Université des sciences et techniques du Languedoc — CERGH — Montpellier
Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM). Division minière du SW, Département des gîtes minéraux.
Université Paul Sabatier. Laboratoire de minéralogie et cristallographie. Toulouse.

Les gîtes minéraux de la terminaison méridionale du Massif central et de sa bordure languedocienne

(Essai de Synthèse)

par

AUBAGUE Maurice *, ORGEVAL Jean-Jacques **, SOULIÉ Michel ***

en collaboration avec

BOYER François **** et **COMBES Jean-Pierre *****

Co-édition

Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) (1)

Centre d'études et de recherches de la géologie et de ses applications (CERGA) (2)

avec le concours financier de la

Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale (DATAR)

Résumé

Le texte ci-dessous sert de présentation et de commentaire à la carte à 1/200 000 des gîtes minéraux du domaine considéré (voir en annexe). Il tente une présentation synthétique de ces gîtes dans l'histoire géologique régionale.

Celle-ci est brossée, certes rapidement, mais en tenant compte des acquis les plus récents; le discours s'attarde davantage sur les faits qui contrôlent la répartition et la genèse des gîtes minéraux.

Ceux-ci, après dépouillement et classement, sont présentés par métallotecte ou, plus souvent, par groupe de métallotectes relevant d'un même événement ou contexte.

Au terme de cette décantation, une vision plus structurée peut être proposée : l'orogenèse hercynienne apparaît comme le phénomène directeur de la métallogénie régionale, non point d'ailleurs en sa phase paroxysmale qui semble relativement pauvre en apports métalliques nouveaux, mais au contraire en ses phases pré-orogéniques (concentrations sédimentaires et volcano-sédimentaires) et tardi- à post-orogéniques (mobilisation en pièges structuraux de minéralisations pré-orogéniques, approvisionnement des sédimentations périphériques en métaux issus de l'érosion ou de l'altération des reliefs).

L'indigence du paroxysme hercynien en apports métallîques nouveaux (en apports exprimés, doit-on préciser, car le stock géochimique diffus mis en place est considérable) peut être mise en relation avec le niveau structural globalement défavorable du segment de chaîne considéré.

Par ailleurs arguments géologiques et métallogéniques s'accordent pour voir dans le dit segment, un bloc sialique pour l'essentiel en recyclage sur lui-même, dans lequel les interventions du manteau restent relativement modestes.

* BRGM, Division Sud-Ouest, 49, avenue de Courrège, 31400 Toulouse.
** CERGH-USTL Montpellier, puis BRGM, Département Gîtes minéraux, B.P. 6009, 45018 Orléans Cedex.
*** CERGH-USTL, place Eugène Bataillon, 34060 Montpellier Cedex.
**** Laboratoire de géologie appliquée, université de Paris VI, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05.

(1) B.P. 6009, 45018 Orléans Cedex.
(2) Place Eugène Bataillon, 34060 Montpellier Cedex.

enfin. Par ailleurs une couverture moderne à 1/500 000 de la France va, dans les années proches, prendre la relève du 1/320 000 des années 1961-64 (à qui l'on gardera reconnaissance d'avoir ouvert la voie).

Il nous a paru intéressant que, dans ce mouvement, et en coordination avec les travaux en cours cités ci-dessus, des géologues régionaux, en contact permanent avec le terrain, réalisent une carte des gîtes à une échelle assez détaillée pour leur permettre d'y transcrire le meilleur de ce qu'ils connaissent. L'idée a pu se concrétiser à partir d'une collaboration bénéfique entre les universités, le BRGM et les sociétés minières privées.

Le présent travail comporte donc une carte à 1/200 000 (présentée en 2 feuilles), un répertoire de tous les gîtes recensés (1) avec indication de leurs caractéristiques essentielles (métaux, minéralogie, âge et nature de l'encaissant, référence), un index alphabétique des gîtes permettant l'entrée en répertoire par le numéro d'ordre du gîte, un texte de synthèse et une importante bibliographie enfin. C'est la carte géologique à 1/200 000 éditée en 1949 par GÈZE B. qui a servi de définition — un peu arbitraire — à l'emprise du travail; elle offrait en effet au départ le fond géologique de synthèse nécessaire, qu'il suffisait d'actualiser.

Un coup d'œil à la carte suffit pour constater que les occurrences minérales sont nombreuses sur le secteur; bien plus, on y recense une importante activité minière actuelle * ou récente : les Malines *, la Croix de Pallières, Durfort, Villemagne, Saint-Salvy *, Peyrebrune et La Loubatière en Pb-Zn, Le Soulier en pyrite, Montroc *, Trebas *, Le Burc * et Moulinal-Francimán en fluorine, le groupe des monts de Cabrières * et du Lodévois (Saint-Privat *) en barytine, Salsigne * pour Au, Ag, Cu, Bi et As, Montredon-Labessonié en W, les groupes de Bédarieux, Aniane-La Boissière, Villeveyrac * et Cazouls-les-Béziers pour les bauxites. En outre, un des gisements d'uranium du Lodévois est actuellement en phase préparatoire d'exploitation.

Rappelons enfin que l'extraction du fer dans la région d'Alès-Bessèges a, conjointement à celle du charbon, alimenté au siècle dernier une industrie métallurgique florissante.

Une estimation du contenu total de la région en métaux exploitables (ou matières habituellement considérées comme telles) est également d'un grand intérêt : 2,0 millions de tonnes (Mt) Pb-Zn, 3 000 t Ag (?), 1,5 Mt barytine, 1,5 Mt fluorine, 25 000 t Cu, 0.5 Mt As, 5 000 t Sb, 5 000 t Bi, 2 Mt S, 5 Mt Fe, 100 t or, 6 000 à 8 000 t W, 20 000 t U, 4 Mt environ Al.

(1) Gîtes métalliques, substances connexes et phosphates, à l'exclusion des combustibles et des substances utiles.

La recherche minière a depuis 25 ans connu un développement considérable dans cette région, tant du fait des sociétés privées que des organismes d'Etat. La recherche scientifique a trouvé là, légitimement, un champ d'action excitant, avec certes beaucoup de problèmes à débrouiller, mais aussi des matériaux exceptionnels (travaux miniers, sondages) pour y parvenir. De nombreuses thèses et publications ont concrétisé cet effort.

Remerciements et conventions.

Un travail de synthèse tel que celui-ci, s'appuie bien évidemment sur la masse des connaissances acquises par des centaines de chercheurs; il n'est que juste de souligner tout ce que nous leur devons.

Nous tenons à remercier les organismes et sociétés qui ont accepté de livrer des renseignements précieux; nous remercions également tous ceux qui ont participé, à des titres divers, à cette réalisation.

La carte, enfin, n'a pu être imprimée que grâce à l'aide financière conjuguée de la DATAR (1), du BRGM et du CERGA (2).

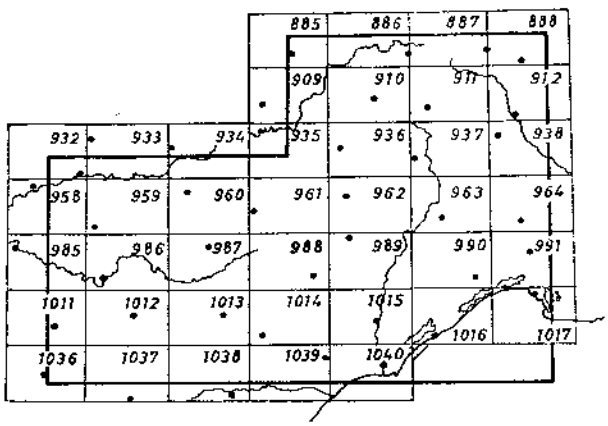
Réunir tant de données de provenances diverses, les certifier et les homogénéiser, n'est pas un travail facile et nous ne pensons certes pas être à l'abri d'erreurs ou d'insuffisances. Il nous a semblé, malgré tout, que la publication de ce document et de cette synthèse, ne pouvait qu'être bénéfique, en fournissant à tous les données de base et en ouvrant la discussion. Les critiques seront, dans cet état d'esprit, les bienvenues.

Naturellement nous avons dû adopter bien des conventions, standardiser le langage et la présentation, faire des choix parfois difficiles.

Le fond géologique de GÈZE B. [1949] a été remis à jour par JOSEPH C. (USTL-CERGH Montpellier) à partir de tous les travaux postérieurs. Le classement et la représentation typologiques des gîtes dans 4 rubriques relèvent d'une recherche délibérée de simplification (les précisions figurant au répertoire). Leur définition est assez claire pour ne pas nécessiter d'explications supplémentaires; par contre le classement des gîtes eux-mêmes est souvent plus délicat et reste discutable dans un certain nombre de cas. Les normes de la représentation économique des gîtes selon 3 tailles, sont identiques à celles utilisées par le

(1) Délégation à l'aménagement du Territoire et à l'action régionale.

(2) Centre d'études et de recherches de la géologie et de ses applications.



885 Séverac-le-Château
886 Florac
887 Génolhac
888 Bessèges
909 St-Veauzely
910 Meyrueis
911 St-André-de-Valborgne
912 Alès
932 Albi
933 Carmaux
934 Réquista
935 Millau
936 Nant
937 Le Vigan
938 Anduze
958 Gaillac
959 Realmont
960 St-Sernin-sur-Rance
961 Camarès
962 Le Caylar
963 St-Martin-de-Londres
964 Sommières
985 Lavaur
986 Castres
987 Lacaune
988 Bédarieux
989 Lodève
990 Montpellier
991 Lunel
1011 Rével
1012 Mazamet
1013 St-Pons
1014 St-Chinian
1015 Pézenas
1016 Sète
1017 Le Grau du Roi
1036 Castelnaudary
1037 Carcassonne
1038 Lézignan Corbières
1039 Béziers
1040 Agde

FIG. 2. — Situation de la carte par rapport aux coupures 1/50 000 IGN et géologiques.

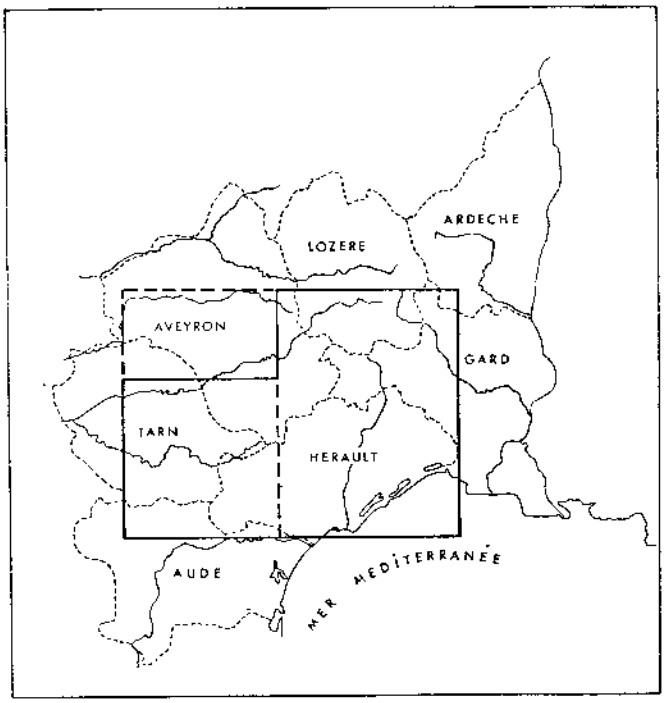


FIG. 3. — Situation de la carte par rapport aux départements.

Service géologique national (BRGM) pour la carte métallogénique à 1/1 000 000 du Massif central.

Il a malheureusement fallu procéder dans la bibliographie à des amputations sévères, sur lesquelles nous nous expliquons plus loin. De même les références données pour chaque point minéralisé visent seulement à indiquer au lecteur une source (récente) de renseignement et de références bibliographiques.

2 - Histoire géologique régionale

L'importance du domaine hercynien est certainement un des traits frappants de la géologie régionale : Cévennes au NE, Montagne noire au SW (au sens large, incluant les schistes de l'Albigeois) en forment l'ossature. Ces môles sont bordés, à l'est et dans le diverticule intracratonique des Grands Causses, par des sédiments mésozoïques, tandis que, au sud et à l'ouest, ce sont des dépôts tertiaires qui, dépassant le biseau d'érosion des terrains mésozoïques, viennent en recouvrement du socle hercynien. Celui-ci doit à sa surrection tardive (alpine) d'occuper aujourd'hui des surfaces d'affleurement aussi considérables.

C'est de propos délibéré que nous proposons ici une trame géologique allégée, de laquelle on a retenu préférentiellement les faits et événements ayant un lien direct avec les gîtes minéraux.

2.1 — L'ANTÉCAMBRIEN.

Plusieurs unités schisteuses ou gneissiques, affleurant au sein des matériaux hercyniens, sont considérées comme pré- ou infra-cambriennes.

En Cévennes, les gneiss de Peyrolles, à cœur ortho et enveloppe para, sont assimilables à un granite intrusif dans une série volcano-sédimentaire, tous deux probablement infracambriens.

En Montagne noire, plusieurs massifs ortho-gneissiques de la zone axiale (Sorézois, Agoût) représenteraient des plutons d'âge cadomien. Ils ont d'ailleurs été datés à 530 M.A. Les schistes X du Sorézois contiennent des organismes d'affinité briovérienne; ceux qui enveloppent la pointe de l'Espinouse et le Mindic sont calés par la base du Cambrien régional (conglomérats et niveaux volcano-détritiques) qu'ils supportent; de plus le granite du Mindic, intrusif dans ces schistes X, a été daté à 510 M.A.

Si la réalité d'un cycle cadomien (tardif d'ailleurs dans l'échelle géochronologique) est ainsi attestée, des traces d'événements encore plus anciens ont été pressenties (650 M.A. sur des phyllites détritiques du versant sud de la Montagne noire et 1 000 à 2 000 M.A. sur des zircons détritiques des schistes X).

Le substratum du cycle hercynien n'est diagnostiqué comme tel qu'en surfaces encore bien limitées. Les palingenèses ultérieures en ont certainement rendu une bonne partie méconnaissables. Le complexe gneissique (ortho et para) de la zone axiale notamment pourrait, pour une part, s'y rattacher.

2.2 — LE CYCLE HERCYNIEN.

Le matériel sédimentaire pré-orogénique.

a — C'est dans le **versant sud de la Montagne noire** que ce matériel est le mieux différencié et daté. La série paléozoïque qui couvre du Cambrien jusqu'au Viséen représente quelque 5 000 m d'épaisseur. Dans l'ensemble, termes détritiques terrigènes (conglomérats, grès, pélites) et termes carbonatés sont nettement tranchés les uns des autres. Ces derniers s'épanouissent tout spécialement du Géorgien supérieur et au Dévonien. Des épisodes carbonatés restreints interviennent, en outre, à plusieurs reprises au sein des séquences détritiques : dans le Géorgien inférieur, l'Acadien supérieur, le Viséen supérieur.

— *Matériel carbonaté.* Au Géorgien supérieur, une sédimentation de plate-forme stable et peu profonde accumule d'abord des calcaires riches en Archaeocyathes et en débris bioclastiques (Echinodermes, Spongiaires, Algues, Trilobites) avec dolomitisation diagénétique fréquente; après un bref épisode détritique, le milieu, plus confiné, est à l'origine d'une sédimentation totalement dolomitique en conditions infra à intertidales (oolithes, oncolithes, stromatolithes). On enregistre ensuite une succession rapide de termes très différenciés mais néanmoins très constants latéralement (« schisto-dolomitique », dolomie à silex, calcaire noir à Trilobites, calcaire blanc à Echinodermes).

Le second grand épisode carbonaté couvre l'ensemble du Dévonien et du Tournaisien. Une comparaison globale avec la série carbonatée cambrienne fait ressortir ici, d'une part le moindre développement des dolomies diagénétiques (limitées au Dévonien inférieur) avec, par contre, une plus grande extension des dolomies épigénétiques structurales, et, d'autre part le caractère toujours ouvert, aéré, riche en faunes des dépôts calcaires dont l'environnement (péri) récifal n'accepte que de brefs et rares épisodes confinés réducteurs.

Au-dessus des calcaires noduleux à Ammonoïdés du Tournaisien, la sédimentation viséenne se fait plus mêlée. A la base l'horizon des lydiennes à nodules phosphatés est un dépôt essentiellement chimique en milieu réducteur. Avant que ne s'établisse l'épaisse sédimentation détritique du Viséen supérieur, on trouve encore un complexe de calcaires marins et de pélites à jaspes clairs et niveaux cinéritiques qui sont l'équivalent des niveaux porteurs à Mn des Pyrénées.

— *Matériel détritique terrigène.* Les séries détritiques du Géorgien inférieur (grès de Marcory), de l'Acadien (grès de Barroubio) et de l'Ordovicien inférieur sont assez semblables de prime abord : alternance à diverses échelles de couches gréseuses et de couches pélitiques avec rares épisodes plus grossiers. L'Ordovicien inférieur se signale par l'absence de tout terme grossier, par l'abondance des figures sédimentaires habituellement rencontrées dans les flyschs, et par le manque quasi total, sauf à la base, des carbonates. Le Géorgien inférieur et l'Acadien au contraire, admettent plusieurs occurrences carbonatées (calcaires du Marcory inférieur, calcaires bioclastiques de l'Acadien supérieur du Minervois) en sus des alternances gréso-carbonatées caractéristiques du passage des grès de Marcory aux calcaires à Archaeocyathus. Ces sédimentations détritiques cambriennes correspondent à un vaste épandage sous-marin deltaïque.

Le matériel détritique viséen a déjà été évoqué plus haut. Une partie a été interprétée comme du « flysch ».

b — **Les écailles de Cabrières** exposent une série assez particulière : volcanisme antécaradocien, série continue à partir du Caradoc (avec sédimentation carbonatée à l'Ashgill et à plusieurs niveaux du Silurien), émersion et lacune au Viséen inférieur, carbonates récifaux au Viséen terminal.

c — **En versant nord de la Montagne noire,** la série cambro-ordovicienne qui repose sur des termes infracambriens, est en gros comparable à celle du versant sud. Le volcanisme y est toutefois nettement plus important. On insistera sur l'individualisation d'une série noire à trois termes (carbonaté, schisteux à nodules phosphatés et gréseux) au toit de la masse carbonatée géorgienne principale. La série exposée s'arrête au Silurien (carbonates et schistes noirs).

d — **En Cévennes méridionales,** la série des schistes X épimétamorphiques est considérée comme cambro-

ordovicienne. Différents niveaux repères (une assise carbonatée vers la base, plusieurs faisceaux quartzitiques, un niveau volcano-sédimentaire inclus dans une épaisse série noire de 800 m de puissance) permettent de décomposer les quelques 4 000 m de la série. Vers le NE, en Cézarenque, apparaîssent divers ensembles gneissiques dont certains, conglomératiques, pourraient représenter la base du Cambrien.

La partie la plus méridionale des Cévennes offre une série cambro-ordovicienne plus différenciée, avec assises carbonatées et volcanites, apparentée à celle des monts de Lacaune.

e — **En Albigeois,** la série est comparable à celle des Cévennes méridionales, donc à dominante schisto-gréseuse, mais comporte en sus un important épisode de volcanisme basique sous-marin. L'âge des formations est inconnu mais des analogies de faciès permettent d'attribuer au Cambro-Ordovicien du versant nord de la Montagne noire, une partie au moins des terrains de la partie méridionale.

Le Volcanisme pré-orogénique.

a — **En Montagne noire,** la distribution du volcanisme est fortement hétérogène tant dans l'espace que dans le temps.

Sur le *versant méridional,* des strates volcano-détritiques riches en feldspaths sont connues au sommet des schistes X métamorphiques, sur le flanc sud de la zone axiale ; elles y ont une extension notable (de Salsigne à Lamalou les Bains). Par ailleurs, un volcanisme subaérien acide et basique apparaît dans l'Ordovicien inférieur des nappes de Cabrières. Les autres nappes en sont pratiquement dépourvues.

Dans le *versant septentrional,* trois occurrences doivent être citées :

— au SE, intercalée dans la couverture sédimentaire du granite de Mindic, une épaisse formation quartzo-feldspathique formée de roches de type « porphyroïdes » est clairement située sous la formation carbonatée du Cambrien inférieur;

— au SW, dans le Sorézois, une formation à tous points de vue comparable;

— au NE des monts de Lacaune, un volcanisme bien différencié apparaît surtout dans le Géorgien basal et sommital (série noire) des unités situées au NW de l'accident d'Arnac. Les termes les plus communs en sont les quartz-kératophyres et les produits volcano-sédimentaires acides, spilites et ignimbrites étant subordonnées.

b — **Dans les Cévennes méridionales,** le volcanisme cambrien du horst de Saint-Bresson paraît bien être le prolongement du précédent.

Dans la série noire des schistes X des Cévennes, apparaît également un modeste épisode volcano-sédimentaire.

c — **Dans l'Albigeois métamorphique,** la série comporte de nombreuses intercalations de roches basiques (sills, coulées) d'affinité spilitique, et de matériel volcano-sédimentaire acide. Leur position dans la série fait présumer un âge cambrien supérieur à ordovicien supérieur.

Dans le domaine Albigeois, versant nord de la Montagne noire, le volcanisme associé au Paléozoïque inférieur connaît une double évolution : l'abondance et la basicité du matériel tendent à augmenter du sud au nord, en même temps que son âge diminue. Ses principales périodes d'activité sont le Cambrien inférieur et l'Ordovicien inférieur.

Evolution paléogéographique verticale.

De nombreux auteurs ont voulu fixer la base du Cambrien aux volcanites plus ou moins remaniées situées au-dessous et au voisinage des séries carbonatées du versant nord. Cette proposition doit rester extrêmement conjecturale puisque, là comme ailleurs en Montagne noire, les premières faunes reconnues à la base des carbonates datent déjà du milieu du Cambrien inférieur.

On est par ailleurs amené à envisager l'existence d'événements d'ordre épirogénique à mi-cours du Cambrien inférieur, événements dont témoigneraient les conglomérats à galets de quartz-kératophyre (élaborés aux dépens de reliefs volcaniques aujourd'hui masqués) et les épandages détritiques récurrents au sein de la plate-forme carbonatée à Archaeocyathus. Dans cette perspective l'activité volcanique du Cambrien inférieur se placerait dans l'histoire déjà en cours d'un bassin sédimentaire et non pas comme le départ d'un nouveau cycle sur un socle plus ancien.

L'extinction de la sédimentation carbonatée, au début du Cambrien moyen, est suivie d'une transgression très générale dont témoigne l'extension remarquable des « couches rouges » à Paradoxides. Les déformations qui annoncent ce mouvement général créent au sein de la plate-forme carbonatée des zones positives, affectées de lacunes, de condensations, qui président à la mise en place de certaines concentrations stratiformes à Pb, Ba ou Zn au passage du Cambrien inférieur au Cambrien moyen.

Une séquence d'événements analogues marque le passage du Cambrien à l'Ordovicien, autre moment important dans l'histoire de la Montagne noire. Les couches rouges à Euloma de la base du Trémadoc représentent un épisode transgressif commun aux deux versants de la Montagne noire, comme c'était le

cas pour les couches à Paradoxides; localement les niveaux à Euloma peuvent reposer sur une série condensée ou même lacunaire du Cambrien moyen terminal. Là aussi des minéralisations Pb, Zn apparaissent en liaison avec cette évolution et ces sites.

Après le dépôt de l'épaisse série flyschoïde du Trémadoc et de l'Arenig, intervient une émersion très étendue, sauf dans les monts de Cabrières où l'émersion est brève et la série ensuite continue du Caradoc au Silurien supérieur terminal. Le retour de la mer se fait partout au Gédinnien, sur un substratum d'âge variable allant du Cambrien inférieur (à l'Ouest du versant méridional) à l'Arenig le plus élevé connu (monts de Faugères). Il est donc assuré qu'un gauchissement important (mais sans plissements), d'axe plutôt méridien, a affecté la Montagne noire entre l'Ordovicien moyen et le Silurien terminal.

Ce mouvement épirogénique, comme le volcanisme ordovicien connu en plusieurs points de la chaîne, peuvent être considérés comme des échos de l'orogenèse calédonienne.

La plate-forme carbonatée dévonienne est généralisée dans tout le domaine sud. L'approfondissement et les gauchissements de la plate-forme au Viséen annoncent les temps paroxysmaux.

L'orogenèse hercynienne.

Les terrains paléozoïques et antécambriens du domaine étudié, ont été en totalité impliqués dans l'orogenèse hercynienne.

Des tronçons de deux grands domaines géostructuraux peuvent y être individualisés :

— un domaine de transition entre zones externe et interne de la chaîne, représenté ici par la zone axiale et le versant sud de la Montagne noire. Les critères distinctifs en sont :

. série paléozoïque complète et différenciée,
. affectée, avec son socle protérozoïque, par une tectonique post-viséenne tangentielle à déversement sud,
. métamorphisme de basse pression et profil tectonique à pente faible;

— un domaine de zone interne (plus exactement partie externe de la zone interne) composé du versant nord de la Montagne noire, des Cévennes méridionales et de l'Albigeois cristallin. Il diffère du précédent par :

. série plus homogène, à dominante quartzo-pélitique, éocambro-ordovicienne,
. schistosité de flux horizontale sur une grande puissance avec plis couchés,
. profil tectonique à pente plus forte et métamorphisme de plus haute pression.

D'une manière générale la déformation s'est effectuée dans des niveaux structuraux de plus en plus profonds en allant du sud vers le nord. Le métamorphisme connaît la même évolution (basse pression au sud, haute pression au nord). Les phases tectoniques ne sont pas toujours synchrones de domaine à domaine et les corrélations encore peu assurées. Malgré tout, il se dégage du style tectonique une indéniable homogénéité d'ensemble.

Des chevauchements zone interne sur zone externe, des décrochements précoces NE-SW et surtout des décrochements tardi-hercyniens, souvent réutilisés ultérieurement, confèrent à la chaîne son aspect actuel hétérogène et complexe.

Les différents domaines sont inégalement connus. Si le versant sud de la Montagne noire ne pose plus que des problèmes de détail, la zone axiale, les monts de Lacaune et les Cévennes sont seulement au début de leur clarification, tandis que l'Albigeois reste encore pratiquement inexploré.

a) La Montagne noire.

Trois zones orientées grossièrement ENE-WSW s'individualisent dans la Montagne noire.

Le versant sud.

Il est caractérisé par une série stratigraphique complète du Cambrien au Viséen, bien différenciée, rarement métamorphique, structurée en grands plis couchés replissés. On y reconnaît deux phases principales de déformation :

— la première, et la plus importante, se traduit par une tectonique tangentielle donnant un empilement de flancs inverses de nappes déversées au sud, d'axe E-W à ESE-WNW, à schistosité née horizontale. Le domaine de mise en place des nappes est relativement profond et en limite du front de schistosité (au-dessus au sud, au-dessous au nord).

Les seconde et troisième phases sont mineures;

— la quatrième consiste en un serrage N-S, avec plis raides et schistosité subverticale; elle est à l'origine de mégastructures très apparentes : synclinorium des nappes et anticlinorium de la zone axiale (où affleurent des matériaux précambriens).

Le métamorphisme est peu développé dans le versant sud; il est épizonal, de basse pression, syntectonique prograde. Son âge est post-viséen. Il débute lors de la première phase tectonique tangentielle, mais les isogrades montent pendant la dernière phase.

Géométrie des nappes.

Le versant sud comprend des éléments (para) autochtones en bordure de la zone axiale, trois grandes

nappes subdivisées en plusieurs unités et des écailles superficielles postérieures aux mouvements paroxysmaux. Les nappes se succèdent de bas en haut comme suit :

1) nappe des monts de Faugères : succession de têtes plongeantes au sud — à flanc inverse laminé et à matériel dévonien et viséen — formant plusieurs unités : La Bouisse, La Lande, « flysch gréseux »;
2) nappes du mont Peyroux à l'est et du Minervois à l'ouest, appartenant à la même unité structurale. La première représente un flanc inverse à matériel ordovicien à viséen, la seconde un pli couché à matériel cambrien inférieur à viséen dont la base est rabotée par un accident cisaillant;
3) nappe du Pardailhan constituée de plusieurs digitations : unités de Camplong-Poussarou, Lucarnis-Naudet, Ferrals-Malviès, Saint-Ponais. Le matériel est cambro-ordovicien et dévono-viséen.

Aux limites de la zone axiale et des nappes de Paléozoïque, on trouve une série schisteuse X, d'âge indéterminé, très déformée et métamorphisée, classiquement qualifiée de (para)-autochtone. La découverte de Viséen (en lambeaux de nappes) dans ce matériel vient remettre en question son âge et sa structure.

A l'extrémité est, les nappes de Cabrières sont des écailles d'Ordovicien et de Dévonien, mises en place tardivement, peut-être par gravité. L'originalité de leur matériel constitutif (faciès sédimentaires, phases d'épirogénie, volcanisme) indique une patrie d'origine différente de celle des nappes sous-jacentes.

La zone axiale.

C'est un vaste bombement, en majeure partie gneissique, avec métamorphisme et granitisation hercyniens intenses; quelques lambeaux de la couverture cambrienne y ont été préservés.

On y distingue deux unités, E et W, que sépare la faille de Mazamet; dans le domaine est (massif de l'Agout) le métamorphisme est méso à catazonal, tandis que dans le domaine ouest (massifs de Mazamet, Nore, Sorèzois, Revel et Brousse), il est mésozonal.

Le matériel gneissique (ortho et para) dérive de complexes intrusifs cadomiens et de leurs enveloppes détritiques ou métamorphiques.

Les phases tectoniques majeures semblent équivalentes à celles du versant sud. La première est tangentielle avec foliation et schistosité de flux, avec peut-être structures de style pennique; la seconde donne de grandes structures E-W.

Le métamorphisme est de basse pression à intermédiaire de basse pression (gradient géothermique de 35 à 70°/km), les isogrades montant dans l'édifice au cours de l'évolution. De nombreux massifs de granites anatectiques (alcalins), à contours souvent diffus, se mettent en place au cours ou après la deuxième phase majeure.

L'âge absolu des différentes formations magmatiques et métamorphiques est encore en discussion. Nous avons pris en considération un certain nombre de résultats homogènes entre eux et qui paraissent les plus cohérents avec les faits stratigraphiques et tectoniques observés sur le terrain.

Un âge de 330 M.A. ± 17 M.A. (1) est attribué aux massifs de granite anatectique de Soulié, Raviège, Anglès, Fontfroide, Lampy, Martys, Brousses.

Deux âges (2) concernent le métamorphisme de termes sédimentaires de la nappe du Pardailhan : Ordovicien inférieur intensément déformé et métamorphisé : 326 ± 17 M.A.; Cambrien moyen, peu déformé et métamorphisé : 333 ± 16 M.A.

Le versant nord.

La série stratigraphique est moins bien différenciée et bien moins complète (Cambrien à Gothlandien) que dans le versant sud. On y trouve des assises infracambriennes. Le style structural procède d'une succession d'écailles chevauchantes vers le SE. Deux massifs granitiques tardifs sont intrusifs dans les séries.

— A l'est, deux phases principales de déformation sont connues :
  . la première, tangentielle à plis isoclinaux NW-SE déversés au sud avec schistosité de flux née subhorizontale, produit des structures d'ampleur modérée;
  . la deuxième engendre de grands plis ENE-WSW redressés et déversés au SE. On lui doit les structures cartographiques actuelles qui se présentent comme une succession d'écailles : unités du Mendic (avec un massif granitique cadomien), de Mélagues, de Fayet, de Murasson.

Le petit massif de granite calco-alcalin du Folat est de mise en place tardive (290 ± 30 M.A. (1)).

— A l'ouest, l'histoire tectonique est complexe :
  . une première phase de déformation tangentielle à schistosité de flux et métamorphisme synschisteux ne provoque que des structures de faible ampleur;
  . la deuxième est majeure et se traduit essentiellement par des plis de flexure avec cisaillements. La schistosité évolue de strain slip au nord à flux au sud.

(1) Ces résultats sont basés sur des datations Rb-Sr sur roches totales avec comme constante $\lambda = 1{,}39 \cdot 10^{-11}\ \text{an}^{-1}$.

(2) Idem avec $\lambda = 1{,}47 \cdot 10^{-11}\ \text{an}^{-1}$.

Deux autres phases postérieures, dont une à serrage E-W, sont identifiables. Le granite calco-alcalin du Sidobre se met en place entre les phases 2 et 3, au Westphalien (285 ± 13 M.A. (1)).

b) Les Cévennes méridionales.

Les Cévennes méridionales (sauf le pays viganais) peuvent être considérées comme un ensemble structural homogène, à matériel schisto-gréseux peu différencié d'âge cambro-ordovicien. Une forte tectonique tangentielle, avec un métamorphisme épi et mésozonal, ainsi que des intrusions granitiques, caractérisent cet édifice.

— La première phase, majeure, est tangentielle, synmétamorphique (de style pennique) à plis isoclinaux N-S déversés à l'W ou SW (selon certains auteurs), E-W déversés au S (selon d'autres).

— La deuxième est aussi tangentielle avec plis subisoclinaux de direction variable déversés S à SW.

Des phases tardives se développent localement. Le métamorphisme apparaît dès la première phase avec un gradient géothermique faible (< 20°/km) et va croissant jusqu'aux phases tardives.

Les massifs de granite porphyroïde calco-alcalin du Saint-Guiral Liron et de l'Aigoual (290 M.A.) se mettent en place en fin de deuxième phase. Leur cortège filonien magmatique se manifeste jusqu'aux dernières phases.

Les Cévennes méridionales s'arrêtent approximativement vers le nord au niveau du Massif du mont Lozère. Au-delà, c'est le domaine des Cévennes médianes qui appartient aux zones plus internes de la chaîne hercynienne, à métamorphisme méso à catazonal.

Quant au pays viganais, à la limite sud des Cévennes méridionales, il est constitué de terrains plus différenciés (avec des assises carbonatées notamment) d'âge cambrien-ordovicien; il peut structuralement être rattaché au versant nord de la Montagne noire.

c) L'Albigeois cristallin.

Les caractères généraux de cette zone sont, dans l'ensemble, identiques à ceux des Cévennes méridionales. La série stratigraphique se signale cependant par la présence d'un important épisode volcano-sédimentaire basique.

Plusieurs phases de déformations sont ici aussi identifiables :

— la première est tangentielle à schistosité de flux et métamorphisme épizonal synschisteux;

— la deuxième à schistosité de strain slip apparaît comme majeure;

— la troisième est provoquée par un serrage E-W.

Les manifestations magmatiques sont très réduites et seuls quelques pointements de granite, mis en place entre les phases 2 et 3, sont visibles.

Un petit dôme orthogneissique affleure dans une structure NE-SW à Montredon Labessonnié. Il représenterait un massif granitique hypovolcanique repris par la tectonique hercynienne.

Evénements tardi-hercyniens.

La mise en place, dans le domaine considéré, des granitoïdes alcalins puis calco-alcalins (syn- à post-cinématiques) marque la fin des plissements et du métamorphisme hercynien. L'ensemble évolue vers une néo-écorce sialique avec cratonisation de la chaîne.

Avant la distension post-orogénique généralisée du Permien, prend place un épisode de compression (raccourcissement NW-SE) qui s'exprime en grands décrochements recoupant toutes les structures antérieures. Commencée lors même de la mise en place des derniers granites, cette phase se déroule pendant le Stéphanien, en concomittance avec la sédimentation houillère, sur quelque 20 à 25 M.A.

Les décrochements peuvent être classés en quatre groupes suivant leur direction, le sens et l'ampleur de leur mouvement :

— E-W, dextre, supérieure à 30 km. Ce sont des accidents majeurs : sillons houillers (bassins de Graissessac, du Viganais, détroit de Rodez).

— NE-SW, dextre, inférieure à 1 km. Ce sont des accidents mineurs : nord Montagne noire.

— NNE-SSW à NE-SW, sénestre, d'amplitude kilométrique : sud Montagne noire et sud Cévennes.

— NNW-SSE à NW-SE, sénestre, d'amplitude variable (kilométrique à décakilométrique). Ces accidents peuvent être majeurs : Villefort.

Ces décrochements « tardi-hercyniens » sont un élément très important de l'histoire géologique régionale; ils apparaissent comme le réseau des lignes de faiblesse qui rejoueront en permanence par la suite et assureront à ce titre divers contrôles :

— sur les bassins stéphaniens (qui seront eux-mêmes tectonisés lors de mouvements post-stéphaniens);

— sur les bassins permiens dont les accidents distensifs s'installent sur le tracé de ces décrochements;

— sur un certain nombre de dispositifs paléogéographiques du Mésozoïque (bassins et hauts fonds);

— sur certains traits structuraux (failles et plis-failles) de l'orogenèse pyrénéo-provençale, réactivés des tracés anciens.

(1) Méthode Rb-Sr ($\lambda = 1{,}39 \cdot 10^{-11}$ an^{-1}).

Chronologie d'ensemble de l'orogenèse hercynienne.

Les âges radiométriques permettent d'esquisser, en Montagne noire essentiellement, le déroulement de l'orogenèse hercynienne à travers la datation de ses principaux événements. Prenant place entre 340 M.A. et 270 M.A. (avec donc une durée de 70 M.A.), elle comporte les étapes principales suivantes :

350-340 M.A. à 330 M.A. : deux premières phases de déformation de la Montagne noire (nappes et métamorphisme),

340 M.A. à 330 M.A. : granites alcalins précoces syn- à post- troisième phase avec métamorphisme de haute température et dernière phase de déformation (toujours Montagne noire),

330 M.A. à 280 M.A. : le métamorphisme décroît lentement,

290 M.A. à 280 M.A. : granites calco-alcalins post-tectoniques,

300 M.A. à 270 M.A. : ensemble des mouvements tardi-hercyniens.

Par rapport à la durée totale de l'orogenèse (70 M.A.) la tectogenèse proprement dite est donc courte (15 M.A.).

Pour la Montagne noire, comme pour les Cévennes, un certain nombre d'autres mesures ont été avancées tant par la méthode Rb-Sr que U-Pb. Ces âges s'étalent de 470 à 330 M.A. et feraient donc partiellement référence à des événements calédoniens. Mais aucun argument de terrain ne vient, à ce jour, soutenir l'hypothèse d'une véritable orogenèse calédonienne. Si son intervention semble donc ici peu probable, les âges radiométriques qui lui correspondraient doivent laisser ouverte la possibilité d'événements thermiques ou magmatiques (non encore identifiés) relatifs à cette période.

Le matériel sédimentaire post-hercynien.

Les dépôts qui s'effectuent sous le contrôle dominant des mouvements tardi- et post-hercyniens, débutent au Stéphanien et s'étendent sur tout le Permien.

Dans le même temps qu'une érosion très vigoureuse s'attaque aux tout jeunes reliefs, le substratum est affecté de sillons structuraux où s'installent des bassins molassiques, véritables pièges à sédiments. Ces bassins d'abord étroits et allongés, débordent au Permien l'emprise de ces sillons et prennent de l'extension.

a) Le Stéphanien ou houiller.

se manifeste en quatre bassins :

— bassin d'Alès avec une sédimentation épaisse (5 000 m), comportant quelques niveaux d'origine volcanique (gore),

— bassin de Sumène - Le Vigan, lié à la faille méridionale des Cévennes (E-W),

— bassin de Graissessac, installé sur un important accident E-W au bord nord de la zone axiale de l'Agout,

— bassin de Gabian-Neffiès, de faible extension, au bord SE de la Montagne noire.

Les caractères de la sédimentation sont ceux de bassins intra-montagneux limniques.

b) Le Permien.

Plusieurs bassins occupent des surfaces importantes : Lodève, Saint-Affrique, Gabian et Réalmont (ce dernier peu affleurant sous les recouvrements tertiaires à l'ouest de l'Albigeois).

Les sédimentations permiennes sont « transgressives » sur le Stéphanien, la « transgression » s'affirmant de l'Autunien au Saxonien.

— L'Autunien.

Débutant par un conglomérat discordant sur le Stéphanien, il expose ensuite une épaisse (1 000 m) colonne de matériel détritique fin rythmé, souvent varvé, souvent carbonaté, de teinte d'abord très sombre (matière organique, bitume) passant au rouge vers le sommet. La subsidence est importante. Le volcanisme se manifeste par des niveaux cinéritiques minces mais de grande extension.

L'Autunien gris (terme inférieur), épais de 200 à 400 m, est riche en carbonates et en matière organique. L'Autunien rouge (terme supérieur), épais de quelque 800 m, est surtout pélitique avec beaucoup de détritiques fins.

— Le Saxonien.

Il déborde largement les aires de dépôt antérieures et peut atteindre des épaisseurs respectables (1 300 m à Lodève, 3 000 m à Saint-Affrique). Il débute par un conglomérat faiblement discordant sur l'Autunien puis expose toute une série de pélites et de grès fins rouges, déposés sur des aires continentales inondées sous très faible tranche d'eau (ripple-marks, mud-cracks, empreintes).

c) Evolution générale.

Au Stéphanien, relief et activité tectonique continue contrôlent un couple érosion-sédimentation extrê-

mement actif. A l'Autunien, les conditions climatiques, s'ajoutant à l'atténuation des reliefs et de l'activité tectonique, privilégient l'altération et des sédimentations nettement plus lentes qu'auparavant (chimiques notamment). Au Saxonien, l'altération continue mais est contrariée par une sensible reprise de l'érosion.

L'aplanissement des morphologies, le départ (U, Cu, Ba) ou la rétention (Pb, Zn, Ba) différentielle des métaux dans les sols sont deux aspects du rôle joué par le Permien dans l'évolution générale. Scellant les temps et le cycle hercyniens, il prépare en même temps le début du cycle alpin et sa métallogénie spécifique.

2.3 — LE CYCLE ALPIN

Le matériel mésozoïque.

La transgression mésozoïque s'opère sur un paysage au modelé doux mais bien réel, affecté notamment de grands bombements aux places des principaux blocs hercyniens actuels.

L'organisation générale des dépôts mésozoïques est réglée par la juxtaposition de deux domaines sédimentaires aux caractéristiques opposées : un domaine de plate-forme couvrant les marges et les dépressions des môles hercyniens et un domaine de bassin (« prévocontien »), simple dépendance du domaine mésogéen, bordant au SE le précédent. La subsidence différentielle qui est à l'origine de ce dispositif, s'opère au long d'un important faisceau d'accidents NNE, large de 10 à 20 km et dont la faille des Cévennes est, d'un point de vue gîtologique, l'élément le plus marquant.

Les communications entre le bassin caussenard et la mer languedocienne sont fréquemment entravées par une zone haute tendue entre Cévennes et Montagne noire : le « seuil caussenard ». Cette dorsale est à l'origine de différenciations sédimentaires, conformes au modèle général, dans les séries carbonatées du Jurassique, entre un domaine arrière à tendance confinée de moyenne à faible énergie, un domaine de « barrière » ouvert et de haute énergie et un domaine avant, ouvert, de moyenne à faible énergie. Au Trias, le même dispositif a, dans un contexte sédimentologique bien différent, des conséquences tout autres : héritages continentaux importants à dominants en pays arrière, faciès marins (soit confinés, soit envahis de terrigènes) sur le seuil et les bordures, épaisse succession d'évaporites côté bassin.

Soulignons qu'aucune trace d'activité volcanique n'est connue dans ces matériaux.

Le *Trias* en Languedoc comporte normalement six termes lithostratigraphiques, soit :

6 — Rhétien : grès, dolomies, argiles noires.
5 — Keuper terminal : argiles versicolores à bancs gréseux ou dolomitiques.
4 — « Salifère » supérieur : argiles sulfatées (halite plus en aval).
3 — Trias « moyen » (1) : dolomies (ou grès en domaine plus littoral ou plus « arrière »).
2 — « Salifère » inférieur : argiles sulfatées.
1 — Muschelkalk moyen probable : grès de base.

Les évolutions que connaissent ces matériaux dans le dispositif paléogéographique général, sont, nous l'avons déjà dit, considérables mais n'ont toutefois, à cette échelle, qu'un gradient modéré. D'autres évolutions, de même nature, mais très brutales elles, sont connues dans les sites particuliers que sont les hauts fonds actifs pendant la sédimentation triasique elle-même. Ainsi en est-il à l'extrémité NE du seuil caussenard (dôme des Malines) ou sur les dorsales de Rochebelle ou de Générargues-Pallières près d'Alès. On y constate que les argiles sulfatées cèdent la place à des argiles sulfurées, noires, riches en matière organique, tandis que les détritiques sont maintenus à distance, en périphérie. Cette sédimentation, argilo-carbonatée, ralentie, propice à l'activité biologique, joue un rôle décisif dans le piégeage des métaux lourds.

La suite de la sédimentation s'inscrit dans la tendance générale transgressive qui sous-tend le cycle jurassique, mais non sans qu'interviennent à plusieurs reprises des mouvements positifs du substrat, responsables d'émersions et de lacunes de sédimentation (ou/et) d'érosion, très particulièrement bien sûr dans le domaine de plate-forme. Ainsi en est-il des mouvements épirogéniques « cimmériens » (Lotharingien supérieur à Domérien supérieur) qui affectent spécifiquement le seuil et les bordures caussenardes, de la quasi-émersion de tout le domaine caussenard au Bathonien inférieur, de l'absence de Callovien supérieur/Oxfordien inférieur à l'ouest d'une ligne Lussan-Quissac-Pézenas, des tendances émersives de la fin du Portlandien enfin.

La transgression du *Lias carbonaté* profite des paysages très aplanis que lui a légués le Trias pour s'étendre largement; malgré ce, la différenciation sédimentaire liée au dispositif paléogéographique est toujours bien marquée, comme on peut voir dans le tableau ci-dessous :

(1) Ce vocable continuera dans le texte à désigner le terme médian carbonaté du Trias, sans aucune implication chronostratigraphique précise. Il en sera de même du vocable « Trias basal » qui désignera le terme de base du Trias local.

Etages	Domaine languedocien	Domaine caussenard	
		Externe	Interne
Lotharingien	Calcaires siliceux Calcaires bioclastiques	Altern. de calcaires argileux sombres et de calcaires oolithiques ou bioclastiques	Altern. de calc. oolithiques et de dolomicrites claires
Sinémurien	Calcaires ± argileux	Altern. de calc. bioclastiques et de dolomicrites claires	Dolomicrites claires
Hettangien	Dolarénites grises Calc. argileux et lumachelliques	Dolomicrites claires pelletoïdes Dolarénites grises	Dolomicrites claires à tendance évaporitique Dolarénites grises

L'épisode du *Lotharingien terminal* mérite, dans le bassin des Causses, une mention particulière. Contemporain d'une vive réactivation de l'érosion continentale, il occupe au flanc occidental des Cévennes, un bassin rétréci, quasi fermé, à tendance euxinique sensible.

Les faciès normaux du *Lias moyen et supérieur* sont marno-calcaires à marneux; par exception, sur la bordure occidentale des Cévennes et sur le seuil caussenard qui sont, à cette époque, l'objet de vives sollicitations épirogéniques, se déposent des faciès nettement plus littoraux, bioclastiques et gréseux, coupés d'émersions et de lacunes. Ces dernières deviennent spectaculaires sur les secteurs paroxysmaux (NE) du seuil caussenard (dôme de Gorniès et haut fond des Malines).

Le *Bajocien* avec ses calcaires oolithiques, à entroques ou siliceux, amorce un mouvement régressif qui va culminer avec les dépôts lagunaires (stipites) du *Bathonien inférieur* du domaine caussenard. Une nouvelle invasion marine intervient au *Bathonien supérieur :* les calcaires oolithiques élaborés en domaine de plate-forme s'avèrent le plus souvent dolomitisés. Passée l'importante régression du *Callovien supérieur/Oxfordien inférieur,* la mer se réinstalle dès l'*Oxfordien moyen* (calcaires noduleux, bréchiques et glauconieux) et préside ensuite à une sédimentation calcaire continue, plus ou moins différenciée, dont l'originalité majeure est certainement l'édification dès le *Kimméridgien moyen* d'un arc récifal qui, installé sur le rebord oriental du seuil caussenard, ira progradant vers l'est jusqu'à la fin du *Portlandien.*

L'histoire crétacée du Languedoc est principalement marquée par l'individualisation progressive au cours du *Crétacé inférieur* d'une zone haute, tendue entre le môle Cévennes-Montagne noire et le massif des Maures, et bien connue sous le nom d'« isthme durancien ». En Languedoc, ce bombement parvient à continentaliser un vaste domaine de 100 km de largeur environ entre les latitudes de Remoulins au nord et de Béziers au sud. De part et d'autre, au nord (golfe vocontien de Pont Saint-Esprit), comme au sud (sillon pyrénéo-provençal), continuent les sédimentations marneuses de mer ouverte.

Cette surrection est à l'origine d'érosions très importantes (de plusieurs centaines de mètres) qui mettent à nu le Jurassique sur une bonne partie du territoire, atteignant parfois le Dogger (Bédarieux) et même le Lias (Saint-Chinian). Les plateaux calcaires ainsi soumis aux agents atmosphériques sont le siège de karstifications et d'altérations qui joueront un rôle décisif dans l'élaboration des bauxites.

L'orogenèse pyrénéenne et les sédimentations post-orogéniques.

Le Languedoc entre, à la fin du Crétacé, dans un type d'histoire tout différent. C'est, en effet, l'orogenèse pyrénéo-provençale qui va maintenant imposer sa loi.

Le serrage des bassins mésozoïques met un terme à toute la phase préparatoire, pré-orogénique, de sédimentation marine pélagique dans des bassins fortement subsidents (1). Tout à l'opposé des conditions qui régnaient auparavant, l'édification de reliefs (dans les phases de compression) et la naissance de bassins (dans les phases de distension qui suivent), fournissent le cadre du développement d'un nouveau couple érosion-sédimentation, extrêmement actif, mais en milieu continental, fluviolacustre (du moins pour la région).

Les phases de compression fini-crétacée puis bartonienne édifient en Languedoc des structures diverses :

— au sud de l'axe hercynien de la Montagne noire, des structures plissées et chevauchantes forment en quelque sorte l'extrême front septentrional des plissements pyrénéens (arc de Saint-Chinian, pli de Montpellier).

— au nord de ce même axe, la couverture reste, en gros, solidaire du bâti profond; elle donne alors

(1) Phase interrompue depuis longtemps déjà — mais par des mouvements épirogéniques verticaux — dans le domaine du bombement durancien.

naissance, d'une part à des déformations souples, d'intensité généralement modérée mais complexe dans le détail (interférence de plusieurs phases non coaxiales), d'autre part à des déformations cassantes, de beaucoup les plus nombreuses, dont les plus connues sont la faille des Cévennes et ses homologues (failles du bord cévenol occidental, de Corconne, de Nîmes); celles-ci ne font d'ailleurs que réutiliser le tracé de très grands décrochements tardi-hercyniens, réactivés par la suite à plusieurs reprises (en distension au début du Mésozoïque, à nouveau en décrochement dextre puis sénestre au cours de l'Eocène). D'autres sutures hercyniennes sont également remises en mouvement, notamment celles des sillons houillers (faille méridionale des Cévennes, failles des détroits de Rodez et du Bleymard, etc.).

Les érosions, considérables, peuvent concerner des milliers de mètres de série et mettre à nu jusqu'aux éléments du socle paléozoïque. Elles reprennent de plus belle à l'Oligocène où, conjointement, se produisent une distension — responsable du faisceau de limagnes qui traverse la France en direction NNE — et une vigoureuse montée des blocs hercyniens. Ce mouvement ascendant continue, ainsi que les décharges détritiques résultantes, jusqu'au Villafranchien. Un volcanisme basaltique étagé entre 23 M.A. et 0,7 M.A. émerge de sutures profondes sensiblement N-S (Escandorgue, Agde, etc.).

3 - Les principaux métallotectes

3.1 — GÉNÉRALITÉS.

Le classement des gîtes par métallotectes présente des avantages mais aussi des inconvénients.

Au chapitre des avantages, figure l'obligation de dégager le ou les traits géologiques qui apparaissent déterminants dans la genèse ou la localisation du gîte; d'où une meilleure insertion des gîtes dans l'histoire géologique.

Sans problème pour les gîtes simples, cette approche risque, par contre, de morceler la description des gîtes complexes et d'en livrer une image décousue. Pour y parer, on s'est attaché à rappeler les liens qui unissent entre eux les divers aspects d'un même gîte et à souligner celui des divers métallotectes engagés qui s'est avéré le plus concentrateur (id est celui qui est responsable de la meilleure part de la concentration métallique actuelle).

Enfin pour éviter une excessive fragmentation du discours, on a bien souvent groupé les métallotectes qui relèvent d'un même événement géologique majeur. Ce faisant, on dégage des « phases métallogéniques » caractérisées chacune par la prédominance de certains types de métallotectes. Si l'utilisation qui est ainsi faite de la notion de métallotecte déborde quelque peu la définition initiale, elle présente, du moins ici, un clair avantage pour la lisibilité du texte.

Très peu de minéralisations affleurent au sein des séries protérozoïques. S'il est vrai que l'essentiel de ces séries est aujourd'hui masqué, il n'en demeure pas moins que nous ne possédons aucun élément d'une métallogénie proprement protérozoïque.

Les métallotectes (ou groupes de métallotectes) qui vont être décrits ci-dessous ont, chacun, bien sûr, leur « personnalité » et ce, au triple point de vue des types métallotectiques engagés, des métaux contenus et de l'importance économique.

Le tableau ci-après en donne une vue d'ensemble.

Les événements ou dispositifs géologiques les plus propices aux concentrations minérales se dégagent déjà clairement. Ce sont: le volcanisme pré-orogénique, la fracturation et le thermalisme tardi-hercyniens, les sédimentations post-orogéniques, la couverture sédimentaire mésozoïque, l'émersion du bombement durancien enfin.

3.2 — LES SÉRIES CARBONATÉES PALÉOZOIQUES.

Les calcaires et dolomies de la Montagne noire (versants nord et sud) et des Cévennes méridionales abritent des minéralisations diverses dont les plus significatives sont à Pb-Zn-Ag (environ 200 000 t métal provenant pour l'essentiel de la Loubatière, La Rabasse, La Caunette, Condades, La Sanguinède) (1) et à barytine (1 Mt environ dans les monts de Cabrières). On mentionnera également Mn et Fe (La Caunette, Saint-Ponais) malgré leur faible valeur économique. L'association métallique Au-Ag-As-Cu apparaît, en contexte carbonaté toujours, à la Rabasse et localement à Salsigne.

Les magasins carbonatés contrôlent les minéralisations qui leur sont associées, suivant 3 modes d'inter-

(1) Sans compter le métal associé au type de minéralisations piégées dans les cavités karstiques (p. 155) (Géorgien des Malines, etc.).

Métallotecte (ou groupe de métallotectes)	Type métallotectique	Métaux engagés	Importance économique (+++ fort, ++ moyen, + faible)
séries carbonatées paléozoïques	sédimentaire	Zn, Pb, barytine Fe—Mn	++ +
	karsts liés à émersions postérieures	barytine (1) Zn Pb. (2) Mn	+++ +
séries noires paléozoïques	sédimentaire (+ volcanodétritique ?)	W, (Sn), F Zn, Pb (Fe) P	+ } préconcentration + } +
séries volcanosédimentaires préorogéniques	volcanosédimentaire	Au, Ag, As, Cu,Bi (Sb) Sb—W ?	+++ +
métallotectes de l'orogenèse hercynienne	divers — structural apex ou bordure plutoniques.	divers W.Sn.Be.Li.Mo	+ + (peut-être +++ pour W (*)
	péribatholitique	Pb.Zn.Ag.(Cu. As). Fe.	++
	fracturation et distension tardihercyniennes.	Zn.Pb. (Fe) Fluorine W. (Sn). Au.Ag.As.Cu.Bi.(Sb)	+++ +++ +++ (peut-être + (*) ++
métallotectes de la période postorogénique.	sédimentaire	or. Fe U barytine.Cu.Zn.Pb Cu.Zn.Pb	+ +++ + (préconcentration nourrissant 1). + (préconcentration)
couverture mésozoïque des môles hercyniens.	sédimentaire	Zn.Pb.Ag.Fe. barytine. (fluorine)	+++ (nourrissant en outre 1 x 2)
fracturation syn à post mésozoïque	fraction et distension	Pb.Ag.Zn.barytine (Cu)	++
isthme durancien	surface d'émersion karstifiée au crétacé	Al	+++

(*) Selon le mode de formation des filons à wolframite de Montredon - Labessonié.

vention bien distincts : comme roche-hôte de minéralisations stratiformes, comme milieu spécifique de déformation ou de fracturation, comme matériel susceptible de dissolutions chimiques aboutissant à la formation de cavités karstiques. Ces 3 modalités peuvent d'ailleurs jouer successivement et aboutir à des typologies ou des associations typologiques complexes.

Minéralisations liées à des couches porteuses.

La localisation stricte de minéralisations à certains niveaux lithostratigraphiques bien définis — qui dans les meilleurs cas peut devenir une véritable continuité plurikilométrique — permet de faire appel à des métallotectes sédimentaires. Dans quelques cas favorables, les rapports chronologiques entre minéralisations et déformations apportent un argument supplémentaire. Mais c'est surtout le positionnement des minéralisations dans l'organisation verticale et horizontale des faciès qui renforce l'interprétation sédimentaire. De tels faits n'ont pu, à vrai dire, être établis qu'en versant sud de la Montagne noire, là où les séries sont parfaitement calées et corrélables.

L'opposition entre carbonates cambriens et dévoniens est très frappante, les premiers acceptant essentiellement des sulfures (Pb-Zn) et sulfates (Ba), les seconds des oxydes et carbonates (Fe, Mn).

Dans le Cambrien inférieur et moyen, les trois niveaux principaux de minéralisation correspondent à la fois à des ruptures sédimentaires et à des positions bien définies dans le dispositif paléogéographique régional. Les minéralisations peuvent se placer dans des zones où leur niveau-porteur est d'épaisseur réduite (Bibaud-Argentières), mais plus fréquemment leur position apparaît à l'aval de perturbations positives locales, perturbations dont les conséquences régressives peuvent aller jusqu'à l'extrême condensa-

tion, voire la lacune. Ces mouvements positifs peuvent servir de prémices à une émersion plus générale; ils sont, en tout cas, immédiatement suivis par un dépôt de grande extension régionale, à caractère transgressif, qui forme ainsi le toit de la minéralisation.

a) **Assises de passage entre les calcaires à Archaeocyathes et les dolomies algaires.**

Ce passage est, dans plusieurs zones, bien marqué par une décharge discrète de détritiques fins. Le gîte de Condades (20 000 t Zn reconnues) dans les monts de Pardailhan, en est le type : la blende, très claire, fortement dominante, est disséminée dans les assises sommitales des calcaires, formant une concentration d'allure globale lenticulaire, tandis que la galène affectionne plus particulièrement le niveau détritique sus-jacent; divers indices du Minervois (Plo de la Bonette, Villegause) s'y rattachent, ainsi, peut être, que diverses portions des gîtes de La Caunette et de Marcory.

Le gisement de La Loubatière (50 000 t Pb + Zn avec Pb/Zn = 9) pourrait également s'y rapporter, bien que l'incertitude reste complète quant à l'âge des couches carbonatées porteuses, isolées au sein des schistes X du Sorézois. Les faciès carbonatés, la position de la minéralisation au passage d'une sédimentation calcaire à une sédimentation dolomitique, suggèrent la corrélation énoncée.

b) **Assises de passage du Cambrien inférieur au Cambrien moyen.**

Les modestes minéralisations de Bibaud-Argentières en Minervois en fournissent le type. Elles sont portées sur près de 10 km d'allongement par un niveau de calcaires dolomitiques et/ou ankéritiques (« tête rousse »), d'épaisseur réduite par rapport aux calcaires marmoréens blancs dont ils sont l'équivalent latéral (limite Géorgien-Acadien). C'est là où il est le plus réduit que le niveau porteur expose des lits silico-barytiques à galène et pyrite. Ces lits sont affectés par des déformations hercyniennes (plis et schistosités).

20 m au-dessous du niveau précédent, existe un deuxième niveau-porteur de moindre intensité mais de plus grande extension, au toit d'une formation dolomitique à silex qui est l'équivalent latéral de calcarénites et de calcaires à stromatolithes.

Dans les monts de Pardailhan, de nombreux indices sont connus à ce niveau (Bonnefont, Euzèdes, Les Contentes, Brian-Lucarnis). Qu'ils soient à barytine seule ou accompagnée de sulfures (dont le Cu), ils sont liés à des stockwerks quartzeux (avec dolomitisation très réduite) d'aspect nettement fissural. A ce titre, ils rejoignent la catégorie des minéralisations à contrôle structural dominant.

On doit évoquer ici le gisement de la Rabasse, dans l'est des monts de Lacaune (80 000 t Pb + Zn avec Pb/Zn = 1), dans la mesure justement où les amas qui le constituent sont situés près du sommet de la formation carbonatée principale, non loin du contact avec les schistes acadiens. Le gîte comporte bien des aspects déconcertants et l'interprétation est loin d'en être faite. La paragenèse comporte en effet, outre Pb-Zn-Ag, des cuivres gris et de l'arsénopyrite (très probablement porteur de l'or produit par le gisement), ce qui n'est pas sans incliner à un rapprochement partiel avec Salsigne. La présence d'uranium sous forme de pechblende, des indices de réactivation thermique, la présence d'un filon de microgranite compliquent la situation.

Le gîte de Brusque se trouve à un niveau un peu inférieur, au contact de la formation carbonatée principale et des schistes noirs.

c) **Niveau calcaire à débris d'Echinodermes et de trilobites dans la partie supérieure du Cambrien grésopélitique.**

Il s'y rapportent les nombreux mais médiocres indices Pb-Zn de la concession de Villeneuve-Minervois; leur caractère sédimentaire n'est pas clairement établi mais la stricte localisation lithostratigraphique des indices sur plusieurs kilomètres d'allongement, plaide en ce sens. L'horizon porteur est plus épais et continu dans le Minervois qu'ailleurs en Montagne noire, ce qui suggère une situation relativement « aval », confirmée par l'absence de dolomitisation. On y rattachera l'occurrence barytique de Marso.

d) **Niveaux détritiques du Gédinnien.**

Leur insertion dans les métallotectes carbonatés est évidemment discutable; elle nous paraît cependant acceptable dans la mesure où ces niveaux, plus ou moins carbonatés, sont la semelle de la transgression dévonienne.

C'est dans le Saint-Ponais que ces minerais sont le mieux représentés (Verreries de Moussan, Puech, Roc de Scio, Teussines, Courcus, Pont Neuf). L'oligiste y est accompagné de magnétite.

Ils sont également connus dans d'autres secteurs en couches ou lits continus mais minces; dans le Minervois (Lastours), les minerais sont interstratifiés dans des matériaux terrigènes grossiers de la base du cycle, et affichent une paragenèse complexe (hématite, sidérite, chlorite, magnétite) ; dans l'est des monts de Pardailhan et l'ouest des monts de Faugères, les couches ferrugineuses occupent une position un peu plus élevée, à la limite de pélites et de grès

dolomitiques qui forment la base immédiate des carbonates gédinniens.

e) **Frasnien.**

Des minéralisations en manganèse, oxydes et carbonates, apparaissent essentiellement à ce niveau (Villerambert, La Matte, Saint-Ponais, Vieussan). Elles se présentent en couches noduleuses ou lenticulaires, affectées par les déformations hercyniennes. Elles sont portées par des calcaires et des brèches sédimentaires calcaires, souvent associées d'ailleurs à des pélites et des jaspes, à l'aplomb de zones périrécifales.

Nulle part, elles n'atteignent le niveau d'intérêt économique.

Minéralisations contrôlées par la déformation ou la fracturation des carbonates.

Ces minéralisations, installées dans des pièges structuraux, relèvent en fait de la tectonique hercynienne. Il a paru cependant intéressant de dégager le rôle spécifique des carbonates dans ce domaine. Deux types de sites sont à distinguer :

— Des cassures transversales à faible rejet, de direction méridienne, jouant dans les assises carbonatées cambriennes, abritent des minéralisations filoniennes à Pb-Zn-Cu (Camprafaud), Cu-Ag (Fournes-Lastours, Les Barreins), Pb-Zn-sidérite (La Caunette qui a fourni 7 000 t Pb, 14 000 t Zn, 84 t Ag et 0,2 Mt de minerais de fer). La présence du Cu (et de l'Ag) différencie sensiblement ces paragenèses de celles qu'on trouve dans les minéralisations stratiformes aux mêmes niveaux stratigraphiques.

— Des plans de décollement ou zones de broyage au contact entre assises carbonatées et grésopélitiques peuvent abriter des filons ou amas diversement minéralisés. Relèvent d'une telle situation, certaines portions du gîte de Salsigne, de La Caunette, d'Alzon (Cu-Pb).

Minéralisations piégées dans les cavités karstiques.

On a, dans ce cas, affaire à une typologie mixte puisque le réceptacle carbonaté cambrien ou dévonien est étranger à la minéralisation piégée. Celle-ci peut provenir de l'érosion d'un niveau porteur plus ou moins proche (mais antérieur aux cavités) ou d'éléments transgressifs cachetant les cavités (et donc postérieurs à celles-ci). Les périodes de dissolution et de dépôt coïncident avec les différentes émersions qui s'étagent du Post-Hercynien au Tertiaire : elles sont donc d'âge divers mais de toute façon postérieures aux principales déformations hercyniennes. Celles-ci jouent d'ailleurs un rôle directeur dans la localisation et la disposition des réseaux karstiques.

Ce type de gîtes peut présenter de belles concentrations économiques, mais de valeur toujours difficile à prévoir (et à recenser) en raison de l'irrégularité géométrique qui les affecte.

— **Des remplissages barytiques riches en Pb-Zn** sont connus dans le Cambrien du haut-fond des Malines, en continuité physique avec les minéralisations des assises basales du Trias sus-jacentes. Ils représentent un stock métal important (100 000 à 200 000 t ?) ; au nord de Lamalou, des minéralisations à Pb argentifère (Taussac, Le Pradal) encaissées dans des paléodômes de dolomie cambrienne sous la couverture triasique, semblent bien appartenir au même type. Il en est de même dans le horst de Saint-Bresson pour divers amas (Mas Seguin, Mas Lacombe, etc.) situés sur un contact anormal dolomie/schiste mais à peu de distance verticale sous la paléosurface antétriasique. Le gîte de La Rabasse, une partie du gîte de La Caunette (amas blendeux proches de la paléosurface antétertiaire), ne s'y rattachent que de façon encore assez hypothétique.

— Fréquents et importants également sont les **remplissages purement barytiques** ou comportant seulement de faibles quantités de Pb, de Zn, de Cu ou de fluorine. Le Dévonien des monts de Cabrières abrite ainsi en plusieurs gîtes (Villeneuvette, Font d'Arques, etc.) plus de 1 Mt de barytine. Celle-ci provient, pour une part au moins, de l'Autunien transgressif, et a été concentrée vraisemblablement par des processus de drainage à partir de certains niveaux à fond géochimique fortement anomal en Ba. Des amas barytiques en poches d'importance réduite sont connus dans le Cambrien du Lodévois (en relations avec l'Autunien) et du front NE des monts de Lacaune (en relation avec la transgression triasique).

— **Des remplissages d'oxydes et carbonates de Mn** peuvent occuper certains réseaux karstiques creusés dans le Dévonien moyen ou supérieur, mais ceci ne se produit qu'au voisinage de niveaux manganésifères stratiformes frasniens (Villerambert, Vieussan). Si l'essentiel de la karstification est déjà achevé au début de l'Eocène, les dépôts de Mn associés aux sédimentations de l'Eocène inférieur continental du bassin de Carcassonne, sont par la suite remaniés et concentrés au cours de reprises de l'activité karstique.

cifère stratiforme des calcschistes du Géorgien terminal, sans que pour autant on ignore ses aspects divers (migrations et enrichissements dans la tectonique souple, localisation péribatholitique près du granite du Sidobre).

Il en est de même de certains éléments filoniens du district de Salsigne, dans la mesure où ils ne font que reprendre une portion des minéralisations stratiformes volcano - sédimentaires (cambro-ordoviciennes ?) citées plus haut. Peut-être est-ce aussi le cas (la preuve en est à faire) des filons de direction méridienne qui, en périphérie (large) de Salsigne, offrent une association métallique en tout point comparable (Malabau, Villardonnel, Cabrespine, Citou).

Les filons à wolfram de Montredon-Labessonié pourraient également se ranger ici;
celles pour lesquelles on n'a, présentement, aucune présomption de lien avec des minéralisations antéricures et qui ne sont pas non plus en position péribatholitique. Telle est la situation des nombreux filons fluorés qui parcourent selon une direction E-W les schistes de l'Albigeois. Encore faut-il ajouter que la présence régulière de la série noire au contact ou au voisinage des filons n'est pas sans suggérer des rapprochements avec le couplage, connu à Montredon (L'Hom-Haut), entre la minéralisation stratiforme fluorée de la série noire et un filon E-W assez comparable aux filons de l'Albigeois (si ce n'est qu'il est très pauvre en fluorine).

L'âge tardi-hercynien de leur mise en place vient d'être tout récemment avancé [1] à partir du fait que la fluorine est affectée par la phase 3 de déformation.

Cette province à fluorine, très unitaire (paragenèses à quartz, sidérite et chalcopyrite) est de grande importance (1,5 Mt) avec les gîtes principaux de Montroc, Trébas et Le Burc.

Considérée sous l'angle de la métallogénie, l'orogenèse hercynienne, en sa phase paroxysmale, nous semble pouvoir être caractérisée par les 4 points suivants :

— les apports spécifiques nouveaux ont été relativement limités;
— ceux d'entre eux qui occupaient les parties apicales de la chaîne ont été très largement déblayés par l'érosion. C'est une des raisons pour lesquelles les zones profondes des édifices apparaissent particulièrement a-métallogéniques; mais ce n'est pas la seule : il y a également le fait que ces zones comportent une notable portion de matériel précambrien et enfin il y a la pauvreté intrinsèque de l'apport métallique hercynien;
— les minéralisations sédimentaires ou volcano-sédimentaires formées dès la période pré-orogénique sont abondamment remobilisées et reconcentrées dans des pièges structuraux où elles constituent des gîtes de grande importance économique. C'est dire tout que la métallogénie hercynienne doit à l'interférence de l'activité tardi-hercynienne (fracturation, thermalisme) sur les minéralisations pré-orogéniques;
— l'érosion des minéralisations affleurantes ainsi que des stocks géochimiques diffus dans les noyaux gneissiques et granitiques du bâti, a pour corollaire l'approvisionnement en métaux (U, Ba, Pb, Zn notamment) des formations sédimentaires que le démantèlement de la chaîne alimente sur son pourtour. C'est là une contrepartie très positive de l'appauvrissement métallique des zones axiales.

3.6 — LES MÉTALLOTECTES DE LA SÉDIMENTATION POST-OROGÉNIQUE.

Leur diversité empêche qu'on puisse les regrouper sous une même rubrique simple. Tous cependant sont des métallotectes sédimentaires. Le principal d'entre eux est la série noire autunienne avec ses abondantes concentrations d'uranium et de baryum. Les autres sont de peu d'importance et d'ailleurs mal caractérisés.

Le houiller.

Il est très pauvre en occurrences métalliques conformément à la loi qui veut que des taux de sédimentation élevés engendrent la dispersion des métaux (1).

Citons les couches sidéritiques situées généralement au mur des veines houillères (Palmesalade, la Rouvière, Portes, l'Appétit) et l'or détritique des faisceaux de poudingue (Bulidor, Abeau, Mulet, Chavagnac).

La série noire autunienne.

Le piégeage de métaux très divers, certains très abondants (U, Ba), d'autres moins (Zn, Pb, Cu), en occurrences stratiformes caractérisées dans les matériaux autuniens, procède de l'environnement physio-

(1) Beziat P. — Communication privée.

(1) Les charbons ne font pas partie de notre propos. Ils sont encore exploités à Alès et Graissessac.

graphique et climatique de l'époque : aplanissement des reliefs et altération pédologique profonde, sous couvert végétal dense, sédimentation très fine, riche en détritiques fins, en chimiques et en matières organiques.

— **L'uranium** est particulièrement abondant dans le bassin de Lodève où 20 000 t d'uranium métal ont été recensées en une dizaine de gîtes d'ailleurs inégaux.

Le contrôle des minéralisations est à la fois lithologique et tectonique. Dans l'Autunien gris et le tiers inférieur de l'Autunien rouge, une cinquantaine de « couches » radioactives, parcourant tout le bassin, s'insèrent dans des séquences répétitives avec grès au mur et pélites au toit (et intercalations cinéritiques irrégulières). Une « couche » élémentaire, de puissance en gros métrique, est formée, elle même, de la succession de grès, de silts, de shales, de shales carbonatés bitumineux, avec niveau terminal de dessiccation à tendance évaporitique. C'est le shale carbonaté qui est le niveau porteur de l'uranium.

Les corps minéralisés présentent des morphologies stratiformes d'allure lenticulaire, plus ou moins irrégulières, mais aussi des concentrations fissurales ou des flammes d'enrichissement à l'intersection entre couches porteuses et fractures. Dans bien des cas, ce dernier type de minéralisation devient prépondérant et constitue l'essentiel du minerai titrant plus de 1 % d'uranium.

Les principaux gisements sont le groupe Mas Alary-Mas Lavayre et le groupe de Saint-Jean de la Blaquière (Molinier, Puech Lazert, Moulin de la Charité). Le gîte de Rabejac est le seul qui soit situé dans les pélites rouges saxoniennes. Les minerais sont constitués surtout de carburanes, pechblende et coffinite. Les minéraux secondaires d'uranium sont très nombreux.

Des indices sont connus dans le bassin de Gabian (associés à des silts noirs bitumineux autuniens) et dans celui de Saint-Affrique (dans des grès, silts et pélites).

— **Le plomb, le zinc et le cuivre** donnent quelques occurrences stratiformes de type disséminé, dans l'Autunien gris. Ils figurent dans les concentrations uranifères de Mas Alary - Mas Lavayre. Le cuivre apparaît, en outre, en imprégnation de minces niveaux gris (légèrement euxiniques) dans le Saxonien rouge.

— Enfin **le Baryum** se signale par des fonds géochimiques nettement anomaux dans les termes pélitiques de base de l'Autunien gris. Ce fond s'exprime en barytine dans des sites adjacents aux niveaux porteurs : fracture tardi-hercynienne dans le Géorgien (cas du filon de Saint-Privat dans le Lodévois) ou cavités karstiques creusées dans le Géorgien (Lodévois) ou le Dévonien (monts de Cabrières). La taille de cette dernière accumulation (1 Mt) témoigne de l'importance du piégeage du Ba dans les sédiments autuniens, phénomène pourtant peu visible en lui-même.

3.7 — LA COUVERTURE MÉSOZOIQUE DES MÔLES HERCYNIENS (La Province sous-cévenole).

Caractères généraux du groupe.

Nombreux sont les gîtes encaissés dans la bordure mésozoïque des blocs hercyniens. Ils forment un ensemble (la Province métallogénique cévenole) tout à la fois homogène (si l'on retient celles des caractéristiques majeures qu'ils ont en commun) et diversifié (si l'on y regarde de plus près).

Ces gîtes consistent principalement en concentrations sulfurées de Fe, Zn et Pb et secondairement en concentrations sulfatées de Ba (soit liées aux précédentes, soit au contraire séparées dans des gîtes spécifiques). Ag est un accompagnateur habituel de Pb, voire de Zn. Sb peut également s'y trouver engagé, en quantité modeste et toujours sous forme combinée à d'autres métaux; enfin **F** (sous forme de fluorine) n'est abondant que très localement. Le profil métallique accuse une nette déficience au niveau de Cu et U.

La Province sous-cévenole, en son ensemble, représente une accumulation d'environ 1,5 Mt Pb + Zn. La pyrite, la barytine et la fluorine n'y ont plus, ou n'y ont pas pour le moment de signification économique.

Ces concentrations apparaissent à différents niveaux de la partie basale de la série mésozoïque mais toujours dans des séries à caractère épicontinental (voire d'affinités continentales), qu'elles soient gréseuses, carbonatées ou argilo-carbonatées. Elles y affectent une morphologie pour l'essentiel concordante à la strate, énoncé qui demande à être immédiatement modulé en fonction du niveau d'observation choisi. Ainsi à l'échelle régionale, le caractère stratiforme ressort-il des nombreuses occurrences minéralisées qui apparaissent à un même niveau stratigraphique (par exemple : l'Hettangien inférieur sur les 40 km de bordure qui s'étendent d'Anduze à Saint-Ambroix); à l'échelle du gîte, le caractère stratiforme est moins net (on le qualifie alors de stratoïde) : la minéralisation, si elle reste bien liée et limitée à une strate ou à un groupe de strates, y adopte un comportement très lenticulaire, avec rupture très brutale des teneurs aux bords de la lentille; à l'échelle de détail enfin,

les rapports discordants entre minéralisation et roche-hôte se font fréquents (plus ou moins selon les gîtes), en raison de l'intervention de facteurs de remobilisation des métaux (diagenèse tardive, fracturation, karstification); ces facteurs de remobilisation peuvent jouer un rôle décisif sur la distribution économique des minerais et, à ce titre, ne doivent être aucunement sous-estimés.

Bien différents dans leur morphologie et cependant appartenant pleinement à la métallogenèse cévenole, apparaissent les gîtes qui, immédiatement sous la surface de transgression triasique, sont encaissés dans des cavités (paléokarstiques) creusées, lors des émersions antétriasiques, aux dépens des carbonates paléozoïques (géorgiens le plus souvent). Ces amas ont, en fait, été nourris par un niveau-porteur triasique sus-jacent avec lequel ils sont le plus souvent en continuité physique. C'est un cas de typologie mixte où la concentration minérale, sans être complètement coupée du niveau-porteur qui l'a nourrie, est cependant encaissée dans une roche beaucoup plus ancienne qui lui est « étrangère ». Ces occurrences ont déjà été évoquées à propos des carbonates paléozoïques, mais c'est au bilan de la métallogenèse triasique que doit légitimement être porté leur stock métallique.

Si les gîtes et indices sont soumis, en tout premier lieu au contrôle de leur niveau stratigraphique porteur, leur localisation précise au sein de ce porteur relève du modelé du bassin à l'époque considérée, en clair d'un site paléogéographique original, ordonnateur des morphologies et des dépôts sédimentaires propices au transit, au regroupement et au piégeage des métaux. Ces sites sont fréquemment les flancs de talus ou de hauts fonds contemporains de la sédimentation; mais des structures négatives (en dépression) peuvent, dans d'autres contextes bien entendu, avoir une efficacité comparable.

Les sites paléogéographiques efficaces sont d'ailleurs des objets complexes et hiérarchisés. Cela veut dire que le site-enveloppe du gîte — objet d'ordre kilométrique en gros — s'inscrit lui-même dans un site d'ordre supérieur (10-20 km) et par ailleurs s'orne de sites d'ordre inférieur (10-100 m). A chacun sa fonction. Les sites de premier ordre amorcent dans le bassin les différenciations sédimentaires et géochimiques, mais ils ont un gradient trop faible pour provoquer des concentrations métalliques; ils peuvent servir de cible, cependant, au stade stratégique de la recherche minière. Les sites de deuxième ordre ont un gradient beaucoup plus fort et de ce fait une capacité à concentrer les métaux. Les sites de troisième ordre sont les dispositifs élémentaires où s'opère la métallogenèse primaire; c'est de leur stabilité ou de leur réactivation constante sur une même verticale que dépendent, finalement, stock et concentration métalliques.

Les études modernes ont bien montré cet agencement scalaire des objets et des phénomènes; aux Malines, 1 : bombement de Roquedur-Madières, 2 : archipel de Vieille Mine, 3 : paléocourbes de niveaux, passes entre les îles; à Largentière (1), 1 : dépression permienne, 2 : réseau fluvio-deltaïque triasique, 3 : rebord de la faille de Chassiers et structures chenalisantes; à Pallières, 1 : horst de Pallières-Générargues, 2 : gouttière au flanc W du horst, 3 : paléocourbes de niveau (isopaques).

Ces structures induisent dans la série sédimentaire des variations de puissance et de faciès d'intensité variable dont certaines spectaculaires. Ainsi à l'apex de la structure des Malines, le Bathonien repose directement sur le Géorgien; le Trias, sur le haut fond, est très mince, argilo-carbonaté, non évaporitique. A quelques kilomètres de là, les séries triasiques (gréseuses et évaporitiques) et liasiques représentent plus de 400 m de sédiments. Ainsi à la Croix de Pallières, la réduction de l'Hettangien est de 10 à 1 entre le proche bassin et le sommet du haut-fond.

Certaines de ces variations sont plus modérées. Ainsi à Largentière, seul le Trias moyen manifeste des différences appréciables (du simple au double, sans et avec évaporites). A Durfort, les phénomènes sont également d'ampleur modérée.

Ces différences plus ou moins marquées dans le cadre tectonique et sédimentologique des gîtes, sont, au fond, normales. Chaque type de gîtes (cf. « Classement typologique » ci-après p. 162) fait, en effet, appel à des phénomènes générateurs — et donc à un cadre — à lui bien particulier.

Toutes ces variations sédimentaires (puissance, faciès) reflètent le modelé du bassin, mais ce modelé ne doit pas être perçu comme un fait statique, hérité simplement de la topographie antérieure, mais au contraire comme vivant, actif, sans cesse recréé au cours même de la sédimentation par le jeu combiné de failles et de gauchissements du substratum.

Les pulsations ne se produisent d'ailleurs ni avec la même intensité, ni au même moment sur cette bordure; là, c'est l'Hettangien qui est le plus affecté (horst de Pallières - Générargues), là le Sinémurien s.l. (Trèves, Durfort), là tout le Mésozoïque inférieur (Les Malines). Paysage « pulsatoire » en quelque sorte : rides, sillons, dômes, microbassins, talus, naissent, s'épanouissent, meurent, renaissent parfois...

Enfin, on remarque souvent une certaine permanence de ces déformations à travers le temps : ainsi une troncature d'érosion fini-kimméridgienne puis un talus portlandien naissent-ils, après une longue période indifférenciée, tout près du puissant « talus »

(1) Le gîte est en dehors de la carte, mais on ne saurait décrire la province cévenole sans évoquer ce gîte type.

liasique des Deux-Jumeaux; ainsi une structure positive est perceptible au Kimméridgien inférieur à l'aplomb du dôme liasique de Madières. Pour finir, la tectonique tertiaire a, bien souvent réactivé les paléostructures, masquant du même coup leur fonction antérieure. La recherche peut, dans une vision plus optimiste, utiliser cette corrélation fréquente entre néo- et paléostructures.

La remarquable activité épirogénique des bords cévenols, dont l'apaisement n'intervient qu'au Bathonien supérieur, est à mettre en relation avec la distension éoalpine. Celle-ci réutilise des traits structuraux hérités du tardi-hercynien et, un temps, cicatrisés; l'un d'eux, la faille des Cévennes n'est qu'un segment d'un linéament majeur qui s'étend du golfe du Lion au fossé rhénan et a joué un rôle essentiel dans la flexuration du bord alpin externe.

Les gîtes et leur niveau porteur.

La localisation préférentielle des gîtes à certains niveaux de la série stratigraphique mésozoïque fournit un plan commode à une description rapide de ces gîtes.

Trias « basal ».

Cette formation détritique, le plus souvent gréseuse mais parfois carbonatée (sur socle dolomitique), enregistre les premières incursions marines de la transgression (ceci plus nettement sur bord cévenol oriental qu'à l'intérieur du bassin caussenard).

Avec ses 700 000 t de métal, c'est, de beaucoup, le plus gros de tous les niveaux porteurs. Il le doit aux deux grands gîtes de la province :

. Largentière, en milieu gréseux, avec Pb et Ag (Zn nettement subordonné),

. Les Malines, en milieu carbonaté, avec Zn dominant et Pb (Zn/Pb = 5) à quoi s'ajoute une quantité appréciable de barytine.

Le gîte est, au demeurant, complexe. En effet, outre que l'assise basale du Trias est diachrone et offre plusieurs faciès de minéralisation (« plaque », disséminé en conglomérat), une part importante du métal est piégée dans les paléokarsts creusés dans le substratum dolomitique géorgien juste sous la surface de transgression triasique.

. Saint-Sébastien d'Aigrefeuille est de type proche de Largentière, mais beaucoup plus petit (30 000 t Pb et 20 t Ag), la pyrite l'emportant trop souvent sur la galène argentifère. Le Mas de l'Air, Gatuzières sont d'autres petites concentrations de même type. Par contre à Notre-Dame de Laval, aux Balmelles, c'est la barytine qui est le ciment exclusif des grès.

Trias « moyen ».

Cette formation argilo-dolomitique, plus ou moins complexe, encadrée par les faisceaux salifères habituels du Trias, n'a qu'une importance moyenne d'un point de vue économique mais s'avère riche en occurrences minéralisées de type varié.

En Pb-Zn (Zn toujours très dominant), les gisements importants sont les couches d'Alby-Fontbonne aux Malines (50 000 t métal) et Saint-Jean-du-Pin (20 000 t). Plus modestes sont les indices de l'Espinette, du Pradinas, etc.

Le Fer est également présent, sous forme sulfurée (Couze et Maraval) mais plus encore sous forme oxydée (Bordezac, Le Travers de Bessèges, Saint-Florent).

Enfin la barytine est fréquente en périphérie du bombement du Rouvergue entre Alès et Bessèges. Elle affectionne particulièrement les séries alternantes d'argile noire et de dolomie (le Mas Dieu, N.D. de Laval, Fanaubert, Bordezac).

Hettangien basal.

La formation, dolomie à intercalations de shale noir est un gros porteur régional. Il y a deux particularités, la première de voir son efficacité se limiter au secteur Alès-Anduze, la seconde d'être surtout propice aux pyrites. Citons :

. en Pb-Zn, le corps principal du gîte de la Croix de Pallières (75 000 t métal avec Zn/Pb = 4) et les petites concentrations d'Esparon, Soubès;

. en pyrite, le grand gîte du Soulier (au moins 2 Mt à 38-39 % de S) et les petits gîtes de Pannissières, Montaud-Russaud, le Mas Dieu, Cassagnette, les Ribots, les Pastreaux, etc.

Hettangien moyen et supérieur.

Formation essentiellement dolomitique, diversement minéralisée, mais de façon assez sporadique. Ainsi :

. en Zn-Pb, les amas supérieurs de la Croix de Pallières (20 000 t métal), les petits gîtes de Saint-Félix d'Alès, de Bessouridès-Clapouse, le groupe d'indices Clairac-Péret-Auglanet de typologie complexe;

. en pyrite, les amas (situés au-dessus du niveau hydrostatique et de ce fait complètement oxydés) de Cendras;

. enfin sur la bordure du Rouergue, l'Hettangien supérieur abrite des couches barytiques dans un contexte sédimentologique voisin de celui du gîte de Pessens.

Sinémurien-Lotharingien.

Cette série rythmée, calcaire ou dolomitique, à caractère périrécifal, est minéralisée de façon économique à Durfort (20 000 t métal Zn/Pb = 5), sur le bord cévenol. La plupart des autres gîtes connus sont situés à l'intérieur du bassin des Causses. Le plus notable d'entre eux est Trèves, dont l'importance réelle est encore conjecturale; de plus modestes sont connus aux Valettes, à Saint-Alban, sur les petits causses rouges de Millau, au Mas Audran.

Le Bajocien.

Cette série de calcaires à entroques, plus ou moins dolomitisée, est un porteur notable. Dans le secteur situé au nord d'Alès, il comporte des minéralisations en Pb-Zn, accompagnées ou non de fluorine (Landas, La Roque), et en pyrites (La Minette, les Roberts). Le gîte de Landas est actuellement en phase de développement. Il semble qu'il puisse devenir important, en fluorine notamment. Le gîte du Bleymard [1] a produit 65 000 t Zn + Pb.

Le Bathonien.

Il consiste en dolomie péri-récifale, et c'est un très gros porteur aux Malines (plus de 300 000 t métal). Ailleurs, sa fonction est plutôt réduite (Les Avinières : 20 000 t Zn, La Sauvie, Sumène, La Boissière, Cruvellier).

Les étages susjacents ne comportent que de maigres occurrences : lentillles d'hématite dans le Callovien, à Pierremorte, amas ferrugineux et plombozincifères dans le Tithonique basal de Ganges - Deux Jumeaux.

Répartition des gîtes dans le domaine sédimentaire mésozoïque.

La répartition d'ensemble des gîtes mérite également quelques commentaires. Le **bord cévenol oriental** entre Les Malines et Saint-Ambroix est très riche en occurrences minéralisées; il a fourni la quasi-totalité du métal extrait à ce jour. On y remarquera l'existence de deux districts assez bien individualisés, l'un à pyrite, l'autre à barytine, circonscrits dans le secteur Alès-Bessèges.

Le **bassin des Causses** est beaucoup plus pauvre. Son tempérament propre se marque sur deux points; d'une part la grande pauvreté de la plupart des niveaux porteurs recensés en bordure cévenole orientale et la prédominance nette du porteur sinémurien s.l. dans les concentrations Pb-Zn existantes (Trèves et autres); d'autre part la fréquence plus grande (qu'en bord oriental) des occurrences barytiques, qu'elles relèvent de l'Hettangien supérieur (bordure du Rouergue), de différents niveaux de l'Hettangien (Les Bondons, Gatuzières) ou des contacts « socle »-Trias (front NE des monts de Lacaune).

Les bordures en sont très inégalement minéralisées. Sont pratiquement stériles, la bordure septentrionale (de Séverac à Mende) et la bordure du bassin permien de Saint-Affrique. La bordure orientale, elle, s'anime surtout, semble-t-il, à hauteur des « golfes » (Villemagne, Gatuzières) ou dans les placages témoins perchés sur le horst cévenol (Les Bondons). Le détroit du Bleymard abrite de nombreux indices et un gîte important tandis que le détroit de Rodez apparaît pauvre.

La **bordure méridionale de la Montagne noire** apparaît stérile. Il est vrai que le Mésozoïque n'y affleure que sporadiquement sous les recouvrements tertiaires.

Classement typologique.

Les gîtes de la province cévenole nous paraissent pouvoir être classés typologiquement en quatre groupes.

A. Gîtes en milieu gréseux; minéralisation à faciès disséminé, Pb et Ag dominants, Zn, Fe et barytine subordonnés. Les sulfures apparaissent avec les premières assises affectées par la transgression marine; ils sont associés à des ciments siliceux ou carbonatés (par opposition aux ciments argileux ou sulfatés). Des sédimentations anhydritiques existent non loin vers l'aval.

La minéralisation est, à l'échelle du détail, conditionnée par des structures chenalisantes.

Ex. : Largentière, Saint-Sébastien d'Aigrefeuille.

B. Gîtes en milieu argilo-dolomitique; minéralisation à faciès interstratifié (dans les argiles) et imprégné (dans les dolomies). Zn et Fe dominants, Pb et barytine subordonnés. Les argiles noires, euxiniques, riches en matières organiques se développent considérablement (parfois aux dépens d'argiles évaporitiques).

Les minéralisations sont localisées sur les flancs de structures positives.
Ex. : Les Malines, La Croix de Pallières.

C. Gîtes à épontes dolomitiques et toit argileux; ils ont certaines rubriques en commun avec B; mais

(1) Hors carte.

ici les minéralisations et leurs sédiments porteurs remplissent des « volumes » de dissolution, creusés aux dépens d'une dolomie sous-jacente, de peu antérieure seulement. Les sédiments porteurs sont à lamines ou bréchiques, souvent déformés ou slumpés; les minéralisations sont soit à lamines, soit à cocardes de shalenblende soit en cristallisations géodiques.

La disposition générale de ces karsts, toujours superficiels, très peu verticalisés sous une surface d'émersion, permet de proposer pour eux le terme de karst cutané.
Ex. : Trèves, petits causses millavois.

D. Gîtes en milieu pré-évaporitique; minéralisation en couche massive ou en nodules interstratifiés de barytine essentiellement. On distinguera les barytines qui interviennent aux passages de carbonates à des argiles noires sulfatées ou *vice versa* (N.D. de Laval, Le Mas Dieu) de celles qui apparaissent au sein de couches dolomitiques (Piquepoul). Dans un cas comme dans l'autre, on est proche de conditions évaporitiques, ce dont témoignent les silicifications précoces associées. Le premier cas fait peut-être appel à des confinements salins en fond de bassin alors que dans le deuxième cas, il y a des évidences d'assèchement subaérien. Les sites paléogéographiques propices sont mal élucidés.

On n'oubliera pas pour finir les minéralisations d'âge triasique encaissées dans des karsts du « socle » sous-jacent. Si elles entrent très logiquement dans le bilan de la métallogenèse triasique, leur typologie, pour une large part le fruit de phénomènes pré-triasiques, les met à part, comme il arrive souvent aux « sangs mêlés ».

3.8 — LA FRACTURATION SYN- A POST-MÉSOZOIQUE (LES FILONS DE COUVERTURE)

Le Mésozoïque comporte en outre des minéralisations Fe-Pb-Zn-Ba de morphologie filonienne. Ce sont les filons de couverture dont les principales caractéristiques peuvent être ainsi récapitulées :

— une au moins des deux épontes est en matériel sédimentaire mésozoïque,
— l'extension verticale de ces filons est limitée à l'intervalle socle-Lias marneux. Dans le socle, ils s'amenuisent la plupart du temps en un chevelu filonien stérile,
— les paragenèses sont identiques à celles des gîtes stratiformes péri-cévenols avec toutefois présence de silice (quartz ou jaspéroïde) et d'un peu plus de cuivre probablement,
— ils apparaissent toujours dans des domaines paléogéographiques bordiers, à fond géochimique élevé, fréquemment exprimé en minéralisations stratiformes,
— la grande majorité d'entre eux est sous-tendue par des accidents inclus dans le cadran E-W/NW-SE,
— le remplissage de ces filons est divers, parfois franc et massif, parfois bréchique; il peut aussi prendre une allure en échelle par « épanchement » dans les strates d'épontes. Nombreux sont les signes d'activité tectonique postérieure tant au filon qu'à sa minéralisation.

La meilleure part des filons de couverture est cantonnée sur les bordures occidentales du môle cévenol (lambeau témoin des Bondons, « golfes » de Gatuzières et de Villemagne) ou sur celles du Rouergue. Le filon de Villemagne est le plus représentatif de la famille. Localisé dans une dépression du socle, active au Mésozoïque (dépression sous-tendue par un des accidents tardi- ou post-hercyniens du détroit de Rodez), comportant sur son éponte-toit des flammes de silicification minéralisées dans l'Hettangien, il représente une accumulation métal proche de 100 000 t (Zn/Pb = 1,5). On peut encore citer le filon barytique de Malbosc - Le Crouzet (50 000 t) sur le plateau des Bondons.

La genèse de ces filons est encore très controversée. On ne sait si on doit les rapporter à une tectonique « cimmérienne » (rappelons qu'une datation faite dans le Morvan, sur un filon fluoré de socle, donne un âge hettangien) ou à une tectonique pyrénéenne (phases de distension qui précèdent ou accompagnent la phase de compression éocène supérieur). Quant à l'origine et à la mise en place des métaux, elle reste énigmatique; un modèle artésien où les eaux circulant dans des aquifères détritiques et enrichies en cathions lourds remontent par des drains de distension, a été récemment proposé.

3.9 — L'« ISTHME » DURANCIEN (LES BAUXITES)

Dans le domaine émergé qui, en Languedoc, est l'équivalent du bombement durancien, les calcaires (et dolomies) jurassiques constituent le piège sélectif des bauxites. Encore fallait-il qu'ils fussent portés à l'affleurement et donc décapés de leur couverture marneuse infra-crétacée partout où celle-ci existait (ce qui était le cas en Bas-Languedoc notamment). Aussi les bauxites ne sont-elles connues pratiquement qu'à l'ouest du méridien de Montpellier, alors qu'à l'est, leur absence s'explique par un abaissement du seuil durancien, les érosions, plus modérées, n'ayant pu atteindre les calcaires jurassiques.

schistes albigeois, couches sidéritiques des schistes épimétamorphiques des Cévennes et des bassins houillers de la Grand-Combe - Bessèges, couches oolithiques du Gédinnien du Saint-Ponais.

Le cuivre n'a d'importance économique qu'à Salsigne; encore y est-elle réduite puisque le Cu n'est qu'un sous-produit de la récupération des métaux principaux. Ailleurs il occupe des situations gîtologiques très diverses : filons péribatholitiques, filons fluorés de l'Albigeois, filons des monts de Cabrières, minces concentrations stratiformes dans l'Autunien, le Saxonien, le Trias, voire même l'Hettangien basal.

Les pyrites de fer ne sont pas très abondantes et ont, de toute manière, perdu tout intérêt industriel. Elles sont essentiellement localisées en bordure cévenole orientale (nord d'Alès) et à Salsigne.

L'antimoine est bien représenté dans les Cévennes épimétamorphiques, mais sans atteindre le niveau de gîtes importants. Les gîtes à stibine pourraient relever d'un niveau lithostratigraphique original différencié en Sb-W.

Le mercure est présent en Albigeois, Montagne noire et dans les bassins permiens. Il est actuellement sans intérêt pratique.

Le manganèse est faiblement représenté. A quelques occurrences de caractère stratiforme dans le Frasnien du versant sud de la Montagne noire, s'ajoutent, à proximité, des amas occupant des karsts creusés dans les calcaires dévoniens vers la fin du Crétacé ou le début de l'Eocène.

Les phosphates de calcium n'apparaissent qu'en faibles occurrences dans le Géorgien terminal des monts de Lacaune et dans le Viséen du flanc sud de la Montagne noire. Les manifestations de l'Eo-Crétacé rhodanien sont en dehors de la carte; elles sont d'ailleurs de peu d'ampleur.

L'étain, le molybdène, le béryllium, le lithium sont insignifiants : un peu de cassitérite associée au tungstène à Montredon-Labessonié ou erratique sur les batholites du mont Lozère et du Saint-Guiral-Liron, un peu de Be et Li dans les pegmatites du front nord du massif de l'Agoût.

5 - Conclusion

La physionomie et l'histoire métallogéniques régionales peuvent en définitive dans une vue d'ensemble, être rapportées à un petit nombre d'événements ou de domaines géologiques majeurs.

La plate-forme cambrienne est, chronologiquement, le premier d'entre eux. Bénéficiaire privilégiée des héritages venus des socles précambriens (dont la métallogénie propre est, en l'état actuel des choses, hors de portée), elle préside, à plusieurs reprises et dans des conditions fort diverses à des concentrations métalliques. Les sédimentations carbonatées périrécifales sont propices au piégeage de Pb, Zn et Ba tandis que les séries noires, plus ou moins argileuses, relevant d'environnements euxiniques sont favorables au piégeage de W, F, Zn (probablement d'origine volcanique) et de P (phosphates de Ca en nodules et couches).

La plate-forme dévonienne joue un rôle beaucoup plus effacé, elle ne préside qu'à de modestes concentrations de Fe et de Mn sous forme oxydée. L'absence de tout sulfure est un trait géochimique caractéristique. Les modifications d'environnement qui résultent de son abaissement au Viséen en font un domaine de phosphatogenèse.

Le rôle métallogénique du volcanisme pré-orogénique vient d'être reconnu pour les très importantes minéralisations de Salsigne. Il doit être sérieusement envisagé pour l'association W-F-Zn des séries noires du versant nord de la Montagne noire et du bord sud du cœur gneissique de l'Agout. Il a été suggéré pour le couple Sb-W des Cévennes. Nul doute qu'il n'y ait là une voie ouverte à la recherche future.

L'orogenèse hercynienne, si elle semble avoir été relativement parcimonieuse en apports métalliques nouveaux (du moins en apports exprimés, car le stock géochimique diffus mis en place est, lui, considérable, a de riches conséquences indirectes : remobilisation et concentration en pièges structuraux des métaux associés aux assises paléozoïques, mise à disposition des érosions ultérieures d'un stock géochimique (U, Ba, Pb et Zn) qui ira enrichir les sédimentations périphériques.

Les émersions répétées de la période post-orogénique jouent un rôle considérable; d'une part érosion et altération assurent, en fonction des conditions physiographiques et climatiques régnantes, le départ ou au contraire la rétention des ions métalliques dans les profils d'altération; d'autre part, des cavités karstiques s'élaborent au sein des massifs carbonatés, cavités ou viendront par la suite se concentrer des métaux divers, d'origine proche (Mn), plus lointaine (Al) ou liés aux transgressions ultérieures (Ba, Pb, Zn).

La métallogenèse aux temps mésozoïques est contrôlée par l'instabilité crustale que les distensions éoalpines font régner sur le bord cévenol. La faille des Cévennes est un des éléments de la flexure bordière du bassin alpin, opérant dans la zone isopique où, sur les marges du bassin, se produisent les différenciations sédimentologiques et géochimiques, elle s'affirme comme le métallotecte (paléostructural) de premier ordre de la province sous-cévenole.

L'isthme durancien est un nouvel épisode de la vie tectonique du bassin languedocien. Déformation de grande amplitude qui isole momentanément les deux fosses alpine et pyrénéo-provençale, il préside à la remise en place des bauxites, qui, déblayées de leurs sites primaires viennent se piéger dans les karsts de la surface d'exondation.

La surrection des blocs hercyniens au cours du Tertiaire amplifie les érosions et dispersions métalliques et notamment celles entamées sur ces mêmes blocs dès la fin de l'orogenèse hercynienne.

Au terme de cette revue, nous voudrions montrer que c'est autour du cycle orogénique hercynien que s'organise l'essentiel de la métallogénie régionale et par ailleurs que cycle métallogénique et cycle orogénique ne se superposent pas, le premier étant notablement décalé (plus jeune) que le second.

Si, en effet, comme nous l'avons fait dans les pages précédentes, on rapporte à l'Hercynien les accumulations métalliques qui s'effectuent dans les sédimentations périphériques postérieures à la chaîne, il faut, dans la même logique, lui soustraire pour les rapporter à un cycle cadomien (largement occulté sous des couvertures diverses), les minéralisations strictement sédimentaires du Paléozoïque. Ainsi amputé quelque peu sur son amont, mais alourdi bien plus encore en son aval, le cycle hercynien (devenu, ce faisant, cycle métallogénique hercynien) apparaît clairement occuper une situation déterminante par rapport à la métallogénie régionale : il préside, en effet, à la formation de la très grande partie des occurrences minérales, à l'exclusion de celles à Pb-Zn-Ba du Cambrien, à Fe-Mn du Dévonien et des bauxites crétacées.

Mais ce rôle dominant, il ne le tient pas, nous l'avons indiqué également, de sa phase paroxysmale mais tout au contraire des phases pré- et tardi-post-orogéniques. Cette relative pauvreté en apports de métaux nouveaux dans le segment de chaîne hercynienne considéré devient donc un élément décisif qu'on aimerait élucider. Malheureusement, on affronte là un problème des plus épineux, mettant en jeu des phénomènes profonds mal connus. On se contentera donc de quelques notations sans prétendre atteindre le vrai pourquoi des choses.

La première concerne la faible intensité d'ensemble du magmatisme et plus encore du volcanisme, syn-orogénique et post-orogénique, hercynien dans le tronçon de chaîne considéré.

La seconde concerne le niveau structural de mise en place des granites. Si les granites anatectiques précoces sont évidemment peu propices aux précipitations métalliques de par les conditions mêmes de leur mise en place (fusion sialique, subautochtonie, enveloppe thermiquement peu différenciée) on s'étonnera davantage que les granites circonscrits « tardifs » soient eux aussi peu métallifères (ce dont on peut augurer à partir de la pauvreté des deux seules zones batholitiques apicales du secteur : l'Aigoual et le Folat or ces batholites sont en fait encore relativement précoces : ils se mettent en place avant la fin des déformations principales (conséquences possibles au niveau du blocage des distensions nécessaires à l'épanouissement des cortèges filoniens) et au sein d'une enveloppe encore peu refroidie (conditions peu propices aux précipitations métalliques).

Plus décisive, encore que mal élucidée, est sans doute l'approche qui s'intéresse aux conditions générales de formation du tronçon de chaîne hercynienne concerné, conditions qui, bien entendu, n'apparaissent saisissables qu'en élargissant l'enquête à un domaine plus vaste et plus représentatif.

L'état actuel des connaissances permet d'avancer qu'on n'y trouve pas de symptôme sérieux de distensions océaniques ou de sub(-ob)duction, que l'adjonction de matériel « juvénile » dans le magmatisme orogénique est restée relativement faible en volume, en bref que le segment hercynien considéré est essentiellement de type collision sialique.

Seules les manifestations volcaniques pré-orogéniques dues probablement à des amincissements crustaux avec distension profonde, semblent porteuses d'éléments nouveaux (Au, Bi, As, Cu, W, F) d'origine infra-crustale ou supra-mantellique. L'orogenèse recycle elle-même un matériel essentiellement sialique qui reste gravement dépourvu des éléments les plus révélateurs (Ni, Co, Cr, Pt d'un côté, Cu de l'autre) d'une intervention du manteau.

6 - Bibliographie

Avertissement.

La liste des travaux donnés en référence est volontairement limitée. La bibliographie postérieure à 1900 comportant plus de 1 000 titres, il était impossible de la livrer en entier. Le fichier complet est cependant tenu à jour au CERGH, université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.

Les critères de sélection — bien injustes parfois — sont les suivants :

. gîtologie-métallogénie, minéralogie, géochronologie : toutes publications;

. paléontologie, géophysique : travaux non retenus, du fait qu'ils sont la plupart du temps repris (et cités) dans les travaux de la rubrique suivante;

. géologie générale, stratigraphie, sédimentologie, pétrographie, tectonique : publications postérieures à la synthèse régionale de Gèze B. [1949] et ayant un caractère synthétique; pour un même auteur, préférence accordée aux publications les plus récentes où le lecteur peut retrouver citation des travaux antérieurs.

Géologie générale, stratigraphie, sédimentologie

Allègre C.J. (1961). — Contribution à l'étude géologique du Lodévois. DES Paris.

Aubague M. (1967). — Le Trias du Lodévois et de la haute vallée de l'Orb (34). Essai de synthèse stratigraphique. *Bull. B.R.G.M., Fr.*, n° 6, pp. 43-60.

Aubague M., Lefavrais-Raymond A., L'Homer A., Michard A. (1977). — Analyse de la sédimentation liasique carbonatée du bassin caussenard. *Ass. Sediment., Fr.* (sous presse).

Aubague M., Lefavrais-Raymond A. (1974). — Lias et Dogger de la bordure cévenole (Gard). Implications paléogéographiques. *Bull. B.R.G.M., Fr.*, sect. I, n° 2, pp. 49-64.

Avias J. (1963). — Trias du couloir rhodanien. Mém. B.R.G.M., Fr., n° 15, pp. 157-161.

Avias J., Joseph C. (1966). — Le Dévonien de la Montagne noire. *Int. Symp. on the Dev. syst.*, pp. 21-26 (Canada).

Becq-Giraudon C. (1972). — Contribution à l'étude géologique du bassin houiller de Graissessac (34). Thèse 3e cycle Paris.

Bernard A., Samama J.C. (1968). — Première contribution à l'étude sédimentologique et géochimique du Trias ardéchois. Mém. Sci. de la Terre, Nancy, n° 12, 106 p.

Bernard F. (1950). — Etude géologique de la région de Gange, Bussac, Saint-Bauzille de Putois. DES Montpellier.

Bernier P. (1967). — Etude géologique du Jurassique moyen et du Jurassique supérieur au sud des Cévennes. Thèse 3e cycle Paris.

Bigot M. (1965). — Contribution à l'étude du Tertiaire du bassin de Carcassonne (Alaric et Minervois). Thèse 3e cycle Bordeaux.

Bodeur Y. (1976). — Le complexe récifal jurassique supérieur au sud des Cévennes : architecture sédimentologique. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **282**, pp. 835-837.

Boulange M.F., Boyer F. (1964). — Sur l'âge de la transgression post-calédonienne dans le sud de la Montagne noire. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **259**, pp. 4309-4312.

Boyer F. (1963). — Sur des affleurements nouveaux de Cambrien dans le sud du Minervois (Montagne noire, Aude). *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 12, p. 61.

Boyer F. (1962). — Succession caractéristique et niveaux repérés dans le Paléozoïque de la région de Carcassonne à Saint-Pons (Montagne noire). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, IV, pp. 572-575.

Boyer F., Krylatov H., Stoppel D. (1974). — Sur le problème de l'existence d'une lacune sans les lydiennes à nodules phosphatés du Dinantien des Pyrénées et de la Montagne noire. *Géol. Jb.*, B 9, 605.

Boyer F., Krylatov S., Le Fevre S., Stoppel D. (1968). — Le Dévonien supérieur et la limite Dévono-Carbonifère en Montagne noire. *Bull. Centre rech. Pau SNPA*, 2, n° 1, pp. 5-34.

Boyer F, Guiraud R. (1964). — Observations nouvelles sur le passage du Cambrien à l'Ordovicien dans la Montagne noire. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, VI, pp. 515-522.

Boyer F., Collomb P., Ovtracht A. (1964). — Essai de corrélation stratigraphique dans l'Antécambrien et le Paléozoïque inférieur dans le SW de la France. XXIIe Cgrès géol. intern. (S 10) New-Delhi.

Calvet J. (1964). — Contribution à l'étude géologique des monts de Saint-Gervais. DES Montpellier.

Carric J., Hery B. (1964). — Le bassin de Lodève. C. R. 5e Cgrès int. strat. géol. carbonifère Paris, 1, p. 80.

Courtesolle R. (1967). — Contribution à la connaissance de la paléogéographie et de la stratigraphie du Cambrien moyen de la Montagne noire (Versant méridional). *Bull. soc. his. nat. Toulouse*, **103**, pp. 491-529.

Courtessole R., Termier (G. et H.) (1971). — Le Cambrien inférieur terminal de Ferrals les Montagnes (34). *Bull. soc. hist. nat. Toulouse*, **107**, f 1-2, pp. 239-356.

Dagallier G. (1967). — Analyse sédimentologique et géochimique du Trias inférieur de la bordure sous-cévenole entre Joyeuse et les Vans. Thèse 3e cycle Nancy.

DECAMP P. (1963). — Etude géologique de la région de Causses et Veyran (34). DES Montpellier.

DELFAUT J. (1973). — Un élément majeur de la paléogéographie du Sud de la France au Jurassique moyen et supérieur : le Haut-Fond occitan. *C. R. somm. soc. géol., Fr.*, pp. 59-61.

DEMANGEON P. (1958). — Contribution à l'étude de la sédimentation détritique dans le Bas-Languedoc pendant l'ère tertiaire. Thèse état Montpellier.

DEMANGEON P. (1956). — La bordure méridionale de l'Espinouse. *Nat. Monspel. ser. géol. mem.*, n° 4.

DEMANGEON P., GLACON J., MATTAUER M. (1962). — Nouvelles données sur la paléogéographie de l'Oligocène dans le Bas-Languedoc. *C. R. somm. soc. géol., Fr.*, 7, p. 209.

DEMAY A. (1952). — Sur les relations stratigraphiques entre les calcaires géorgiens ou acadiens et les grès acadiens près de Saint-Laurent le Minier, dans les Cévennes méridionales. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (6), 2, pp. 9-12.

DENIZOT G. (1956). — Notes sur la Montagne noire. *Nat. Monspel. ser. géol.*, mém. n° 4.

DENIZOT G., HOULEZ F., MAUREL M. (1962). — Notes sur la Montagne noire. *Naturalia Monspeliensia*, n° 4, f 2, pp. 60-92.

DENIZOT G., DEMANGEON P., HOULEZ F., VIDAL J., MAUREL M. (1956). — Note sur la Montagne noire. *Naturalia Monspeliensia*, n° 4, f 1, pp. 1-55.

DESTOMBES J.P. (1963). — Trias cévenol aux environs d'Alès. Mém. B.R.G.M., Fr., n° 15, pp. 187-193.

DONZÉ P., GOTTIS M. (1954). — Observations stratigraphiques et paléogéographiques dans le Jurassique supérieur des grands Causses et de la Serrane. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 238, pp. 369-371.

DUFAURE P. (1958). — Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique et du Néocomien de l'Aquitaine à la Provence. *Rev. micropaléontol., Fr.*, I, n° 2, pp. 87-115.

ELLENBERGER F., LATOUCHE L. (1967). — Sur l'enveloppe sédimentaire de la zone axiale de la Montagne noire. *C. R. Soc. Géol., Fr.*, pp. 225-227.

FABRE J. (1958). — Rapport du Carbonifère et du cristallin aux environs d'Alès, la Grande Combe, Bessèges. *Bull. Serv. carte Géol. Fr.*, 55, n° 252, pp. 95-99.

FEIST R. (1975). — Corrélations stratigraphiques majeures dans le Dévonien de la Montagne noire orientale d'après les faunes de Trilobites. RAST Montpellier, p. 148.

FEIST R., SCHÖNLAUB H.P. (1974). — Zur Silur-Devon Grenze in der östlischen Montagne noire Sud Frankreichs. *Neus Jb. Géol. Paläontol, Abh., Dstch.*, Vh jg, H 4, pp. 200-214.

FERRAND J.M. (1963). — Contribution à l'étude des formations détritiques de base de la série secondaire du Sud de l'Aveyron. Mém. B.R.G.M., Fr., n° 15, pp. 339-343.

FLEURY J.J. (1966). — Etude stratigraphique et micropaléontologique du Trias et du Jurassique de la région de Meyrueis (48). Thèse 3° cycle Paris.

FREYTET P. (1971). — Les dépôts continentaux et marins du Crétacé supérieur et des couches de passage à l'Eocène en Languedoc. *Bull. B.R.G.M., Fr.*, sect. I, n° 4, 51 p.

FREYTET P. (1970). — Les dépôts continentaux et marins du Crétacé supérieur et des couches de passage à l'Eocène en Languedoc. Thèse état Paris.

FREYTET P., PLAZIAT J.C. (1970). — Nouveaux éléments de corrélation lithologique et paléontologique entre les formations marines et continentales de l'Eocène inférieur languedocien : le problème de l'Ilerdien continental. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 270, pp. 1076-1079.

GÈZE B. (1958). — Séquences stratigraphiques et sédimentologiques rythmiques dans les terrains primaires de la Montagne noire. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 246, p. 3483.

GÈZE B. (1956). — Les terrains cambriens et antécambriens dans le sud du Massif central français (Montagne noire et Cévennes méridionales). XX° Cgrès Int. Géol. Mexico.

GÈZE B. (1949). — Etude géologique de la Montagne noire et des Cévennes méridionales. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, Paris, n° LXII.

GONORD H. (1963). — Contribution à l'étude géologique des Monts au sud d'Olargues. DES Montpellier.

GONORD H., RAGOT J.P., SAUGY L. (1964). — Observations lithostratigraphiques nouvelles sur la série de base (Ordovicien inf.) des nappes de Cabrières, région de Gabian-Glauzy (Montagne noire 34). *Bull. Soc. Géol. Fr.* (7), 6, pp. 419-427.

GOTTIS M. (1961). — Le Lias des bordures méridionales du Massif central du domaine pyrénéen et du Bassin aquitain. Coll. lias Fr., C. R. Cgrès Soc. Sov. Chambéry 1960. Mém. B.R.G.M., Fr., n° 4, pp. 59-76.

GOTTIS M. (1957). — Contribution à la connaissance géologique du Bas-Languedoc. Thèse état Montpellier.

GRAINDER M.J. (1962). — Présence du Précambrien dans le Massif central français. *C. R. somm. Soc. Géol., Fr.*, pp. 174-175.

GRAS H. (1970). — Etude géologique détaillée du bassin houiller des Cévennes. Thèse oct. Univ. Clermont.

GUIRAUD R. (1965). — Etude géologique et hydrogéologique de la partie occidentale des monts de Pardailhan. Thèse 3e cycle Montpellier.

HOFFMANN T., PUSHMANN H. (1967). — Contribution à l'étude du Dévonien inférieur des monts de Cabrières, Montagne noire (34). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 264, pp. 2873-2875.

JAVOY M., FAYARD M. (1965). — Etude des fronts de la dolomitisation dans le Lias des Causses et le Dévonien de la Montagne noire. *Géol. Rdsch., Dtsch.*, 55, pp. 78-85.

KRUSEMAN G.P. (1962). — Etude paléomagnétique et sédimentologique du Bassin permien de Lodève (34). Thèse Université Utrecht.

KRYLATOV S. (1964). — Sur les relations des lydiennes dinantiennes à « nodules » phosphatés de Saint-Nazaire de Ladarez (34) avec leur substratum calcaire. *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, fasc. 7, pp. 258-260.

LATOUCHE L. (1968). — Contribution à l'étude géologique des Monts de Saint-Gervais (34). Thèse 3e cycle Orsay.

LOUIS J. (1951). — Etude d'un bassin permo-carbonifère : le bassin de Graissessac. *Rev. Ind. Min.*, n° 574, 32.

de la Cézarenque, au nord du département du Gard. *C. R. somm. soc. géol. fr.*, pp. 209-211.

LATOUCHE L. (1969). — Existence d'un métamorphisme post-stéphanien dans le bassin de Graissessac et dans la partie NE de la zone axiale de la Montagne noire (34). *C. R. soc. géol. Fr.*, f 3, pp. 93-94.

MAZERAN R. (1972). — Sur la thermoluminescence des quarzites des Cévennes au voisinage du granite de Saint-Guiral. Application à l'étude de la distribution des températures dans l'auréole métamorphique de contact. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **275**, pp. 2451-2454.

MAZERAN R. (1972). — Un exemple de variations de la thermoluminescence naturelle des quartz granitiques dans un massif circonscrit : le Sidobre; ses conséquences. Mém. B.R.G.M., Fr., n° 77, pp. 913-915.

MOORT J.C. VAN (1966). — Les roches cristallophylliennes des Cévennes et les roches plutoniques du mont Lozère. *Ann. Fac. sci. Univ. Clermont, géol. min.*, f 14, n° 31, p. 272.

PRAGER M. (1965). — Observations sur la mise en place du granite de Saint-Guiral Liron (Cévennes méridionales). *Bull. Soc. Géol., Fr.* (7), **VII**, pp. 479-486.

SABOURDY G. (1975). — Apport de la géochimie à la connaissance de la pétrogenèse des granitoïdes des Cévennes méridionales. Massif central français. *Ann. Fac. Sci. Univ. Clermont*, 1 v, 278 p.

SCHULLIN R.D. (1963). — Quelques données nouvelles sur la pétrographie du dôme gneissique de l'Agout (34-81). *C. R. Soc. géol., Fr.*, pp. 219-221.

SIJP J.W. VAN DER (1950). — Petrology of the Saint-Jean-du-Gard area in the SE Cevennes, France. *Extra proc. k. Nederl. ak. van Wetensch*, **LIII**, n° 3, pp. 3-12, 1 pl., 3 fig.

THIEBAULT J., ESCANDE M. (1953). — Observations sur le massif granitique du Sidobre. *Bull. soc. hist. nat. Toulouse*, 88, p. 8.

VIALETTE Y. (1965). — Granitisation hercynienne dans le Massif central français. *Sci. ter., Fr.*, **X** (3, 4), pp. 369-382.

WEISBROD A. (1970). — Pétrologie du socle métamorphisme des Cévennes médianes (Massif central français). Reconstitution sédimentologique et approché thermodynamique du métamorphisme. Thèse état Nancy.

WEISBROD A. (1968). — Les conditions du métamorphisme dans les Cévennes médianes. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 266, pp. 755-757.

WEISBROD A., MARIGNAC C. (1968). — Sur l'origine des schistes amygdalaires des Cévennes (M.C.). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **266**, pp. 865-867.

Tectonique

ARTHAUD F. (1970). — Etude tectonique et microtectonique comparée de deux domaines hercyniens. Les nappes de la Montagne noire (France) et l'anticlinorium de l'Iglesiente (Sardaigne). USTELA Montpellier, série géol. struct., n° 1.

ARTHAUD F. (1969). — La virgation des plis couchés hercyniens du versant sud de la Montagne noire. *Rev. Géogr. phys. Géol. dynam., Fr.*, VII, f 5, pp. 523-532.

ARTHAUD F. (1964). — Etude structurale de la terminaison occidentale des monts de Faugères (Montagne noire, 34). *Bull. carte géol. Fr.*, 227, 50, pp. 133-144.

ARTHAUD F., MATTE P. (1976). — Late paleozoïc strike-slip faulting in southern Europe and Northern Africa : result of a right-lateral shear zone between the Appalachians and the Urals. *Bull. Geol. Soc. Amer.* (sous presse).

ARTHAUD F., MATTE P. (1975). — Les décrochements tardi-hercyniens du SW de l'Europe. Géométrie et essai de reconstitution des conditions de la déformation. *Tectonophys.*, **25**, pp. 139-171.

ARTHAUD F., MATTE P. (1974). — Synthèse provisoire sur l'évolution tectonique et les raccords entre les segments hercyniens situés autour du bassin Nord-Baléares. Coll. CNRS Rennes, Chaînes hercyniennes (sous presse).

ARTHAUD F., MATTAUER M. (1972). — Présentation d'une hypothèse sur la genèse de la virgation pyrénéenne du Languedoc et sur la structure profonde du golfe du Lion. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 274, pp. 524-527.

ARTHAUD F., MATTAUER M., MATTE P. (1969). — La direction des plis couchés penniques de la phase moyenne hercynienne est subméridienne dans les Cévennes méridionales. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **269**, pp. 556-559.

ARTHAUD F., MATTAUER M. (1969). — Sur les décrochements NE-SW senestres contemporains des plis pyrénéens du Languedoc. *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, f 8, pp. 290-291.

ARTHAUD F., MATTAUER M., PROUST F. (1967). — La structure et la microtectonique des nappes hercyniennes de la Montagne noire. Coll. et Tect., pp. 231-243, Neuchâtel.

BAL E. (1973). — Etude tectonique et microtectonique d'une région peu plissée en bordure de la faille des Cévennes : Causse de Saint-Guilhen le désert. Thèse 3e cycle Montpellier.

BEZIAT P. (1973). — Style des déformations et figures d'interférences sur la bordure SE du Sidobre (versant nord de la Montagne noire). *Bull. B.R.G.M., Fr.*, (2), IV, n° 3, pp. 161-183.

BIROT P., GOTTIS M., MOULINE M., PAQUEREAU M. (1968). — Néotectonique sur le versant NW de la Montagne noire. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **267**, pp. 1815-1816.

BODEUR Y. (1976). — Evaluation de l'amplitude du décrochement cévenol par le décalage des faciès récifaux portlandiens des environs de Ganges (34). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **282**, pp. 961-963.

BONNET A. (1952). — Tectonique post-villafranchienne du Languedoc méditerranéen. I.N.Q.U.A., 4e Cgrès Int. Rome-Pise.

BOYER F. (1964). — Observations stratigraphiques et structurales sur le Dévonien de la région de Caunes Minervois. *Bull. serv. carte géol. Fr.*, 9, n° 227, pp. 105-121.

BOYER F. (1963). — Style en plis couchés et laminages dans le Paléozoïque du Minervois (Montagne noire, 11). *Bull. soc. géol. Fr.*, V, pp. 278-286.

BROUDER P. (1971). — Les étapes de formation d'un édifice hercynien polyphasé; les Cévennes (Massif central). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **267**, p. 575.

BROUDER P. (1968). — De la présence de nappe-plis de style pennique dans une série métamorphique hercynienne : les Cévennes, Massif central français. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **267**, p. 575.

BRUNEL M. (1974). — La phase hercynienne majeure dans le versant nord de la Montagne noire (E de Lacaune, Massif central). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **278**, pp. 991-994.

BRUNEL M. (1972). — Etude de la tectonique hercynienne polyphasée dans le massif granitique pré-hercynien du Mendic et son enveloppe sédimentaire : versant nord de la Montagne noire. Thèse 3e cycle Montpellier.

COGNÉ J., GÈZE B., GOCNAL I. (1966). — Les rifts et les failles de décrochements en France. *Rec. Geogr. Phys. Geol. Dynam.*, **8** (2), pp. 123-131.

COLLOMB P. (1969). — Orogenèses superposées et datations stratigraphiques dans les régions hercyniennes métamorphiques du Sud de la France. *Géol. ass. Canada, spe. paper*, 5, pp. 89-104.

COLLOMB P., ELLENBERGER F. (1965). — Age relatif et signification de la linéation régionale dans la Montagne noire (massif du Caroux et ses enveloppes 34). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **261**, pp. 195-198.

DEBAT P. (1974). — Essai sur la déformation des gneiss de la Montagne noire occidentale. Thèse état Toulouse.

DEBAT P. (1968). — Plis couchés et structurés chevauchant dans la Cabardès (Montagne noire). *C. R. somm. soc. géol. Fr.*, f 9, p. 148.

DELPONT G. (1973). — Les séries métamorphiques de l'Albigeois à l'Est de Réalmont (81). Etude microtectonique. Thèse 3e cycle Toulouse.

DEMANGE M. (1975). — Style pennique de la zone axiale de la Montagne noire entre Saint-Pons et Murat sur Vèbre (Massif central). *Bull. B.R.G.M., Fr.*, sect. 1, n° 2, pp. 91-139.

DENIZOT G. (1954). — La tectonique de la Montagne noire et l'ennoyage de l'Orb autour de Roquebrun. *C. R. Acad. Géol. Sci., Fr.*, p. 2007.

DENIZOT G. (1953). — L'enracinement de la Montagne noire entre Olargues et Saint-Chinian. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 2, pp. 923-925.

DREYFUSS M., GOTTIS M. (1949). — Style des déformations successives en Bas-Languedoc. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **228**, pp. 106-108.

DUÉE G., PAQUET J. (1960). — Observations sur le complexe faillé des Cévennes. *Ann. Soc. géol. Nord*, **80**, p. 169.

ELLENBERGER F. (1967). — Les interférences de l'érosion et de la tectonique tangentielle tertiaire dans le Bas-Languedoc : notes sur les charriages cisaillants. *Rev. Géogr. phys. Géol. dynam., Fr.*, (2), **9**, pp. 87-142.

ELLENBERGER F. (1967). — Replis de micaschistes et tectonique d'infrastructure au sein du massif gneissique du Caroux (zone axiale de la Montagne noire). *C. R. Soc. Géol. Fr.*, pp. 227-228.

ELLENBERGER F. (1965). — L'arc de Saint-Chinian (34) et la tectonique languedocienne. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **260**, pp. 693-694.

ELLENBERGER F., SANTARELLI N. (1974). — Les « Schistes X » de la Montagne noire orientale : distinction d'unités lithostratigraphiques et conséquences tectoniques. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **278**, pp. 2409-1412.

ELLENBERGER F., GOTTIS M. (1967). — Sur les jeux des failles pliocènes et quaternaires dans l'arrière-pays narbonnais. *Rev. Géogr. phys. Géol. dynam., Fr.*, **9**, f 2, pp. 153-159.

ESCAICH M. (1960). — Etudes des failles et des cassures du versant nord de la Montagne noire entre Murat sur Vébre et le Bousquet d'Orb. DES Paris.

FORNARI M. (1974). — Les déformations hercyniennes souples et cassantes dans le Minervois. Relations avec le champ filonien du district aurifère de Salsigne. Thèse 3e cycle Montpellier.

GÈZE B. (1960). — L'orogenèse calédonienne dans la Montagne noire (sud du Massif central français). 22 Inter. géol. cgrès. Nard. XIX, pp. 120-125.

GÈZE B. (1954). — A propos des nappes du versant méridional de la Montagne noire (34). *C. R. Soc. géol. Fr.*, pp. 242-245.

GÈZE B. (1951). — Sur la probabilité d'un gauchissement quaternaire important à la bordure méridionale de la Montagne noire (vallée de la Cesse). LXX Cgrès AFAS Tunis.

GÈZE B., SITTER L.U., TRUMPY R. (1952). — Sur le sens de déversement des nappes de la Montagne noire. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, Paris (6), 2, pp. 491-535.

GHABREMANLOU B. (1973). — Le granite du Sidobre et son encaissant entre Burlats et Vabre (81). Microtectonique et pétrologie. Thèse 3e cycle Toulouse.

GOTTIS M. (1962). — Architecture tertiaire en Bas-Languedoc. In livre à la mémoire Prof. P. FALLAT, **1**, pp. 383-395, mém. H. Sér. Soc. Géol. Fr.

GOTTIS M. (1952). — Paléogéographie et tectonique du Mésozoïque anté-Aptien en Bas-Languedoc, Causses, Provence occidentale. *Rev. inst. Fr. pétrole*, Paris, VII, n° 11.

GRAS H. (1969). — Nouvelles preuves de l'existence d'une tectonique tangentielle alpine indépendante des charriages hercyniens dans le bassin houiller des Cévennes. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **268**, n° 19, pp. 2319-2322.

GUIRAUD R. (1968). — Les nappes hercyniennes du versant sud de la Montagne noire dans la partie occidentale des monts de Pardailhan. *Rev. Géogr. phys. Géol. dynam., Fr.*, X 1, pp. 35-42.

LAPADU-HARGUES P. (1955). — A propos des nappes cévenoles (Massif central français). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 241, pp. 605-606.

LAPADU-HARGUES P. (1951). — La structure du socle hercynien au sud du Massif central. *Bull. Serv. centre géol. Fr.*, **19**, pp. 167-174.

LOUIS J. (1949). — Tectonique des terrains de la couverture du bassin houiller du Gard dans la vallée de l'Auzonnet. *Bull. Soc. géol. Fr.*, **19**, pp. 167-174.

BEZIAT P., FORTUNÉ J.P., TOLLON F. (1976). — Zonalité minéralogique régionale dans le Paléozoïque du Tarn. *Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr.*, **99**, 5, pp. 294-300.

BEZIAT P., TOLLON F., PULOU R. (1966). — Présence d'un horizon plombo-zincifère dans les calcaires de Labécède-Lauraguais (11). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 102, pp. 436-438.

BIBENT B., JOSEPH C., RODIER C., SOULIÉ M. (1976). — Concentration actuelle de barytine par percolation à l'interface Trias socle dans le bassin de Bédarieux (F.) : géochimie, métallogénie. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **282**, pp. 1925-1928.

BOHM R. (1938). — Remarques sur les gites aurifères du Languedoc. C. R. Cgrès Soc. Sav. Nice.

BOUDRIE M. — Métallogénie de la région de Montredon Labessonnié. Thèse en cours, Toulouse.

BOULADON J. (1960). — Sur les minéralisations en Pb-Zn et en Sb de la périphérie du mont Lozère. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (7), 2, pp. 906-919.

BOUSTERJAK L. (1966). — Etude géologique et métallogénique des avants-Causses liasiques dans la région de Millau (12). Thèse 3e cycle Clermont.

BOYER F., ROUTHIER P. (1974). — Extension régionale de couches à scheelite dans la couverture métamorphique de la zone axiale en Montagne noire (34). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **279**, pp. 1829-1832.

BOYER F., ROUTHIER P. (1958). — Observations sur deux niveaux minéralisés dans le Paléozoïque inférieur des monts du Minervois (Montagne noire, 11). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 8, pp. 257-266.

BRUN P. DE (1900-1901). — Essai de minéralogie du département du Gard. *Bull. Soc. Et. Sci. Nat. Nimes*, pp. 88-137, 1901, pp. 41-98.

CACHAU-HERREILLAT F. (1965). — Contribution à l'étude des minéralisations cuprifères du bassin permien de la basse vallée du Dourdou (12). Thèse Docteur Ing. Nancy.

CACHAU-HERREILLAT F. (1965). — Etude des minéralisations cuprifères de la basse vallée du Dourdou. *Bull. B.R.G.M., Fr.*, n° 6.

CAILLÈRES (1965). — Considérations générales sur la composition et la genèse des bauxites du Midi de la France. Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., (C), **12**, n° 4, 228 p.

CALAPKULU F. (1973). — Contribution à l'étude géologique et géochimique des minéralisations en Pb-Zn-Ba dans la région des Bondons (48). Thèse 3e cycle Orléans.

CALEMBERT L. (1957). — Structure et minéralisation de la montagne de Pallières (30). *Ann. soc. géol. Belgique*, Liège, **LXXXI**, pp. 39-68.

CALEMBERT L., GÈZE B. (1942). — Sur des fractures subméridiennes minéralisées ou non, intéressant le massif métamorphique de l'Espinouse et les terrains sédimentaires situés au sud (34). *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, p. 103.

CARRIC J. (1965). — Les minerais uranifères français, l'uranium dans le Carbonifère et le Permien de l'Hérault. Presses universitaires de France, Paris.

CHARRIN V. (1961). — Ressources minérales dans les arrondissements de Béziers et de Saint-Pons (34). *Rev. Chim. minér., Fr.*, 85, n° 1, pp. 31-36.

CHARRIN V. (1952). — Les richesses minières du Gard. Le Génie Civil, pp. 50-53.

COLLIN DUFRESNE Y., FONTEILLES M., PÉLISSONNIER H. (1959). — Indice de scheelite sur la bordure occidentale du massif granitique du mont Lozère. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 248, pp. 830-832.

COMBES P.J. (1973). — Etude géologique sur les conditions de mise en place d'une bauxite allochtone à substratum carbonaté. Le gisement de Bédarieux (34). ICSOBA, Nice, pp. 89-108.

COMBES P.J. (1972). — Les différents types de bauxites sur substratum carbonaté dans le Languedoc et l'Ariège. Remarques sur la notion d'allochtonié et d'autochtonie. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 274, pp. 1613-1616.

COMBES P.J. (1971). — Sur les conditions de mise en place des bauxites dans la partie méridionale du bassin de Bédarieux (34). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **273**, pp. 2207-2210.

COMBES P.J. (1969). — Recherches sur la genèse des bauxites dans le NE de l'Espagne, le Languedoc et l'Ariège (France). Thèse état Montpellier.

COMBES P.J., GLAÇON G., GREKOFFI N., MEDUS J., SIGAL J. (1973). — Etude micropaléontologique d'une argilite associée à la bauxite de Bédarieux (34). Nouvelles données sur l'âge de la mise en place du minerai. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **276**, pp. 1669-1672.

COMBES P.J., GSELL A., JACQUIN P., LEMPERIÈRE P. (1972). — Bauxites de faible teneur et argilites dans le Midi de la France, différents types de gisements et conditions d'exploitation. Coll. Inter. ICSOBA, Bauska Bystrica.

CONNAN J., ORGEVAL J.J. (1976). — Un exemple de relations hydrocarbures, minéralisations : cas du filon de barytine de Saint-Privat (Bassin de Lodève). *Bull. Centre Rech. Pau SNPA*, 10, 1, pp. 359-374.

CONNAN J., ORGEVAL J.J. (1973). — Les bitumes des minéralisations barytiques et sulfurées de Saint-Privat (bassin de Lodève, France). *Bull. Centre Rech. Pau SNPA*, 7, n° 3, pp. 567-578.

CONTRI J.P. (1959). — Etude géologique et métallogénique des environs de Peyrebrune et de Montroc près Réalmont (81). Thèse 3e cycle Paris.

COSTE (1929). — Les exploitations minérales de l'arrondissement minéralogique d'Alès en 1927. *Ann. Min. Fr.*, XV, livre 3, pp. 192-202.

COSTE B. (1971). — Indices cuprifères de la basse vallée de Viaur (12). 96e Cgrès Soc. Sav. Toulouse, avril 1971.

COSTE B. (1970). — Etude des minéralisations réparties le long de l'axe Najac - Saint-Affrique (12). D.E.S. Toulouse.

COUMOUL A. (1975). — Etude des minéralisations barytiques de la région de Cabrières. Thèse 3e cycle Toulouse.

COUMOUL A., FORTUNE J.P. (1975). — Contrôles paléogéographiques et tectoniques des minéralisations barytiques et cuprifères des monts de Cabrières (34). RAST Montpellier, p. 3.

CROUZET J., REISER J., SOUBIAS D., TOLLON F. (1977). — Nouvelles données sur les minéralisations stratiformes dans les schistes X de Salsigne (II). 5e *R.A.S.T., Rennes*, p. 178.

CROUZET J., FORNARI M., TOLLON F. (1974). — Étude de la tectonique cassante tardi-hercynienne et de ses relations avec les minéralisations aurifères du district de Salsigne (II, Montagne noire). RAST Nancy, p. 126.

DAVID A. (1967). — Etude géologique du bassin permien de Belmont sur Rance (12) et de ses minéralisations uranifères et cuprifères. Thèse 3e cycle Clermont.

DELFOUR J. (1957). — Etude géologique et métallogénique des monts de Saint-Gervais (34). DES Paris.

DELORT M. (1975). — Les silicifications et les minéralisations liées aux transgressions permiennes et triasiques dans le bassin de Lodève (34). Thèse 3e cycle Paris.

DEUTZMANN W. (1958). — Über die Verezungen im «Kristallinen Albigeois» des Südwestlichen Frankreichs. Thèse Bonn.

DEVIGNE J.P., NICOLINI P. (1963). — Les minéralisations plombifères stratiformes de la région de Florac-Meyrueis (48). *Chron. des Mines*, pp. 151-174.

DEVIGNE J.P., GAY J.P., NICOLINI P. (1960). — Applications des données scientifiques à la découverte de minéralisations cuprifères sur la bordure est du Causse. *C.R. somm. Soc. Géol. Fr.*, pp. 168-170.

DOMERGUE C., TOLLON F. (1973). — Minerais et scories de la fonderie gallo-romaine du domaine de Farges les Martyes (11). Soc. Savantes, avril 1973.

DRAPIER G. (1912). — Monographie de la mine des Malines. 67e Cgrès A.F.A.S. Nîmes 1912.

DUPAR C.L. (1923). — Les filons de mispickel aurifère de la Montagne noire. *C. R. Séances Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, 40, n° 1, pp. 21-23.

DURAND B. (1966). — Le gisement plombo-zincifère de Peyrebrune (81). Thèse Docteur Ing. Nancy.

ELLOY R. (1956). — Etude géologique et métallogénique de la partie septentrionale du massif granitique du Mendic. DES Paris.

EMBERGER A., MELOUX J., TIXERONT M. (1975). — La carte des gîtes minéraux de la France à l'échelle du 1/500 000e. Principes d'élaboration. Projet de légende. Rapport BRGM.

ESCANDE B. (1974). — Etude géologique et métallogénique de la région de Burlats, Roquecourbe, Vabre (81). Thèse 3 cycle Toulouse.

ESPOURTEILLE F. (1960). — Etude géologique et métallogénique de la région de Nant, Saint-Jean de Bruel (12) et de Trèves (30). Thèse 3e cycle Paris.

FOGLIERINI F. (1958). — Le gisement des Malines. *Chr. Mines*, Paris, n° 260, p. 59.

FOGLIERINI F. (1958). — Aperçu d'ensemble sur le gisement de Saint-Sébastien d'Aigrefeuille (30). *Rev. Ind. Min.*, 40, 4, pp. 274-288.

FOGLIERINI F. (1955) — Interprétation nouvelle des formations marno-dolomitiques minéralisées de la région de Malines (30). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 241, pp. 1214-1216.

FOGLIERINI F., BERNARD A. (1967). — L'histoire géologique d'un gisement stratiforme plombo-zincifère : les Malines. *Econ. Géol.*, n° 3, pp. 294-307.

FOGLIERINI F., BERNARD A. (1963). — Etude préliminaire du Trias minéralisé de Largentière (07). Mém. B.R.G.M., Fr., n° 15, pp. 710-712.

FORTUNE J.P., ALLENGRIN F., ORLIAC M. (1969). — Le gisement de barytine de Font d'Arques (34). 94e Cgrès Soc. Sav., Pau, avril 1969.

FUCHS Y., LAUNEY P. (1962). — Quelques données sur la minéralisation zincifère diffuse de la base du Toarcien des bordures W et E du Massif central français. *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, p. 193.

GANGLOFF A. (1970). — Notes sommaires sur la géologie des principaux districts uranifères étudiés par le C.E.A. Uranium expl. géol. inter-atomic Energy Agency Vienne, pp. 98-101.

GANGLOFF A. (1948). — Etude minéralogique et métallogénique de l'Algibeois cristallin (région d'Alban et de Labessonnié). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 83, 1-3, pp. 88-118.

GARRIC J. (1965). — Le bassin permien de Lodève. Les minerais uranifères français, 3, 2, PUF édit, pp. 163-192.

GEFFROY J. (1964). — Essai sur la répartition des gîtes métallifères dans le Massif central français et comparaison avec les autres domaines hercyniens français et européens. *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, p. 128.

GEFFROY J. (1955). — Métallogénie de l'antimoine dans les aires hercyniennes françaises. *Bull. Assoc. Anc. élèves lab. géol. app. Paris*, f 1, pp. 28-35.

GEFFROY J. (1955). — Gîtes de barytine remaniés dans la Lozère. Extension au type BGP. *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, f 12, p. 192.

GEFFROY J. (1951). — Métallogénie hydrothermale et remaniements ascendants dans la Lozère. Extension possible du processus. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (6), 1, pp. 389-412.

GLAÇON J. (1964). — Les mines du Languedoc. *Ann. Soc. Hors Hist. Nat. Hérault*, 104, n° 3, pp. 171-180.

GONORD H. (1966). — Contribution à l'étude des gisements minéraux de la région E de la Montagne noire. Thèse 3e cycle Montpellier.

GONORD H., ORGEVAL J.J., RABINOVITCH H., REQUIRAND C., SOULÉ M. (1972). — Contribution à l'étude des relations existant entre des minéralisations du socle et de la couverture dans une zone de paléoreliefs (région W du fossé secondaire de Bédarieux). 97e Cgrè Nat. Soc. Sav. Nantes, p. 51.

GRITTI C. (1970). — Les gisements de barytine de l'Aveyron et de sa bordure orientale. Thèse 3e cycle Toulouse.

GRITTI C. (1969). — Gisements filoniens et stratiformes de barytine dans l'Aveyron. 94e Cgrè Soc. Sav. Pau, avril 1969.

GUILLON J.H. (1963). — Etude géologique et métallogénique de l'Albigeois; région d'Alban-Trébas (81). Thèse 3e cycle Paris.

HALFON J., ROSIQUE A. (1973). — Comparaison des éléments «en traces» dans les blendes du filon et du stratiforme de Saint-Salvy (81). *Bull. B.R.G.M., Fr.*, sect. II, n° 5, pp. 403-432.

HÉRARD E. (1957). — Etude géologique et métallogénique du secteur de Cabrespine Caunes-Minervois. DES Paris.

HERBOSCH A. (1974). — Facteurs contrôlant la distribution des éléments dans les shales uranifères du Bassin permien de Lodève (Hérault, France). In : Formation of uranium ore deposits, Inter. Atomic Energy, Agency Vienna.

HOFFMANN T. (1969). — Contribution à l'étude géologique et métallogénique des monts de Cabrières. Thèse 3e cycle Montpellier.

HOFFMANN T. (1969). — Baryte deposits of the « Montagne noire », southern France. *Mineral Deposits*, 4, pp. 260-274.

JAEGER J.L., MENIER A., OVTRACHT A. (1958). — Géologie du secteur maganésifère du Minervois. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (6), 8, pp. 267-279.

JOSEPH C., RODIER C., SOULIÉ M., BIBENT B. (1976). — Concentration actuelle de barytine par percolation à l'interface Trias socle dans le bassin de Bédarieux (F) : aspects hydrogéologiques. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **283**, pp. 315-318.

JOSEPH C., SOULIÉ M., BIBENT B. (1976). — Sur la cristallisation actuelle de barytine au contact socle Trias dans le bassin de Bédarieux (34). RAST Paris, p. 236.

JOSEPH C., SOULIÉ M. (1975). — Etude des paragenèses par méthodes statistiques du district à fluorine du Tarn. RAST Montpellier, p. 207.

KRAUT F., PROUVOST J. (1955). — Sur les gisements plombo-zincifères de la région d'Alès (30). *Bull. Soc. Fr. Minéral. Cristallogr.*, E, p. 521.

LANDEL A., ORTELLI L., PERMINGEAT F., PICOT P. (1970). — Sur la minéralisation plombo-zincifère du champ filonien de Vialas (48). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **106**, F 3-4, pp. 282-288.

LAPPARENT A.F. DE, VINCEN P. (1953). — Preuves de l'âge éocène du toit des Bauxites de Bédarieux. *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, pp. 17-18.

LAVERSANNE J. (1976). — La sédimentation et les minéralisations uranifères du Permien de Lodèvois. Thèse 3e cycle Orsay.

LAVILLE-TIMSIT L. (1976). — Minéralogie et géochimie de l'enveloppe sédimentaire du gisement filonien de Salsigne. Mém. Hors S. Soc. Géol. Fr., n° 7, pp. 111-115.

LEENHARDT R. (1972). — Le gîte plombo-zincifère de la Croix de Pallières. *Bull. B.R.G.M., Fr.* (2), sect. II, n° 3, pp. 1-22.

LEGRAYE M. (1947). — Tectonique et minéralisation sur le versant sud de la Montagne noire. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, **70**, pp. 150-153.

LEGRAYE M. (1937). — A propos de deux gisements aurifères : Salsigne (F) et Parsagen (Brésil). *Ann. Soc. Géol. Belg.*, **61**, 8.

LEGRAYE M., GOFFINET A. (1955). — Etude géologique et métallogénique du gisement de Wolfram de Montredon Labessonnié. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, **78**, pp. 204-246.

LESPINEUX (1907-08). — Sur les gisements de Zinc de Trèves (30). *Ann. Soc. Géol. Belg.*, **35**, pp. 90-100.

LE STRAT P. (1976). — Le contexte géologique des minéralisations du Jurassique supérieur dans la basse vallée du Rieutord entre Sumène et Ganges. Thèse 3e cycle Nantes.

LEYMARIE P. (1968). — Une méthode permettant de mettre en évidence le caractère ordonné de la distribution de certains gîtes minéraux. Application aux granites du Massif central français. Min. Dep., **3**, pp. 334-343.

LOUGNON J., ZISERMAN A. (1959). — Présence de scheelite et de molybdénite dans la zone de contact du massif granitique du Saint-Guiral Liron (Cévennes méridionales). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **298**, pp. 832-835.

MACQUAR J.C. (1976). — La modalité per descensum. Son applicabilité à certains filons de socle ou de couverture. Mém. hors Sér. Soc. Géol. Fr., n° 7, pp. 95-103.

MACQUAR J.C. (1968). — Contribution à l'étude géologique et métallogénique de la bordure méridionale des Cévennes. Le Trias de la région de Malines (30). Relations entre les minéralisations Pb-Zn, la lithologie et la structure. Thèse 3e cycle, Paris.

MARTIN R. (1975). — Le Trias et ses minéralisations dans le bassin de Bédarieux (34). Thèse 3e cycle Montpellier.

MAZERAN R. (1975). — Sur la thermoluminescence des quartz filonniens antimonifères cévenols. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **281**, pp. 1661-1664.

MAZERAN R., FORNARI M., TOLLON F. (1975). — La thermoluminescence du quartz : un guide dans la recherche des concentrations minérales. Application au district aurifère de Salsigne. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **280**, pp. 2717-2720.

MAZERAN R. (1973). — Sur la thermoluminescence des quartz filoniens métallifères de la périphérie du granite de Saint-Guiral. Application à l'analyse des phases de minéralisation filonienne. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **277**, pp. 817-820.

MELAS P. (1975). — Evolution des éléments Pb-Zn le long de profils géochimiques dans le Toarcien des Causses. RAST Montpellier, p. 260.

MICHAUD J.G. (1976). — Démarches et étapes dans la reconnaissance du gisement de Trèves (30), France méridionale. Mém. Hors S. Soc. Géol. Fr., n° 7, pp. 339-346.

MICHAUD J.G. (1976). — Un exemple de filons de la périphérie des Causses : le filon Saint-Sauveur-Villemagne (30). Mém. Hors S. Soc. Géol. Fr., n° 7, pp. 105-110.

MONSEUR G. (1955). — Sur la signification de la wolframite dans la minéralisation de la mine de Salsigne. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, **79**, pp. 33-39.

NICOLET B. (1963). — Etude géologique et métallogénique de l'Albigeois. Région d'Alban-Saint-Jean de Jeannes (81). Thèse 3e cycle Paris.

OKSENGORN S. (1958). — Etude géologique et métallogénique de la région de la Loubatière et d'Arfons. Thèse 3e cycle Paris.

OKSENGORN S. (1958). — Métallogénie du gisement de la Loubatière (11). *Bull. Soc. géol., Fr.*, **8**, pp. 281-287.

OLIVA J. (1976). — Aspects géochimiques des séries dévoniennes du versant sud de la Montagne noire et des eaux les traversant. Thèse 3e cycle Montpellier.

ORGEVAL J.J. — Contribution à l'étude des minéralisations plombo-zincifères du socle carbonaté cambrien de la mine des Malines (Gard, France). Les relations de la minéralisation avec des structures paléokarstiques et

l'environnement marno-dolomitique bitumineux triasique. Thèse Montpellier.

ORGEVAL J.J. (1976). — Les remplissages karstiques minéralisés : exemples de la mine des Malines (30). Mém. Hors S. Soc. Géol. Fr., n° 7, pp. 77-85.

ORGEVAL J.J., CAPUS G. (1977). — Existence d'un horizon phosphaté uranifère et thorifère à la base des formations carbonatées cambriennes de la région du Vignan (Gard, France). *C. R. Acad. Sci., Fr.* (à paraître).

ORGEVAL J.J., LE STRAT P., BODEUR Y., CONNAN J. (1975). — Présence de fluorine liée aux strates calcaires du Jurassique supérieur de la bordure méridionale des Cévennes. RAST Montpellier, p. 279.

OVTRACHT A. (1963). — Province ferro-manganésifère viséenne de la mésogée du SW. Breviora géologica Asturica Inst. Géol. apl. Oviedo, pp. 32-47.

OVTRACHT M. (1959). — Le Dévonien dans le domaine Nord Pyrénéen et les gîtes de barytine de Cabrières. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, **171**, I, 33, pp. 497-499.

PAGES L. (1972). — Etude minéralogique et métallogénique du district à tungstène et étain de Roquecourbre-Montredon-Labessonnié (81). Thèse 3e cycle Toulouse.

PAGES L., GUILLIAMS J., TOLLON F. (1971). — Découverte de scheelite et cassitérite dans le Val d'Auriole près Roquecourbre (81). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 272, pp. 1195-1196.

PÉRONNE Y. (1955). — Etude géologique et métallogénique de la région de Brusque et Fayet (12). DES Paris.

PERSEIL E.A. (1968). — Contribution à la métallogénie du manganèse dans la France méridionale. Thèse état Toulouse.

POIDEVIN J.L. (1974). — Métallogénie d'un district cévenol : la partie orientale du massif du Saint-Guiral Liron (30). *Bull. B.R.G.M., Fr.*, sect. II, n° 3, pp. 293-306.

POIDEVIN J.L. (1973). — Etude métallogénique de la partie orientale du massif granodiorique du Saint-Guiral Liron et de son encaissant métamorphique (Cévennes méridionales). Thèse 3e cycle Montpellier.

POUGET J.J. — Thèse 3e cycle, Toulouse, en cours.

POUGET J.J. (1976). — Inventaire gîtologique et étude du contexte métallogénique des monts de Saint-Gervais (34). DES Montpellier.

PRIAN J.P. (thèse 3e cycle Paris, en cours).

RABINOVITCH M. (1964). — Etude géologique et métallogénique de la région nord de Florac (48). Thèse 3e cycle Paris.

RAGUIN E., VINCIENNE H. (1949). — Le gisement de plomb de la Loubatière (11). *Ann. mines, Fr.*, 138e an., n° 1, pp. 3-13.

RAGUIN E., VINCIENNE H. (1947). — Le gisement plombo-zincifère de Peyrebrune (81). *Bull. Soc. Fr. Minér.*, **39**, pp. 1301-1305.

RAGUIN E., VINCIENNE H. (1937). — Sur un type exceptionnel (hydrothermal) de gisement plombeux dans la Montagne noire. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 204, pp. 1953-1954.

RASAMIZAFINDROSOA G. (1977). — Etude géologique et gîtologique de la partie SW du Saint-Guiral et de son encaissant métamorphique (Cévennes méridionales 12-30). Thèse 3e cycle Marseille.

RAYNAL J.J. (1976). — Les minéralisations plombo-zincifères stratiformes de Trèves (30) : contribution à l'étude des concentrations métalliques et de leur enveloppe (Hettangien sup. à Carixien). Thèse 3e cycle Paris.

REYNOLDS D.G. (1965). — Geology and mineralisation of the Salsigne Gold Mine, France. *Econ. géol. U.S.A.*, n° 60, n° 4, pp. 772-791.

ROCH E. (1959). — La genèse des bauxites de Provence et du Bas Languedoc. *Ann. Hébert Harry, Trav. lab. géol. Fac. Sci. Paris*, **9**, pp. 11-28.

ROCH E. (1956). — L'origine alluviale de certaines bauxites du Bas Languedoc. *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, f 6, pp. 218-219.

RODRIGUEZ G. (1965). — Les minéralisations de la Cezarenque et du SE du mont Lozère. *Bull. B.R.G.M., Fr.*, n° 6, pp. 1-35.

ROGER G. (1972). — Un type de minéralisation épigénétique familière : les filons à antimoine du Massif central français, hypothèse de la sécrétion latérale. *Min. dépos.* (7), pp. 360-382.

ROGER G. (1971). — Relations entre quelques gisements filoniens et leurs terrains encaissants; contrôles et sources de la minéralisation. Applications à l'étude des filons antimonifères du district de Brioude-Massiac, du district cévenol et du gîte de Buzens. Thèse état Paris.

ROGER G. (1966). — Quelques observations sur les rapports des filons à antimoine des environs du Collet-de-Dèze (48) avec leur environnement géologique. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), 8, pp. 577-584.

ROGER G. (1965). — Les minéralisations de la Cézarenque et du SE du mont Lozère; minéralisations stratiformes. *Bull. B.R.G.M., Fr.*, n° 6, pp. 11-36.

ROGER G. (1962). — Etude géologique et métallogénique de la Cézarenque et du SE du mont Lozère. Thèse Univ. Paris.

ROUCHY J.M. (1973). — Etude géologique et métallogénique de la haute vallée de l'Orb (34). Relations socle-couverture. Problèmes des silicifications et des minéralisations barytiques. Thèse 3e cycle Paris.

ROUCHY J.M. (1973). — Structures, paragenèses minérales et âge de mises en place de deux types principaux de minéralisations de l'extrémité orientales des monts de l'Est de Lacaune. Région de Ceilles 34. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 277, pp. 1097-1100.

ROUCHY J.M. (1973). — Sur l'âge triasique des remplissages barytiques des paléokarsts dans les dolomies cambriennes de la haute de l'Orb (34). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 277, pp. 695-697.

SAMAMA J.C. (1968). — Contrôle et modèle génétique des minéralisations en galène de type « Red Beds ». Gisement de Largentière, Ardèche-France. *Min. Deposita*, 3, (3), pp. 261-271.

SOULIÉ M. (1972). — Minéralisation de la mine de Burg (81). *C. R. 97e Cgrès Soc. Sav. Nantes*, **II**, pp. 159-175.

SOULIÉ M. (1971). — Observations minéralogiques et métallogéniques sur le district à fluorine du Tarn. Etude de la mine du Burg. Thèse 3e cycle Toulouse.

Soulié M. (1971). — Nouvelles données sur le gisement de Cinabre de Réalmont (81). 96e Cgrès Soc. Sav. Toulouse, pp. 575-579.

Soulié M., Joseph C., Rodier C., Bibent B. (1976). — Concentration actuelle de barytine par percolation à l'interface Trias socle dans le bassin de Bédarieux (F) : géologie, minéralogie, hydrogéologie. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 282, pp. 1841-1844.

Soulié M., Capus G., Orgeval J.J. (1976). — Sédimentation intrakarstique et minéralisation barytée dans le Dévonien des écailles de Cabrières (34). RAST Paris, p. 367.

Soulié M., Gramont X. de, Tollon F. (1971). — Le bismuth dans les gisements fluorés du Tarn. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 273, pp. 1-2.

Thirion C. (1934). — Les Cévennes minières. Mines et minerais de Pb-Zn-Cu-Ag des environs de Villefort. *Rev. Industr.*

Thirion C. (1931). — Quelques notes de géologie et de métallogénie sur la région de Villefort (Lozère). *C. R. somm. Soc. Géol., Fr.*, pp. 129-131.

Tollon F. (1972). — Métallogénie zoning, Salsigne district, Montagne noire range, SW France. 24e Cgrès géol. int. Montréal 1972, **4**, pp. 180-187.

Tollon F. (1971). — Relationships of structure to ore deposition in the Salsigne gold mine, France. Soc. Mining. géol. Japan, sp. issue 3, pp. 150-155.

Tollon F. (1969). — Le district aurifère de Salsigne. Thèse état Toulouse.

Tollon F. (1970). — Relation entre la minéralisation et la structure dans la mine d'or de Salsigne (11). Cgrès Int. IMA et IAGOD Tokyo.

Tollon F. (1969). — Minéralisations développées au contact « Schistes X paléozoïque » dans la région de Salsigne (11). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 105, f 3-4.

Tollon F. (1968). — Minéralisation filonienne cuprifère dans les schistes X du Cabardès au nord de Salsigne (11). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 104, f 3-4, pp. 435-440.

Tollon F., Orliac M. (1966). — Minéralisation dans les épontes gréseuses des filons aurifères de Salsigne (11). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 262, pp. 1040-1042.

Vasseur G. (1960). — Une mine de cuivre exploitée à l'âge du bronze dans les garigues de l'Hérault (environs de Cabrières). *Anthropologie*, 22, pp. 413-420.

Verraes G. (1976). — Contribution à l'étude géologique des minéralisations Pb-Zn du quartier Pomègues. Mine des Malines (30). DES Montpellier.

Viallefond L. (1963). — Etude géologique et métallogénique de l'Albigeois, région de Montredon-Labessonnié (81). Thèse 3e cycle Paris.

Viala L.F. (1917). — Exploitation de nos mines par les Romains (exploitations de la Montagne noire, des Cévennes, du bord de la Mer). *Bull. Soc. Langued. géographie*, 40, pp. 324-360.

Vié G. (1962). — Gîtes barytiques de l'Hérault. Mines et métal Paris.

Vié G. (1959). — Minéralisation des Cévennes méridionales. Mines et métallurgie françaises, n° 3533, pp. 669-671.

Youssefi K. (1973). — Relations entre la minéralisation et l'évolution sédimentologique diagénétique et géochimique du Trias inférieur dans le gisement de Pb-Zn de Saint-Félix de Pallières (30). Thèse 3e cycle Paris.

Ziserman A. (1970). — Cadre lithostratigraphique paléogéographique, structural et métallogénique du secteur de l'action concertée Pb-Zn. *Bull. B.R.G.M., Fr.*, sect. II, n° 1, pp. 5-15.

Ziserman A. (1964). — Etude géologique et métallogénique de la région Alzon-le-Vigan (30). Thèse d'université Paris.

Minéralogie

Albouy L., Fontan F. (1974). — Minéralogie de la France : Beraunite de Castelnau de Brassac (81). *Bull. soc. Fr. Mineral. Cristallogr.*, 97, p. 521.

Béziat P., Gramont X. de, Tollon F. (1965). — Présence de Wolframite dans la fluorine du Berlan près de Roquecourbe (81). *Bull. Soc. hist. nat. Toulouse*, 100, 3-4, pp. 294-298.

Boyer F., Touray J.C., Vogler M. (1976). — Présence d'inclusions CO^2 liquide dans les quartz du district aurifère de Salsigne. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 265, pp. 11-13.

Candelvila R. (1948). — Pyrite du Moulinal (81). *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 3, 1-2, pp. 73-77.

Candelvila R. (1945). — Fluorine de Peyrebrune (81). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 80, f 3-4, pp. 227-228.

Fontan F., Méric B. (1972). — Présence de chrysobéril dans la Montagne noire (81) et dans le massif de l'Arize (09). *Bull. Soc. hist. nat. Toulouse*, 108, p. 758.

Geoffroy J. (1952). — Etude microscopique des minerais de Carnoulès en Saint-Sébastien d'Aigrefeuille (Gard). Echo des mines et de la métallurgie.

Girard A. et Morin H. (1876). — Etudes des pyrites du Rhône, du Gard, de l'Ardèche. *Ann. phys. chim., Paris*, VII.

Gramont X. de, Monchoux P., Tollon F. (1974). — Minéralogie de la France : dumortierite de la Ravière-Rouquié (81). *Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr.*, 97, pp. 522-523.

Gritti C., Soulié M. (1969). — La barytine du Burg et sa position par rapport à la fluorine. *Bull. Soc. hist. nat. Toulouse*, 105, 1-2, pp. 227-233.

Guillemin C., Pierrot R. (1977). — La caunellite et la spangolite de Trébas (81). *Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr.*, 80, pp. 235-236.

Laville-Timsit L. (1974). — Des minéraux lourds et phyllites de Salsigne. Thèse 3e cycle Paris.

Legraye M. (1938). — Etude de la minéralisation des filons aurifères de la mine de Salsigne. *Ann. soc. géol. belg.*, 70.

Legraye M. (1937). — Composés de Bi dans un mispickel aurifère. *Ann. soc. géol. belg.*, 60, B 4-6.

LEGRAYE M. (1935). — Etude de quelques types de minerais aurifères de Salsigne (11). Cgr. int. des mines, métallurgie et géol. app. Paris.

MARTY C. (1968). — Etude de la répartition minéralogique des éléments chimiques dispersés dans les minerais complexes de Salsigne. Thèse 3e cycle Toulouse.

MARTY C., TOLLON F. (1968). — Sur la présence d'antimoine dans les minerais filoniens de Salsigne (11). *C. R. Acad. sci., Fr.*, **267**, pp. 1681-1684.

MÉRIC B. (1963). — Séparation et détermination des minéraux lourds des pegmatites et aplites de la région de Brassac (81). DES Toulouse.

MONSEUR G. (1956). — Sur la présence de cassitérite et la paragenèse minérale du gisement de wolfram de Montredon. *Bull. Soc. géol. belg.*, **74**, pp. 103-109.

ORLIAC M., PULOU R., TOLLON F. (1970). — Présence de la ludlamite aux mines de Salsigne (11). 94e Cgrès soc. sov. Pau 1969, pp. 125-130.

ORTELLI L., PERMINGEAT F., LANDEL A., PICOT P. (1970). — Sur la présence de Tellure et de tungstène dans les minéralisations du Vialas (48). *Bull. Soc. hist. Nat. Toulouse*, **106**, pp. 298-302.

PERMINGEAT F., TOLLON F. (1971). — L'or et le bismuth dans le gisement de wolframite de Montredon-Labessonnié (81). *C. R. Acad. sci., Fr.*, **272**, pp. 681-683.

PIERROT A., PICOT P., FORTUNÉ J.P., TOLLON F. (1976). — Inventaire minéralogique de la France n° 6, Tarn. Ed. B.R.G.M., 150 p.

SOULIÉ M. (1971). — Ullmanite du Burc (81). *Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr.*, **94**, pp. 568-569.

SUBRA A., TOLLON F. (1971). — Sur quelques minéraux de la zone oxydée de Salsigne (11). 96e Cgrès soc. sav. Toulouse, avril 1971.

TOLLON F. (1976). — Présence de picropharmacolite dans les mines de Salsigne (11). *Bull. Soc. hist. nat. Toulouse*, **103**, pp. 537-540.

TOLLON F. (1967). — L'or natif dans les minerais de Salsigne (11). *Bull. Soc. hist. nat. Toulouse*, **103**, f 3-4, pp. 537-540.

TOLLON F., PICOT P. (1969). — Sur la paragenèse des minerais filoniens de Salsigne (11). Présence de matildite. *Bull. Acad. soc. Lorr. sci.*, **8**, n° 2, pp. 112-117.

VINCIENNE H. (1938). — Découverte de wolfram microscopique dans les assises minéralisées de la Loubatière. *C. R. Acad. sci., Fr.*, **228**, p. 2043.

VINCIENNE H., PÉLISSONNIER H. (1956). — Présence de l'étain sur la bordure W du mont Saint-Guiral. *C. R. Acad. sci., Fr.*, **243**, n° 13, p. 915.

VINCIENNE H., MOZAFFARI C. (1966). — Etude micrographique des minéralisations de Salsigne (11). *Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr.*, **89**, pp. 10-106.