de dolomies en séquences progradantes de type shallowing up. Au Tunnel de Lavaix et dans les Corbières Méridionales (Dernacueillette, Massac), ce prisme renferme des niveaux de "tuf à cristaux".

2- Séquence de dépôt à 232 Ma (Ladinien supérieur-Carnien inférieur).

Cette séquence, qui atteint 50 m de puissance, est beaucoup mieux représentée que la précédente sur toute l'étendue de la chaîne. Elle inclut la principale barre carbonatée du "Muschelkalk" des auteurs. Débutant par une nouvelle discordance de type 1, elle est en grande partie constituée par un prisme rétrogradant de calcaires et de dolomies, massifs ou en plaquettes, généralement subtidaux, signant le TST. Comme précédemment, des pélites ligniteuses à palynoflore P_3 marquent la base de ce TST. Au Pays Basque (Etcheveria, Nord de St. Jean-Pied-de-Port), ces pélites recouvrent directement les Grès Rouges après érosion ou non-dépôt de la séquence de dépôt à 237 Ma. Les calcaires de TST sont datés du Ladinien supérieur-Carnien inférieur par Conodontes et Foraminifères benthiques de type alpin (F_2). Dans les Corbières, les bioaccumulations de Brachiopodes soulignent les surfaces d'inondation à l'échelle des paraséquences.
A l'inverse des calcaires du TST, les brèches polygéniques de LST normalement sous-jacentes ne s'observent que sporadiquement (olitolithes de la Noguera-de-Tor, Nord de Pont-de-Suert, arrêt J1-4 ; ? brèches dolomitiques de la Bernède, Nord du Massif de l'Arize, Ariège).
Quant au HST, le plus souvent laminé par les décollements alpins, il correspond, lorsqu'il est conservé à la Formation des Pélites d'Amélie-les-Bains dont la partie supérieure est constituée par quelques mètres de pélites rouges et vertes, supratidales traditionellement rapportées au faciès "Keuper".

Groupe du "Keuper" (SD*228* et SD*224*) (Fig. 5)

1- Séquence de dépôt à 228 Ma (Carnien supérieur)

Cette séquence de type 2, réduite en épaisseur (quelques mètres), est difficile à individualiser. Elle pourrait être représentée par : a/ son TST, correspondant au calcaires à silex du Col de Rédoulade ; b/ son HST incluant les pélites carniennes du Tunnel de Lavaix.

2- Séquence de dépôt à 224 Ma (? Carnien terminal - Norien)

D'épaisseur inconnue, cette séquence de type 1 n'apparaît que rarement complète sous l'effet des décollements alpins au niveau de ses diverses évaporites. En Espagne (Pont-de-Suert), elle s'articule en :
a/ un Prisme de Bas Niveau Marin constitué par la Formation des Brèches évaporitiques de Bonansa. Attribuée au LST, cette accumulation évaporitique de bas-de-talus, nouvellement reconnue dans les Pyrénées, ravine au Tunnel de Lavaix (discordance de type 1 conjugant les effets d'une brutale baisse eustatique et d'une possible tectonique synsédimentaire) les pélites rouges de la SD*228*;
b/ des calcaires relevant probablement du TST, noirs, massifs et non-vermiculés, identifiés à Aulet (Sud de Pont-de-Suert). Ils contiennent encores quelques *Triadodiscus eomesozoicus* (F_3), présents au Ladinien et au Carnien ;
c/ un HST formé par des alternances de pélites varicolores et d'évaporites de sebkha (Formation de Rimont), constituant le faciès le plus représentatif du "Keuper" classique et dont l'épaisseur exacte demeure inconnue.

Groupe du Rhétien (SD *215* - SD*211*) (Fig. 6)

1- Séquence de dépôt à 215 Ma (Rhétien "inférieur")

Cette séquence de type 2 inclut :
a/ un Prisme de Bordure de Plateforme (SMW) carbonaté, localisé à l'Est de la chaîne et marqué par un influx détritique (Membre des calcaires gréseux de La Caune) ;
b/ un TST constitué essentiellement par des dolomies et des calcaires renfermant dans leurs horizons oolithiques la microfaune F_5 (Membres des Calcaires de Boutenac). Localement, à l'échelle des paraséquences, des condensations à *Rhaetavicula contorta* PORTL. soulignent les surfaces d'inondation alors que des passées marneuses à palynoflore P_6 marquent la base de ce TST ;

c/ un HST pélitique réduit en épaisseur, à palynoflore P_7.

2- Séquence de dépôt à 211 Ma (Rhétien terminal - base de l'Hettangien)

Egalement de type 2, cette dernière SD inclut :

a/ un SMW localisé à l'Est de la chaîne (Membre des Calcaires gréseux de Saint-Chinian) ;

b/ des carbonates de TST, traditionnellement rapportés à l'"Infralias" (Membre des Calcaires de l'Arize) et contenant le "Tuf de Ségalas".

Appuyée sur l'analyse des faciès et une nouvelle biochronologie, la stratigraphie séquentielle du Trias moyen à supérieur des Pyrénées nous permet d'individualiser les six séquences de dépôt décrites ci-dessus et de mettre l'accent sur les faits suivants : a/ succession de trois prismes de brèches polygéniques de Bas Niveau Marin (bas de talus) marquant les trois discordances de type 1 de la charte eustatique et accentués localement par le jeu de possibles failles actives liées au rifting. Celui qui jalonne la base de la SD_{224} ("Keuper") correspond à des évaporites de Bas Niveau Marin, à blocs resédimentés, jusqu'à présent demeurées inaperçues dans les Pyrénées ; b/ mise en évidence de possibles Intervalles Transgressifs dans la plupart des formations carbonatées de plate-forme proximale et caractérisation de Prismes de Haut Niveau Marin dans les formations pélitiques à intercalations volcano-sédimentaires et les alternances pélito-évaporitiques (sebkha).

Grâce à la datation des carbonates de TST par les Foraminifères benthiques et les Conodontes et des pélites de HST par les palynoflores, il peut donc être proposé une possible corrélation aux cycles eustatiques de 3ème ordre de la charte de P. R. HAQ *et al.*(Fig. 4 à 6).

LE MAGMATISME TRIASIQUE

Dans les Pyrénées Franco-espagnoles, des épisodes volcaniques Permo-triasiques ont été essentiellement décrits à 4 niveaux différents (Fig. 7) :

- au sein des Grès Rouges (Permo-Trias) : s'expriment surtout les épisodes V4 (Anayet) et V5 (Rhune), décrits par F. BIXEL (1984, 1988) ;
- dans les carbonates du Muschelkalk (Ladinien inférieur, Prisme de Haut Niveau Marin de la SD_{237}) : Il s'agit de tufs à cristaux, rhyolitiques, et de tufs volcano-sédimentaires (Arrêts J1-2, J3-1, J3-2 et J3-3) ;
- dans les évaporites et argiles varicolores du Keuper (Norien, Prisme de Haut Niveau Marin de la SD_{224}) : Il s'agit (M. ROSSY, 1988) des ophites de la partie des Pyrénées situées à l'Ouest de la vallée de l'Aude (dolérites tholéiitiques de rift intracontinental) (Arrêt J2-2) et des basaltes alcalins des Corbières ;
- dans les carbonates marins du Rhétien et de l'Hettangien inférieur (Intervalle Transgressif de la SD_{211}) : ce sont les pyroclastites trachytiques et les tuffites appelées "Tuf de Ségalas" dans l'Ariège (G. DUBAR, 1925 ; C. DURAND et J. THIEBAUT, 1970) (Arrêts J1-6, J2-5 et J2-6).

1) Volcanisme associé aux Grès Rouges

F. BIXEL (1984) distingue cinq épisodes volcaniques, du Stéphanien au Permien supérieur, possédant entre eux des liens génétiques. Bien qu'il soit difficile d'isoler le volcanisme permien du volcanisme stéphanien, on peut reconnaître succesivement :

- un premier épisode d'âge Stéphanien supérieur, bimodal, comprenant des dacites ou des rhyolites hyperalumineuses à la base (cycle 1a), et des andésites calco-alcalines médiopotassiques au sommet (cycle 1b) (Fig. 7). L'édifice du Pic-du-Midi d'Ossau en est le principal jalon. Il pourra être observé, en Espagne, à Malpas (arrêt J1-1) ;
- un deuxième épisode, stéphano-autunien, à andésites et dacites calco-alcalines hyperpotassiques ;
- un troisième épisode, autunien, à rhyolites hyperalumineuses, potassiques, largement développé comme le précédent dans la Sierra del Cadi ;
- un quatrième épisode, autuno-saxonien, à andésites, de géochimie calco-alcaline et de minéralogie à affinité alcaline est accessible au pic d'Anayet en Haut-Aragon ;

- un cinquième épisode, à la limite Permien-Trias, à basaltes alcalins de minéralogie et de géochimie alcalines (volcanisme de La Rhune). Celui-ci était anciennement désigné sous le nom de "mélaphyres" (N. MORRE et J. THIEBAUT, 1962).

De la répartition de ces épisodes le long de la chaîne, il ressort une bipartition entre les Pyrénées Centro-occidentales et les Pyrénées Orientales. Les second et troisième épisodes ne sont pas représentés dans le secteur centro-occidental alors que les cinq épisodes se manifestent dans le secteur oriental. A cette bipartition magmatique se superpose une bipartition structurale déterminée d'une part, par la géométrie des appareils volcaniques orientés et d'autre part, par la géométrie des fossés d'effondrement. Ce fait montre la relation étroite existant entre le volcanisme, la tectonique et la sédimentation depuis le Stéphanien jusque dans le Trias (Fig. 3).

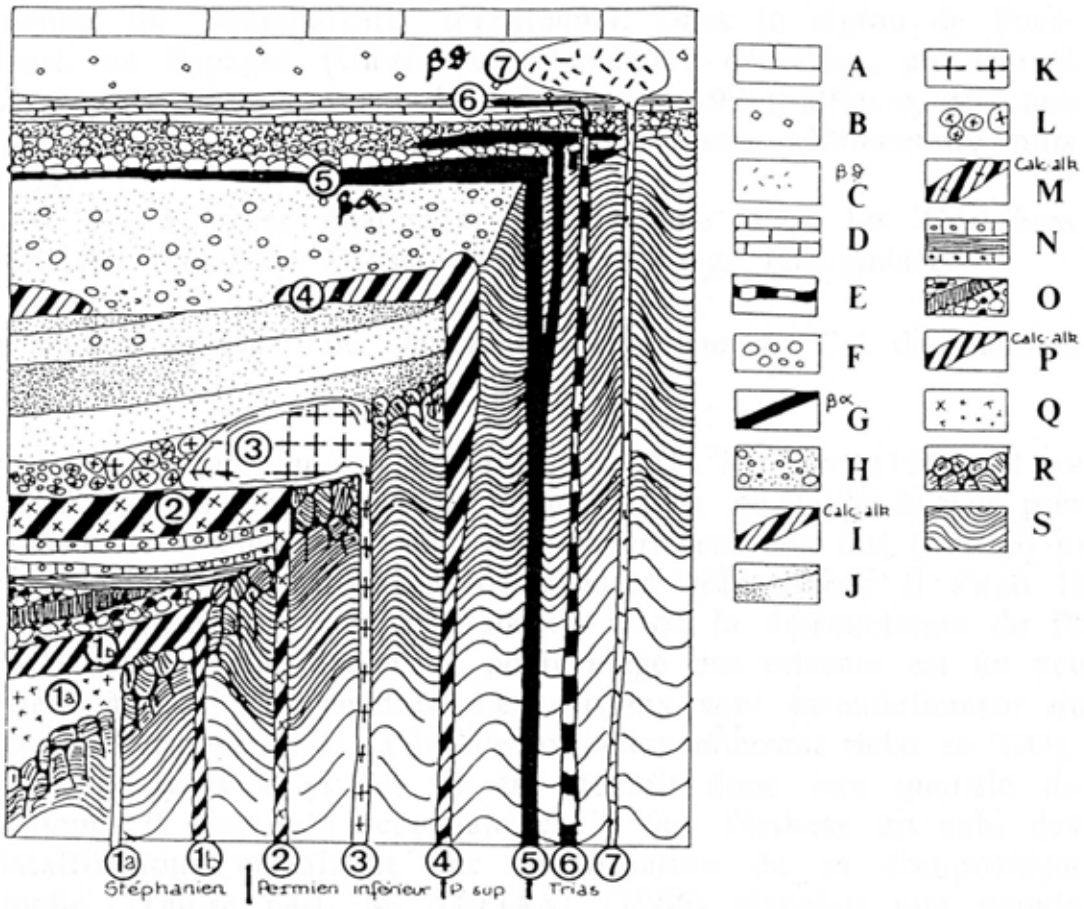


Fig. 7 : **Coupe synthétique montrant la répartition des 7 épisodes volcaniques stéphano-triasiques des Pyrénées dans les unités sédimentaires** (d'après F. BIXEL, 1984, modifié)

A, Calcaires liasiques ; **B**, Trias salifère ; **C**, Ophites (Dolérites tholéiitiques) ; **D**, Trias carbonaté ; **E**, Tuf à cristaux, Ladinien ; **F**, Trias détritique ; **G**, Basalte alcalins, 5° épisode "saxonien" ; **H**, Unité rouge supérieure permienne ; **I**, Andésites calco-alcalines à pargasite, 4° épisode ; **J**, Unité rouge inférieure permienne ; **K**, Rhyolites hyperalumineuses du 3° épisode ; **L**, Dacites calco-alcalines hyperpotassiques, 2° épisode ; **M**, Autunien gris ; **N**, Stéphanien détritique ; **P**, Andésites calco-alcalines, épisode 1b ; **Q**, Rhyolites, épisode 1a ; **R**, Brèches de pente ; **S**, Substratum varisque ; 1 à 5, Episodes de F. BIXEL, 1984) ; 6, Episode ladinien ; 7, Ophites et basaltes alcalins.

2)Volcanisme ladinien

M. TEFIANI a découvert en 1966 dans les Corbières Méridionales (Dernacueillette), un tuf considéré par cet auteur comme rhyo-dacitique, associé au Muschelkalk et complètement différent des laves de la limite Permien-Trias contenues dans les Grès Rouges sous-jacents. Des témoins de ce "tuf" affleurent également dans plusieurs autres localités des Corbières Méridionales (M. FRÉCHENGUES *et al.*, 1991). Il s'agit soit de pyroclastites homogènes (bancs de tufs à cristaux, tuffites, laves plus ou moins rubéfiées, cinérites), soit de pyroclastes de ces mêmes roches sédimentés dans les dolomies ou les calcaires marginolittoraux de la première séquence de dépôt (SD_{237}), aniso-ladinienne, du "Muschelkalk" traditionnel. Dans la région de Pont-de-Suert, en Espagne (Unité Sud-pyrénéenne décollée), au Tunnel de Lavaix (M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS, 1991), affleure, dans une position stratigraphique analogue, un tuf volcano-sédimentaire plus grossier.

Il est à noter également la présence dans les Corbières méridionales (Nord de Massac) d'une lave rouge ferruginisée.

• Le "tuf à cristaux" de Dernacueillette, piste du Col de Canoles (Arrêt J3-3)

Correspondant au tuf découvert par M. TEFIANI (1966), il est constitué par de très nombreux monocristaux de taille à peu près équivalente (0,2 mm) dans une masse de cristaux très fins (5 à 10 µ) provenant de la dévitrification de cendres volcaniques. Il s'agit là très typiquement d'un "tuf à cristaux", selon la nomenclature de R. SCHMID (1981) dans lequel le pourcentage des cristaux est un peu supérieur à celui des cendres. Les cristaux sont essentiellement du quartz, de l'orthose et de la biotite exceptionnellement riche en TiO_2 (Fig. 9, analyses 1 et 2). Ce tuf devrait donc être qualifié de rhyolitique. Il n'est pas cependant exclu que l'orthose ait subi des recristallisations entraînant une modification de sa composition originelle. D'autre part, M. TEFIANI (1966) signalait une grande abondance de plagioclases An_{30}. Une investigation par traçages continus de plusieurs lames polies à la microsonde n'a révélé aucun plagioclase. L'observation de M. TEFIANI pourrait éventuellement être liée à un manque d'homogénéité dans la composition des tufs.

Les cristaux sont emballés dans un matériau phylliteux très fin associé à de la silice microcristalline. Ces tufs sont envahis par de la calcite à partir de petites fissures et des phénomènes de silicification secondaire sont localement très marqués.

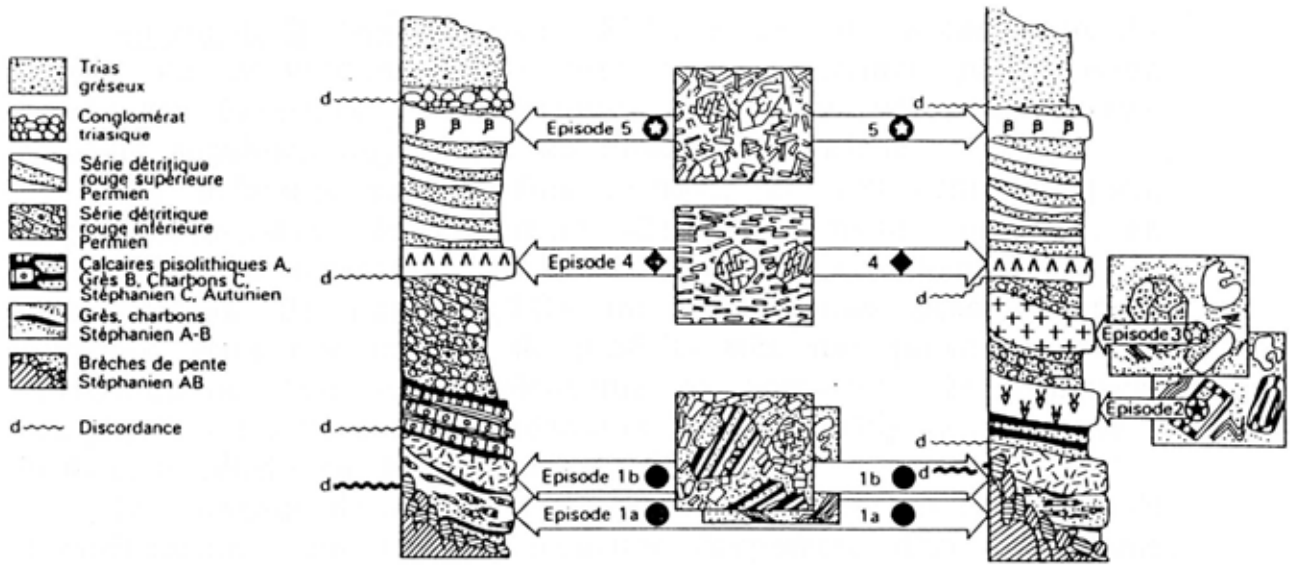


Fig. 8 : **Colonnes stratigraphiques du Stéphano-Permien** montrant la bipartition du volcanisme entre les Pyrénées Centro-occidentales, (épisodes 1a, 1b, 4 et 5) et les Pyrénées Orientales, (épisodes 1a, 1b, 2, 3, 4 et 5) (d'après F. BIXEL, 1984).

	DERNACUEILLETTE		COL DE REDOULADE					PONT-DE-SUERT	
	1	2	3	4	5	6	Réf.	7	8
SiO_2	37,16	37,26	47,66	46,53	53,78	54,32	56,02	32,42	31,98
Al_2O_3	13,83	14,11	36,38	36,49	20,28	20,43	17,83	16,21	16,31
Cr_2O_3	0,21	0,25	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,13	0,07
TiO_2	5,49	5,55	0,54	0,21	0,20	0,14	0,43	0,19	0,26
FeO^t	17,53	17,95	0,76	1,16	5,47	5,87	5,13	15,29	10,98
MnO	0,07	0,14	0,00	0,13	0,00	0,02	0,03	0,05	0,12
MgO	12,16	11,68	0,59	0,28	5,22	5,14	5,21	20,19	25,66
CaO	0,05	0,01	0,00	0,00	0,42	0,36	0,68	0,20	0,15
Na_2O	0,23	0,42	0,93	1,16	0,04	0,06	0,00	0,09	0,10
K_2O	9,08	8,72	9,14	9,07	8,10	8,11	9,17	0,63	0,27
TOTAL	95,81	96,09	96,00	95,26	93,51	94,45	94,50	85,40	85,90

Fig. 9 : **Compositions chimiques des minéraux des Tufs ladiniens.** (fer total sous forme FeO), 1-2 : Biotite ; 3-4 : Séricite ; 5-6 : Céladonite Réf. : Céladonite de référence (dans tuffite W. S. WISE et H. P. EUGSTER, 1964) ; 7-8 : Chlorites : diabantite (7), pennine (8). (Analyses à la microsonde électronique de Nancy)(d'après M. FRÉCHENGUES, B. PEYBERNÈS, J. THIEBAUT, C. DURAND-WACKENHEIM, C. FOURNIER-VINAS et Cl. LUCAS, 1991)

• Les tufs volcano-sédimentaires

Au col de Redoulade (Arrêt J3-1), au sein de la couverture du Massif de Mouthoumet, ces tufs sont constitués par d'assez nombreux éléments millimétriques, d'origine volcanique, aux contours anguleux, noyés dans un ciment dolomitique.

Les éléments sont parfois disposés en lits centimétriques, interstratifiés dans le carbonate. Chaque élément comporte en général un pourcentage, variable suivant les échantillons, de microcristaux de quartz (0,05 mm), beaucoup plus rarement d'orthose, dans une matrice de produits très fins provenant de la dévitrification d'un verre volcanique où dominent très largement des phyllites ; nous avons pu identifier la séricite (Fig. 9 , analyses 3 et 4) et la céladonite (Fig. 9, analyses 5 et 6).

La présence de quartz et d'orthose, la nature des minéraux de dévitrification permettent de formuler l'hypothèse d'un volcanisme explosif de nature rhyolitique. Situés dans une position stratigraphique comparable, le tuf de Dernacueillette et celui du Col de Redoulade pourraient avoir une origine magmatique unique.

Au Tunnel de Lavaix, (arrêt J1-2), dans la région de Pont-de-Suert (Espagne), le tuf renferme des éléments anguleux, souvent allongés, pouvant atteindre un centimètre, dans un ciment dolomitique. Parmi ces éléments, quelques uns, très rares, sont uniquement formés de chlorites, diabantite (Fig. 9, analyse 7) et pennine (Fig. 9, analyse 8) ; la plupart des autres sont des lapillis où, dans un verre sombre, on peut observer des cristaux de feldspaths, parfois assez nombreux, de 0,1 à 0,2 mm de long, souvent orientés plus ou moins parallèlement suivant une fluidalité qui correspond d'ailleurs à la direction d'allongement des lapillis. L'étude à la microsonde montre qu'il s'agit d'orthose pure et d'albite pure. En l'absence d'information sur la composition du verre, généralement au moins aussi acide que les cristaux, il semble que l'on puisse dire qu'il s'agit d'un tuf volcano-sédimentaire à éléments volcaniques alcalins trachytiques ou rhyolitiques.

3) Magmatisme associé au Keuper

Tout comme pour le volcanisme associé aux Grès Rouges, on peut constater une opposition entre les parties orientale et occidentale de la chaîne. Les dolérites ophitiques (ophites, arrêt J2-2), de polarité "atlantique" occupent une vaste région comprenant l'Aquitaine méridionale, le versant nord des Pyrénées, de l'Arize aux Pays Cantabriques, la Zone Sud-Pyrénéenne et le Bassin de l'Ebre. A l'Est, dans les Corbières orientales, ces ophites sont remplacées par des basaltes alcalins de polarité "téthysienne".

Dans les zones faiblement déformées, ces deux ensembles de roches magmatiques apparaissent sous forme de sills interstratifiés dans les faciès évaporitiques du Trias supérieur (Keuper, ? SD_{224}).

D'après les données de sondage dans le Bassin d'Aquitaine, la mise en place des ophites serait contrôlée par le jeu conjugué d'accidents N140 et N40/50. Les basaltes des Corbières seraient quant à eux en relation avec le prolongement méridional du faisceau cévenol de direction N40/50.

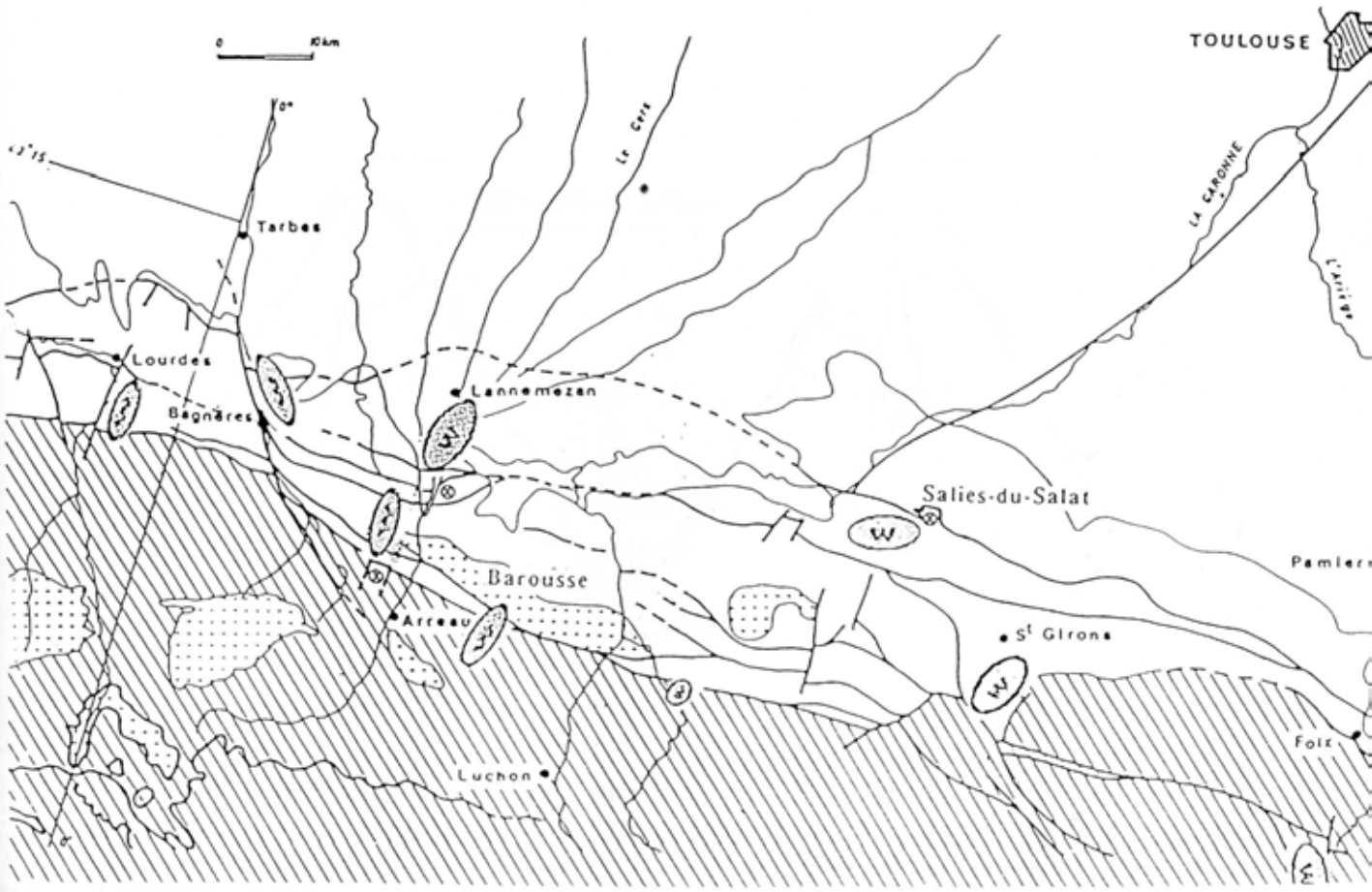


Figure 10 : **Ophites des Pyrénées Centrales, position stucturale.**
Haute Chaîne Primaire Granites

	Ophites fraiches	Ophites métamorphiques	Moyenne de 50 Analyses D. BEZIAT (1983)	Basalte alcalin des Corbières
	Olxasco	Aleu		Durban
SiO_2	50,07	50,50	49,05	45,24
TiO_2	0,85	1,01	0,90	1,71
AL_2O_3	13,33	14,81	14,03	13,9
Fe_2O_3	1,91	2,14		6,62
FeO	8,22	7,50		5,91
MnO	0,18	0,23	0,14	8,16
MgO	10,37	7,50	8,18	11,09
CaO	11,75	8,67	11,76	7,69
NA_2O	1,32	2,80	1,84	2,72
K_2O	0,50	2,20	0,49	1,12
P_2O_5	0,09	0,11		0,36
P.F.	0,93	2,18		2,68
Total	99,52	99,65		99,14

Fig. 11 : **Analyses des éléments majeurs, en fluorescence X, d'ophites et de basaltes alcalins des Corbières.** (d'après R. CURNELLE et B. CABANIS, 1989, extrait des tableaux 3 et 4, pp. 360 et 363).

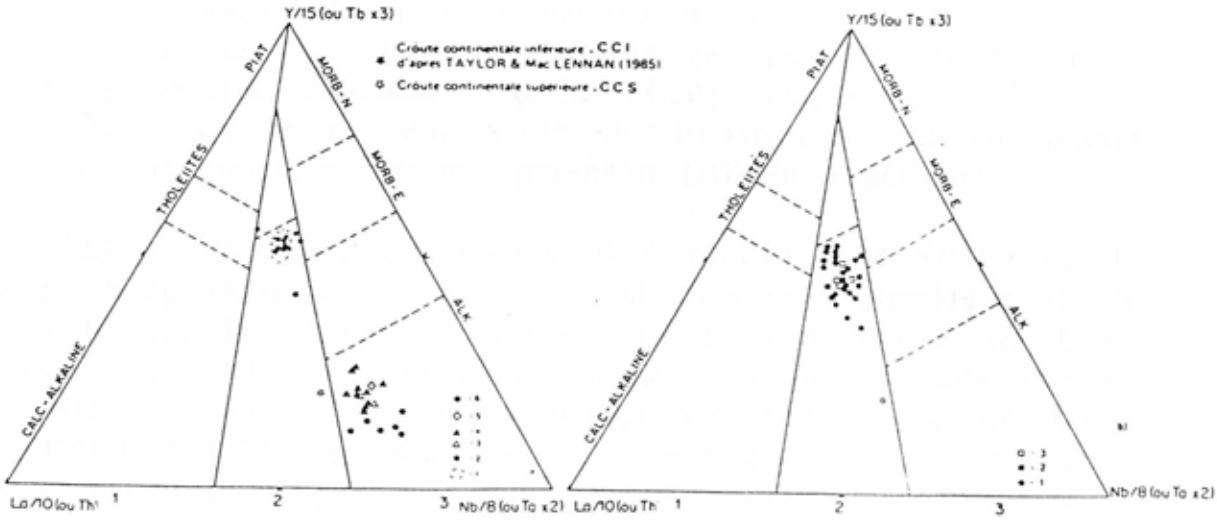


Fig. 12 : **Diagramme géotectonique La/10, Y/15, Nb/8** (d'après B. CABANIS et M. LECOLLE, in R. CURNELLE et B. CABANIS, 1989) Légende : A/ 1 : enveloppe des ophites (D. BEZIAT, 1983) ; 2 : échantillon d'ophite (S. LE FUR-BALOUET, 1985) ; 3 : basalte des Corbières (D. BEZIAT, 1983) ; 4 : basalte des Corbières (S. LE FUR-BALOUET, 1985) ; 5 : basalte de Louslitges ; 6 : basalte de Majorque (M. NAVIDAD et M. ALVARO, 1985). B/ 1 : tholéiites du Maroc (H. BERTRAND *et al.*, 1982) ; 2 : dyke doléritique de Messajana (H. BERTRAND, 1987) ; 3 : dyke doléritique de Messajana (C. ALIBER, 1985)

Les ophites - F. WALGENWITZ (1976) a distingué trois faciès pétrographiques principaux : un faciès cumulatif (base des sills) riche en olivine et pyroxènes, un faciès différencié (sommet des sills), riche en plagioclases, et un faciès moyen à olivine (3 a 5 %), augite, pigeonite, plagioclases et oxydes ferro-titanés. L'ophite des Pyrénées, représentative du faciès moyen, non métamorphique, comprend :

- de l'olivine, souvent pseudomorphosée en produits chlorito-serpentineux (bowlingite); elle est ici conservée et possède une composition moyenne de Fo65 ;
- divers pyroxènes : augite magnésienne (augite I), pigeonite (Wo8-12, En57-71, Fs21-30) et augite ferrifère (augite II) ; l'analyse à la microsonde des augites reportées sur un diagramme de variations par rapport à une moyenne des clinopyroxènes (Cpx) alcalins et tholéiitiques (B. CABANIS, 1986) indique clairement leur caractère tholéiitique (teneurs élevées en SiO_2 et MgO, basse en TiO_2, Al_2O_3 et Na_2O). On notera les teneurs particulièrement basses en TiO_2 qui rappellent celles rencontrées dans les magmas orogéniques;
- des plagioclases qui montrent une zonation importante (An 80 à An 55) ;
- des oxydes opaques tardifs, correspondant à la titanomagnétite et à l'ilménite ;
- une amphibole brune et une biotite brune à verte ;
- quelques minéraux accessoires qui ont été signalés dans certaines ophites seulement : apatite, zircon, allanite.

Les ophites peuvent avoir été transformées ultérieurement par le thermométamorphisme pyrénéen (Albien supérieur).

Les basaltes alcalins des Corbières - B. AZAMBRE et M. ROSSY (1981) et S. LE FUR-BALOUET (1985) en soulignent leur caractère spilitique marqué par la coexistence d'une paragenèse primaire, de haute température (clinopyroxène, plagioclase calcique, parfois olivine, minéraux opaques) et d'une paragenèse secondaire, de basse température (chlorite, albite, calcite, épidote rare). Le basalte de Durban-Corbières possède une texture microlitique vésiculée, à microphénocristaux d'olivines (Fo 80-82) et de clinopyroxènes maclés, à composition chimique très variable.

4) Tuf de Ségalas

Expression d'un volcanisme explosif à l'échelle des deux versants des Pyrénées, les tufs volcaniques "infraliasiques" (Rhéto-Hettangien) de Ségalas (Ariège) (G. DUBAR, 1925), appelés aussi "tufs de Dubar", ont en Ariège une puissance de 60 à 100 m (fig. 13 et 14)(arrêts J2-5, J2-6). Ils sont bien représentés entre Labastide-de-Sérou et Rimont alors que, plus à l'Ouest (Saint-Girons), ils sont remplacés par des argiles rouges à débris volcaniques issues de leur altération. A. LACROIX (1896) en donne une description détaillée et les considère comme directement liés aux ophites.

Composition pétrographique et minéralogique : (R. CURNELLE et B. CABANIS, 1989)

Dans une matrice calcitique s'observent : a) des petits fragments de verre basaltique ; b) des blocs de projections volcaniques, pluridécimétriques à centimétriques, inaltérés : **scories** brun-rougeâtre à cavités remplies de calcédoine, quartz et calcite et verre à microlithes d'andésine et de goethite ; **laves compactes** brun-rouge à microlithes d'andésine et moules calcifiés d'olivine et de pyroxène ; **laves cristallines** blanches, à microlithes de labrador et débris d'augite et verre brunâtre (ancienne labradorite ophitique) ; **bombes volcaniques** ovoïdes bien conservées avec noyaux calcaires ; c) des débris calcaires.

Ces tufs seraient donc des projections volcaniques de labradorite, les scories étant moins basiques (andésitiques) que les laves.

Milieu de dépôt :

L'étude des diagrammes de rayons X (Ch. DURAND et J. THIEBAUT, 1970) montre une association stable de chlorite et montmorillonite caractérisant une dévitrification de cendres vitreuses dans l'eau du bassin de sédimentation. Riches en Potassium, ces tufs seraient par leur nature pétrographique et leur composition chimique très différents des ophites du Keuper. Il s'agirait selon Ch. DURAND et J. THIEBAUT (1970) d'un **volcanisme explosif trachytique** (magmatisme alcalin ou calco-alcalin potassique). R. CURNELLE et B. CABANIS (1989) pensent que l'excès de Potassium constaté sur les tufs de l'Ariège peut s'expliquer aussi par une contamination par les eaux confinées du bassin. Ils tiennent les tufs de Ségalas comme l'**expression extrusive des sills ophitiques** et considèrent de ce fait que tufs et ophites sont contemporains (les deux roches possédant en effet en commun une faible teneur en Ta et Nb). Pour nous, la présence de clastes d'ophite remaniés dans une brèche de la base du Lias affleurant dans le massif du Cagire (Haute-Garonne) donne un âge plus ancien (Keuper) aux ophites qu'aux tufs toujours bien interstratifiés dans les calcaires (et dolomies) rhéto-hettangiens.

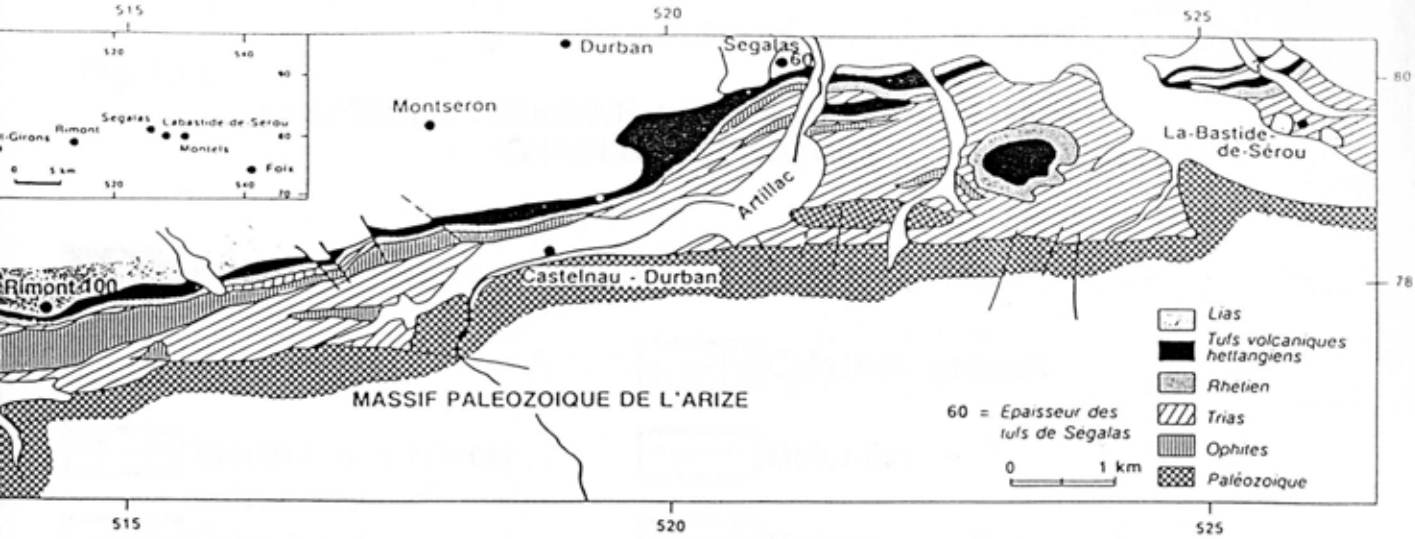


Fig. 13 : **Carte des affleurements des tufs volcaniques de l'Ariège** (d'après la carte géologique à 1/50.000ème, d'après R. CURNELLE et B. CABANIS, 1989).

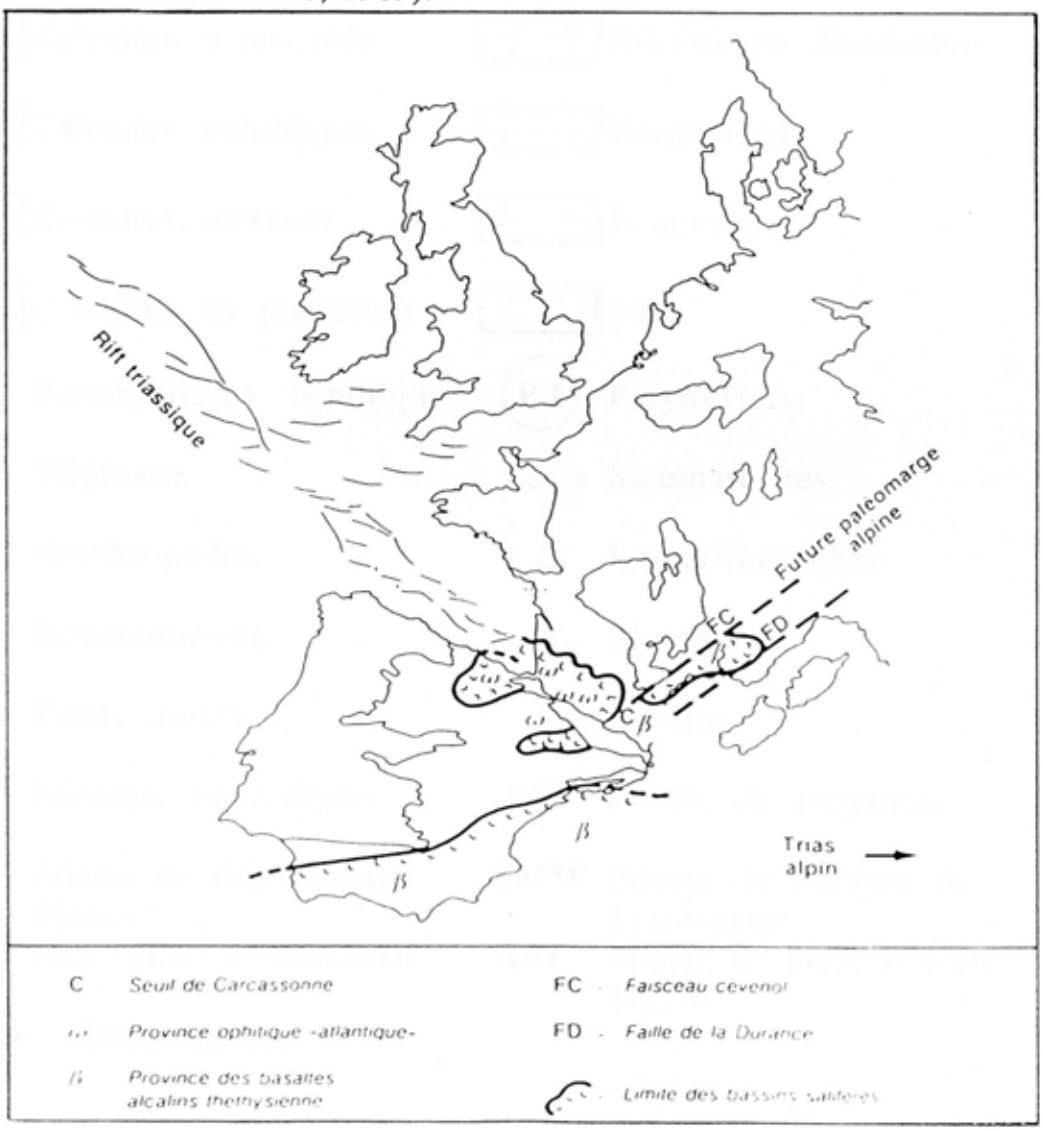


Fig. 14 : **Les provinces magmatiques "triasiques" - Relations avec les bassins salifères** (d'après R. CURNELLE et B. CABANIS, 1989).

Fig. 15 :

LEGENDE COMMUNE A TOUTES LES COLONNES STRATIGRAPHIQUES

Pélites et marnes

Brèches

Brèches à éléments volcaniques

Calcaires

Lumachelles

Calcaires vermiculés

Calcaires oolithiques

Calcaires marneux

Calcaires en plaquettes

F1 Foraminifères benthiques

Végétaux

Brachiopodes

Echinodermes

Fonds durcis

V 1 Niveaux volcaniques

LST Prisme de Bas Niveau Marin

TST Intervalle Transgressif

Décollements

Calcaires à silex

Calcaires gréseux

Dolomies

Dolomies à silex

Dolomies en plaquettes

Brèches de dissolution

Cargneules

Evaporites

Tufs

P 1 Palynoflore

Stromatolites

Lamellibranches

Slumps

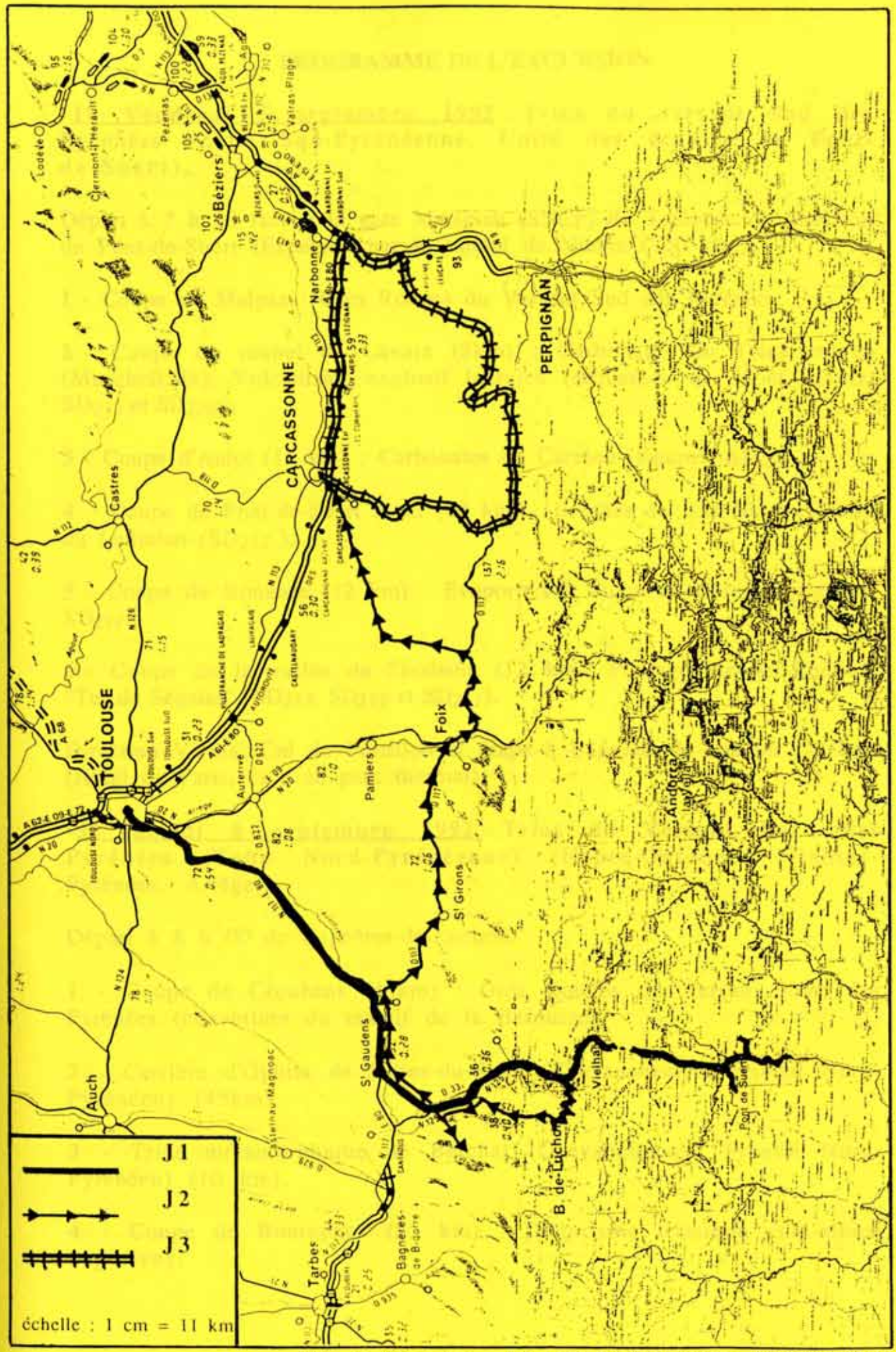
Lamines

Limite de séquences

SMW Prisme de Bordure de Plateforme

HST Prisme de Haut Niveau Marin

Fig. 16 : **ITINERAIRE DE L'EXCURSION**



PROGRAMME DE L'EXCURSION

•J1 Vendredi 5 septembre 1992 : Trias du versant Sud des Pyrénées (Zone Sud-Pyrénéenne, Unité des écailles de Pont-de-Suert).

Départ à 7 h 30 face à la gare Matabiau (SNCF) de Toulouse en direction de Pont-de-Suert (Espagne) par le tunnel de Vielha (200 km.).

1 - Coupe de Malpas : Grès Rouges du Versant Sud des Pyrénées.

2 - Coupe du tunnel de Lavaix (8km) : Carbonates du Trias moyen (Muschelkalk), Volcanisme explosif ladinien (séquences de dépôt SD_{237}, SD_{232} et SD_{228}).

3 - Coupe d'Aulet (12 km) : Carbonates du Carnien (Keuper, SD_{228}).

4 - Coupe de Pont-de-Suert Nord (12 km) : Brèches de Bas Niveau Marin du Ladinien (SD_{232}).

5 - Coupe de Bonansa (12 km) : Evaporites à blocs du Carnien (Keuper, SD_{224}).

6 - Coupe de la vallée de l'Isabeña (12 km): Passage Keuper-Rhétien, "Tuf de Ségalas" (SD_{228}, SD_{215} et SD_{211}).

Direction Vielha, Col du Portillon et étape à Bagnères-de-Luchon (90 km) (Hôtel de Paris, face au parc thermal).

•J2 Samedi 6 septembre 1992 : Trias du Versant Nord des Pyrénées (Zone Nord-Pyrénéenne) (Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées, Ariège).

Départ à 8 h 00 de Bagnères-de-Luchon.

1 - Coupe de Crouhens (45km) : Grès Rouges du Versant Nord des Pyrénées (couverture du massif de la Barousse).

2 - Carrière d'Ophite de Salies-du-Salat (Chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen) (45km).

3 - Trias métamorphique de Betchat (Chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen) (10 km).

4 - Coupe de Bonrepaux (25 km) : Diapirisme triasique anté-albien supérieur.

5 - Coupe de Lort (20 km) : Rhétien de la couverture du Massif de l'Arize (SD_{215} et SD_{211}).

6 - Coupe de Ségalas (20 km) : Keuper supérieur, Rhétien et "Tuf de Ségalas" de la couverture du Massif de l'Arize (SD_{224}, SD_{215} et SD_{211}).

Direction Foix, Lavelanet, Mirepoix et étape à Carcassonne (110 km) (Hôtel Campanile).

•J3 Dimanche 7 Septembre 1992 : Trias des Corbières, Zone Prépyrénéenne et Nappe des Corbières Orientales (Aude).

Départ 8 h 00 de Carcassonne, direction Limoux, Quillan, Gorges de l'Aude, Maury, Châteaux cathares de Quéribus et Peyrepertuse...).

1 - Coupe du Col-de-Redoulade (120 km) : Brèches anisiennes, volcanisme ladinien, pélites de Haut Niveau Marin du Ladino-Carnien, calcaires à silex du Carnien (SD_{237}, SD_{232} et SD_{228}).

2 - Coupe de Dernacueillette, cascade des Escoumes (18 km) : Brèches anisiennes à olistolites, volcanisme ladinien (Muschelkalk, SD_{237} et SD_{232}).

3 - Coupe de Dernacueillette, piste du Col-de-Canoles (4 km) : Brèches anisiennes à olistolites, volcanisme explosif ladinien (Muschelkalk, SD_{237} et SD_{232}).

4 - Coupe de Padern, La Serre du Moulin (12 km) : Carbonates ladino-carniens, à Foraminifères benthiques F_2 (Muschelkalk, SD_{232}).

5 - Coupe de Durban-Corbières, La Bouissière (25 km) : Carbonates aniso-ladiniens et ladino-carnien (Muschelkalk, SD_{232} et SD_{232}).

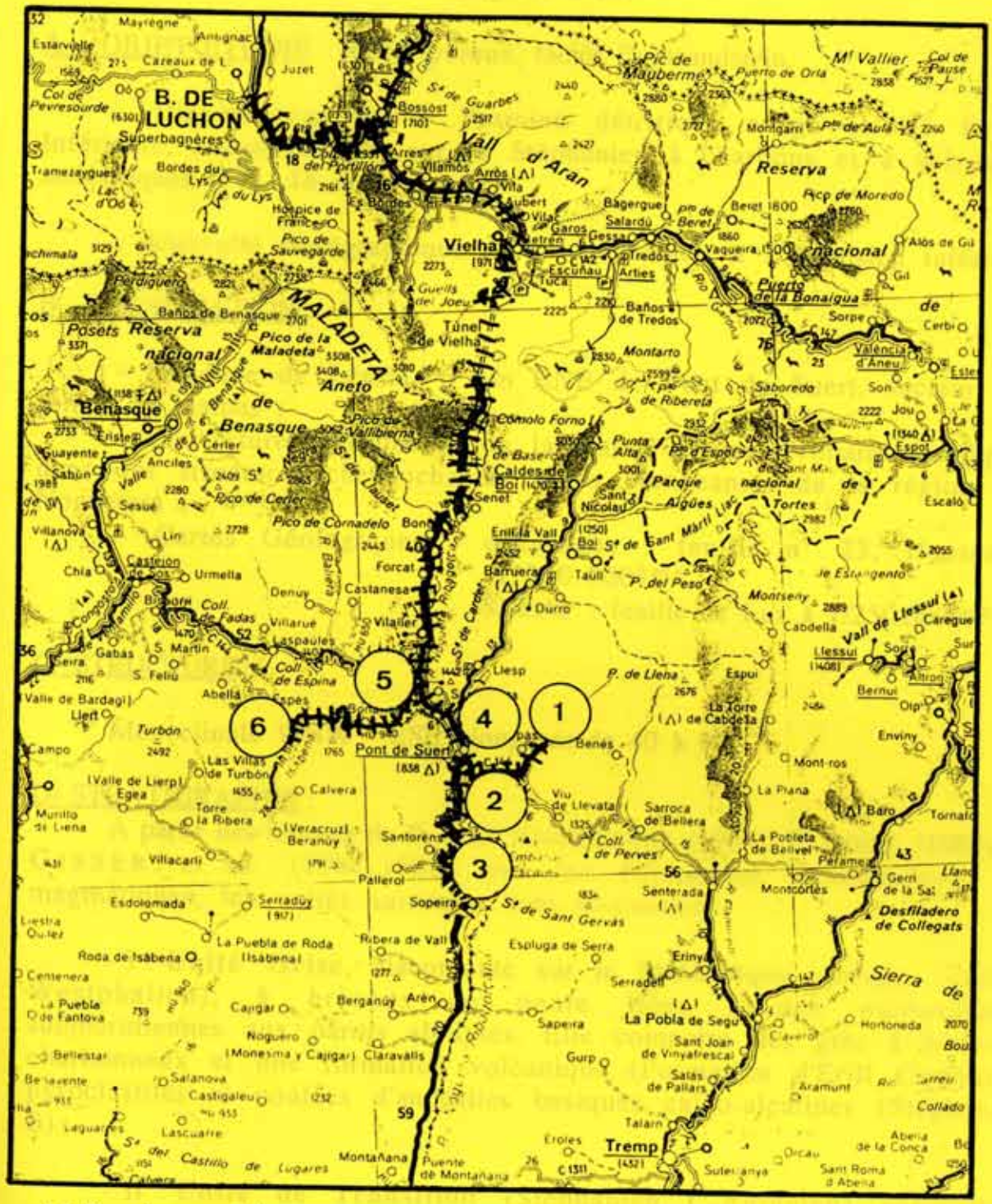
6 - Coupe de Durban-Corbières, Le Quintoul (5 km) : Calcaires ladino-carniens à Brachiopodes et Foraminifères benthiques F_2 (Muschelkalk, SD_{232}).

7 - Coupe de Durban-Corbières, La Caune (5 km) : Rhétien de la Nappe des Corbières (SD_{215} et SD_{211}).

Retour à Toulouse par Portel-des-Corbières, Gare SNCF de Narbonne (30 km, suivant demande) et autoroute.

Fig. 17 :

J1 - TRIAS DES PYRENEES CENTRALES ESPAGNOLES


B. DE LUCHON
Superbagnères
Vall d'Aran
Vielha
Pont de Suert
Benasque
Tremp
Pico de la Maladeta
Aneto
Pico de Cornadelo
Pico de Cerler
Pico de Vallibierna
Pico de Sauvegarde
Pic de Maubermé
Puerto de la Bonaigua
Parque nacional de Aigües Tortes
Reserva nacional de Pasets
Reserva nacional de Benasque
Vall de Llessui
Desfiladero de Collegats
Sierra de
La Pobla de Segur
Coll de Perves
Coll de Espina
Coll de Fadas
Túnel de Vielha
Baños de Tredos
Baños de Benasque
Montarto
Montseny
Montsent de Pallars
Puente de Montañana
Montañana
Castillo de Lugares
Sant Joan de Vinyafrescal
Salàs de Pallars
Sant Roma d'Abella
Sant Nicolau
Sant Martí Lis
Espot
Llessui
Bernui
Altron
Olp
Enviny
Mont-ros
La Plana
Baro
Tornafort
Pallerol
Sopeira
Senterada
Monscortès
Gerri de la Sal
Pelame
Erinyà
Serradell
Sapeira
Gurp
Aramunt
Collado
Abella de la Conca
Sulejanya
Orcau
Eroles
Claravalls
Noguero
Bergansy
Aren
Cajigar
Ribera de Vall
Esplugà de Serra
Sarroca de Bellera
La Pobleta de Bellvei
Viu de Llevata
Llesp
Espui
La Torre de Cabdella
Benés
Durro
Tauli
Bar
Barruera
Boi
Caldes de Boi
Senet
Cornolo Forno
Punta Alta
Pic d'Espot
Saboredo
Sorpe
Valencia d'Aneu
Montgarri
Bagergue
Salardú
Vielha
Arties
Tredós
Vaqueira
Beret
Arrós
Vilamos
Bossost
Les
Arties
Tredós
Escunau
Tuca
Gessa
Vilac
Garos
Aubert
Vila
Es Bordes
Hospice de France
Bordes du Lys
Lac d'Oô
Tramezaygues
Superbagnères
Cazeaux de L.
Juzet
Antignac
Mayrègne
Estarvielle
Col de Pevresourde
Col de Pause
Puerto de Orla
Mt Vallier
Pic de Aulá
Pico de Moredo
Alos de Gil
Gil
Cerbi
Son
Jou
Escaló
Espot
Caregue
Llessui
Altron
Olp
Enviny
Mont-ros
La Plana
Baro
Tornafort
Pelame
Gerri de la Sal
Monscortès
Senterada
Erinyà
Serradell
Sapeira
Gurp
Aramunt
Collado
Abella de la Conca
Sulejanya
Orcau
Eroles
Tremp
Sant Roma d'Abella
Montañana
Puente de Montañana
Castillo de Lugares
Lascuarre
Castigaleu
Salanova
Bellestar
Laguarres
Noguero
Claravalls
Cajigar
Bergansy
Aren
Ribera de Vall
Esplugà de Serra
Sopeira
Pallerol
Senterada
Monscortès
Gerri de la Sal
Pelame
Erinyà
Serradell
Sapeira
La Pobla de Segur
Sant Joan de Vinyafrescal
Salàs de Pallars
Talarn

J1-1

MALPAS

(Cl. LUCAS)
(Fig. 18 à 21)

A - OBJET ETUDIE : Trias gréseux, faciès Buntsandstein.

. Discordance sur le Permien détritique rouge (Unité Rouge Inférieure, autunienne) et sur le Stéphanien à charbons et à volcanites andésitiques (Fig. 18 et 19).

. Intervalle stratigraphique : du Stéphanien B à l'Anisien inférieur.

B - LOCALISATION :

- Province de Lérida, 6 km ENE de Pont de Suert, secteur des mines de Malpas ;
- Couverture méridionale de la Haute Chaîne Primaire impliquée dans des structures chevauchantes (têtes plongeantes de la région des Nogueras) ;
- Cartes Géologiques - d'Espagne : feuille n° 23, Huesca à 1/200.000ème ;
  - SNEAP : feuille de Luz à 1/250.000ème.

C - STRUCTURE :

Monoclinale WNW - ESE plongeant de 40 à 90° N.

D- STRATIGRAPHIE :

A partir des travaux de P. J. C. NAGTEGAAL (1969), F. BIXEL (1984), J. GISBERT *et al.* (1981-1985) sur les formations sédimentaires et magmatiques, les unités suivantes sont reconnues :

- I : **Unité Grise**, discordante sur le Paléozoïque varisque (anté - Westphalien), à brèches de pente liées à des paléovallées subméridiennes aux parois abruptes. Elle comporte des grès à horizons charbonneux et une formation volcanique (Formation d'Erill Castell) à pyroclastites et coulées d'andésites basiques calco-alcalines (Stéphanien B) ;

- II : **Unité de Transition** (Stéphanien C-Autunien) comportant la Formation gréso-charbonneuse de Malpas (traces visibles de l'exploitation) ;

- III : **Unité Rouge Inférieure** (Formation de Peranera), autunienne, gréso-conglomératique, à pyroclastites correspondant à un volcanisme bien développé plus à l'Est en Sierra del Cadi, équivalent en France de la Série du Somport ;

- IV : **Unité Rouge Supérieure** permienne équivalent des Formations de Baralet, Camous etc... connues en versant Nord et en Sierra del Cadi. Elle n' existe pas ici ;

- V : **Trias gréseux rouge** (UFB, faciès Buntsandstein), discordant sur le Stéphano-Permien, fluviatile, à drainages le plus souvent orthogonaux NE-SW.

D - BIBLIOGRAPHIE :

•F. BIXEL (1984)
•J. BROUTIN et J. GISBERT (1983)
•J. GISBERT (1985)
•Cl. LUCAS et J. GISBERT (1981)
•P. J. C. NAGTEGAAL (1969)

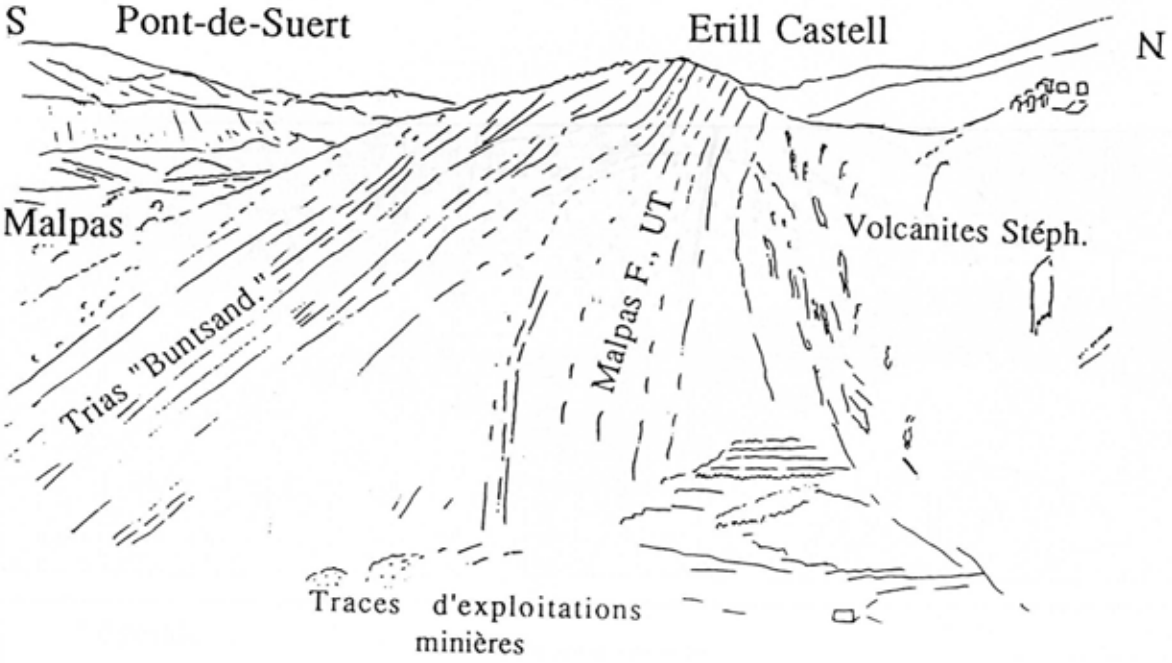


Fig. 18 : **Paysage d'un affleurement du "Bassin stéphano-triasique de Malpas"**

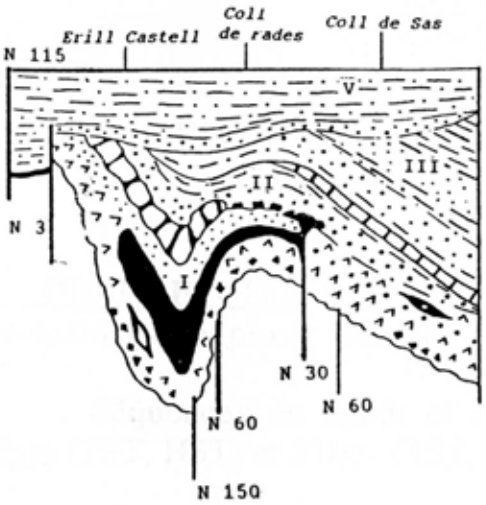


Fig. 19 : **Coupe synthétique du Bassin de Malpas, lithostratigraphie et morphostructuration** (d'après J. GISBERT, 1985).

Légende : I - Unité Grise, Stéphanien B ; II - Unité de Transition, Stéphanien C - Autunien ; III - Unité Rouge Inférieure, Formation Peranera, Autunien ; IV : Unité Rouge Supérieure permienne, absente ici ; V - Trias gréseux.

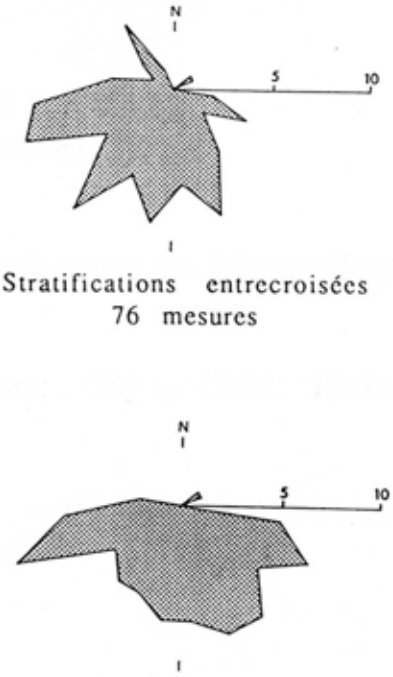


Fig. 20 : **Paléocourants dans le Trias gréseux au Sud de Malpas** (d'après P. J. C. NAGTEGAAL, 1969).

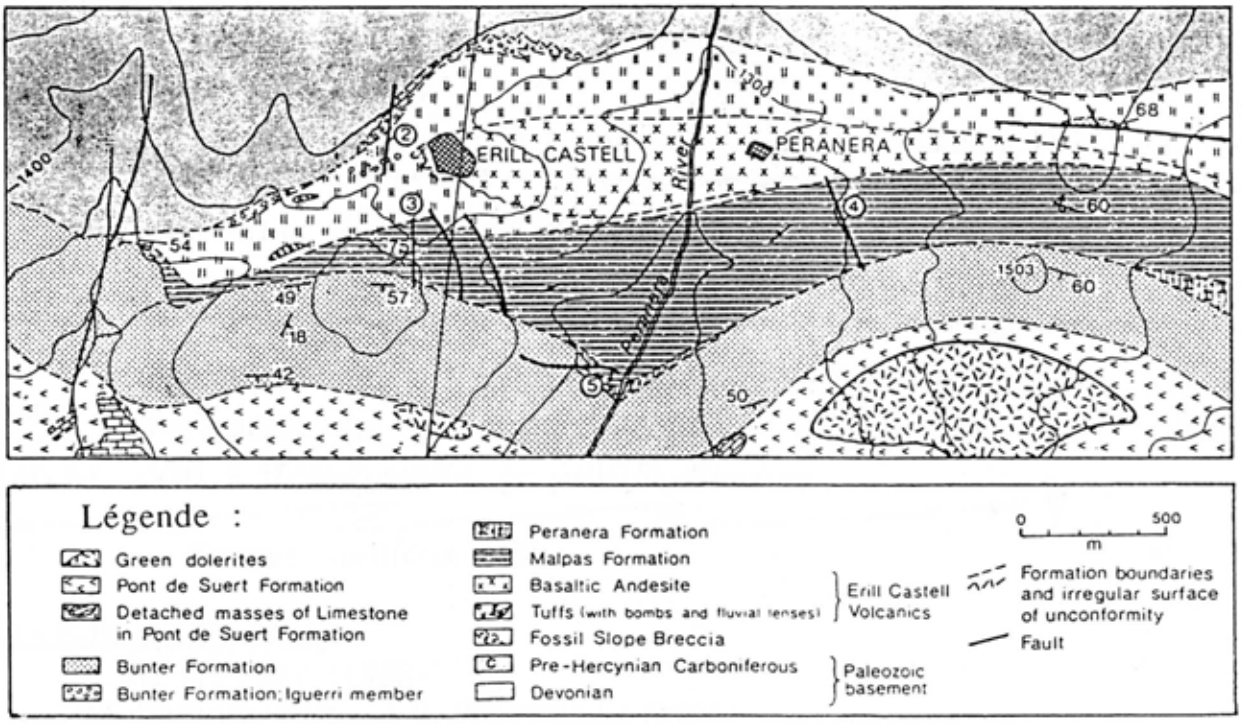


Fig. 21 : **Carte géologique du Stéphano-Trias, au NE de Pont-de-Suert, couverture de la Haute Chaîne Primaire** (d'après P. J. C. NAGTEGAAL, 1969).

J1-2

PONT-DE-SUERT : TUNNEL DE LAVAIX

(M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS)

(Fig. 22)

A - OBJET ETUDIE : Trias moyen à supérieur : carbonates du Muschelkalk ; volcanisme explosif ladinien.

. Séquences de dépôt et cortèges sédimentaires : SD_{237} (TST, HST), SD_{232} (TST, HST) et SD_{228} (TST, HST).

. Intervalle stratigraphique : Anisien supérieur à Carnien [Foraminifères benthiques (F_1) et palynoflore (P4)].

B - LOCALISATION :

- Sud de Pont-de-Suert, route C. 144, en contrebas du Tunnel de Lavaix, le long du Riuet-de-Viu ;

- Zone Sud-Pyrénéenne décollée (Unité des écailles de Pont-de-Suert) ;

- Carte Géologique d'Espagne : feuille n°23, Huesca, à 1/200.000ème.

C - STRATIGRAPHIE :

SD_{228} CRN	Formation des Pélites varicolores évaporitiques du Tunnel de Lavaix	HST	15 m
	Formation des Calcaires à silex du Col de Redoulade	TST	15 m
SD_{232} LAD sup-CRN inf	Formation des Pélites d'Amélie-les-Bains	HST	5 m
	Formation des calcaires vermiculés de la Bouissière	TST	25 m
SD_{237} ANS sup - LAD inf	Formation volcano-sédimentaire de Dernacueillette	HST	25 m
	Formation des Calcaires et dolomies du Riuet-de-Viu, à *Meandrospira* gr. *pusilla-dinarica*	TST	10 m

φ

Keuper indifférencié

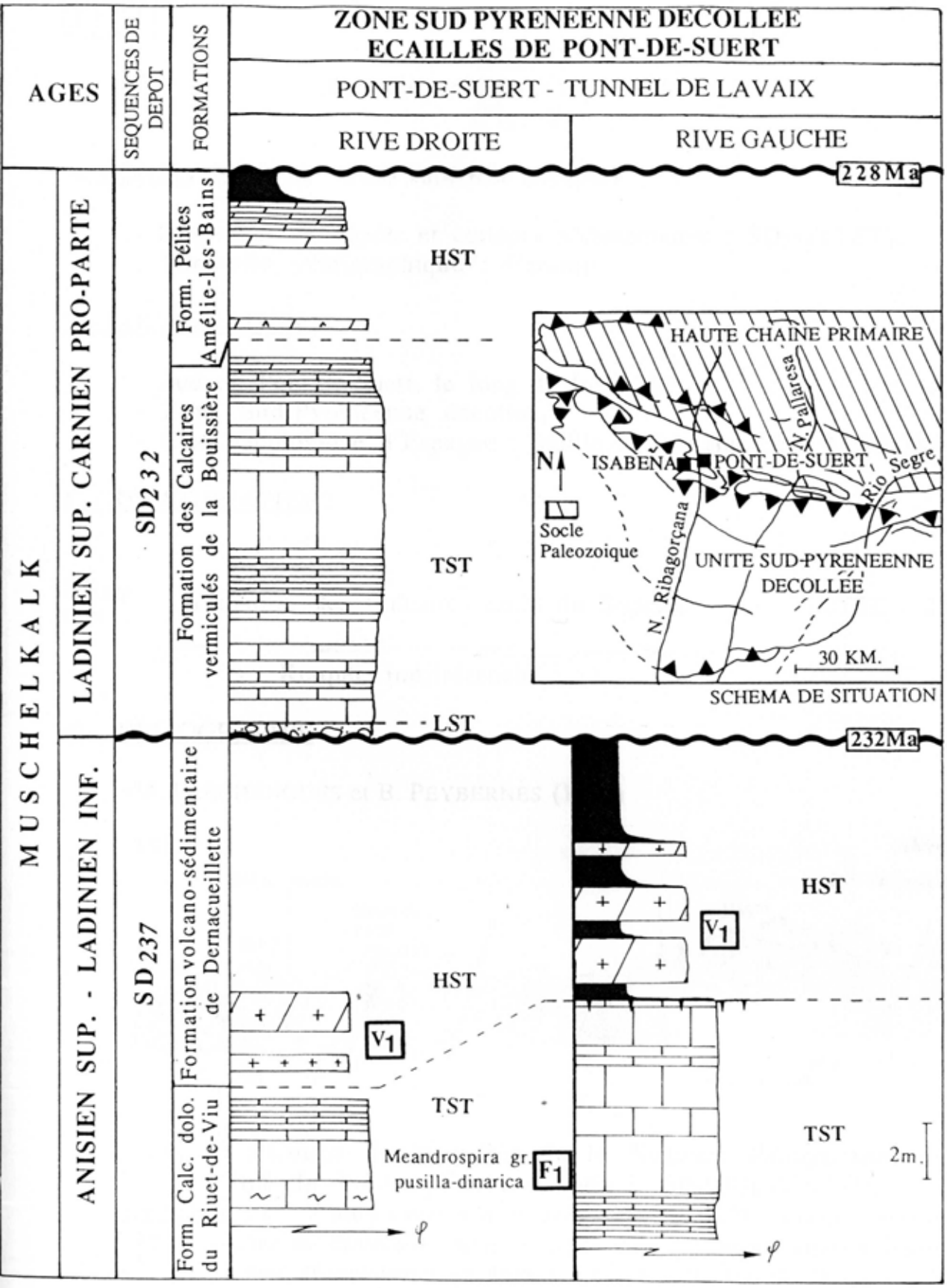
D - BIBLIOGRAPHIE :

•P. H. W. MEY (1968)

•M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS (1991)

•M. FRÉCHENGUES, B. PEYBERNÈS, J. THIEBAUT, C. DURAND-WACKENHEIM, C. FOURNIER-VINAS et Cl. LUCAS (1991)

Fig. 22 :


AGES
SEQUENCES DE DEPOT
FORMATIONS
ZONE SUD PYRENEENNE DECOLLEE
ECAILLES DE PONT-DE-SUERT
PONT-DE-SUERT - TUNNEL DE LAVAIX
RIVE DROITE
RIVE GAUCHE
228Ma
MUSCHELKALK
LADINIEN SUP. CARNIEN PRO-PARTE
SD232
Form. Pélites Amélie-les-Bains
Formation des Calcaires vermiculés de la Bouissière
HST
TST
LST
HAUTE CHAINE PRIMAIRE
N. Pallarcsa
N
ISABENA
PONT-DE-SUERT
Rio Segre
Socle Paleozoique
N. Ribagorçana
UNITE SUD-PYRENEENNE DECOLLEE
30 KM.
SCHEMA DE SITUATION
232Ma
ANISIEN SUP. - LADINIEN INF.
SD237
Formation volcano-sédimentaire de Dernacueillette
Form. Calc. dolo. du Riuet-de-Viu
V1
F1
Meandrospira gr. pusilla-dinarica
2m.

J1-3

AULET

(M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS)
(Fig. 23)

A - OBJET ETUDIE : Trias supérieur (Keuper)

. Séquences de dépôts et cortèges sédimentaires : SD_{224} (TST).
. Intervalle stratigraphique : Carnien.

B - LOCALISATION :

- Sud de Pont-de-Suert, le long de la N.230.
- Zone Sud-Pyrénéenne décollée.
- Carte Géologique d'Espagne : feuille n° 23, Huesca à 1/200.000ème.

C - STRATIGRAPHIE :

SD_{228} CRN — Formation des Calcaires noirs de Sopeira — TST — 25 m

Keuper indifférencié

D - BIBLIOGRAPHIE :

•M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS (1991)

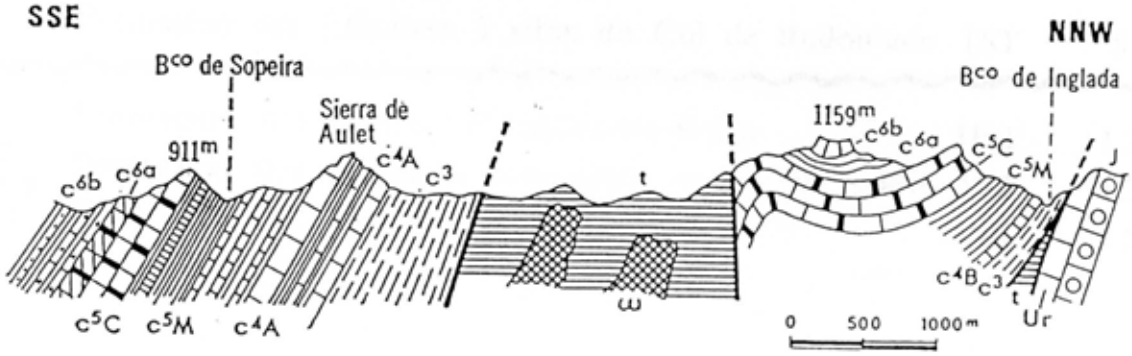


Fig. 23 : **Coupe de la vallée de la Noguera Ribagorzana au Sud de Pont-de-Suert.** (d'après P. SOUQUET, 1967).

Légende : c^{6b} : marno-calcaires et calcaires coniaciens ; c^{6a} : calcaires turoniens et c^5C : calcaires du Cénomanien supérieur repris dans une brèche intraformationnelle ; c^5 M : marnes cénomaniennes de Sopeira ; c^4 A : calcaires de la Sierra d'Aulet, Cénomanien inférieur ; c^4B : calcaires ferrugineux du niveau de la Selva de Bonansa, Cénomanien inférieur ; c^3 : marnes albo-cénomaniennes ; Ur : calcaires urgoniens ; J : dolomies jurassiques ; t : Keuper ; ω : ophite.

J 1 - 4

PONT-DE-SUERT NORD - NOGUERA-DE-TOR

(M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS)

(Fig. 24)

A - OBJET ETUDIE : Trias moyen à supérieur.

. Séquences de dépôt et cortèges sédimentaires : SD_{232} (LST, TST, HST), SD_{228} (TST, HST).

. Intervalle stratigraphique : Ladinien supérieur-Carnien (palynoflore P_4 à *Ovalipollis pseudoalatus*, *O. ovalis*, *Alisporites* spp. et *Praecirculina granifer*).

B - LOCALISATION :

- Nord de Pont-de-Suert, en rive gauche de la Noguera-de-Tor ;
- Zone Sud-Pyrénéenne décollée ;
- Carte Géologique d'Espagne : feuille n°23, Huesca à 1/200.000ème.

C - STRATIGRAPHIE :

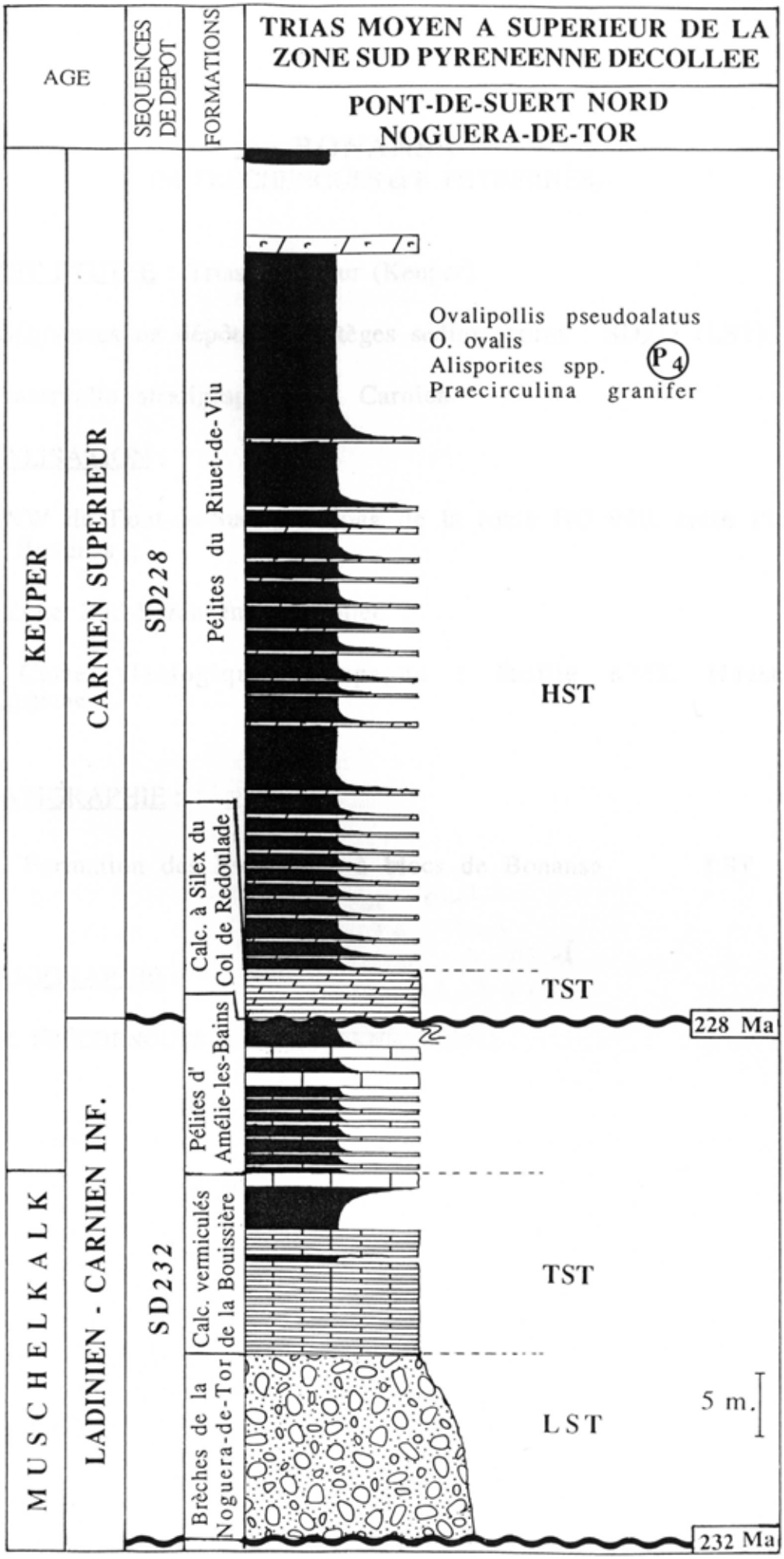
SD_{228} CRN	Formation des Pélites varicolores évaporitiques du Tunnel de Lavaix	HST	70 m
	Formation des Calcaires à silex du Col de Redoulade	TST	5 m
SD_{232} LAD sup-CRN inf	Formation des Pélites d'Amélie-les-Bains	HST	12 m
	Formation des Calcaires vermiculés de la Bouissière	TST	15 m
	Formation des Brèches de la Noguera-de-Tor	LST	15 m

D - BIBLIOGRAPHIE :

•M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS (1991)

•M. FRÉCHENGUES, C. FOURNIER-VINAS, Cl. LUCAS et B. PEYBERNÈS (sous-presse)

Fig. 24 :


AGE
SEQUENCES DE DEPOT
FORMATIONS
TRIAS MOYEN A SUPERIEUR DE LA ZONE SUD PYRENEENNE DECOLLEE
PONT-DE-SUERT NORD
NOGUERA-DE-TOR
KEUPER
CARNIEN SUPERIEUR
SD228
Pélites du Riuet-de-Viu
Ovalipollis pseudoalatus
O. ovalis
Alisporites spp.
Praecirculina granifer
P4
HST
Calc. à Silex du Col de Redoulade
TST
228 Ma
MUSCHELKALK
LADINIEN - CARNIEN INF.
SD232
Pélites d' Amélie-les-Bains
Calc. vermiculés de la Bouissière
TST
Brèches de la Noguera-de-Tor
LST
5 m.
232 Ma

J1-5

BONANSA

(M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS)

A - OBJET ETUDIE : Trias supérieur (Keuper).

. Séquences de dépôts et cortèges sédimentaires : SD_{224} (LST).

. Intervalle stratigraphique : Carnien.

B - LOCALISATION :

- NW de Pont-de-Suert, le long de la route HU 940, entre Pont-de-Suert et Bonansa ;

- Zone Sud-Pyrénéenne décollée ;

- Carte Géologique d'Espagne : feuille n°23, Huesca, à 1/200.000ème.

C - STRATIGRAPHIE :

SD_{228} CRN	Formation des Evaporites à blocs de Bonansa	LST	100 m

D - BIBLIOGRAPHIE :

•M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS (1991)

J 1 - 6

VALLEE DE L'ISABEÑA

(M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS)

(Fig. 25 et Pl. I)

A - OBJET ETUDIE : Trias supérieur (Keuper à Rhétien)

. Séquences de dépôt et cortèges sédimentaires : SD_{224} (HST), SD_{215} (TST, HST) et SD_{211} (TST).

. Intervalle stratigraphique : Norien à Rhétien [Foraminifères benthiques F_5 et F_7(*Aulotortus friedli* , *A.* sp., *Gandinella falsofriedli...*) et palynoflore P_6 (*Rhaetipollis germanicus, Classopollis classoides, C. torosus*)].

B - LOCALISATION :

- Ouest de Pont-de-Suert, vallée de L'Isabeña, le long de la route HU 940, entre Bonansa et Calvera.

- Zone Sud-Pyrénéenne décollée.

- Carte Géologique d'Espagne : feuille n°23, Huesca à 1/200.000ème.

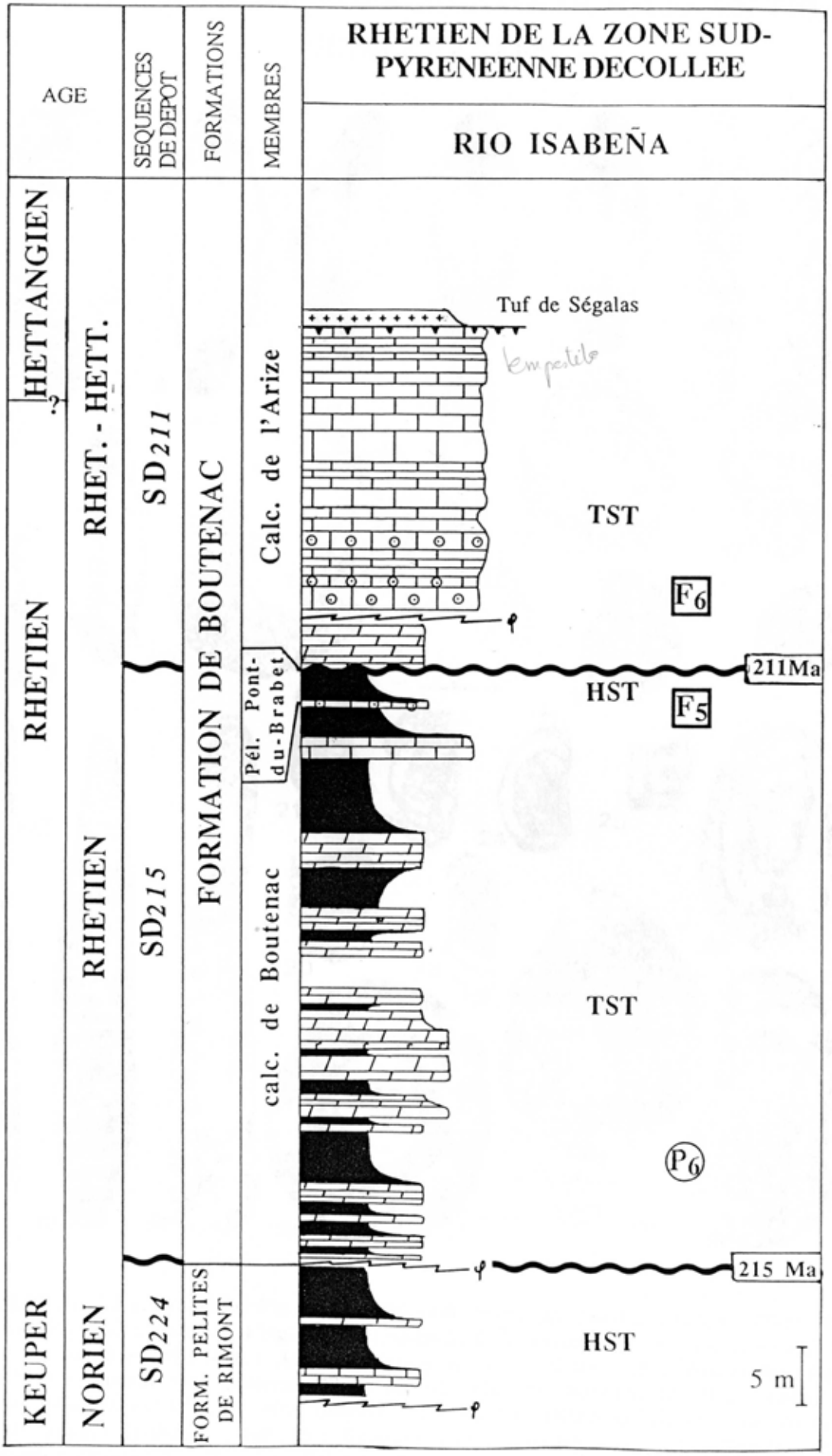
C - STRATIGRAPHIE :

SD_{211} RHT-HET	Membre des Calcaires de l'Arize, à épisode volcanique ("Tuf de Ségalas")	TST	20 m
SD_{215} RHT	Membre des Pélites du Pont du Brabet	HST	5 m
	Membre des Calcaires de Boutenac à palynoflore rhétienne P_6 (*Rhaetipollis germanicus, Classopollis classoides, C. torosus*)	TST	10 m
SD_{224} NOR	Formation des Pélites évaporitiques varicolores de Rimont	HST	30 m

D - BIBLIOGRAPHIE :

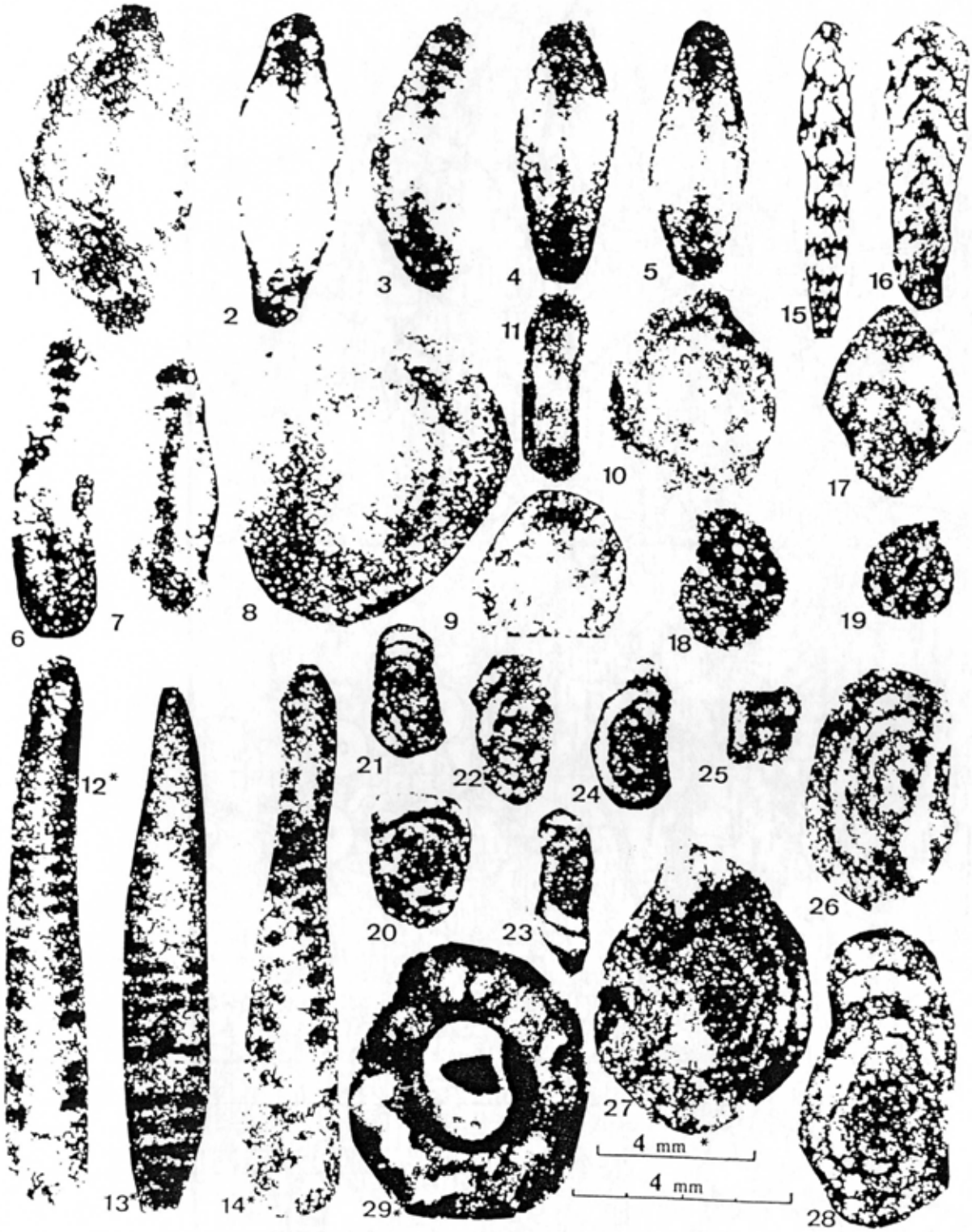
•B. PEYBERNÈS et J. P. PAPON (1968)
•M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS (1991)

Fig. 25 :


AGE
SEQUENCES DE DEPOT
FORMATIONS
MEMBRES
RHETIEN DE LA ZONE SUD-PYRENEENNE DECOLLEE
RIO ISABEÑA
HETTANGIEN
RHET. - HETT.
RHETIEN
RHETIEN
KEUPER
NORIEN
SD211
SD215
SD224
FORMATION DE BOUTENAC
FORM. PELITES DE RIMONT
Calc. de l'Arize
Pél. Pont-du-Brabet
calc. de Boutenac
Tuf de Ségalas
TST
HST
TST
HST
F6
F5
P6
211Ma
215 Ma
5 m

PL. I :

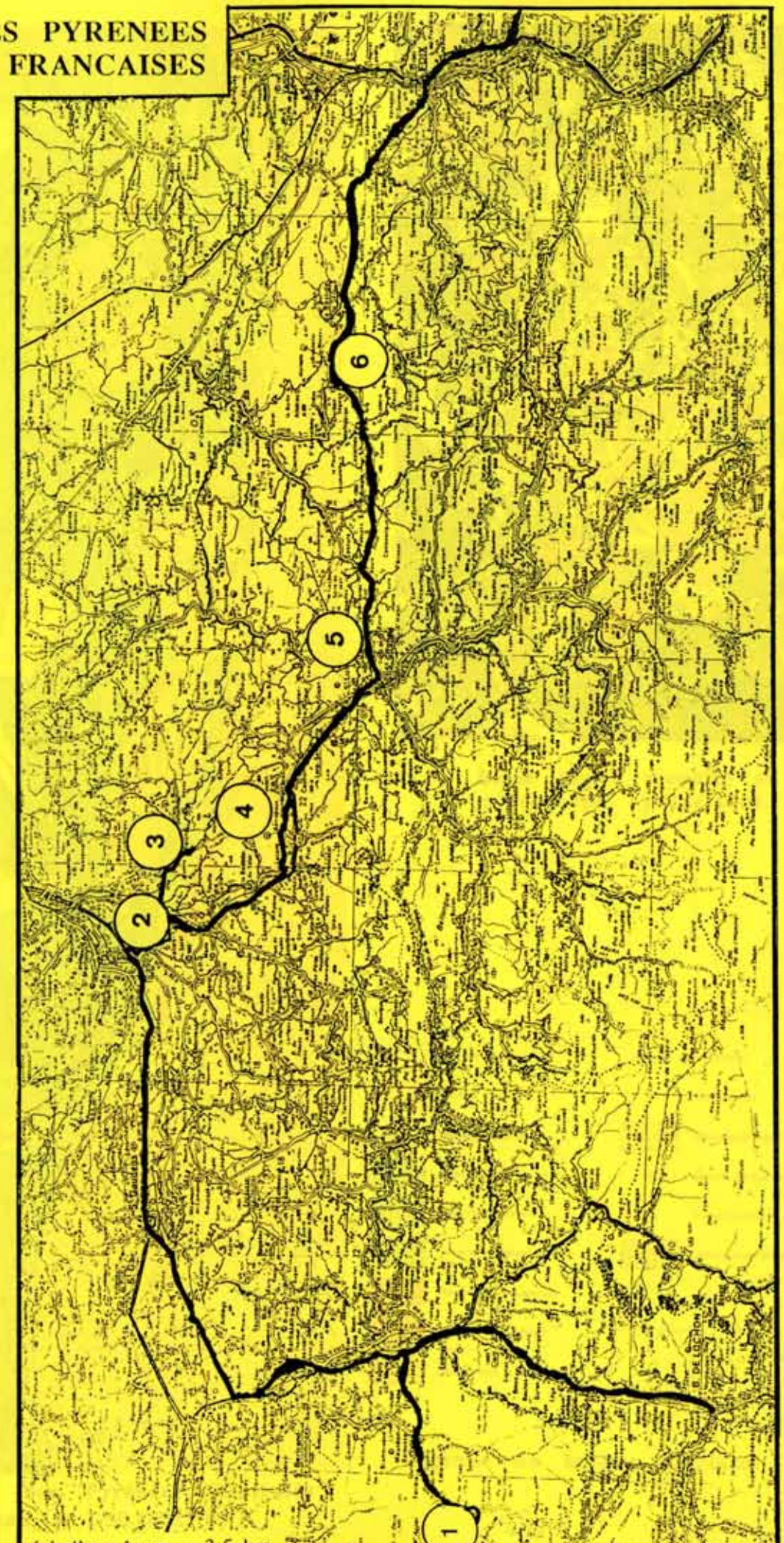
ASSOCIATIONS MICROPALEONTOLOGIQUES DU TRIAS SUD-PYRENEEN

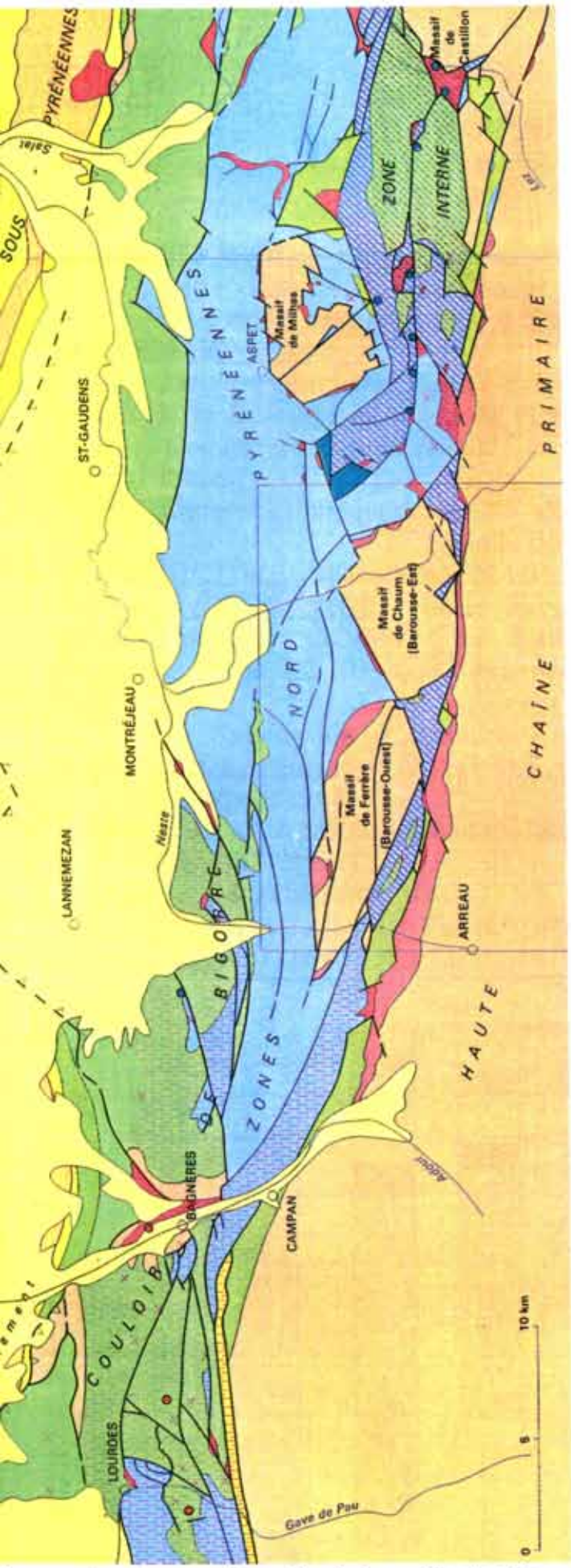


Légende : F_1 (Anisien) Fig. 18-19 : *Meandrospira* gr. *pusilla-dinarica* (Pont de Suert).- F_2 (Ladino-carnien) Fig. 1 à 8 : *Triadodiscus eomesozoicus* (1 : Els Hostalets; 2 à 8 : Els Xerallo) ; Fig. 9-10 : *Aulotortus praegaschei* (9 : Odén ; 10 : Montcortés).; Fig. 12 à 14 * : *Lamelliconus procerus* (Els Hostalets) ; Fig. 15 : *Nodosariidae* (Els Xerallo) ; Fig. 17 : *Endothyranella* cf. *wirzi* (Montcortés) - F_4 à F_7 (Rhétien) Fig. 11 : *Aulotortus* sp. aff. *tenuis* (Isabeña) ; Fig. 16 : *Nodosariidae* (Isabeña) ; Fig. 20 : *Gandinella apenninica* (Baga) ; Fig. 21 à 23 : *Glomospirella* sp. (Baga) ; Fig. 24-25 : *Agathammina* ? *inconstans* (24 : Baga; 25 : Isabeña) ; Fig. 26 à 28 : *Glomospirella* sp. aff. *rosetta* (26-28 : Isabena; 27 : Baga) ; Fig. 29* : *Heteroporella*? sp. (Baga).(d'après M. FRÉCHENGUES et B.

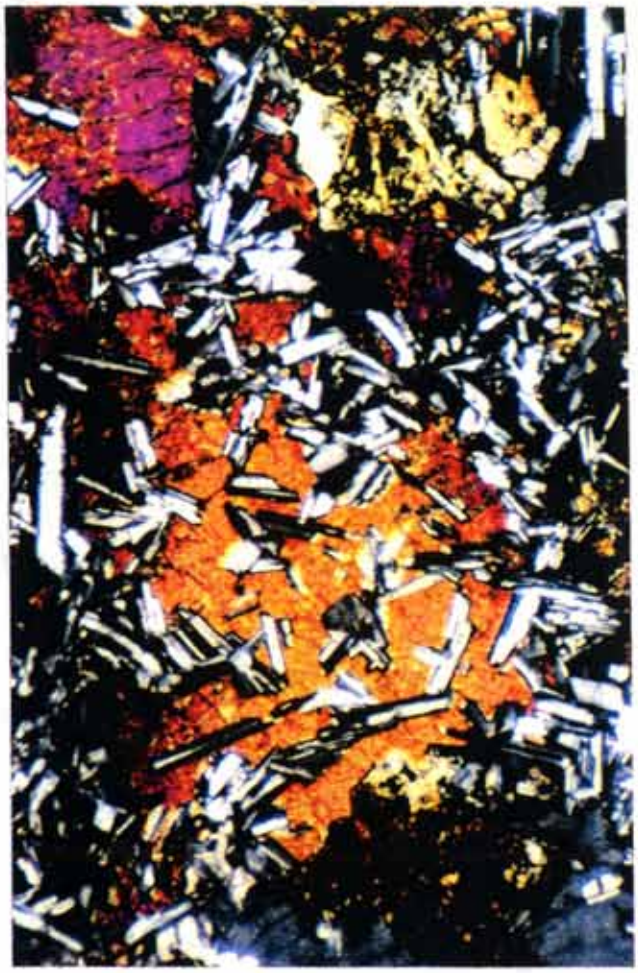
2 - TRIAS DES PYRENEES CENTRALES FRANCAISES

Fig. 26 :

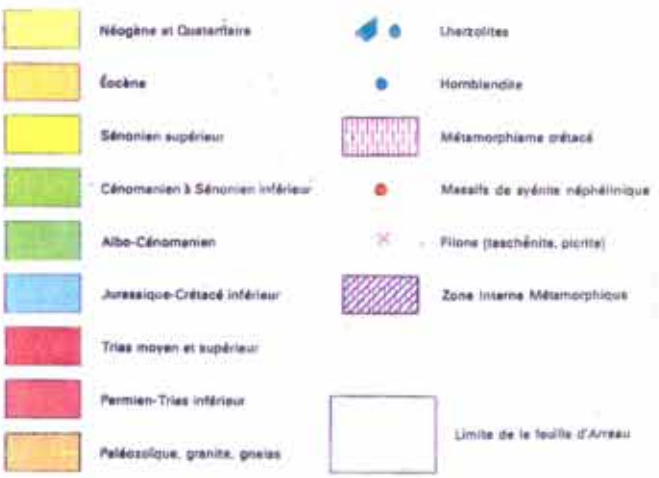




éma structural des Pyrénées Centrales (feuille d'Arreau à 1/50.000ème).



Lame mince d'ophite au microscope polarisant.



Légende du schéma stuctural.

J 2 - 1

CROUHENS

(Cl. LUCAS)

(Fig. 26 à 30)

A - OBJET ETUDIE : Trias gréseux, faciès Buntsandstein

- Série d'Escalère, Unité Rouge Supérieure.
- Intervalle stratigraphique : Ladinien ou Anisien ? (palynoflore).

B - LOCALISATION :

- Département des Hautes-Pyrénées, Bassin de la Garonne, Haute Vallée de la Barousse, rive Est de l'Ourse ;
- Couverture septentrionale de la Haute Chaîne Primaire, aval du bassin d'Aure ;
- Cartes Géologiques : feuille n° 1072, Arreau à, 1 / 50.000ème ; feuille de Luz à 1/250.000ème (SNEAP).

C - STRUCTURE : monoclinale N 110° E plongeant de 60°

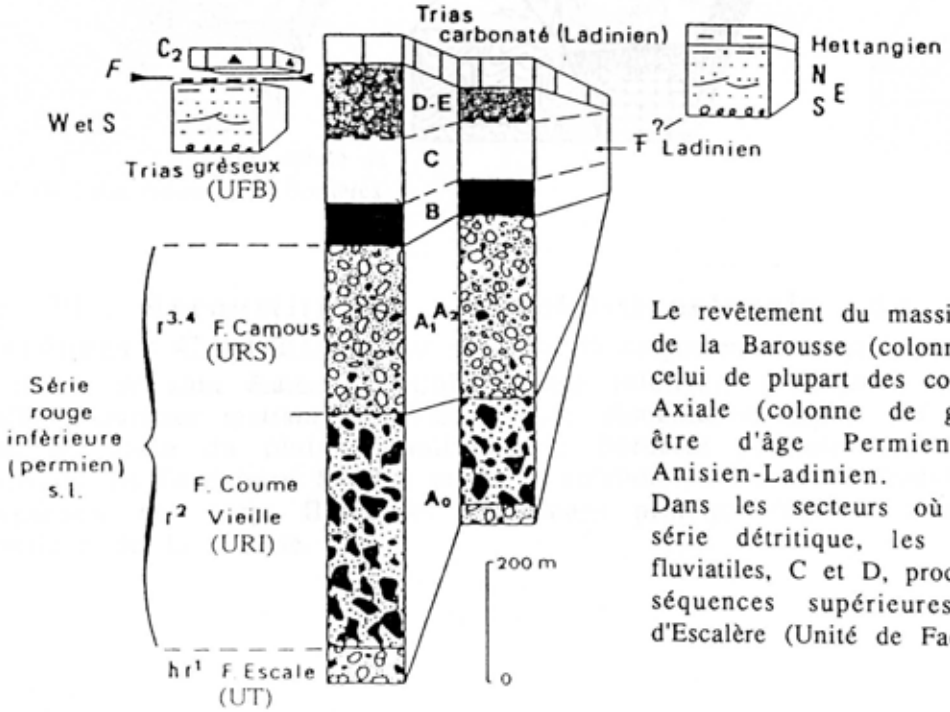
D - STRATIGRAPHIE : Série Rouge Supérieure (d'Escalère), fluviatile, jusqu'à présent attribuée au Ladinien dans la troisième grande séquence, là où M. DALLONI proposait une flore permienne à affinités angariques.

Substratum : Namuro-Westphalien

E - BIBLIOGRAPHIE :

- Cl. LUCAS (1968)
- Cl. LUCAS, J. DOUBINGER et Cl. BROUTIN (1980)
- Cl. LUCAS (1987)

Fig. 27 : **Corrélations entre les unités sédimentaires du Grès Rouge du Fossé d'Aure et celles des secteurs voisins.**



Le revêtement du massif Nord Pyrénéen de la Barousse (colonne de droite) et celui de plupart des coupes de la Zone Axiale (colonne de gauche) pourrait être d'âge Permien supérieur à Anisien-Ladinien.

Dans les secteurs où n'existe qu'une série détritique, les lithofaciès sont fluviatiles, C et D, proches de ceux des séquences supérieures de la série d'Escalère (Unité de Faciès Bunt.)

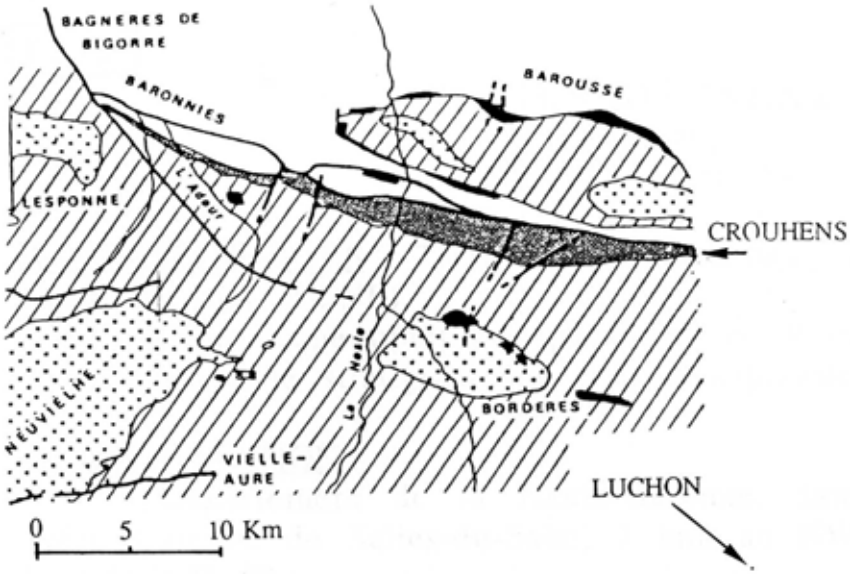


Fig. 28 : **Bassin permien et triasique d'Aure sur le front nord de la Haute Chaîne Primaire, entre les môles rigides du Paléozoïque de la Haute Chaîne et de la Zone Nord-pyrénéenne**

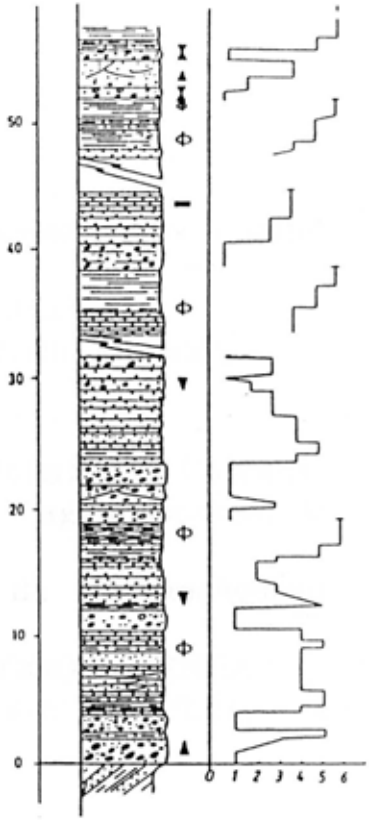


Fig. 29 : **Coupe de Crouhens** (Cl. LUCAS, 1968)
1 - orthoconglomérats siliceux ;
2 à 6 - grès à argilites à paléosols

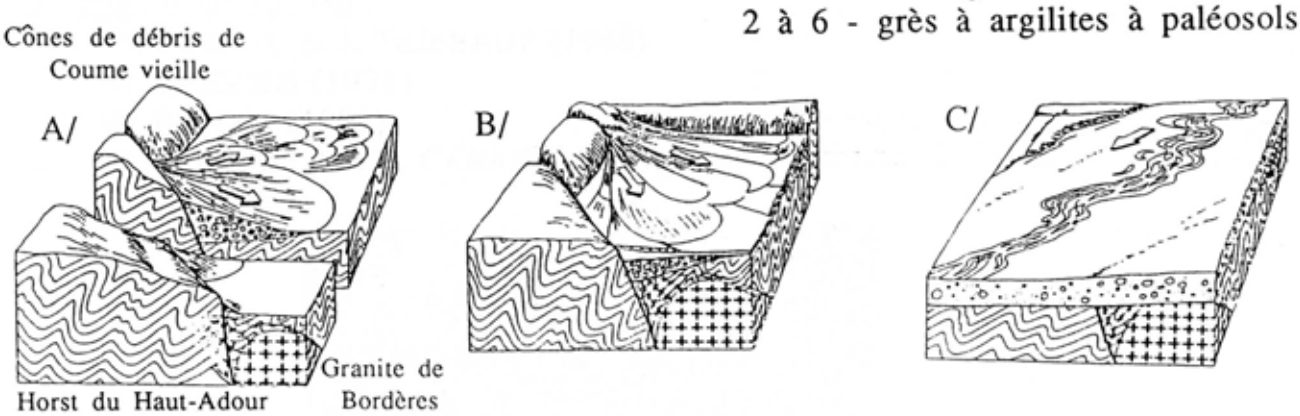


Fig. 30 : **Reconstitution morpho-structurale du fossé d'Aure (Pyrénées Centrales).** Au pied de l'escarpement à regard oriental, d'épais cônes de débris se sont étalés (A, Unité Rouge Inférieure permienne), suivis d'épisodes de coulées boueuses mettant en évidence une alimentation depuis l'W et le NW (B). La mise en place du pluton granitique de Bordères pourrait être stéphano-autunienne, synchrone de l'extension SW-NE et de la création du Horst du Haut-Adour. Au Trias (C) s'expriment des corps fluviatiles à drainage principal NE-SW, comme dans la partie atlantique de la Chaîne.

J 2 - 2

SALIES-DU-SALAT

(Cl. LUCAS)

(Fig. 10 à 12 et 31)

A - OBJET ETUDIE : Trias supérieur jalonnant le Chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen (CFNP).

. Magmatisme ophitique, pétrologie et position structurale.

. Intervalle stratigraphique : Trias supérieur, Norien probable.

B - LOCALISATION :

- Département de la Haute-Garonne, dans l'interfluve Garonne-Salat. Carrière de Salies-du-Salat, 1 km. au NW de l'agglomération, le long de la D. 69 ;
- Zone Nord-Pyrénéenne, au front émergeant du Chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen (voir profil ECORS, Fig. 1) ;
- cartes géologiques : feuille de Toulouse à 1/250.000ème (SNEAP) ; feuille n° 1055, Saint-Gaudens, à 1/50.000ème.

C - INTERET ECONOMIQUE :

Excellent matériau de ballast.

D - BIBLIOGRAPHIE :

•B. SUREAU et J. THIEBAUT (1968)

•G. GLEYZES (1971)

•D BEZIAT (1983)

•R. CURNELLE et B. CABANIS (1989)

Fig. 31 : **Pétrographie de l'ophite d'Olxasco (Pays Basque)** (d'après S. LE FUR BALOUET, 1985) Texture sub-ophitique avec noyaux d'olivine (Ol) le plus souvent inclus dans l'augite (Aug) magnésienne, pigeonite (Pig) et matrice essentiellement plagioclasique ; quelques lattes d'amphibole (A) et de biotite (B) primaires sont visibles à proximité des oxydes opaques (= grains noirs).

J 2 - 3

BETCHAT

(P. SOUQUET)
(Fig. 32 à 35)

A - OBJET ETUDIE : Trias supérieur (Keuper) métamorphique jalonnant le Chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen (CFNP)

. Métamorphisme hydrothermal hypersalin, d'âge éocrétacé (Aptien-Albien), daté par Y. BANDET à 107 ± 3 Ma (Age K-Ar.) et non lié aux ophites.

. Diapirisme du Keuper dans un système rift éocrétacé tectoniquement inversé au Sénonien et au Tertiaire (Eocène), dans un lambeau de recouvrement lié au CFNP.

. Intervalle stratigraphique : Norien probable (SD_{224}).

B - LOCALISATION :

- Départements de l'Ariège et de la Haute-Garonne (vallée du Lens), au Nord de Betchat et à l'Est de Marsoulas ;

- Zone des Ecailles Sous-Pyrénéennes : le complexe évaporitique de Betchat affleure le long du CFNP. Il est chevauché par une écaille de Flysch à fucoïdes (Sénonien inférieur) et, plus au Sud, par le Flysch noir (Albien supérieur). Il constitue un .corps gypseux de forme aplatie plurikilométrique, relié en profondeur à la masse de halite, également métamorphique, de Salies-du-Salat ;

- Carte géologique : feuille n°1055, Saint-Gaudens, à 1/50.000ème.

C - DESCRIPTION :

Lithologie

Le complexe gypsifère de Betchat se présente comme une brèche à ciment gypseux englobant des blocs hétérométriques d'ophite, de marbres, de dolomies (rubanées et "sableuses"), d'anhydrite violette et renfermant un certain nombre de minéraux (phlogopite, talc, shéridanite, dravite, albite, dolomite, quartz néoformé, rutile tourmaline). Le gypse provient de la transformation de l'anhydrite qui subsiste à l'état de relique. L'augmentation de volume accompagnant cette transformation peut expliquer la déformation des minéraux précités et le faciès bréchique (anciennes lames dolomitiques dans le Keuper et/ou dolomies rhétiennes de cap-rock).

Paragenèses minérales

Deux paragenèses principales ont été observées, notamment dans les marbres :

- paragenèse à actinote - phlogopite - albite ;
- paragenèse à dipyre (en grandes baguettes) - pargasite - biotite altérée en clinochlore (métamorphisme le plus intense). Cette paragénèse confère au gypse de Betchat l'origine la plus profonde des sites triasiques métamorphiques nord-pyrénéens.

Le faciès de "dolomie sableuse", terme défini par A. LACROIX pour désigner une roche friable constituée de petits grains de dolomite, contient des cristaux de quartz bipyramidé (à nombreuses inclusions de dolomite) et du dipyre le plus souvent destabilisé en produits micacés, eux-mêmes envahis par la dolomite.

Signalons la présence de pyrite dans ce complexe, à la fois dans les blocs et aux jonctions de ceux-ci : il s'agit d'un phénomène hydrothermal postérieur à la genèse de la brèche.

Evolution post-sédimentaire :

- au point de vue pétrologique : a) cristallisation d'un marbre calcaire avec développement du dipyre ; b) destabilisation du dipyre et cristallisation du mica sous des influences hydrothermales ; c) dolomitisation du calcaire ; d) silicification.
- au point de vue tectonique : a) formation d'une ride diapirique en régime extensif synmétamorphe (rift chaud Aptien - Albien inférieur), les corps évaporitiques servant (comme les failles bordières des rifts) de drain à l'hydrothermalisme ; b) stade de percement et de resédimentation dans les bassins flysch en régime décrochevauchant (Albien supérieur et Cénomanien inférieur) ; c) tectonique de raccourcissement en régime compressif utilisant le complexe de Betchat comme niveau de décollement (bassin d'avant-pays, Sénonien - Tertiaire).

D - BIBLIOGRAPHIE :

•A. LACROIX (1893 - 1913)
•J. THIEBAUT, M. DEBEAUX, Ch. DURAND-WACKENHEIM, P. SOUQUET, Y. GOURINARD, Y. BANDET et M. J. FONTDECAVE-WALLEZ (1988)
•J. THIEBAUT, Ch. DURAND-WACKENHEIM, M. DEBEAUX et P. SOUQUET (1992)

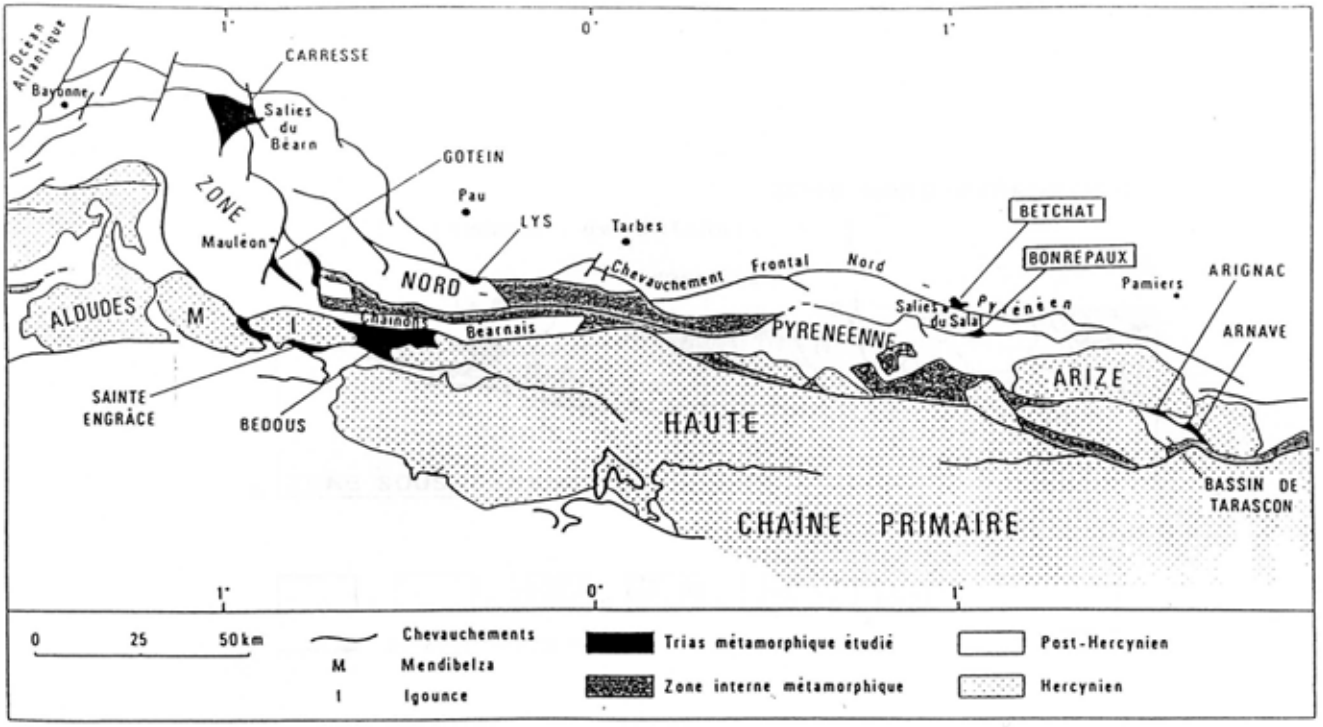


Fig. 32 : Affleurements de Trias métamorphique situés hors de la Zone Interne Métamorphique.
(d'après J. THIEBAUT *et al.*, 1992)

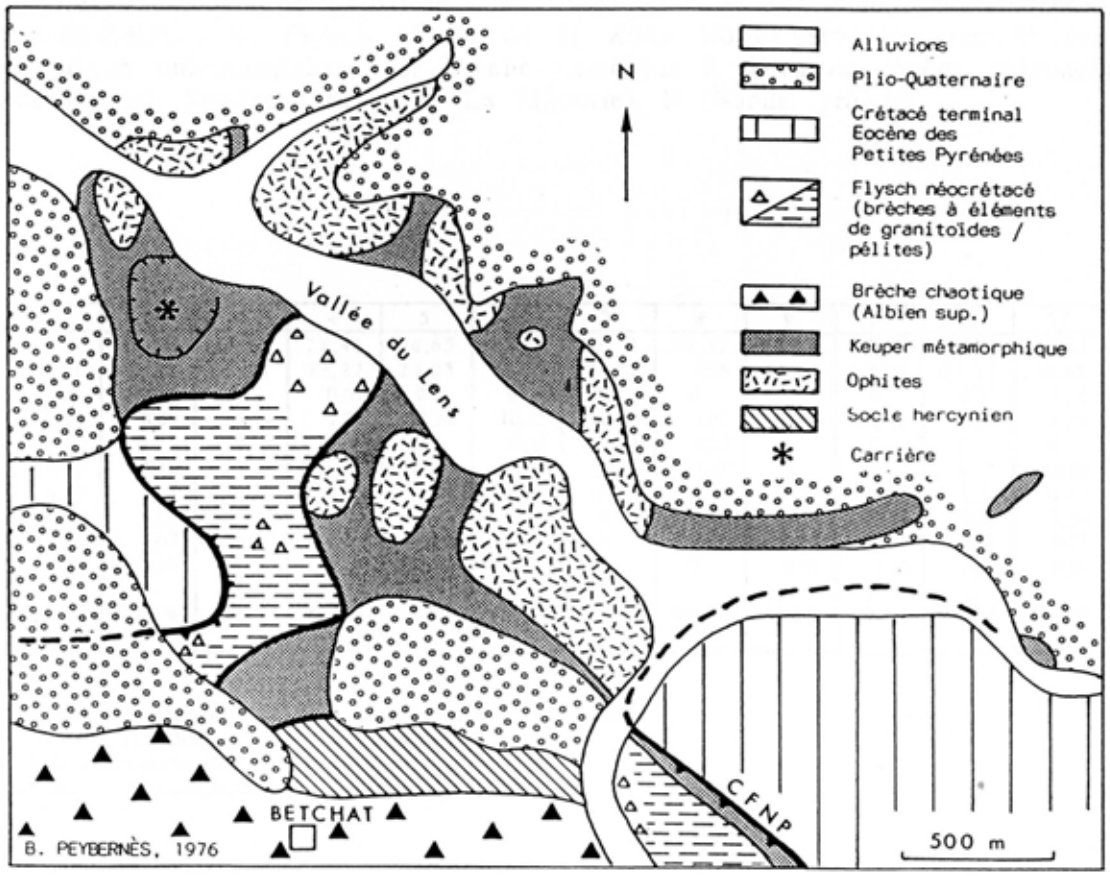


Fig. 33 : Carte géologique détaillée du Trias de Betchat.
(d'après B. PEYBERNÈS, 1976)

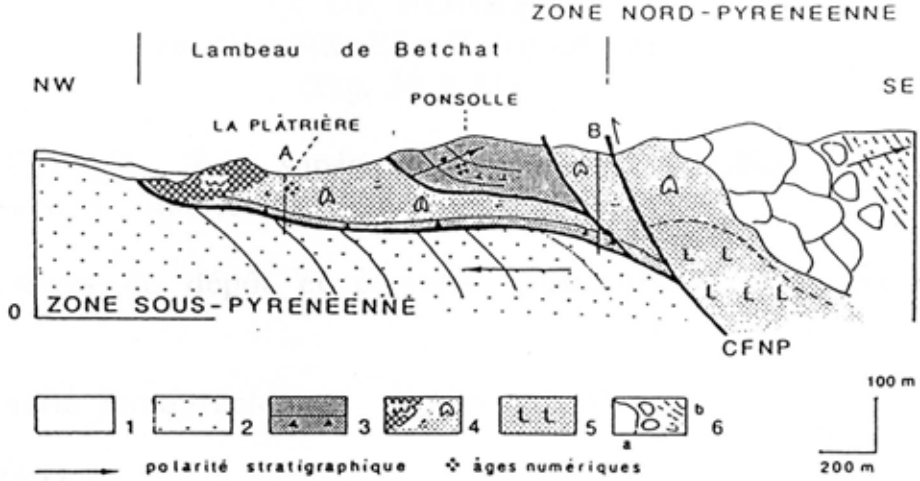


Fig. 34 : Coupe schématique montrant la situation du lambeau de recouvrement de Betchat, sur le tracé du Chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen (CFNP). (d'après J. THIEBAUT *et al.*, 1992).
1, Dépôts superficiels ; 2, Néocrétacé et Paléogène de la Zone Sous-Pyrénéenne ; 3, Flysch santonien (a, Brèche à blocs de roches hercyniennes cristallines ; b, Turbidites) ; 4, Brèche gypsifère (ω, Ophites) ; 5, Sel gemme métamorphique de Salies-du-Salat ; 6, Flysch albien de la Zone Nord-Pyrénéenne sur le complexe évaporitique métamorphique (a, Brèche chaotique à blocs de roches paleozoïques ; b, Turbidites). Sondages (1) : A (La Plâtrerie), B (Nanne, projeté).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO_2	42,87	41,56	49,42	28,40	28,65	29,63	30,20	62,42	57,11	55,49	56,09	42,44	43,06
Al_2O_3	16,61	17,71	32,43	23,22	23,03	19,32	19,62	0,26	22,15	23,03	23,57	16,62	15,80
TiO_2	0,28	0,36	0	0,01	0	0	0	0	0,17	0	0,03	1,05	0,94
FeO^t	0,97	0,89	0,99	1,36	1,27	10,55	10,16	4,81	0	0,01	0,07	6,31	5,72
MnO	0,03	0	0,08	0	0	0,01	0,04	0,03	0	0	0	0	0,02
MgO	24,39	24,13	1,89	32,22	32,41	27,60	27,43	27,67	0	0	0	15,57	16,19
CaO	0,15	0,19	0,23	0,02	0,04	0,04	0	0	6,75	7,78	8,31	11,80	12,51
Na_2O	0,05	0,02	0,27	0,05	0	0	0	0,02	10,33	10,28	9,62	3,30	3,47
K_2O	8,82	9,07	10,70	0,01	0,08	0	0	0,01	0,16	0,14	0,10	0,21	0,23
Cl	0,10	0,11	0	0	0	0	0	0	2,33	2,53	2,41	0,20	0,19
TOTAL	94,27	94,04	96,01	85,29	85,48	87,15	87,45	95,22	99,00	99,26	100,20	97,50	98,13

1 - 2 : Phlogopite ; 3 : Séricite ; 4 - 5 : Shéridanite ; 6 - 7 : Clinochlore ;
8 : Talc ; 9 - 10 - 11 : Dipyre ; 12 - 13 : Pargasite
(Analyses à la microsonde électronique de Nancy)
Ce tableau rappelle la composition des minéraux des paragénèses.

Fig. 35 : Compositions chimiques des minéraux du Trias de Betchat. (fer total sous forme FeO). (d'après J. THIEBAUT *et al.*, 1992)

J 2 - 4

DIAPIR DE BONREPAUX

(B. PEYBERNÈS et P. SOUQUET)

(Fig. 36 à 41)

A - OBJET ETUDIE : Trias supérieur (Keuper) métamorphique dans un Diapir anté-albien supérieur.

. Séquences de dépôt et cortèges sédimentaires : SD_{224} (HST) probable.

. Intervalle stratigraphique : Norien probable.

B - LOCALISATION :

- Département de l'Ariège, au Nord du village de Bonrepaux ;

- Zone Nord-Pyrénéenne, Sous-zone Sub-ariégeoise, Ecailles de la vallée du Salat ;

- Carte géologique : feuille n° 1055, Saint-Gaudens, à 1/ 50.000ème.

C - STRUCTURE :

Remontée diapirique de Keuper évaporitique dans l'unité des Ecailles de la vallée du Salat (Zone Nord-pyrénéenne), entraînant des lames de terrains jurassiques et éocrétacés. Le diapirisme paraît sub-achevé avant le dépôt des brèches de Bonrepaux (Albien supérieur) discordantes sur les divers termes de la série des écailles (Fig. 37). Quelques rejeux tertiaires (phase pyrénéenne, ou intra-Eocène), notamment le chevauchement antithétique penté au N, au Nord des écailles.

D - PETROGRAPHIE :

1/ Argiles gypsifères verdâtres, violacées, avec lentilles de gypse (exploitées en galeries souterraines (Fig. 36) jusqu'en 1980, 25.000 tonnes/jour, expédiées aux cimenteries.

a) Faciès du gypse : gypse brun (impur) près des argiles ; gypse vert, dans les argiles chloriteuses (petits cristaux de gypse fibreux); gypse compact, petits cristaux imbriqués ; gypse pur, saccharoïde ou fibreux, en général recristallisé à partir de saumûres circulantes, lié aux fissures, parfois déformé (Fig. 39) ; dans les galeries de mine au Nord du diapir, faciès bréchique comparable à celui de Betchat : blocs hétérométriques d'ophites, de calcaires dolomitiques noirâtres à moules de cristaux quadratiques (dipyre ?). Le gypse renferme parfois des

reliques d'anhydrite ; dans les parties profondes de l'exploitation, l'anhydrite est abondante sous-forme de boules (parfois de plusieurs m^3) dont les bords sont altérés en gypse. La roche est grise parfois recristallisée en une anhydrite violacée à cristaux pluricentimétriques.

b) Minéraux : paragénèse de faible métamorphisme avec association mica (phlogopite) - chlorite - talc (albite) - quartz. Les autres minéraux sont : dolomite automorphe, célestite, magnétite, rutile, ilménite, hématite, tourmaline (cristaux bien formés), dravite. Le métamorphisme de Bonrepaux se rapporte à un Trias plus superficiel dans le diapir qu'à Betchat.

2/ Ophites : en boules emballées dans les évaporites.

Présence de feldspath labrador (plus calcique qu'à Betchat).

3/ Cargneules ocres, à poudre dolomitique dans les cavernes (origine tectonique).

E - BIBLIOGRAPHIE :

•G. GLEYZE (1971)

•J. THIEBAUT, Ch. DURAND-WACKENHEIM, M. DEBEAUX et P. SOUQUET (1992)

Fig 36 : **Plan de la carrière de gypse Dedieu à Bonrepaux.**
(Janvier 1970, d'après G. GLEYZE, 1971)

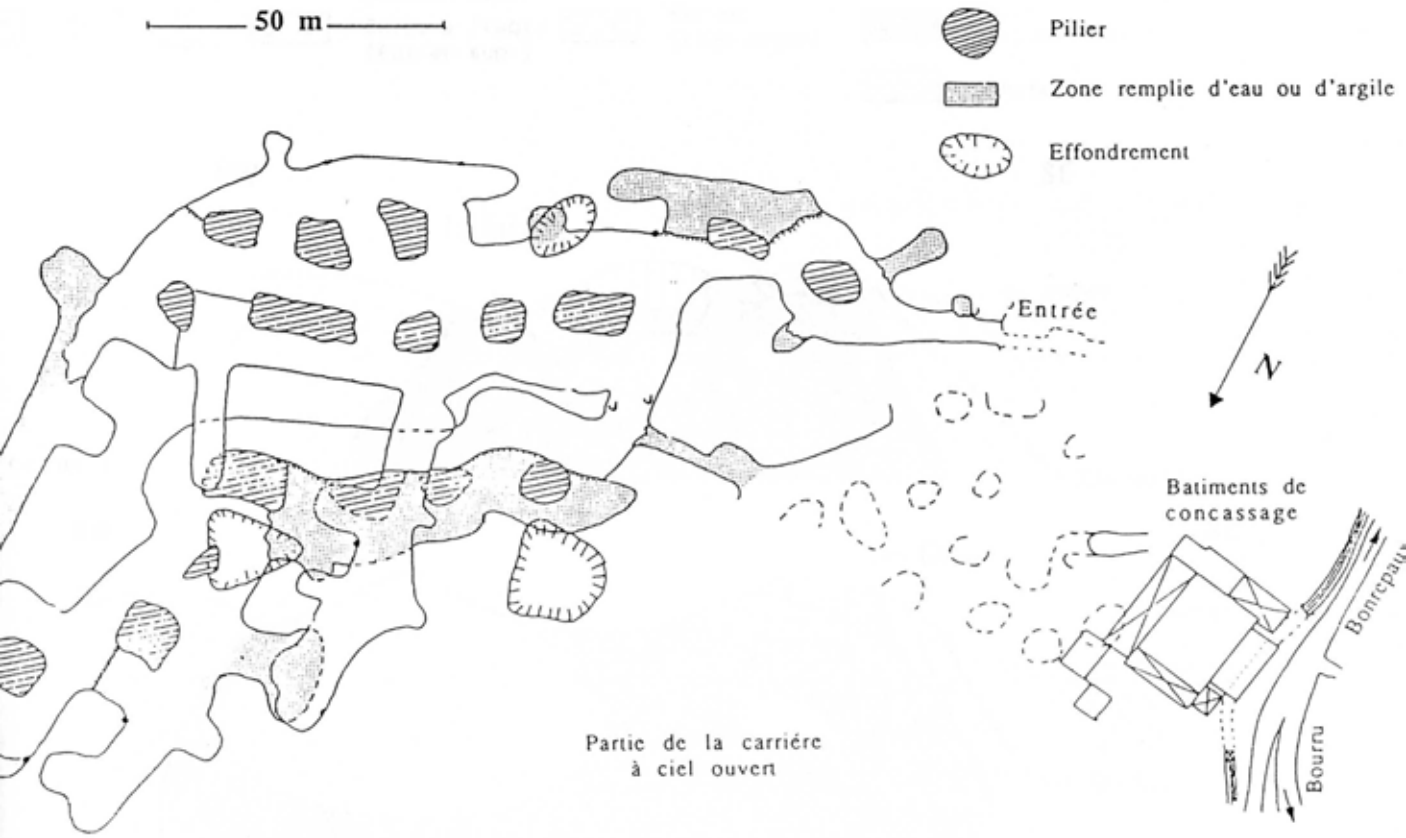
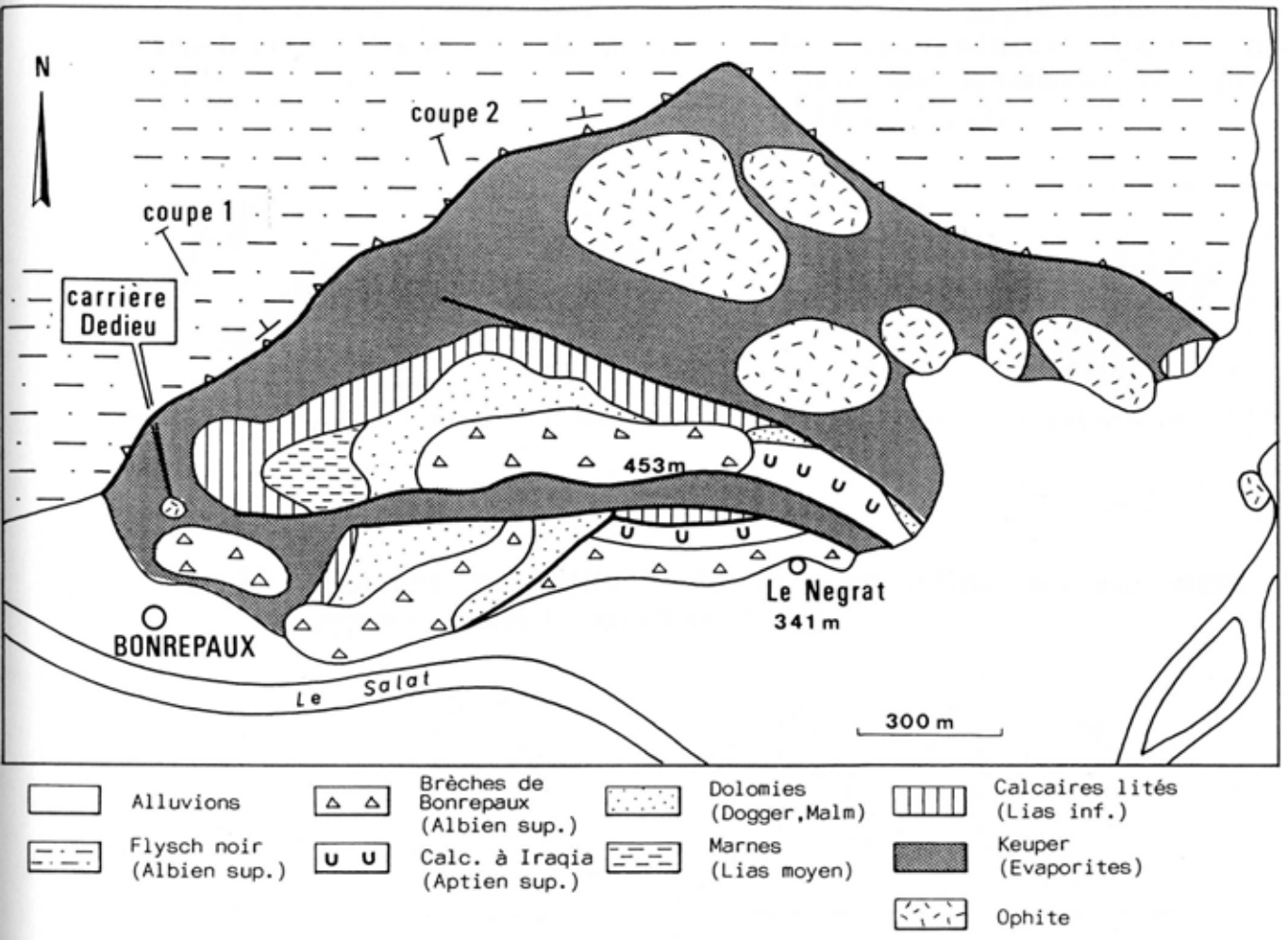


Fig. 37 : **Carte et coupes géologiques du diapir de Bonrepaux**, Zone Nord-Pyrénéenne, Sous-zone Sub-ariégeoise, Ecailles de la vallée du Salat (d'après G. GLEYZE, 1971, modifié).



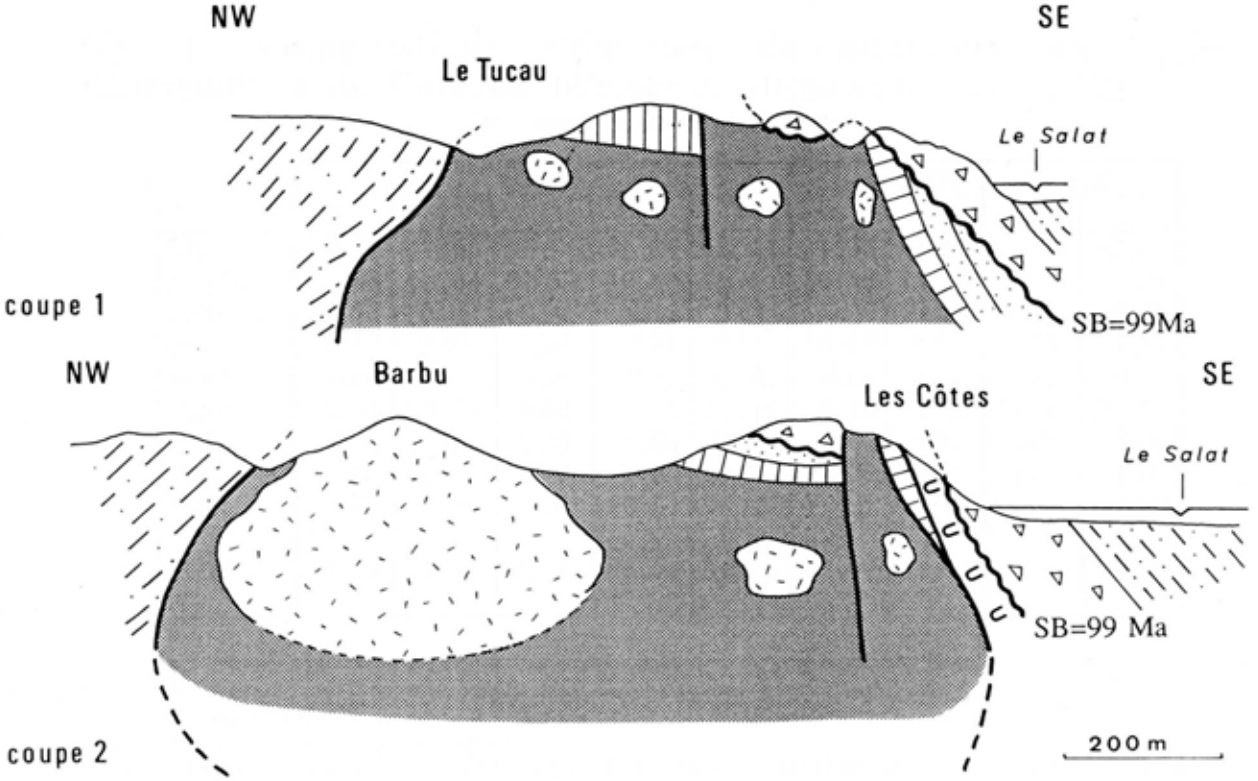


Fig. 38 : **Mode de cristallisation du gypse fibreux dans les fractures** (d'après G. GLEYZE, 1971)

Fig. 39 : **Déformations des fibres de gypse sous l'effet de contraintes dues au rejeu des fractures** (d'après G. GLEYZE, 1971).

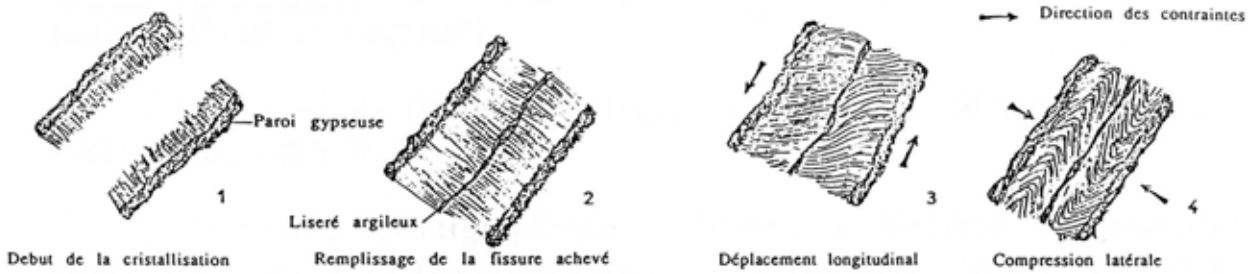


Fig. 40 : **Formes cristallines de la tourmaline incluse dans le gypse** (d'après G. GLEYZE, 1971).

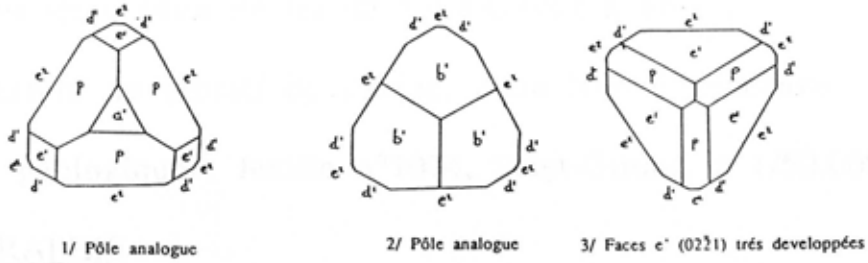


Fig. 41 : **Compositions chimiques de minéraux du Trias de Bonrepaux et de Carresse** (d'après J. THIEBAUT *et al.*, 1992)
(fer total sous forme FeO)

	MICAS					CHLORITES		TALC	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO_2	40,84	41,80	46,08	46,16	44,03	31,92	31,54	62,24	62,84
AL_2O_3	14,88	15,04	32,12	30,84	15,46	16,57	21,35	0,03	0,06
TiO_2	0,33	0,48	0,00	0,16	0,54	0,00	0,00	0,00	0,01
FeO^t	11,17	3,93	1,46	2,21	2,01	10,48	1,91	2,16	1,20
MnO	0,00	0,11	0,00	0,05	0,00	0,08	0,21	0,05	0,00
MgO	18,45	23,31	4,02	5,15	24,44	28,26	32,66	29,63	29,93
CaO	0,00	0,02	0,35	0,00	0,03	0,07	0,05	0,03	0,00
Na_2O	0,00	0,07	0,27	0,20	0,02	0,09	0,02	0,03	0,05
K_2O	9,47	9,55	10,71	10,61	9,72	0,01	0,00	0,00	0,00
TOTAL	95,14	94,31	95,01	95,38	96,25	87,48	87,74	94,17	94,09

1 : Carresse (A) Mica vert près carbonates/anhydrite - 2 : Carresse (10) Phlogopite -
3 : Carresse (9) Muscovite bordure d'un cristal épigénisé - 4 : Carresse (9) Séricite -
5 : Bonrepaux. Phlogopite - 6 : Carresse. Chlorite - 7 : Bonrepaux. Chlorite -
8 : Carresse. Talc - 9 : Bonrepaux. Talc
Carresse : Carbonate FeO 21,34 MgO 30,65 (Mésitite) (Intermédiaire entre breunnerite et sidérite)
(Analyses à la microsonde électronique de Nancy)

J 2 - 5

LORT

(M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS)
(Fig. 42)

A - OBJET ETUDIE : Trias supérieur (Rhétien) à épisode volcanique explosif ("Tuf de Ségalas").

. Séquences de dépôt et cortèges sédimentaires : SD_{215} (SMW, TST, HST) et SD_{211} (SMW, TST).

. Intervalle stratigraphique : Norien à Rhétien [Foraminifères benthiques F_4 à F_7 (*Agathammina ? inconstans, Aulotortus* sp.) et palynoflore P_7 (*Ovalipollis pseudoalatus, Cerebropollenites pseudomasulae*...)].

B - LOCALISATION :

- 7 Km à l'E de Saint-Girons, au S du lieu-dit Lort, le long de l'ancienne ligne de chemin de fer de Saint-Girons à Foix ;

- Couverture du Massif de l'Arize, Zone Nord-Pyrénéenne ;

- Carte géologique : feuille n°1074, Saint-Girons, à 1/50.000ème.

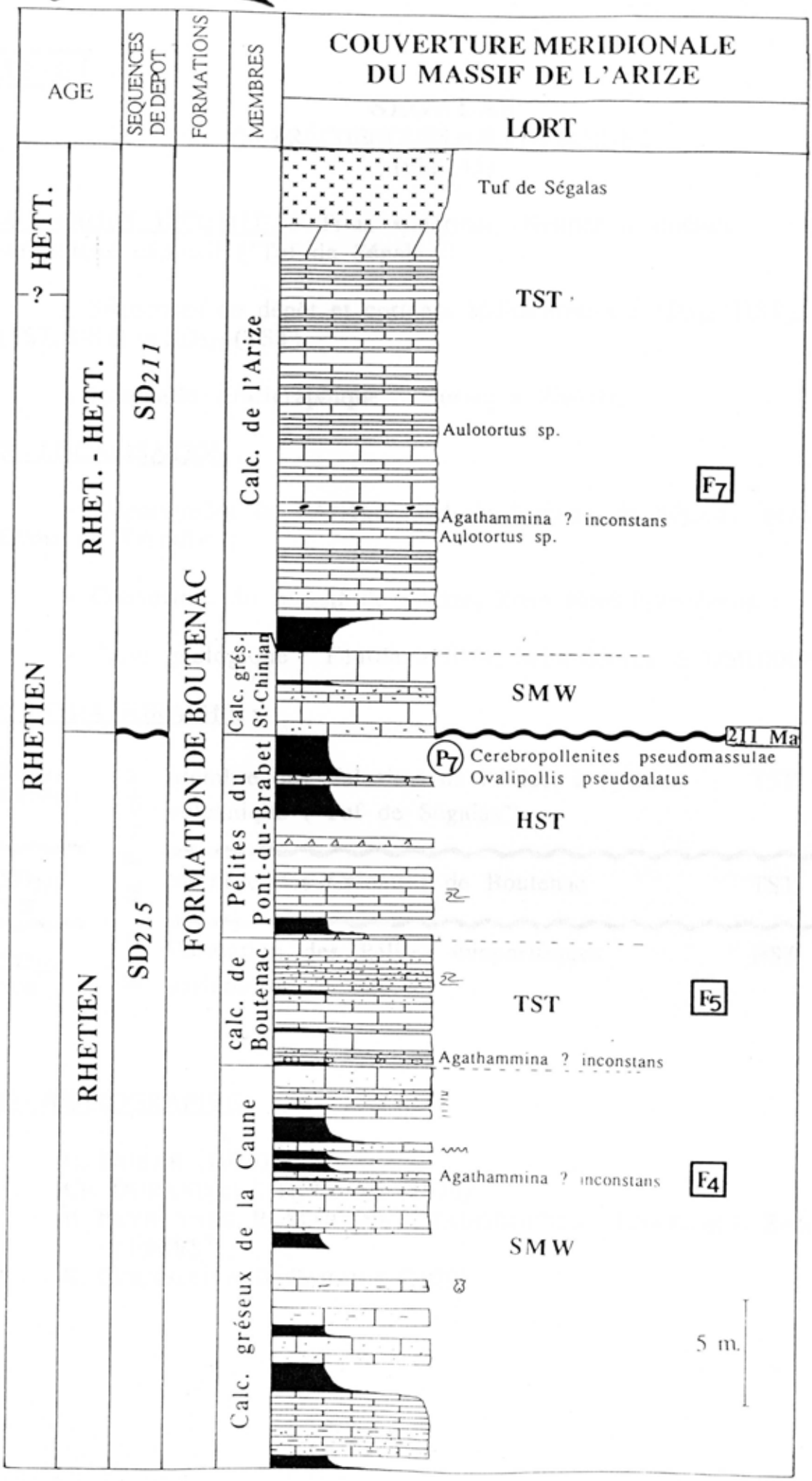
C - STRATIGRAPHIE :

SD_{211} RHT-HET	Form. de Boutenac	Membre des Calcaires de l'Arize, à épisode volcanique ("Tuf de Ségalas")	TST	30m
		Membre des Calcaires gréseux de St.-Chinian	SMW	5m
SD_{215} RHT		Membre des Pélites du Pont-du-Brabet	HST	7m
		Membre des Calcaires de Boutenac	TST	7m
		Membre des Calcaires gréseux de la Caune	SMW	20m

D - BIBLIOGRAPHIE :

•G. DUBAR (1925)
•B. PEYBERNÈS, R. MARTINI, J. TAUGOURDEAU-LANTZ et L. ZANINETTI (1988)

Fig. 42 :


AGE
SEQUENCES DE DEPOT
FORMATIONS
MEMBRES
COUVERTURE MERIDIONALE DU MASSIF DE L'ARIZE
LORT
HETT.
?
RHETIEN
RHET. - HETT.
RHETIEN
SD211
SD215
FORMATION DE BOUTENAC
Calc. de l'Arize
Calc. grés. St-Chinian
Pélites du Pont-du-Brabet
calc. de Boutenac
Calc. gréseux de la Caune
Tuf de Ségalas
TST
Aulotortus sp.
F7
Agathammina ? inconstans
Aulotortus sp.
SMW
211 Ma
P7
Cerebropollenites pseudomassulae
Ovalipollis pseudoalatus
HST
TST
F5
Agathammina ? inconstans
Agathammina ? inconstans
F4
SMW
5 m.

J 2 - 6

SEGALAS

(M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS)

(Fig. 43)

A - OBJET ETUDIE : Trias supérieur (Keuper à Rhétien), à épisode volcanique explosif ("Tuf de Ségalas").

. Séquences de dépôt et cortèges sédimentaires : SD_{224} (HST), SD_{215} (TST, HST) et SD_{211} (TST).

. Intervalle stratigraphique : Norien à Rhétien.

B - LOCALISATION :

- Département de l'Ariège, Sud du hameau de Ségalas, près de la ferme de Terralbe ;

- Couverture du Massif de l'Arize, Zone Nord-Pyrénéenne ;

- Carte géologique : Feuille n°1074, Saint-Girons, à 1/50.000éme.

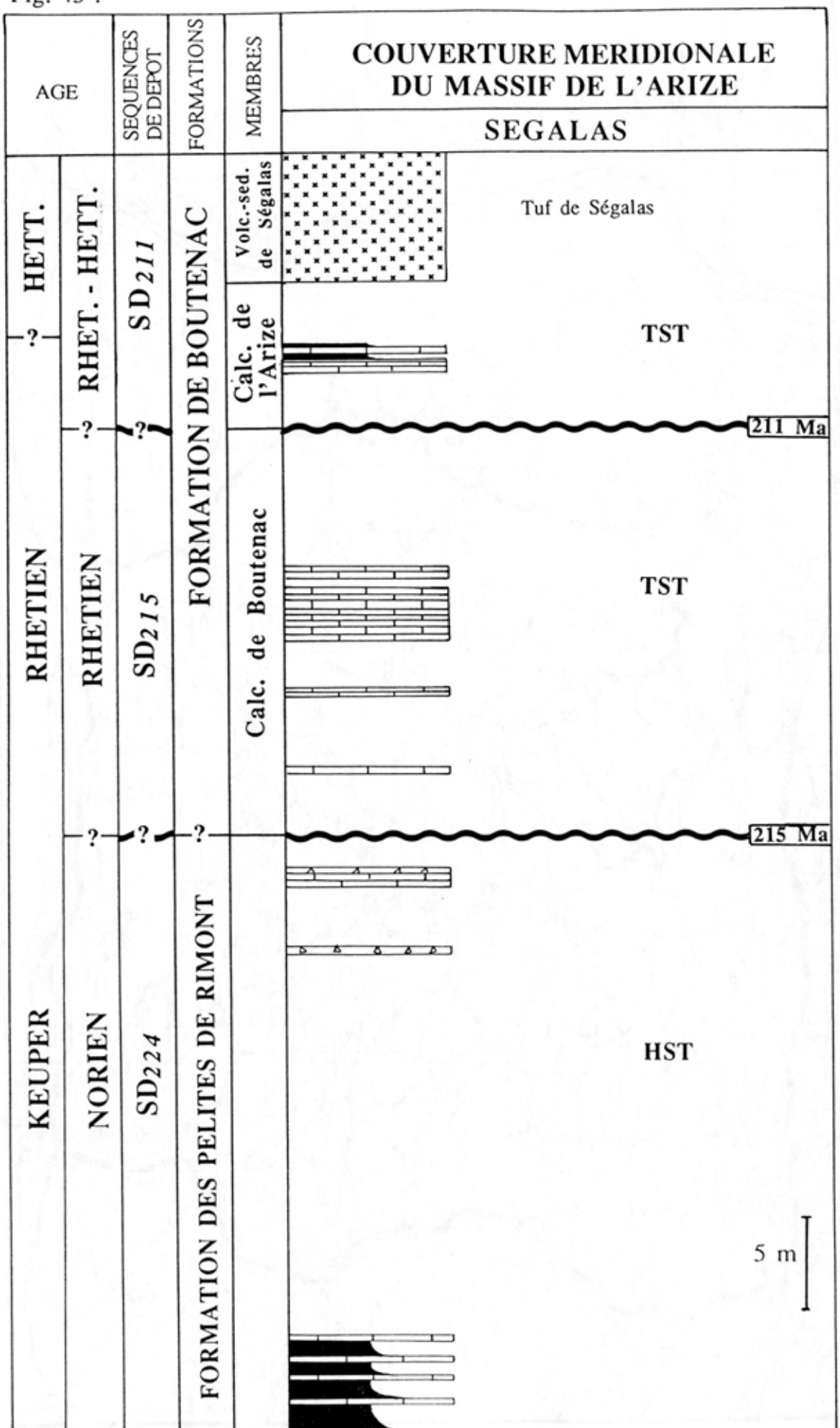
C - STRATIGRAPHIE :

SD_{211} RHT-HET	Form. de Boutenac	Membre des Calcaires de l'Arize, à épisode volcanique ("Tuf de Ségalas")	TST	23m
SD_{215} RHT		Membre des Calcaires de Boutenac	TST	1m
SD_{224} NOR		Formation des Pélites évaporitiques varicolores de Rimont	HST	5m

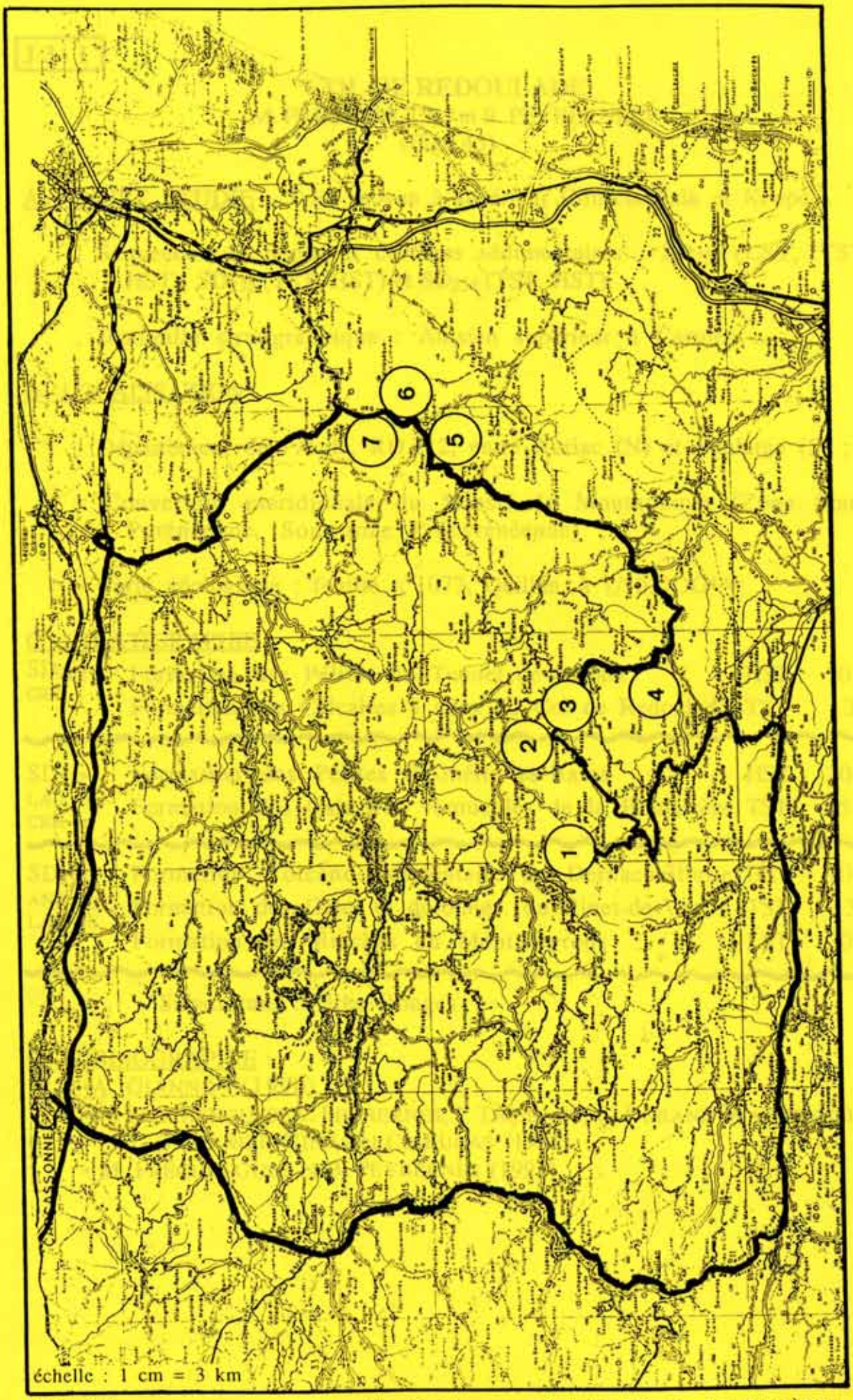
D - BIBLIOGRAPHIE :

•G. DUBAR (1925)
•Ch. DURAND et J. THIEBAUT (1970)
•B. PEYBERNÈS, R. MARTINI, J. TAUGOURDEAU-LANTZ et L. ZANINETTI (1988)
•R. CURNELLE et B. CABANIS (1989).

Fig. 43 :


AGE
SEQUENCES DE DEPOT
FORMATIONS
MEMBRES
COUVERTURE MERIDIONALE DU MASSIF DE L'ARIZE
SEGALAS
HETT.
RHET. - HETT.
SD211
Volc.-sed. de Ségalas
Tuf de Ségalas
Calc. de l'Arize
TST
211 Ma
RHETIEN
RHETIEN
SD215
FORMATION DE BOUTENAC
Calc. de Boutenac
TST
215 Ma
KEUPER
NORIEN
SD224
FORMATION DES PELITES DE RIMONT
HST
5 m

J3 - TRIAS DES PYRENEES ORIENTALES (CORBIERES)



J 3 - 1

COL DE REDOULADE

(M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS)

(Fig. 45)

A - OBJET ETUDIE : Trias moyen à supérieur (Muschelkalk et Keuper).

. Séquences de dépôt et cortèges sédimentaires : SD_{237} (LST, TST, HST), SD_{232} (TST, HST) et SD_{228} (TST, HST).

. Intervalle stratigraphique : Anisien supérieur à Carnien.

B - LOCALISATION :

- Département de l'Aude, RD.212, entre Auriac (N) et Soulatge (S) ;
- Couverture méridionale du Massif de Mouthoumet (Zone Sous-Pyrénéenne, Sous-zone Prépyrénéenne) ;
- Carte géologique : feuille n°1077, Quillan, à 1/50.OOO^{éme}.

C - STRATIGRAPHIE :

SD_{228} CRN	Formation des Pélites du Tunnel de Lavaix	HST	10 m
	Formation des Calcaires à silex du Col de Redoulade	TST	3 m
SD_{232} LAD sup-CRN inf	Formation des Pélites d'Amélie-les-Bains	HST	20 m
	Formation des Calcaires vermiculés de la Bouissière	TST	25 m
SD_{237} ANS sup - LAD inf	Formation Volcano-sédimentaire de Dernacueillette	HST	10 m
	Formation des Calc. et dolomies. du Riuet-de-Viu	TST	3 m
	Formation des Brèches du Mont-Peyrous	LST	30 m

Substratum : Grès Rouges

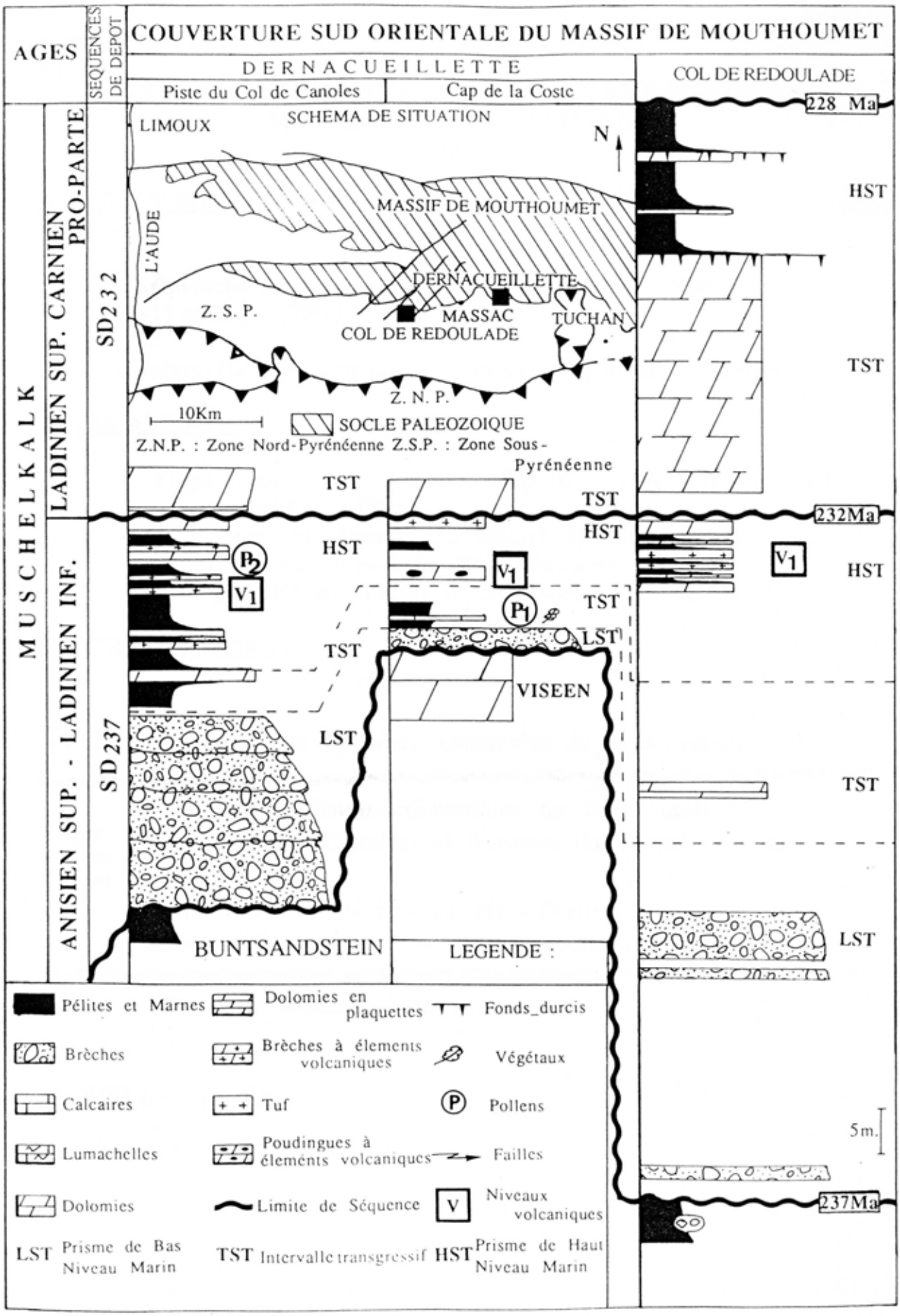
D - BIBLIOGRAPHIE :

•A. GIANNONI(1990)

•M. FRÉCHENGUES, B. PEYBERNÈS, J. THIEBAUT, C. DURAND-WACKENHEIM, C. FOURNIER-VINAS et Cl. LUCAS (1991)

• M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS (1991)

Fig. 45 :



D'après M. FRÉCHENGUES, B. PEYBERNÈS, J. THIEBAUT, C. DURAND-WACKENHEIM, C. FOURNIER-VINAS et Cl. LUCAS, 1991

J 3 - 2

DERNACUEILLETTE : CASCADE DES ESCOUMES

(M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS)

(Fig. 46)

A - OBJET ETUDIE : Trias moyen (Muschelkalk), à épisode volcanique ladinien.

. Séquences de dépôt et cortèges sédimentaires : SD_{237} (LST, TST, HST) et SD_{232} (TST).

. Intervalle stratigraphique : Anisien supérieur à Ladinien.

B - LOCALISATION :

- Département de l'Aude, RD.10, entre Massac (W) et Dernacueillette (E) ;
- Couverture méridionale du Massif de Mouthoumet (Zone Sous-Pyrénéenne, Sous-zone Prépyrénéenne) ;
- Carte géologique : feuille n°254, Quillan, à 1/80.000éme.

C - STRATIGRAPHIE :

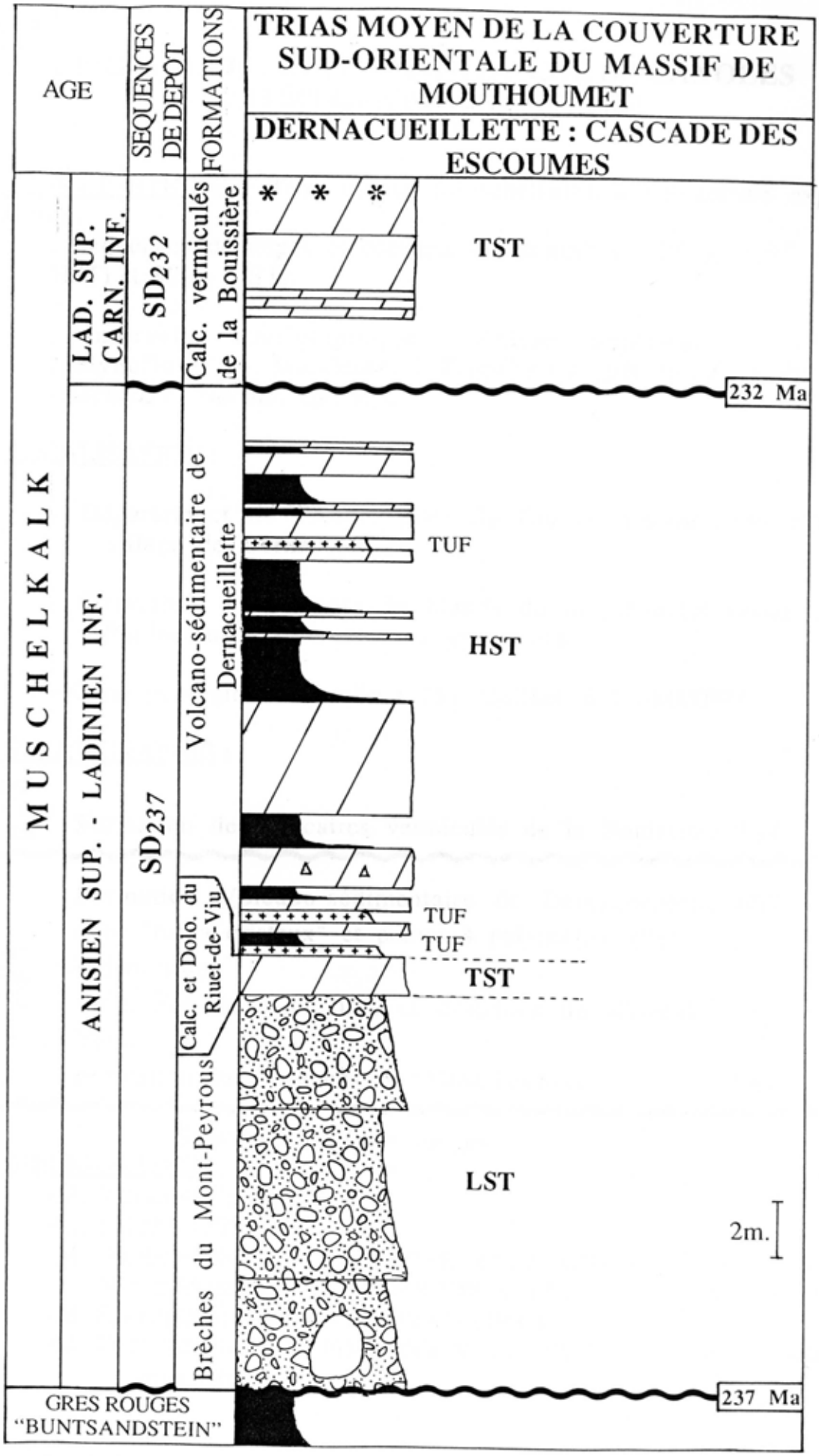
SD_{232} LAD sup-CRN inf	Formation des Calcaires vermiculés de la Bouissière	TST	
SD_{237} ANS sup - LAD inf	Formation Volcano-sédimentaire de Dernacueillette	HST	7 m
	Formation des Calcaires et dolomies du Tunnel de Lavaix	TST	4 m
	Formation des Brèches du Mont-Peyrous, à olistolithes et horizon volcano-sédimentaire	LST	25m

Substratum : Viséen dolomitique

D - BIBLIOGRAPHIE :

• A. GIANNONI (1990)

Fig. 46 :


AGE
SEQUENCES DE DEPOT
FORMATIONS
TRIAS MOYEN DE LA COUVERTURE SUD-ORIENTALE DU MASSIF DE MOUTHOUMET
DERNACUEILLETTE : CASCADE DES ESCOUMES
MUSCHELKALK
LAD. SUP. CARN. INF.
SD232
Calc. vermiculés de la Bouissière
TST
232 Ma
ANISIEN SUP. - LADINIEN INF.
SD237
Volcano-sédimentaire de Dernacueillette
TUF
HST
Calc. et Dolo. du Riuet-de-Viu
TUF
TUF
TST
Brèches du Mont-Peyrous
LST
2m.
237 Ma
GRES ROUGES "BUNTSANDSTEIN"

J 3 - 3

DERNACUEILLETTE : PISTE DU COL DE CANOLES

(M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS)

(Fig. 45, Pl. II)

A - OBJET ETUDIE : Trias moyen (Muschelkalk), à volcanisme explosif Ladinien.

. Séquences de dépôt et cortèges sédimentaires : SD_{237} (LST, TST, HST) et SD_{232} (TST).

. Intervalle stratigraphique : Anisien supérieur à Ladinien [palynoflore P_2, ladinienne, à *Triadispora plicata*, *T. stabilis*, *T. obscura*, *T. sulcata*...(pl. II)].

B - LOCALISATION :

- Département de l'Aude, piste du Col de Canoles, au SW du village de Dernacueillette ;
- Couverture méridionale du Massif de Mouthoumet (Zone Sous-Pyrénéenne, Sous-zone prépyrénéenne) ;
- Carte géologique : feuille n°254, Quillan, à 1/80.000éme.

C - STRATIGRAPHIE :

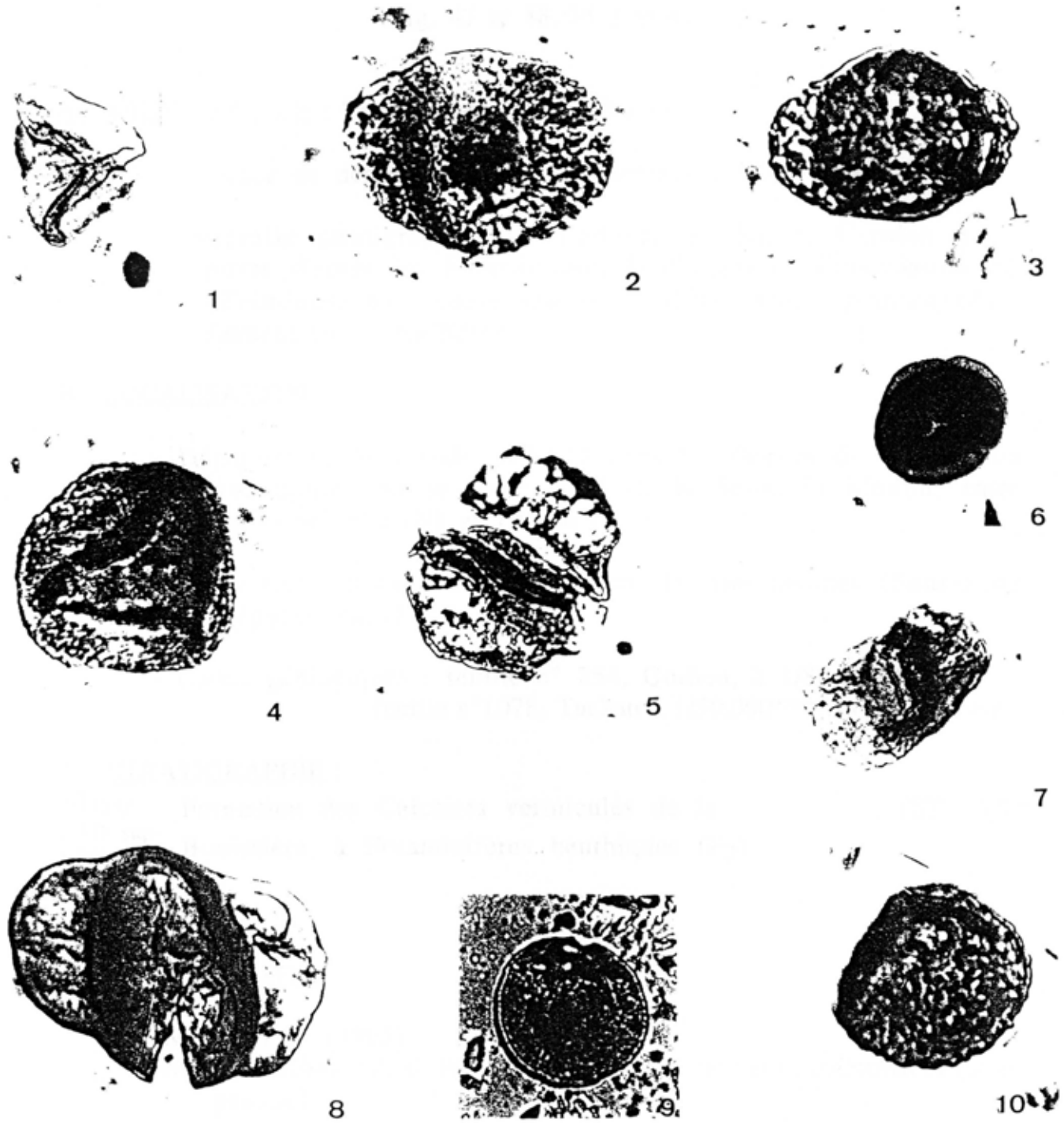
SD_{232} LAD sup-CRN inf	Formation des Calcaires vermiculés de la Bouissière	TST	
SD_{237} ANS sup - LAD inf	Formation Volcano-sédimentaire de Dernacueillette avec "tuf à cristaux" et pélites à palynoflore (P_2) ladinienne	HST	5 m
	Formation des Calcaires et dolomies du Riuet-de-Viu	TST	5 m
	Formation des Brèches du Mont-Peyrous	LST	20 m

Substratum : Grès rouges

D - BIBLIOGRAPHIE :

•M. TEFIANI (1966)
•Cl. LUCAS (1985)
•M. FRECHENGUES, B. PEYBERNÈS, J. THIEBAUT, C. DURAND-WACKENHEIM, C. FOURNIER-VINAS et Cl. LUCAS (1991)
•M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS (1991)
•M. FRÉCHENGUES, C. FOURNIER-VINAS, Cl. LUCAS et B. PEYBERNÈS (sous-presse)

PL II :
ASSOCIATION PALYNOLOGIQUE (P_2) LADINIENNE DE LA PISTE DU COL DE CANOLES



1 - Paraconcavisporites lunzensis Klaus; **2 - 3 - Triadispora plicata** Klaus 1964, emend Scheuring 1978; **4 - Duplicisporites granulatus** (Leschik) Scheuring 1970; **5 - Triadispora stabilis** Scheuring 1970 emend 1978; **6 - Triadispora obscura** Scheuring 1970; **7 - Vitreisporites pallidus** (Reissinger) Nilsson 1958; **8 - Triadispora sulcata** Scheuring 1978; **9 - Leschikisporites aduncus** (Leschik) Potonié 1958; **10 - Microreticulatisporites galli** Adloff et Doubinger 1969. (dét. C. FOURNIER-VINAS)

J 3 - 4

PADERN - LA SERRE DU MOULIN

(M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS)
(Fig. 47 et 48, Pl 3 et 4)

A - OBJET ETUDIE : Trias moyen (Muschelkalk).

. Séquence de dépôt et cortège sédimentaire : SD_{232} (TST).

. Intervalle stratigraphique : Ladinien supérieur, Carnien *pro-parte* d'après les Foraminifères benthiques de l'association F_2 (*Triadodiscus eomesozoicus, Aulotortus praegaschei, Lamelliconus multispirus*...).

B - LOCALISATION :

- Département de l'Aude, RD.123 dans les Gorges du Torgan, en rive droite, sur le flanc Nord de la Serre du Moulin, entre Dernacueillette (N) et Padern (S) ;

- Couverture méridionale du Massif de Mouthoumet (Sous-Zone Prépyrénéenne) ;

- Cartes géologiques : feuille n° 254, Quillan, à 1/80.000éme
  feuille n°1078, Tuchan à 1/50.000ème (sous-presse).

C - STRATIGRAPHIE :

SD_{232} LAD sup-CRN inf	Formation des Calcaires vermiculés de la Bouissière, à Foraminifères benthiques (F_2)	TST	10m

D - BIBLIOGRAPHIE :

•M. FAUZAN (1965)
•M. FRÉCHENGUES, B. PEYBERNÈS, R. MARTINI et L. ZANINETTI (sous-presse)

Fig. 47

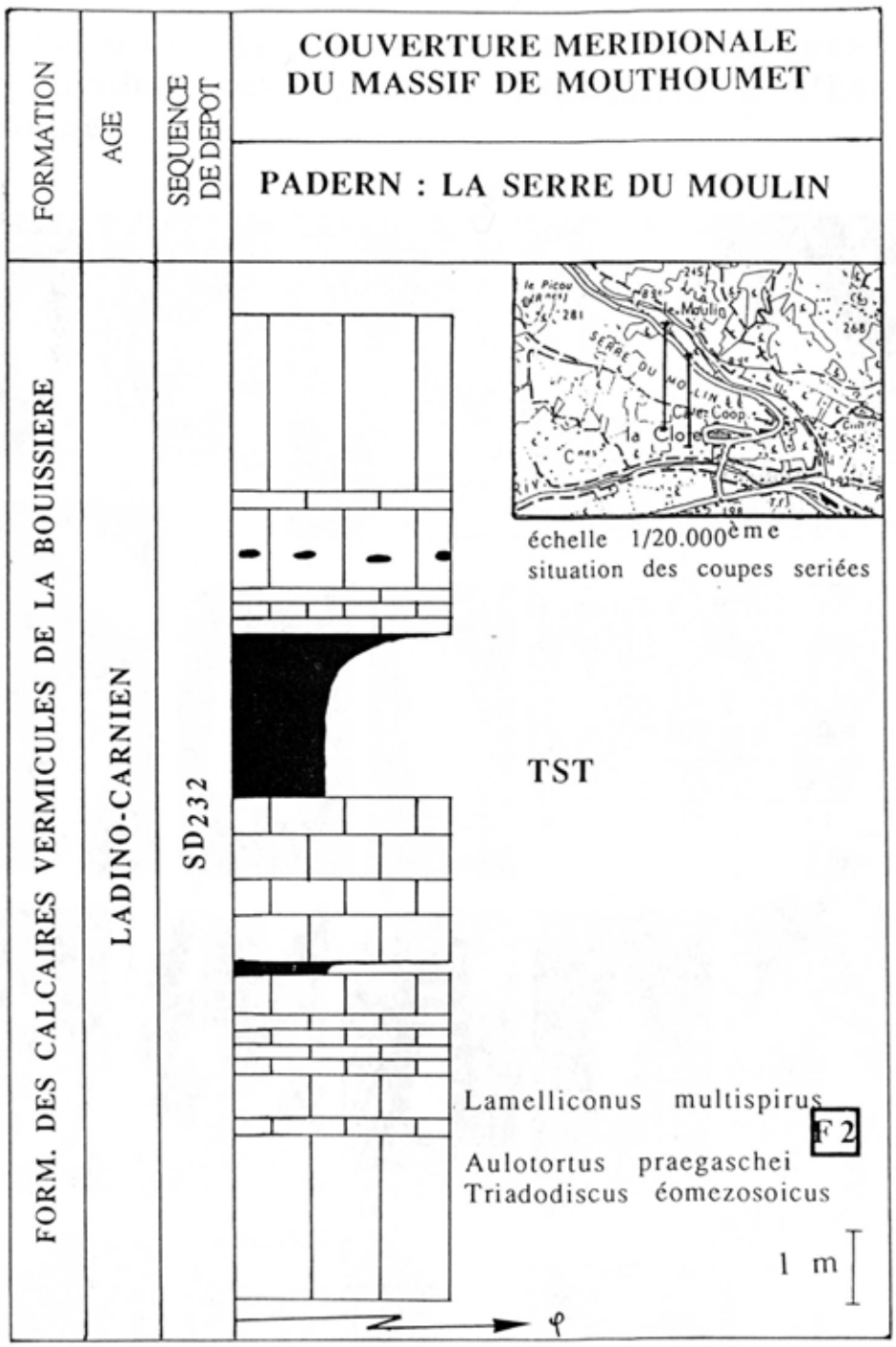
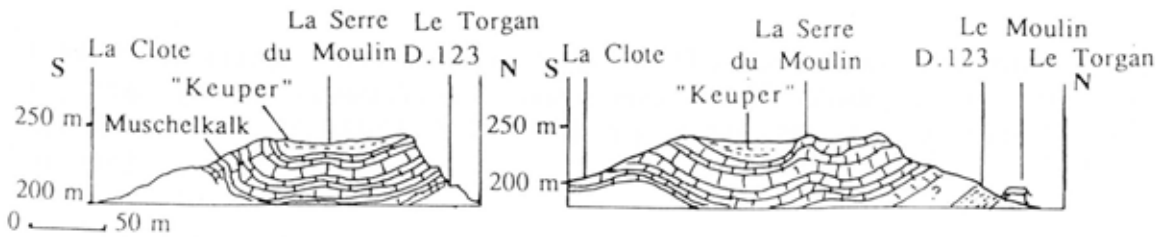
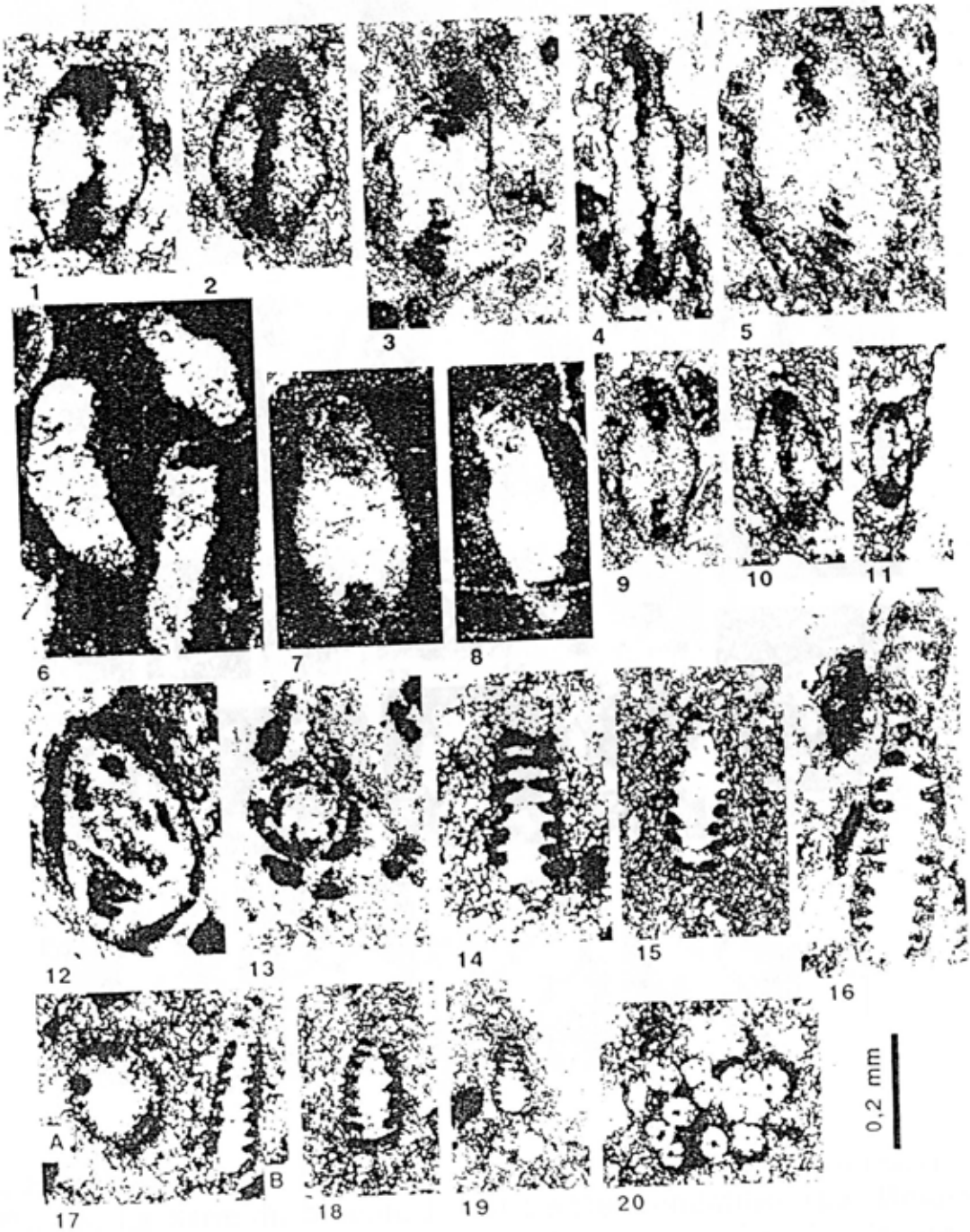


Fig. 48 : **Coupes sériées E-W de la Serre du Moulin (rive droite du Torgan, Padern)** (d'après M. FAUZAN, 1963)

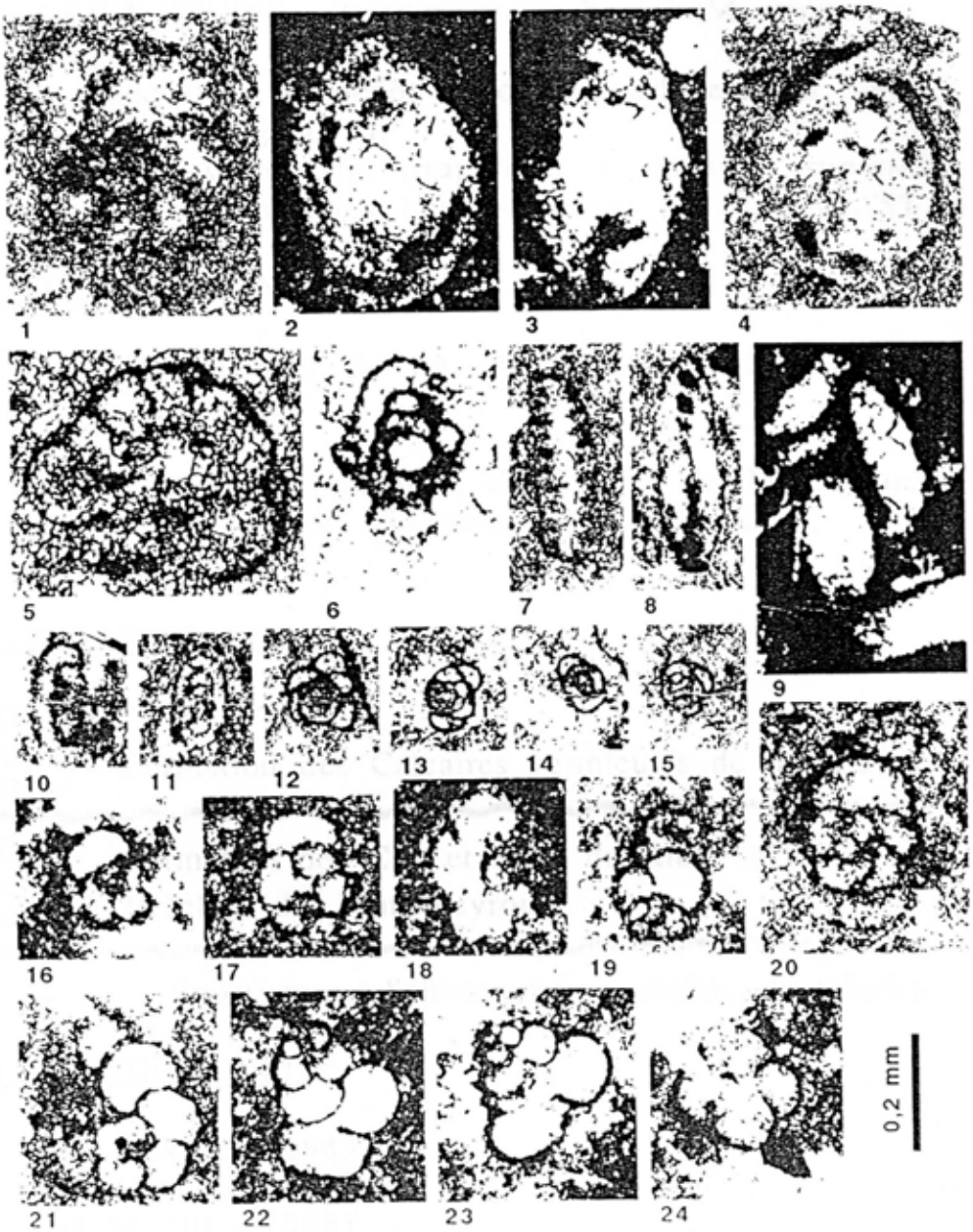


PL. III :
Associations de Foraminifères benthiques du Ladino-Carnien des Pyrénées Françaises à l'Est de la Garonne.



1-11 *Triadodiscus eomesozoicus* ; **12, 13, 17A** *Aulotortus praegaschei* ; **14-16, 17B, 18, 19** *Lamelliconus multispirus* ; **20** *Globochaete gregaria* (d'après M. FRÉCHENGUES, B. PEYBERNÈS, R. MARTINI et L. ZANINETTI, sous-presse)

PL. IV : Associations de Foraminifères benthiques du Ladino-Carnien des Pyrénées Françaises à l'Est de la Garonne.



1 Endothyridae (La Bouissière, J 3-5) ; **2-4** *Aulotortus praegaschei*; (4, Padern, La Serre du Moulin, J 3-4) ; **5** Duostominidae (La Bouissière, J 3-5) ; **.6** *Planiinvoluta* ? sp.; **7** *Lamelliconus multispirus* (Padern, La Serre du Moulin, J 3-4) ; **8, 9** *Triadodiscus eomesozoicus*; (8, Padern, La Serre du Moulin, J 3-4) **10, 11** *Agathammina austroalpina* ; **12-15** "*Glomospira*" *sinensis* ; **16-18** "Endothyridae"; **19, 20?, 22-24**"Trochamminidae"; **21** *Endothyranella wirzi*. (d'après M. FRÉCHENGUES, B. PEYBERNÈS, R. MARTINI et L. ZANINETTI, sous-presse)

J 3 - 5

DURBAN-CORBIERES : LA BOUISSIERE

(M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS)

(Fig. 49 et 50)

A - OBJET ETUDIE : Trias moyen carbonaté (Muschelkalk).

. Séquences de dépôt et cortèges sédimentaires : SD_{237} (LST, TST) et SD_{232} (TST).
. Intervalle stratigraphique : Anisien supérieur à Carnien (Foraminifères ladino-carniens (F_2) dans le TST de la SD_{232}).

B - LOCALISATION :

- Département de l'Aude, Sud de la RN.611, SW de Durban-Corbières ;

- Couverture orientale du Massif de Mouthoumet (Zone Sous-pyrénéenne, Sous-zone Prépyrénéenne).

C - STRATIGRAPHIE :

SD_{232} LAD sup-CRN inf	Formation des Calcaires vermiculés de la Bouissière	TST	10 m
SD_{237} ANS sup - LAD inf	Formation des Cal. et dolo. du Riuet-de-Viu	TST	25 m
	Brèches du Mont-Peyrous	LST	3 m

Substratum : Schistes noirs, rubéfiés, du Silurien

D - BIBLIOGRAPHIE :

•L. BARRABÉ(1943)
•P. VIALLARD(1963)
•J. M. VILA(1964)
•M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS(1991)
•M. FRÉCHENGUES, B. PEYERNÈS, R. MARTINI et L. ZANINETTI (sous-presse)

Fig. 49 :

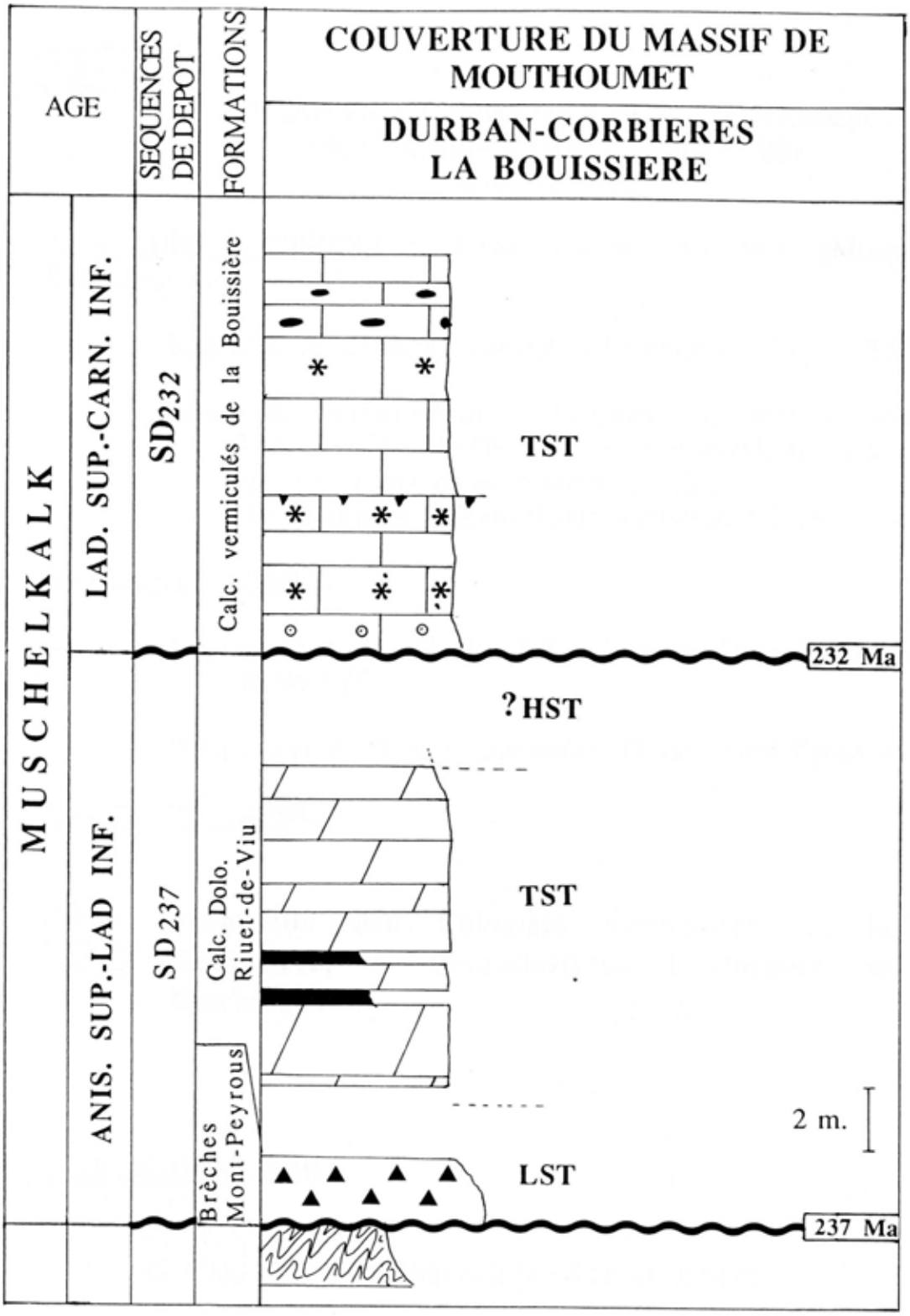
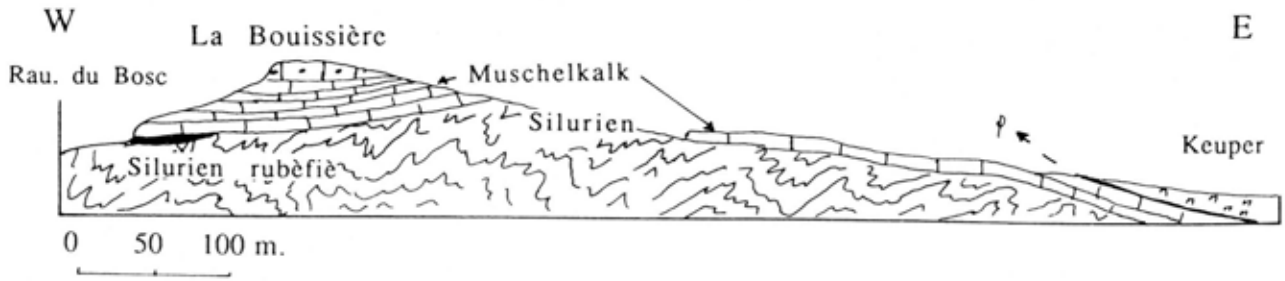


Fig. 50 : **Coupe de la colline de la Bouissière** (d'après J. M. VILA, 1964)



J 3 - 6

DURBAN-CORBIERES : LE QUINTOUL

(M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS)

(Fig. 51 et 52)

A - OBJET ETUDIE : Trias moyen carbonaté (Muschelkalk), à Brachiopodes.

. Séquence de dépôt et cortège sédimentaire : SD_{232} (TST).

. Intervalle stratigraphique : Ladinien supérieur - Carnien.
Foraminifères benthiques de l'association F2 (*Aulotortus* sp., *Triadodiscus eomasozoicus*,...) ;
Brachiopodes (*Coenothyris vulgaris*, *Adygella sp*....).

B - LOCALISATION :

- Département de l'Aude, RN.611 entre Durban-Corbières (W) et Ripaud (E) ;

- Nappe des Corbières Orientales (Zone Nord-Pyrénéenne).

C - STRATIGRAPHIE :

SD_{232} LAD sup-CRN inf	Formation des Calcaires vermiculés de la Bouissière, à Foraminifères benthiques et Brachiopodes.	TST 10m

D - BIBLIOGRAPHIE :

•J. M. VILA (1964)
•S. CALZADA et M. FRÉCHENGUES (sous-presse)

Fig. 51 :

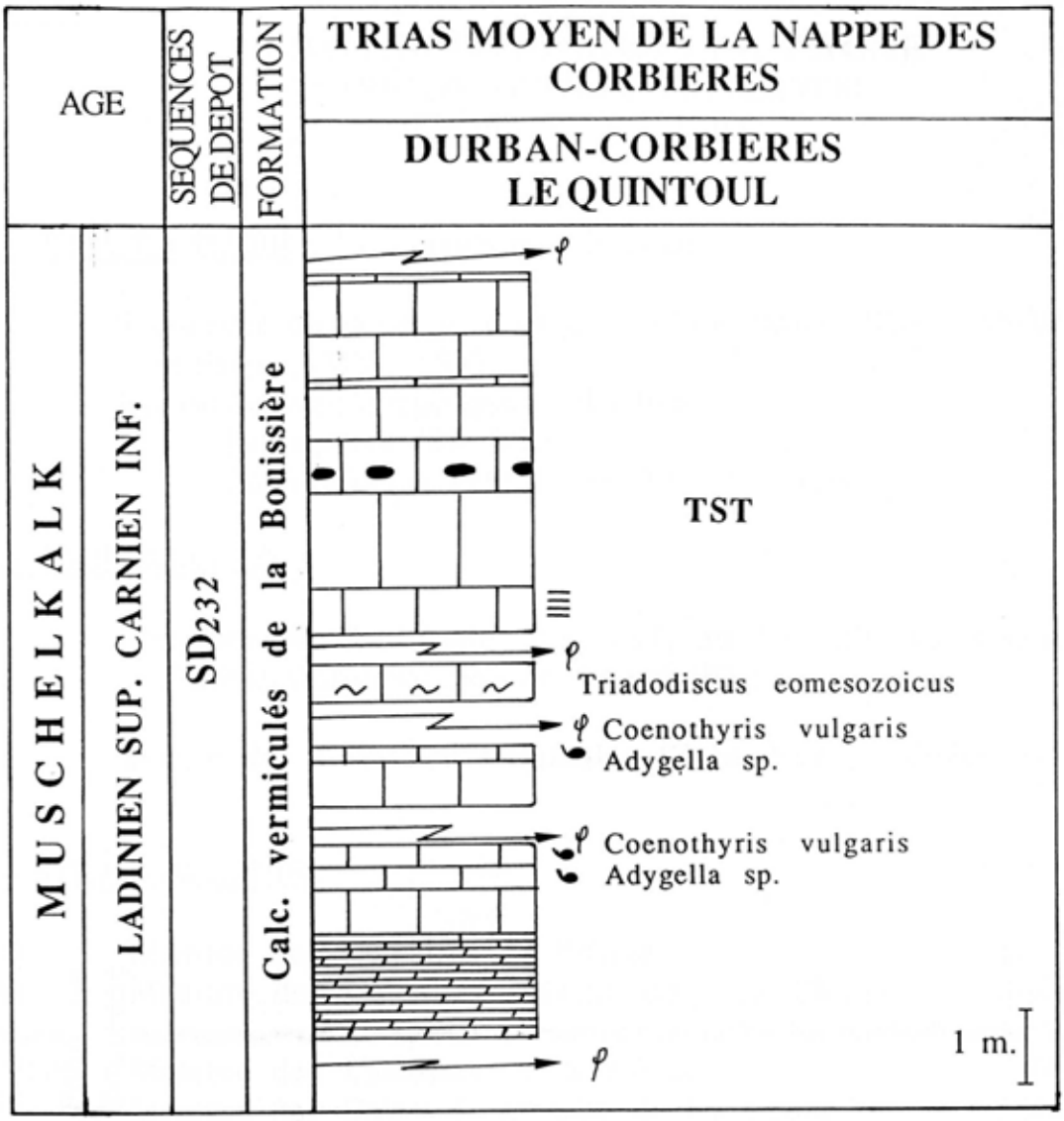
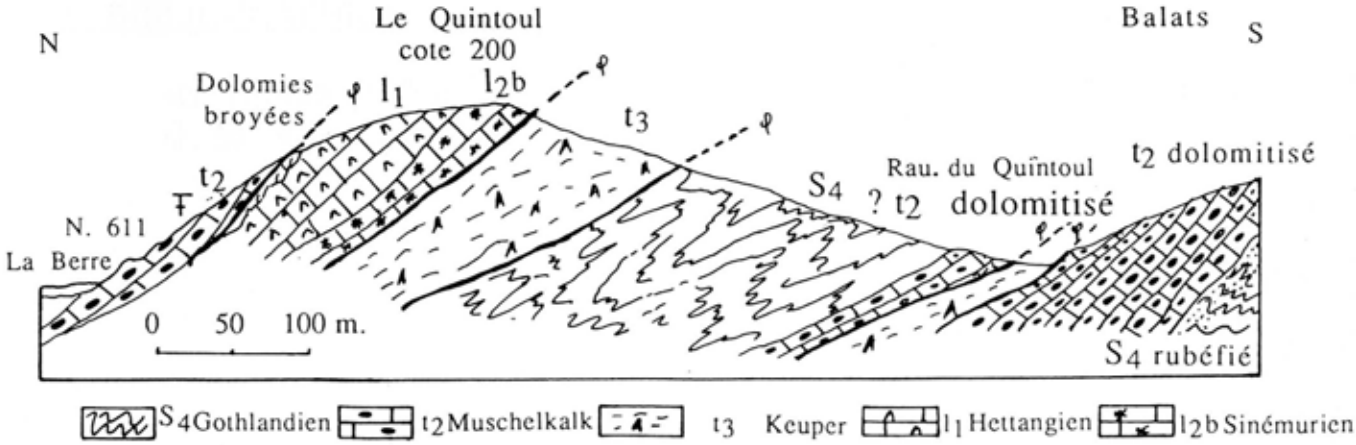


Fig. 52 : **Coupe de la colline du Quintoul** (d'après J. M. VILA, 1964)



J 3 - 7

DURBAN-CORBIERES : LA CAUNE

(M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNES)

(Fig. 53, Pl. V à VIII)

A - OBJET ETUDIE : Trias supérieur (Rhétien).

. Séquences de dépôt et cortèges sédimentaires: SD_{215} (SMW, TST) et SD_{211} (SMW, TST).

. Intervalle stratigraphique : Rhétien
Palynoflore (Pl. VIII)
Foraminifères benthiques (Pl. V à VII).

B - LOCALISATION :

- Département de l'Aude, RN. 611, au lieu dit "La Caune" entre Durban Corbières (W) et Ripaud (E) ;

- Nappe des Corbières Orientales (Zone Nord-Pyrénéenne).

C - STRATIGRAPHIE :

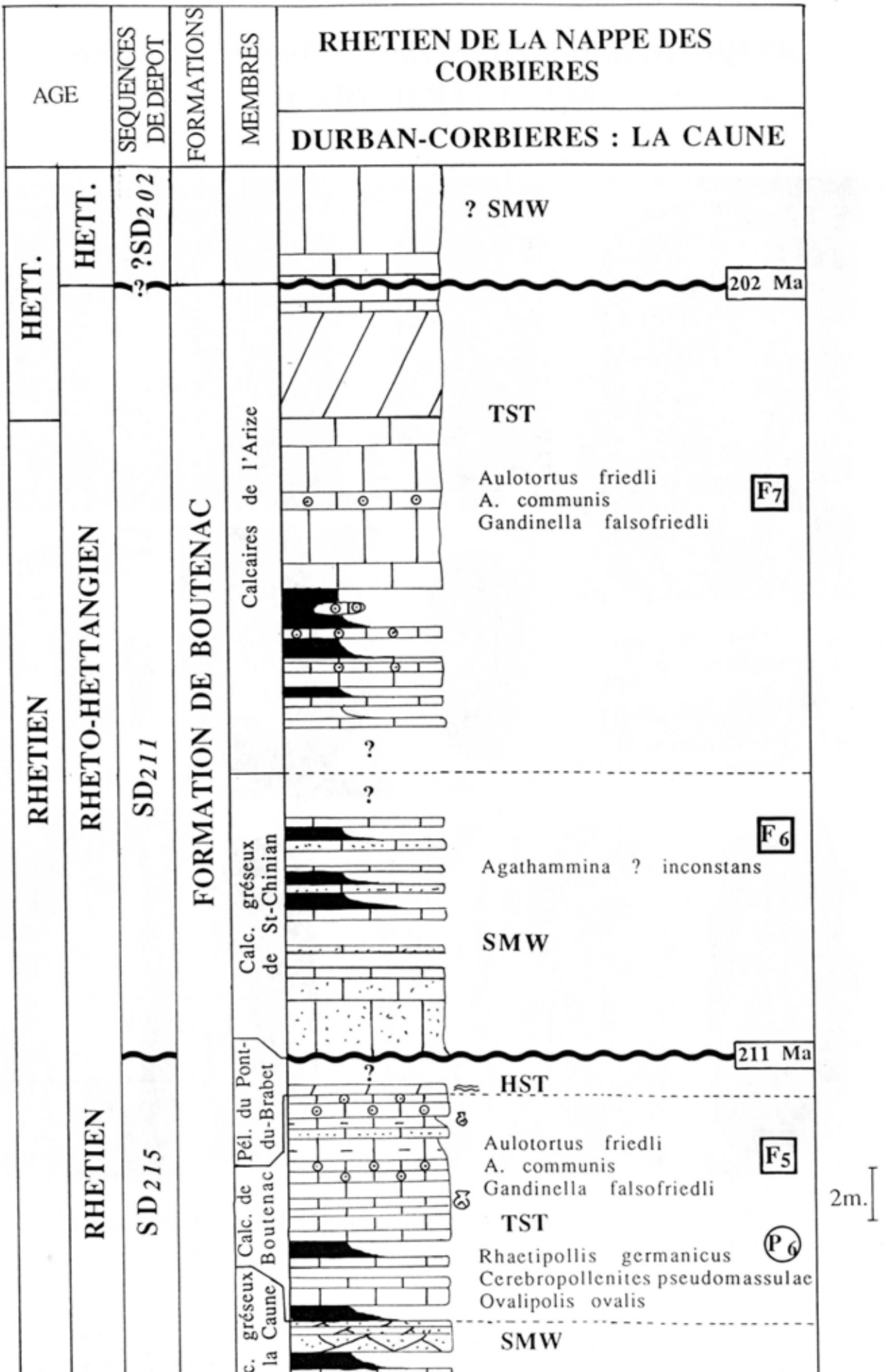
SD_{211} RHT	Form. de Boutenac	Membre des Calcaires de l'Arize	TST	20 m
		Membre des Calcaires gréseux de Saint-Chinian	SMW	10m
SD_{215} RHT		Membre des Calcaires de Boutenac	TST	10m
		Membre des Calcaires gréseux de La Caune	SMW	5m

Keuper indifférencié

D - BIBLIOGRAPHIE :

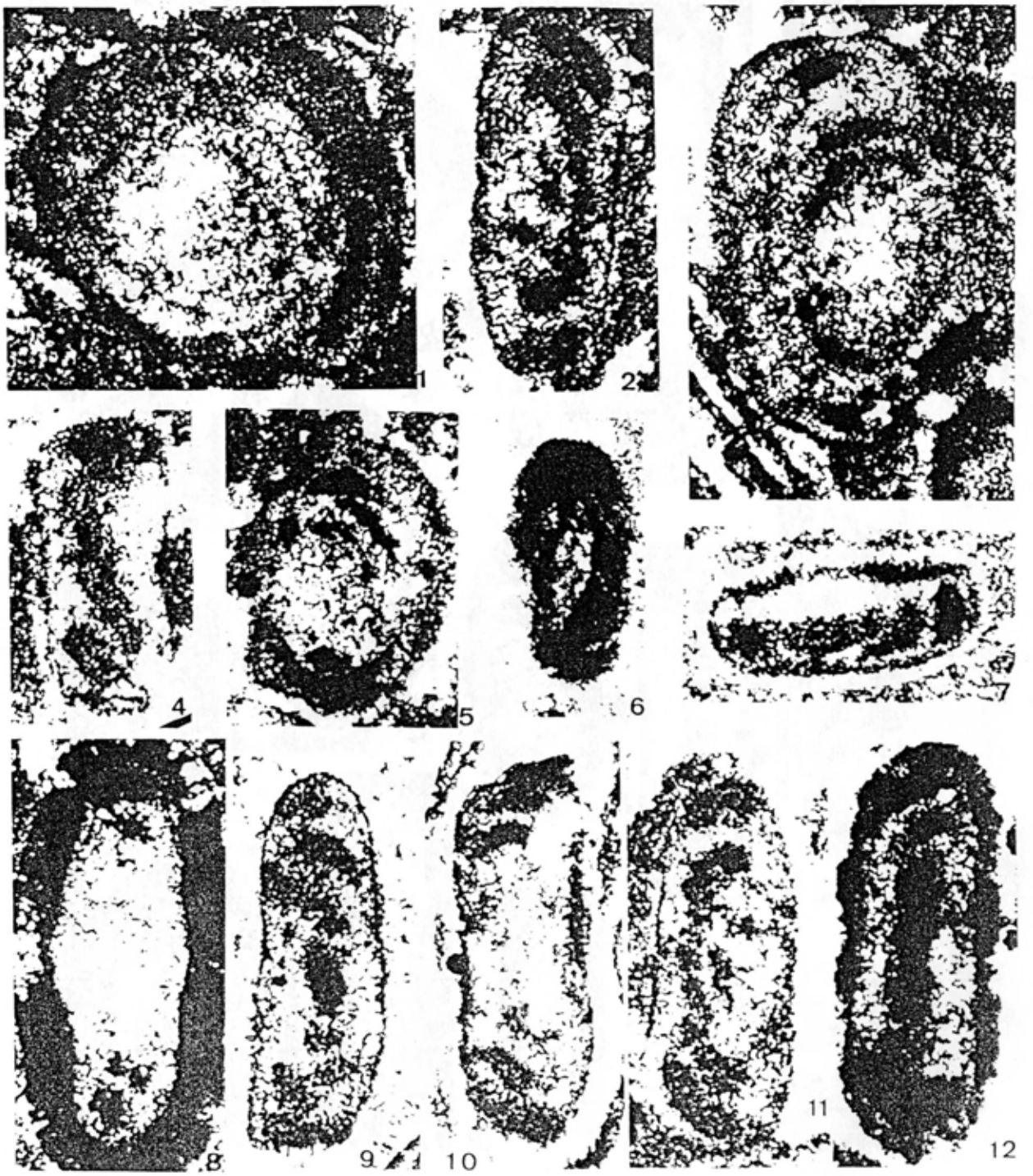
•G. DUBAR (1925)
•J. M. VILA (1964)

Fig. 53 :


AGE
SEQUENCES DE DEPOT
FORMATIONS
MEMBRES
RHETIEN DE LA NAPPE DES CORBIERES
DURBAN-CORBIERES : LA CAUNE
HETT.
HETT.
RHETIEN
RHETO-HETTANGIEN
RHETIEN
?SD202
SD211
SD215
FORMATION DE BOUTENAC
Calcaires de l'Arize
Calc. gréseux de St-Chinian
Pél. du Pont-du-Brabet
Calc. de Boutenac
Calc. gréseux de la Caune
? SMW
202 Ma
TST
Aulotortus friedli
A. communis
Gandinella falsofriedli
F7
?
?
F6
Agathammina ? inconstans
SMW
211 Ma
?
HST
Aulotortus friedli
A. communis
Gandinella falsofriedli
F5
2m.
TST
P6
Rhaetipollis germanicus
Cerebropollenites pseudomassulae
Ovalipolis ovalis
SMW

PL. V :

ASSOCIATIONS DE FORAMINIFERES BENTHIQUES DU RHETIEN DE L'AUDE



Légende : Fig. 1 : *Triasina hantkeni* ; Fig. 2 - 12 : *Aulotortus friedli*

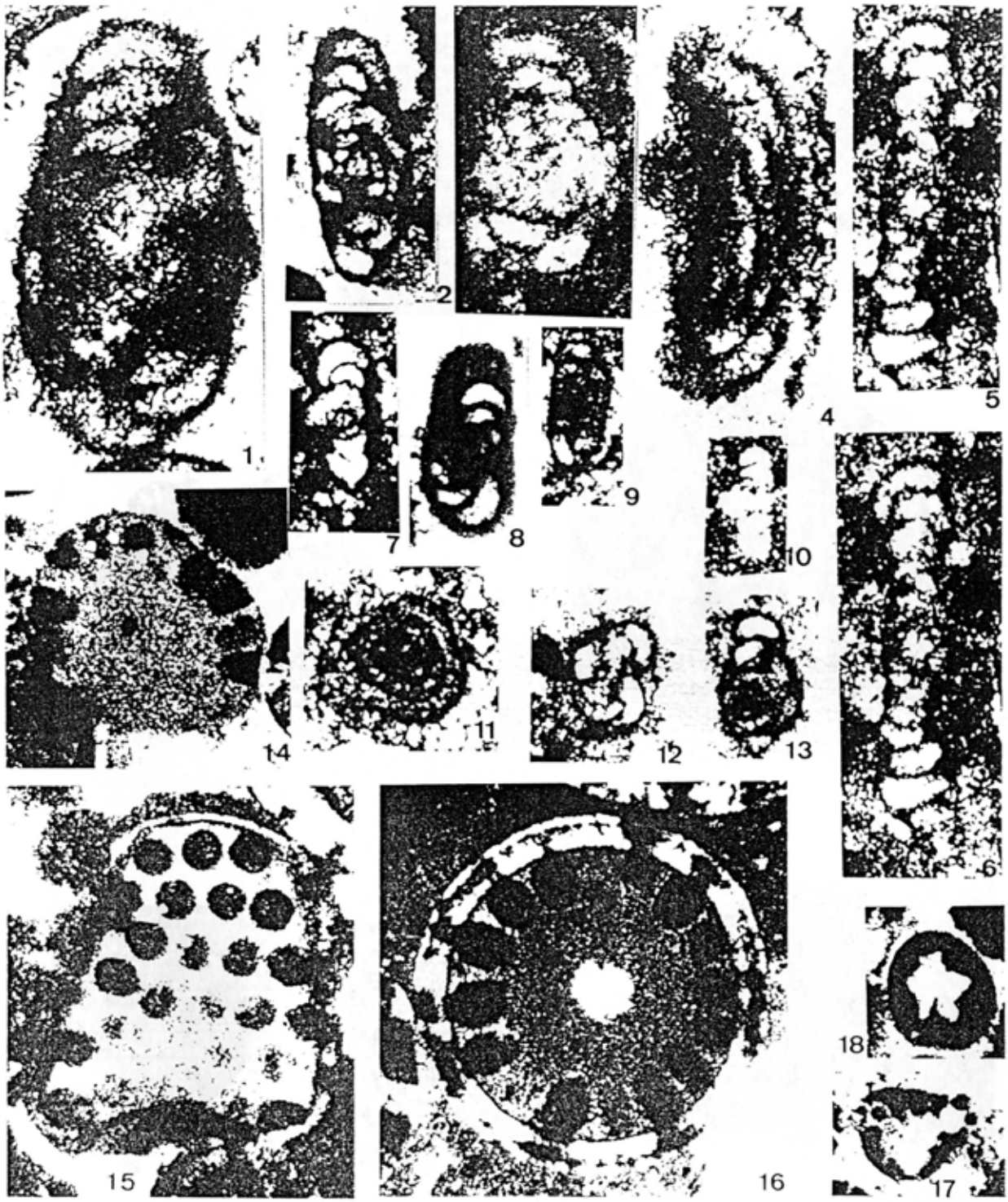
PL. VI :

ASSOCIATIONS DE FORAMINIFERES BENTHIQUES DU RHETIEN DE L'AUDE

Légende : Fig. 1 - 4 : *Aulotortus communis* ; Fig. 5 - 9 : *Aulotortus* sp. ; Fig. 10 - 11 : Nodosaires (*Frondicularia* sp.) ; Fig. 12 : Foraminifère encroûtant.

PL. VII :

ASSOCIATIONS MICROPALEONTOLOGIQUES DU RHETIEN DE L'AUDE



Légende : Fig. 1 - 4 : *Gandinella falsofriedli* ; Fig. 5 - 6 : *Glomospirella* ex. gr. *amplificata-hoae* ; Fig. 7 - 13 : *Agathammina* ? *inconstans* ; Fig. 14 - 17 : Dasycladale indét. ; Fig. 18 : *Acicularia* sp.

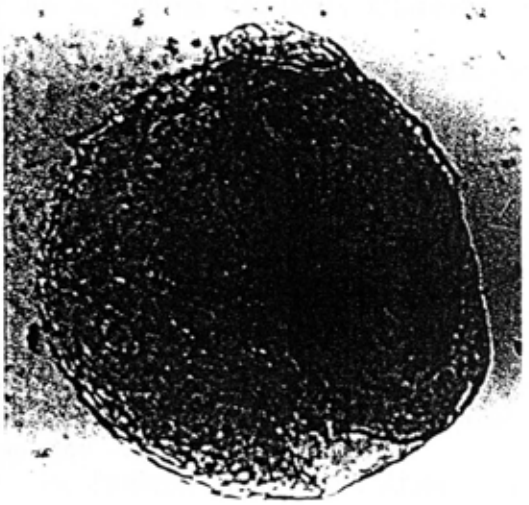
PL VIII :
ASSOCIATION PALYNOLOGIQUE (P_6) RHETIENNE DE LA CAUNE

1

2

3

4

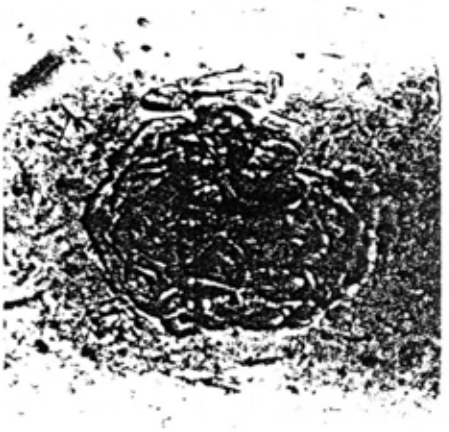


5

6

7

8



1- **Rhaetipollis germanicus**, Schultz 1967; 2 - **Ovalipollis ovalis** (Krutsch 1955) Scheuring 1970 ; 3 - **Deltoidospora toralis** (Leschik 1955) Lund 1977 ; 4 - **Granuloperculatipollis rudis** Venkatachala et Goczan 1964 ; 5 - **Alisporites robustus** Nilsson 1958 ; 6 - **Circulina meyeriana** Klaus 1960 ; 7 - **Trachysporites fuscus** Nilsson 1958 ; 8 - **Cerebropollenites pseudomassulae** Mädler 1964 (dét. C. FOURNIER-VINAS)

BIBLIOGRAPHIE GENERALE

B. AZAMBRE et M. ROSSY (1981) : Caractère alcalin du magmatisme triasique des Corbières orientales. *Bull. Soc. Géol. France* , t. 23, n° 3, pp. 253 - 262.

L. BARRABÉ (1943) : La structure de la bordure orientale du Massif de Mouthoumet au N. E. de Tuchan. *C. R. Coll. Serv. Carte Géol. France*, campagne 1942, bull. 212, tome XLIV, pp. 309 - 314.

D. BEZIAT (1983) : Etude pétrologique et géochimique des ophites des Pyrénées. Implications géodynamiques. *Thèse 3ème cycle*, Toulouse III, 67 p., ronéotypé.

F. BIXEL (1984) : Le volcanisme stéphano-permien des Pyrénées. *Thèse Doct. Etat*, Toulouse III, 636p., ronéotypé.

F. BIXEL et Cl. LUCAS (1984) : Magmatisme, tectonique et sédimentation dans les fossés stéphano-permiens des Pyrénées Occidentales. *Rev. Géol. Dyn. Géogr. Phys.*, 24, 4, pp. 329-342.

F. BIXEL et Cl. LUCAS (1987) : Approche géodynamique du Permien et du Trias des Pyrénées dans le cadre du Sud-Ouest Européen. *Cuadernos Geología Ibérica*, Madrid, vol. 11, pp. 57-81.

J. BROUTIN et J. GISBERT (1983) : Entorno paleoclimatico y ambiental de la flora stephano-autuniense del Pirineo Catalan. *Xème Cong. Int. Geol. Carbonifero*, Madrid, vol. 3, pp. 53-56.

S. CALZADA et M. FRÉCHENGUES (sous-presse) : Les Brachiopodes du Trias carbonaté des Corbières orientales. *Battallera*, Barcelona.

R. CURNELLE (1983) : Evolution structurrosédimentaire du Trias et de l'Infra-Lias d'Aquitaine. *Bull. Centres Rech. Explor. - Prod. Elf Aquitaine*, Pau, vol. 7/1, pp. 69-99.

R. CURNELLE et B. CABANIS (1989) : Relations entre le magmatisme "triasique" et le volcanisme infra-liasique des Pyrénées et de l'Aquitaine - Apports de la géochimie des éléments en traces - conséquences chronologiques et géodynamiques. *Bull. C. Rech. Explor. Prod. Elf Aquitaine*, 13, pp. 348 - 376.

G. DUBAR (1925) : Etudes sur le Lias des Pyrénées françaises . *Mem. Soc. Géol. Nord*, Lille, t. IX, 328 p.

Ch. DURAND et J THIEBAUT (1970) : Sur la nature pétrographique des Tufs volcaniques hettangiens de la bordure septentrionale du Massif de l'Arize (Ariège). *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 270, pp. 1216 - 1218.

M. FAUZAN (1965) : Contribution à l'étude géologique de la région de Padern-Cucugnan (Corbières méridionales, France). *Dipl. Etudes Sup., Sciences Naturelles*, Paris, 46 p., ronéotypé.

M. FRÉCHENGUES, B. PEYBERNÈS, R. MARTINI et L. ZANINETTI (1989) : Mise en évidence d'associations de Foraminifères benthiques dans la séquence de dépôt ladino-?carnienne du "Muschelkalk" des Pyrénées catalanes. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 310, Série II, pp. 667 - 673.

M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS (1991) : Associations de Foraminifères benthiques dans le Trias carbonaté (Anisien, Ladinien-Carnien et Rhétien) des Pyrénées Espagnoles. *Acta Geologica Hispanica*, vol. 25.

M. FRÉCHENGUES et B. PEYBERNÈS (1991) : Stratigraphie séquentielle du Trias moyen et supérieur des Pyrénées franco-espagnoles. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 313, Série II, pp. 355 - 360.

M. FRÉCHENGUES, B. PEYBERNÈS, J. THIEBAUT, C. DURAND-WACKENHEIM, C. FOURNIER-VINAS et Cl. LUCAS (1991) : Mise en évidence d'un volcanisme acide de type explosif dans le "Muschelkalk" des

Pyrénées franco-espagnoles (séquence de dépôt SD237, Anisien supérieur - Ladinien inférieur). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. 127, pp. 111 - 118.

M. FRÉCHENGUES, B. PEYBERNÈS, R. MARTINI et L. ZANINETTI (sous-presse) : Les Foraminifères benthiques ladino-carniens du "Muschelkalk" des Pyrénées Francaises à l'est de la Garonne. *Revue de Micropaléontologie*.

M. FRÉCHENGUES, C. FOURNIER-VINAS, Cl. LUCAS et B. PEYBERNÈS (sous-presse) : Palynologic assemblages within the depositional sequences from the Mid-Late Triassic series of the French and Spanisch Pyrinees. *Rewiev of Paleobotany and Palynology*.

A. GIANNONI (1990) : Les gîtes à Barytine et Sulfosels associés des Corbières. *Thèse Doct. Univ.*, Univ. Paris VI, 2 vol., 427 p., 120 p., ronéotypé.

J. GISBERT (1985) : Stephaniense, Permico y Triasico inferior del Pirineo Catalan. *II° Coloquio de Estratigrafia y paleogeographia del permico y triasico de España*. La Seu de Urgell, 23-25/09/1985.

G. GLEYZES (1971) : Etude Géologique et Minéralogique du Trias de Betchat et de Bonrepaux (Ariége). *Thèse 3ème cycle*, Toulouse, 121 p., ronéotypé.

B. U. HAQ, J. HARDENBOL et P. R. VAIL (1987) : Chronology of fluctuating levels since the Triassic. *Science*, n° 235, pp. 1156-1160.

A. LACROIX (1893-1913) : Minéralogie de la France et de ses anciens territoires d' outre-mer. Nouveau tirage, 1962-1964, imp. A. Blanchard, Paris, 6 vol.

S. LE FUR-BALOUET (1985) : Les séquences paléovolcaniques du domaine pyrénéen depuis le Stéphano-permien jusqu'au Crétacé : essai d'identification basé sur l'étude des éléments en traces. *Thèse Sci* Paris VI, 320 p., ronéotypé.

Cl. LUCAS (1968) : Le "Grès Rouge" du Comminges et de la Bigorre (Pyrénées Centrales). Etude géologique. *Thèse 3ème cycle*, Toulouse, 131 p., ronéotypé.

Cl. LUCAS, J. DOUBINGER et Cl. BROUTIN (1980) : Premières datations palynologiques dans les grès triasiques des Pyrénées. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 291, pp. 517-520.

Cl. LUCAS et J. GISBERT (1981) : Eléments nouveaux pour l'évolution des paysages du Grès Rouge pyrénéen, du Permien au Trias (sédimentation terrigène continentale). *C. R. 106 ème Cong. Nat. Soc. Sav. Perpignan*, Bibl. Nat. Paris, f. III, pp. 351-352.

Cl. LUCAS, J. TAUGOURDEAU-LANTZ, M. TEFIANI et C. FOURNIER-VINAS (1982) : Un repère palynologique dans le Trias des Corbières (Aude, France). *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 294, pp. 111-116.

Cl. LUCAS (1985) : Le grès rouge du versant Nord des Pyrénées; essai sur la géodynamique de dépôts continentaux du Permien et du Trias. *Thèse Doct. Sc. Nat.*, Toulouse, 267 p. ronéotypé.

P. J. C. NAGTEGAAL (1969) : Sedimentology, paleoclimatology and diagenesis of post-hercynian continental deposits in the South-Central Pyrenees, Spain. *Leidse Geologische Mededelingen*, Leiden, vol. 42, pp. 143-238.

P. H. W. MEY (1968) : .The geology of the upper Ribagorzana and Baliera valleys. *Leidse Geologische Mededelingen*, t. 41, pp. 153 - 262.

N. MORRE et J. THIEBAUT (1962) : Les roches volcaniques du Trias inférieur du versant Nord des Pyrénées. *Bull. Soc. Géol. France*, 7ème série, t. IV, pp. 539-546.

H. PAPA (1984) : Contribution à l'étude géologique du Secondaire et du Tertiaire de la zone axiale des Pyrénées Orientales (Amélie-les-Bains - Coustouges). *Thèse 3ème cycle*, Paris VI, 158 p., ronéotypé.

B. PEYBERNÈS et J. P. PAPON (1968) : Etude stratigraphique des terrains antécénomaniens entre la Noguera Ribagorzana et l'Esera (Pyrénées aragonaises, Espagne). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t.104, fasc. 3-4, pp. 333 - 349.

B. PEYBERNÈS (1976) : Le Jurassique et le Crétacé inférieur des Pyrénées Franco-espagnoles entre la Garonne et la Méditérranée. *Thèse Doct. Sc. Nat.*, Toulouse, 459 p., imp. C.R.D.P.

B. PEYBERNÈS, R. MARTINI, J. TAUGOURDEAU-LANTZ et L. ZANINETTI (1988) : Caractérisation micropaléontologique du Rhétien dans les Pyrénées francaises, entre Garonne et Méditerranée. *Rev. Paléobiologie*, vol. 7, n°1, pp. 137 - 161.

M. ROSSY (1988) : Contribution à l'étude du magmatisme mésozoique du domaine pyrénéen. *Thése Doct. Sc. Nat.*, Univ. Franche-Comté, 368 p., ronéotypé.

R. SCHMID (1981) : Description, nomenclature and classification of pyroclastits deposits and fragments. *N.. Jb.. Min.*, 4, pp. 190-196.

M. SEGURET (1972) : Etude tectonique des nappes et séries décollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées. *Pub. USTELA, Montpellier, Série Géol. Stuct.* n° 2, 155 p.

P. SOUQUET (1967) : Le Crétacé supérieur Sud-Pyrénéen en Catalogne, Aragon et Navarre. *Thèse Doct. Sc. Nat.*, Toulouse, 529 p., ronéotypé.

B. SUREAU et J. THIEBAUT (1968) : Les ophites de la région de Salies-du-Salat (Haute-Garonne). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. 105, fasc. 1-2, pp. 23-32.

M. TEFIANI (1966) : Contribution à l'étude géologique de la région de Massac - Montgaillard (Aude, France). *Dip. Etudes Sup.*, Paris, 103p, ronéotypé.

J. THIEBAUT, M. DEBEAUX, Ch. DURAND-WACKENHEIM, P. SOUQUET, Y. GOURINARD, Y. BANDET et M.J. FONDECAVE-WALLEZ (1988) : Métamorphisme et halocinèse crétacés dans les évaporites de Betchat, le long du Chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen (Haute Garonne et Ariège, France). *C. R. Ac.ad Sci. Paris*, 307, série II, pp. 1535-1540.

J. THIEBAUT, Ch. DURAND-WACKENHEIM, M. DEBEAUX et P. SOUQUET (1992) : Métamorphisme des évaporites triasiques du versant nord des Pyrénées Centrales et Occidentales. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. 128, sous-presse.

D. VACHARD, J. P. COLIN, P HOCHULI et J. ROSELL (1990) : Biostratigraphie : Foraminifères, Palynoflore et Ostracodes du Rhétien de Bac Grillera (Pyrénées Orientales Espagnoles). *Géobios*, Lyon, n° 23, fasc. 5, pp. 521-537.

P. R. VAIL, J. P. COLIN, R. JAN du CHÊNE, J. KUCHLY, F. MEDIAVILLA et V. TRIFILIEFF (1987) : La stratigraphie séquentielle et son application aux corrélations chronostratigraphiques dans le Jurassique du Bassin de Paris. *Bull. Soc. Géol. France*, (8), t. III, n° 7, pp. 1301-1321.

P. VIALLARD (1963) : Etude de la couverture Nord-orientale du Massif de Mouthoumet, entre Thézan et la Berre. *Thèse 3ème cycle*, Toulouse, 192 p., ronéotypé.

J. M. VILA (1964) : Contribution à l'étude géologique de Durban-Corbières (Corbières orientales - France). *Dip. Etudes Sup.*, Paris, 114 p., ronéotypé.

F. WALGENWITZ (1976) : Etude pétrologique des roches intrusives triasiques des écailles du socle profond et des gites de chlorite de la ration d'Elizondo (Navarre espagnole). *Thèse Spécialité*. Besançon, 167 p.

LISTE DES FIGURES

Fig. 1 : Coupe Quercy-Bassin de l'Ebre tenant compte des données du profil E.C.O.R.S.

Fig. 2 : Succession stratigraphique synthétique des formations terrigènes post-varisques du versant nord des Pyrénées.

Fig. 3 : Orientations des bassins permiens et triasiques du domaine pyrénéen.

Fig. 4 : Stratigraphie séquentielle et Formations du Trias moyen (Muschelkalk) des Pyrénées Franco-espagnoles.

Fig. 5: Stratigraphie séquentielle et Formations du Trias supérieur (Keuper) des Pyrénées Franco-espagnoles.

Fig. 6 : Stratigraphie séquentielle et Formations du Rhétien des Pyrénées Franco-espagnoles.

Fig. 7 : Coupe synthétique montrant la répartition des 7 épisodes volcaniques stéphano-triasiques des Pyrénées dans les unités sédimentaires.

Fig. 8 : Colonnes stratigraphiques du Stéphano-Permien montrant la bipartition du volcanisme entre les Pyrénées Centro-occidentales et les Pyrénées Orientales.

Fig. 9 : Compositions chimiques des minéraux des Tufs ladiniens.

Fig. 10 : Ophites des Pyrénées Centrales, position structurale.

Fig. 11 : Analyses des éléments majeurs, en fluorescence X, d'ophites et de basaltes alcalins des Corbières.

Fig. 12 : Diagramme géotectonique La/10, Y/15, Nb/8.

Fig. 13 Carte des affleurements des tufs volcaniques de l'Ariège.

Fig. 14 : Les provinces magmatiques "triasiques" - Relations avec les bassins salifères.

Fig. 15 : Légende commune à toutes les colonnes stratigraphiques.

Fig. 16 : Itinéraire de l'excursion.

Fig. 17 : J1 - Trias des Pyrénées Centrales Espagnoles.

Fig. 18 : Paysage d'un affleurement du "Bassin stéphano-triasique de Malpas".

Fig. 19 : Coupe synthétique du Bassin de Malpas, lithostratigraphie et morphostructuration.

Fig. 20 : Paléocourants dans le Trias gréseux au Sud de Malpas.

Fig. 21 : Carte géologique du Stéphano-Trias au NE de Pont-de-Suert.

Fig. 22 : Muschelkalk de la Zone Sud-Pyrénéenne Décollée, Pont-de-Suert - Tunnel de Lavaix.

Fig. 23 : Coupe de la vallée de la Noguera Ribagorzana au Sud de Pont-de-Suert.

Fig. 24 : Trias moyen à supérieur de la Zone Sud-Pyrénéenne Décollée - Pont-de-Suert Nord - Noguera-de-Tor.

Fig. 25 : Rhétien de la Zone Sud-Pyrénéenne Décollée - Rio Isabeña.

Fig. 26 : J_2 - Trias des Pyrénées Centrales Françaises.
Fig. 27 : Corrélations entre les unités sédimentaires du Grès Rouge du Fossé d'Aure et celles des secteurs voisins.
Fig. 28 : Bassin permien et triasique d'Aure sur le front Nord de la Haute Chaîne Primaire, entre les môles rigides du Paléozoïque de la Haute-Chaîne et de la Zone Nord Pyrénéenne.
Fig. 29 : Coupe de Crouhens.
Fig. 30 : Reconstitution morphostructurale du fossé d'Aure.
Fig. 31 : Pétrographie de l'ophite d'Olxasco (Pays Basque).
Fig. 32 : Affleurements de Trias métamorphique situés hors de la Zone Interne Métamorphique.
Fig. 33 : Carte géologique détaillée du Trias de Betchat.
Fig. 34 : Coupe schématique montrant la situation du lambeau de recouvrement de Betchat, sur le tracé du Chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen.
Fig. 35 : Compositions chimiques des minéraux du Trias de Betchat.
Fig. 36 : Plan de la carrière de gypse Dedieu à Bonrepaux.
Fig. 37 : Carte et coupes géologiques du diapir de Bonrepaux, Zone Nord-pyrénéenne, Sous-Zone Sub-ariégeoise, Ecailles de la vallée du Salat.
Fig. 38 : Mode de cristallisation du gypse fibreux dans les fractures.
Fig. 39 : Déformations des fibres de gypse sous l'effet de contraintes dues au rejeu des fractures.
Fig. 40 : Formes cristallines de la tourmaline incluse dans le gypse.
Fig. 41 : Compositions chimiques de minéraux du Trias de Bonrepaux et de Carresse.
Fig. 42 : Rhétien de la couverture méridionale du Massif de l'Arize - Coupe de Lort.
Fig. 43 : Rhétien de la couverture méridionale du Massif de l'Arize - Coupe de Ségalas.
Fig. 44 : J_3 - Trias des Pyrénées Orientales (Corbières).
Fig. 45 : Trias moyen à supérieur de la Couverture Sud-orientale du Massif de Mouthoumet - Col de Rédoulade.
Fig. 46: Trias moyen de la Couverture Sud-orientale du Massif de Mouthoumet - Dernacueillette - Cascade des Escoumes.
Fig. 47 : Trias moyen de la Couverture orientale du Massif de Mouthoumet - Padern - La Serre du Moulin.
Fig. 48 : Coupes sériées E-W de La Serre du Moulin.
Fig. 49 : Trias moyen de la Couverture orientale du Massif de Mouthoumet - Durban-Corbières - La Bouissière.
Fig. 50 : Coupe de la colline de la Bouissière.
Fig. 51: Trias moyen de la Nappe des Corbières - Durban-Corbières - Le Quintoul.
Fig. 52 : Coupe de la colline du Quintoul.

Fig. 53 : Rhétien de la Nappe des Corbières - Durban-Corbières - La Caune.

LISTE DES PLANCHES

Pl. I : Associations micropaléontologiques du Trias Sud-pyrénéen.
Pl. II : Association palynologique ladinienne de la piste du Col de Canoles.
Pl. III : Associations de Foraminifères benthiques du Ladino-Carnien des Pyrénées Françaises à l'Est de la Garonne.
Pl. IV : Associations de Foraminifères benthiques du Ladino-Carnien des Pyrénées Françaises à l'Est de la Garonne.
Pl. V : Association de Foraminifères benthiques du Rhétien de l'Aude.
Pl. VI : Association de Foraminifères benthiques du Rhétien de l'Aude.
Pl. VII : Association de Foraminifères benthiques du Rhétien de l'Aude.
Pl. VIII : Association palynologique rhétienne de la Caune.

PLANCHES EN COULEUR HORS-TEXTE

- Extrait de la carte géologique de la France au 1/1.000.000ème : Les Pyrénées.
- Coupe habillée des Pyrénées selon le profil E.C.O.R.S.
- Schéma structural de la feuille d'Arreau (Comminges) et lame-mince d'une ophite en lumière polarisée/analysée.

DOCUMENTS VOLANTS HORS-LIVRET

- 2 cartes structurales des Pyrénées (B. PEYBERNES et P. SOUQUET, 1991 ; B. PEYBERNES et J. C. BOUSQUET, 1992, éd. Nathan).
- Extrait de la charte eustatique de B. U. HAQ *et al.*, 1987.
- Tableau général des séquences de dépôt et des formations du Trias moyen supérieur pyrénéen.

Éditeur : Laboratoire de Géologie sédimentaire et Paléontologie,
Université Paul Sabatier, 31062 TOULOUSE Cedex, France

Directeur de la publication : Jacques REY

Secrétariat gestion : Françoise RONCHINI

ISSN : 0296 - 2055 Dépôt légal 3ème trimestre 1992