نقش مطالعات سدیمانتولوژیکی، دیاژنتیکی و ژئوشیمیائی در حل مسائل مربوط به‌چگونگی و زمان تشکیل کانسارهائیکه در سریهای رسوبی کربناته قرار دارند

نوشتهٔ :

کریم یوسفی

دکتر درمتالوژنی - استادیاردانشکده فنی دانشگاه تهران

چکیده

کانسارپالیر(۱) ، واقع درجنوب شرقی ماسیف سانترال (۲) فرانسه ، ازچهار افق‌سرب و روی چینه‌وار(۳) تشکیل شده که در ۲۰۰ متر ضخامت مرکب از دولومی‌هتانژین (٤) (لیاس زیرین) پراکنده است. چگونگی وزمان تشکیل این کانسار ، مدتها است که مورد بحث میباشد. درسال ۱۹۵۷ کالامبر (٥) ، پس‌از مطالعات زمین‌شناسی‌وبخصوص معدنی‌آنرا جزء کانسارهای هیدروترمال(تله‌ترمال) و درسال۱۹۵۸ برنار(٦)، در رساله خودآنرا جزء کانسارهای رسوبی معرفی مینماید. چون تناقضاتی درهردو نظریه بچشم میخورد و ازطرفی اطلاعاتی‌که نظریه‌های مزبوربرآن متکی بود ، بخصوص آنچه مربوط بشناخت سری میزبان میشد ، خیلی ناقص بنظر میرسید ، ضرورت مطالعه مجدد آن با برداشت‌ها و روشهای علمی جدید ، بعنوان رسالهٔ دکترا ، به‌نویسنده واگذارگردید.

مطالعه تحولات سدیمانئولوژیکی و دیاژنتیکی و هم‌چنین ژئوشیمیائی سری میزبان و ارتباط بین فاکتورهای این تحولات و مینرالیزاسیون ، بعنوان هدف اصلی و اساسی این بررسی مورد توجه قرارگرفت.

مطالعات اولیه نشانداد که بررسی‌های زمین‌شناسی‌کلاسیک و روشهای‌کیفی ، نتایج ثمربخشی ، دراینمورد ، ببارنخواهند آورد. لهذا ، مطالعات در مسیر روشهای‌کمی و آماری جهت وسوق داده شد. و دراین‌راه از

---

(۱) Gisement plomb - zineifere de St - Felix - de - Pallières

(۲) Massif Central (۳) Stratiforme (٤) Hettangien

(٥) Calembert (1957) (٦) A. Bernard (1958)

اطلاعات و روشهای جدید سدیمانتولوژی، بخصوص مطالعه دیاژنتیکی سری ، حداکثراستفاده بعمل آمده‌است . اطلاعات مختلف ، حاصل ازاین بررسی ، که کلا" بشکل ترسیمی عرضه شده است ، توانست ، با کمک داده‌های حاصل از بررسی‌های کیفی ، ارتباط‌های موجود بین فاکتورهای مختلف را بطور بارزی نمایان سازد و در نتیجه معلوم گردید که سری دولومیتی هتانژین (سری میزبان) دراصل ، رسوباتی آهکی ، با گرایش کالکارنیتی[1] بوده در ابتدای دیاژنز زودرس ، قبل از مدفون شدن رسوب، دولومیتی میشود ـ بعد از دو لومیتی وسخت شدن ، در ابتدای دیاژنز دیررس، درچند فاز ، تبلور مجدد حاصل مینماید ـ دراثر تبلورمجدد ، سری از کاتیونها شسته شده و مواد مزبور درآبهای محبوس بین‌دانه‌ای سری ، که دراین زمان تخلخل‌ناچیز دارند ، تخلیه ونتیجتاً محلولی کانی‌ساز درخودسری تشکیل‌میگردد ـ حرکات‌تکتونیکی ، ازنوع خشکی‌زائی، که همزمان رسوب‌گذاری ژوراسیک فعالیت داشته و هم‌چنین پدیده استیلولیتی‌شدن[2] سری ، باعث ایجاد شکافهائی درسری شده و سبب مهاجرت محلول‌های کانی‌ساز از حوزه بسمت کف برجسته[3] و به‌تله افتادن آنها می گردد .

درنتیجه‌می‌توان گفت که کانسار پالیر ، تمرکز منحصراً رسوبی نداشته بلکه‌منشأ ویا سرچشمه عناصر سنگین رسوبی بوده ولی تمرکز آن ، بصورتی‌که امروز ملاحظه میشود ، دیاژنتیک میباشد .

کلیات :

موقعیت جغرافیائی و زمین‌شناسی کانسار

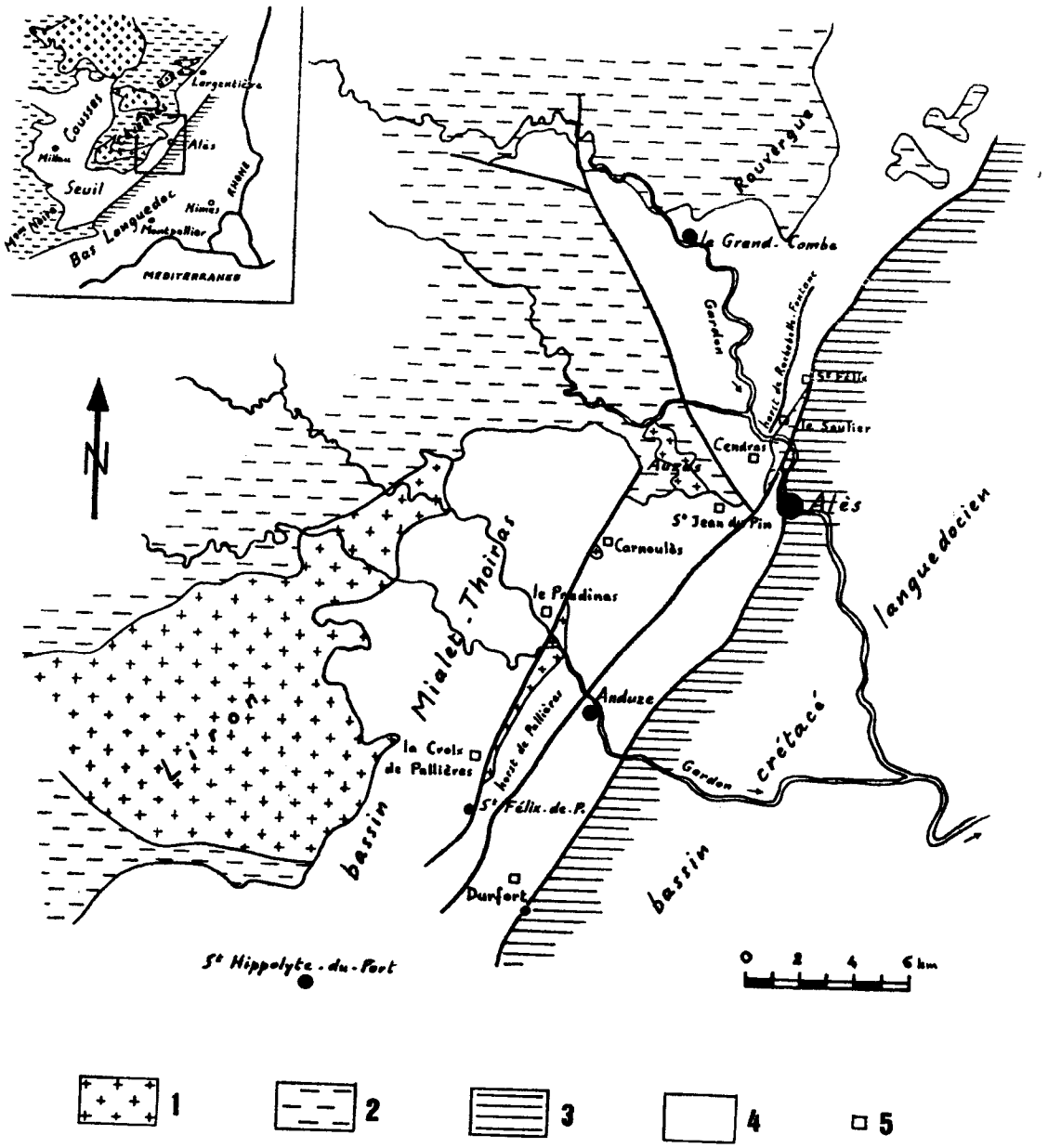
موقعیت جغرافیائی کانسار در شکل شماره ۱ نشانداده شده است .

موقعیت زمین شناسی .

ماسیف سانترال فرانسه توده‌ای است که از سنگهای آذرین و دگرگونی دوران اول تشکیل شده ، این توده پس‌از چین‌خوردگی هرسینین [4] (اواخر دوران اول) بصورت پیسنگ[5] درآمده و پس‌از هموارشدگی[6]، دریای دوران دوم برروی آن پیشروی ورسوب‌گذاری نموده است . درسریهای دوران‌دوم که امروزه حلقه‌وار این توده مرکزی را احاطه مینمایند (شکل ۱) تعداد زیادی معادن سرب و روی ، بخصوص در حاشیه جنوب و جنوبی شرقی ، تشکیل شده است که منشأ آنها از مدتها مورد بحث اهل فن است .

---

۱ - Calcarénite
۲ - Stylolitisation
۳ - Haut - fond
۴ - Hercynien
۵ - Socle
۶ - Pénéplaination



شکل ۱ ـ موقعیت جغرافیائی معدن پالیر (Pallières) و محدوده مورد مطالعه

۱ ـ گرانیت لیرون (Liron) ۲ ـ زمینهای قبل از دوران دوم ۳ ـ زمینهای کرتاسه و دوران سوم

٤ ـ زمینهای تریاس و ژوراسیک درحاشیه سوسونول (Sosus - Cèvenole) ٥ ـ کانسارهای سرب و روی

چینه‌شناسی[۱] ناحیه معدنی .

تریاس ـ برروی پیسنگ گرانیتی هرسینین دریای تریاس پیشروی نموده و یک سری رسوبات کم‌عمق، مرکب از یک کنگلومرای پایه وتناوبی از سریهای شیلی ، رسی ، ماسه سنگی و کربناته ، بوجود میآورد. اینجا وآنجا برحسب موقعیت دیرین جغرافیائی[۹] ناحیه‌سریهای تبخیری دربین این رسوبات ظاهر شده ورخساره تریاس نوع ژرمنیک[۲] را عرضه مینماید.

ژوراسیک ـ دریای ژوراسیک ، دریائی کم‌عمق[۳] وگرم بوده که با رسوبات کربناته مشخص میشود. افقهای مینرالیزه پالیر در اشکوب انفرالیاس[٤] و بخصوص در اشکوب هتانژین[٥] قرارگرفته‌اند. هتانژین مرکب است از ۲۰۰ متر دولومی تیره رنگ که برروی سری‌های رسین[٦] ، مرکب ازرسوبات شیلی ، ماسه سنگی و کربناته ، قرارمیگیرد . بر روی دولومی‌های هتانژین آهکهای سینه‌مورین[۷] قراردارد که قاعده آنها گاهی تا اندازه‌ای دولومیتی شده است. شکل شماره ۳ طبقات لیتراستراتیگرافی[۸] ناحیه را مجسم میسازد.

تکتونیک :

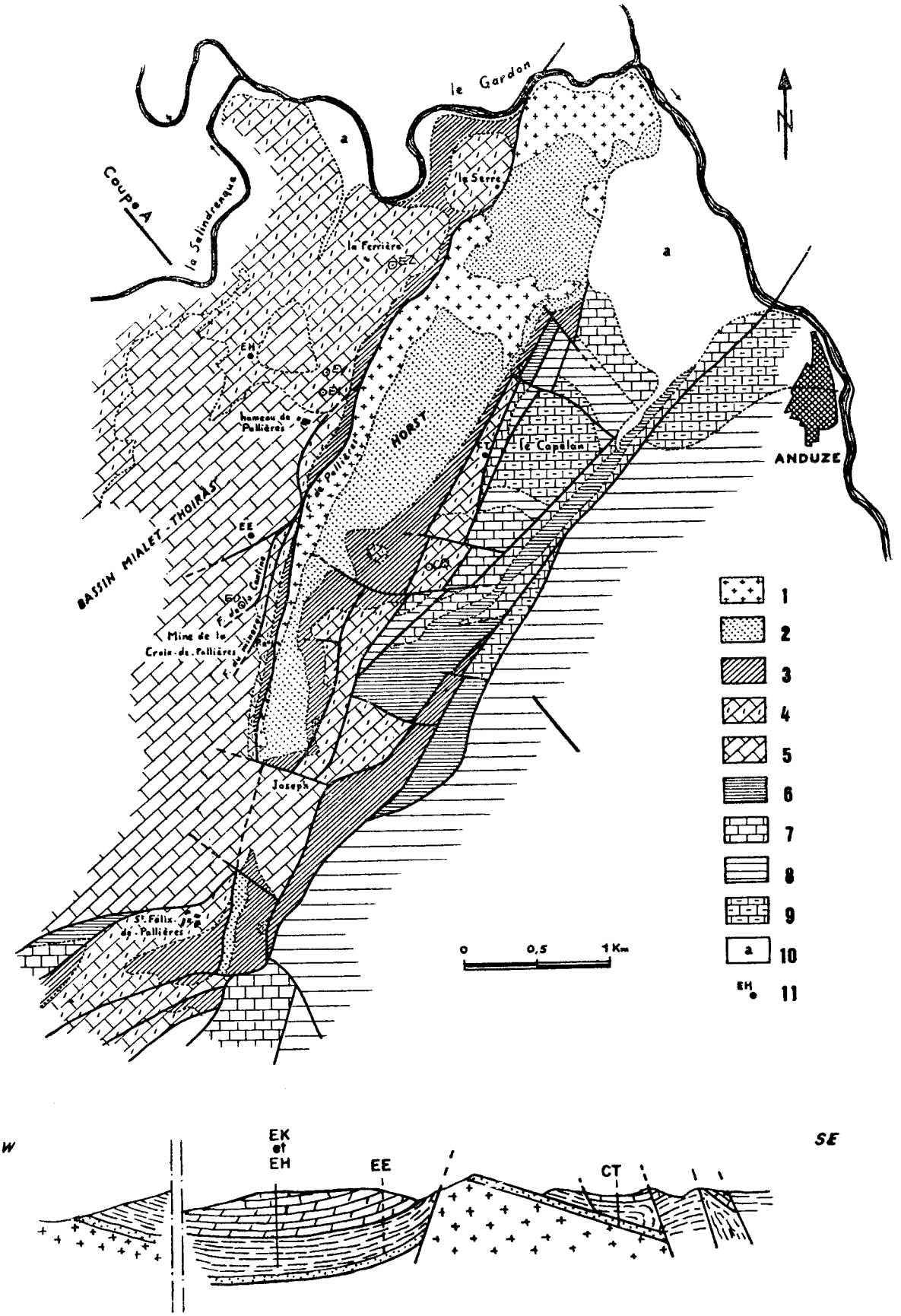
درحاشیه جنوب شرقی ماسیف‌سانترال که معدن مورد مطالعه واقع شده است ، بررسی‌ها نشانداده است که در زمان رسوب‌گذاری تریاس و قسمتی از ژوراسیک حرکات تکتونیکی ازنوع خشکی‌زائی فعالیت داشته است.

این حرکات طبیعتاً برروی شرایط رسوبی‌حوزه وهمچنین چهره دیرین جغرافیائی[۹] ناحیه‌اثر گذاشته است. مطالعات متالوژنیکی[۱۰] نشانداده است که این فعالیت‌ها و بخصوص شکل دیرین جغرافیائی حوزه ناشی‌ازاین حرکات ، درکنترل کانه‌سازی این معادن نقش مؤثری داشته است. برطبق مطالعات برنار (A. Bernard 1958) ، کانسارهای جنوب شرقی ماسیف سانترال بطورکلی با ساختمانهای کف برجسته[۱۱] ارتباط نزدیکی نشان میدهند.

دراین‌حاشیه، همچنین ، درآخرکرتاسه و اوایل ائوسن فعالیت‌های تکتونیکی فاز پیرنه‌ای بصورت حرکات خشکی‌زائی ظاهر شده و پیسنگ و پوشش رسوبی[۱۲] دوران دوم آنرا توسط یک‌سری گسلهای

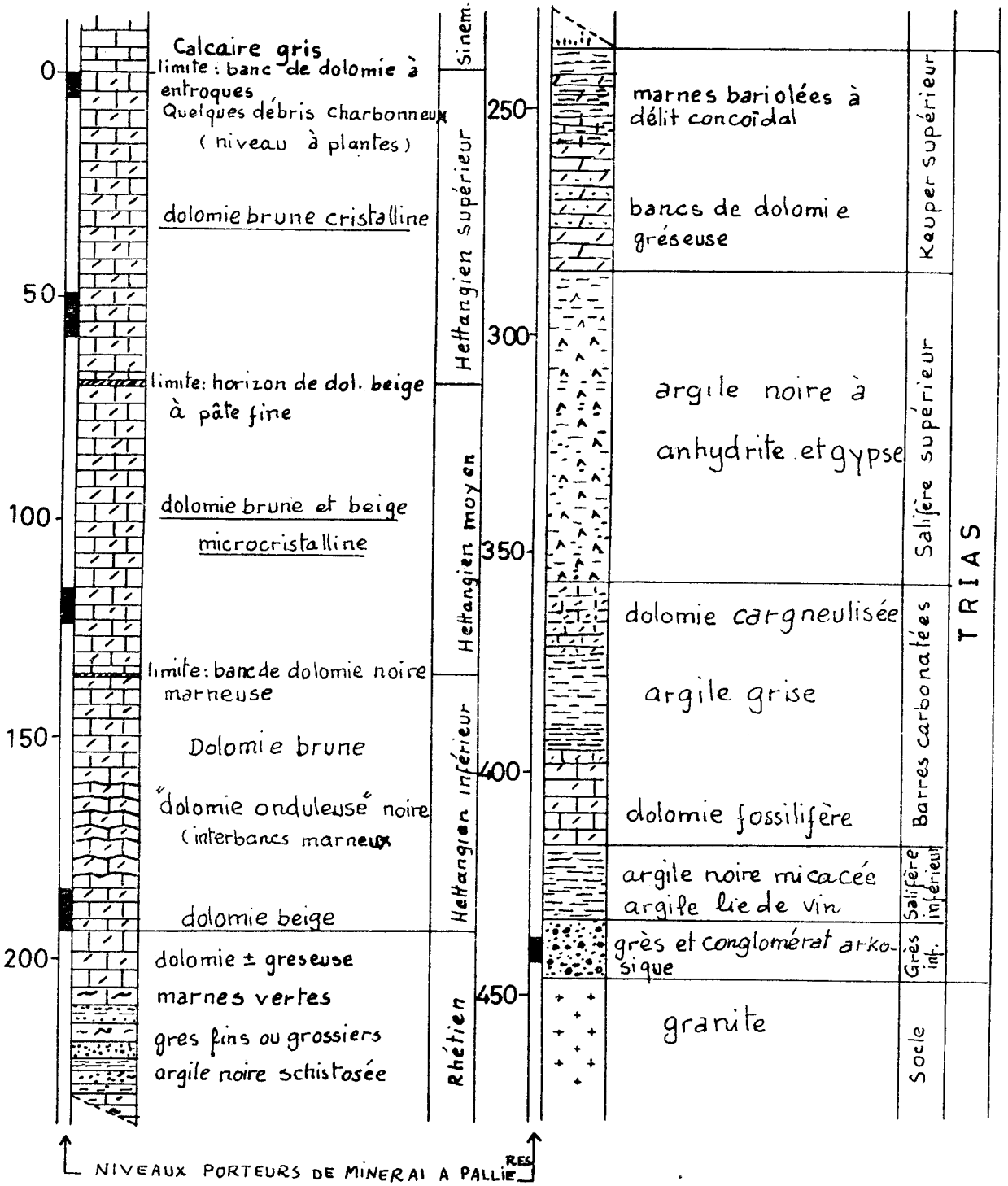
---

۱ - Stratigraphie
۲ - Type germanique
۳ - Epicontinental
٤ - Infralias
٥ - Hettangien
٦ - Rhétien
۷ - Sinémurien
۸ - Lithostratigraphie
۹ - Paléogéographie
۱۰ - Métallogénie
۱۱ - Haut - fond
۱۲ - Couverture

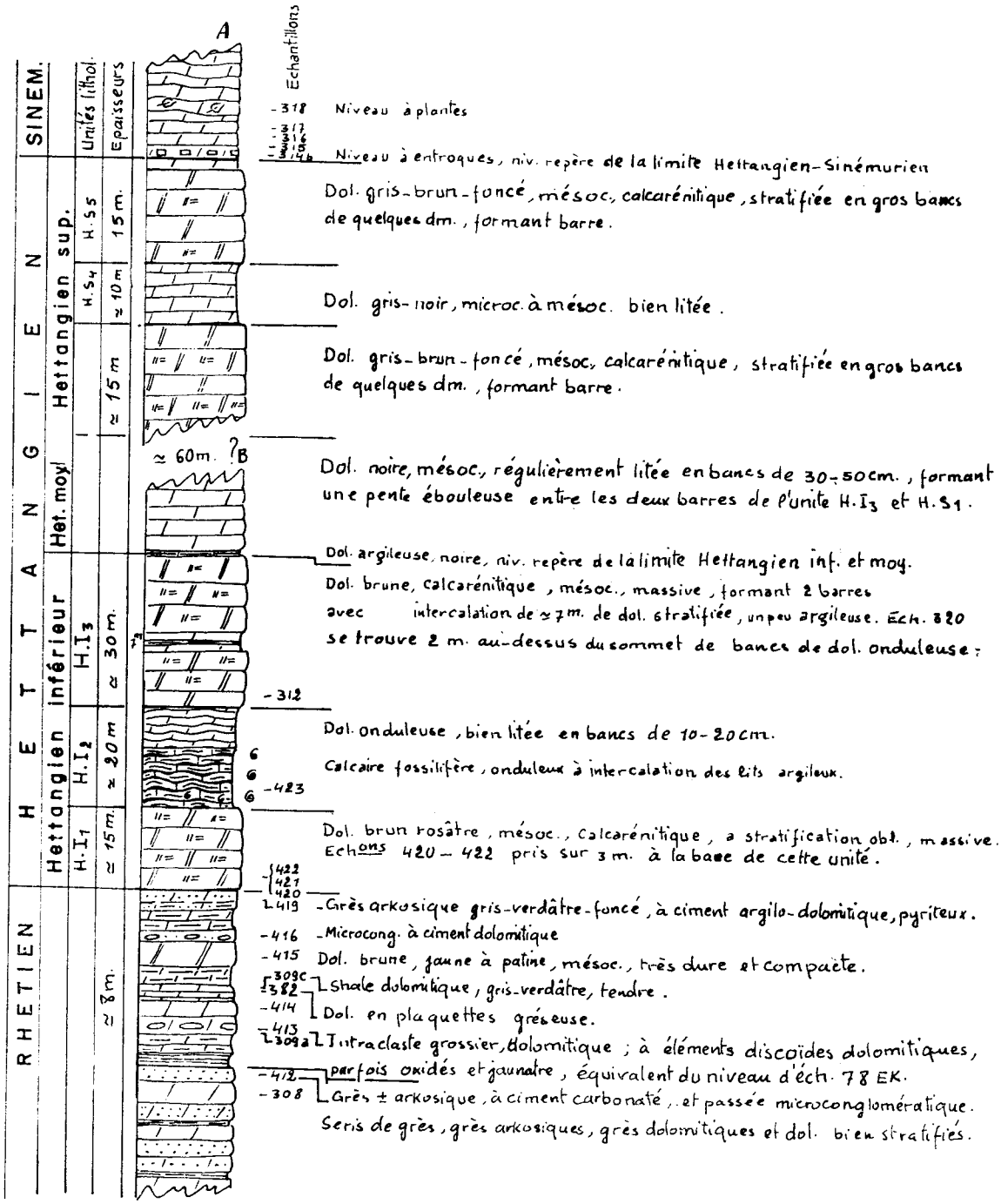


شکل ۲ ـ نقشه زمین‌شناسی ناحیه و مقطع ساختمانی آن

(۱) ـ گرانیت ؛ (۲) ـ تریاس زیرین (ماسه سنگ آرکوزی) ؛ (۳) ـ تریاس بالائی و رسین (رس ، دولومی ، رسهای اندریت‌دار ، مارنهای چند رنگی ، لایه‌های ماسه‌سنگی ـ دولومیتی) ؛ (٤) ـ هتانژین (دولومی قهوه‌ای کریستالن) ؛ (٥) ـ سینه‌مورین (آهکهای خاکستری رنگ) ؛ (٦) ـ لیاس بالائی ؛ (۷) ـ باژوسین (آهکی) ؛ (۸) ـ باتونین ؛ (۱۰) ـ آلوویون ؛ (۱۱) ـ محل سنداژه‌ها (نقشه ازلنار ۱۹۷۲)



شکل ۲a ـ مقطع لیتواستراتیگرافی « متوسط » ناحیه (از لنار ۱۹۷۲)



شکل ۳b ـ مقطع لیتواستراتیگرافی ناحیه، تهیه شده درناحیه لوره (A) و در ناحیه للز (B)

مستقیم با امتداد NNE تحت تأثیر شکستگی قرارداده و باعث ایجاد ساختمانهای تکتونیکی از نوع هرست[۱] و گرابن[۲] میشود.

فاز تکتونیکی دوره آلپ بعلت غایب بودن سریهای دوران سوم دراین ناحیه ، چندان مشخص نیست ولی حداقل میتوان گسلهای با امتداد تقریباً EW را که گسلهای NNE فاز پیرنه‌ای را قطع مینمایند باین حرکات نسبت داد.

زمین‌شناسی ناحیه معدنی و ساختمان تکتونیکی آن در شکل شماره ۲ نمایش داده شده است.

مینرالیزاسیون [۳]

چهار افق سرب و روی چینه‌وار[٤] در ۲۰۰ متر ضخامت مرکب از سنگهای دولومیتی اشکوب هتانژین تشکیل شده است.

ازنظر تکتونیکی این افقها در منطقه کشیده شده بین هرست و حوزه فروافتاده[٥] میاله[٦] قرار گرفته‌اند (شکل ٤).

هرافق بتفاوت از یک تا سه عدسی کانه‌دار تشکیل شده است.

جمع ذخیره شناخته و استخراج شده یکصدهزار تن فلز سرب و روی میباشد.

عیار متوسط استخراجی ۱۲٫٥٪ سرب و روی و نسبت سرب به روی یک سوم است.

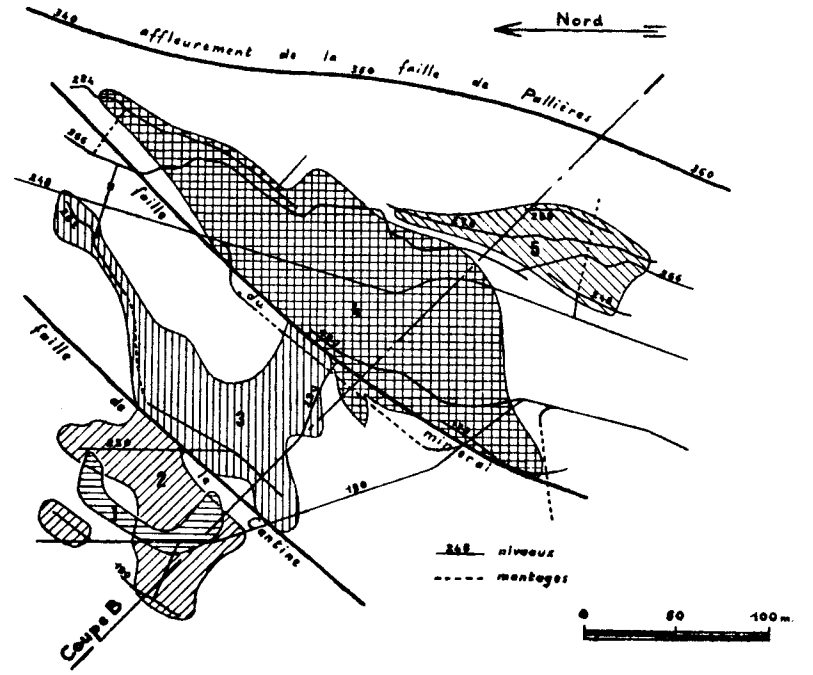
پاراژنز کانسار ازنظر کانی‌شناسی ساده و از بلند ، گالن و سولفورهای آهن (پیریت، مارکاسیت و ملنیکوویت[۷]) تشکیل شده است . ولی تکرار پاراژنز[۸] در اثر شکاف‌خوردگی تا اندازه‌ای آنرا پیچیده نموده است.

سه‌نوع کانه درافقها دیده میشود : (۱) کانه‌توده‌ای[۹] که قسمت عمده و اصلی کانسار را شامل میشود ، (۲) کانه‌ایکه در شکافها و خلل برشها تشکیل شده است ؛ (۳) کانه‌هائیکه دارای گانگ[۱۰] رسی - پیریتی میباشند.

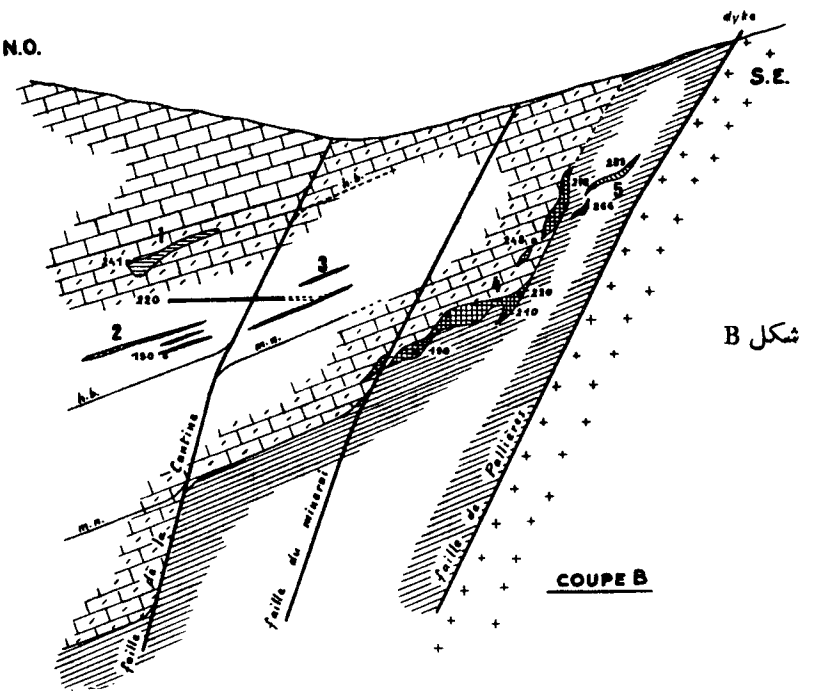
ذخیره عمدهٔ معدن (حدود ۷۰٪) در پائینترین افق ، یعنی درقاعده هتانژین ، قرارداشته و اکثراً از نوع کانه توده‌ای میباشد. کانه‌های نوع برشی تقریباً در تمام افقها دیده میشود.

---

۱ - Horst
۲ - Graben
۳ - Minéralisation
٤ - Stratiforme
٥ - Bassin effondré
٦ - Mialet
۷ - Melnikovite
۸ - Successions paragénétiques
۹ - Massif
۱۰ - Gangue



شکل A



شکل B

شکل ٤ ـ تصویر افقی توده‌های کانه‌دار و اثر گسلها (شکل A). مقطع زمین شناسی کانسار با موقعیت ساختمانی واستراتیگرافی توده‌های کانه‌دار (شکل B)

۱ ـ مینرالیزاسیون در زیر کنتاکت هتانژین ـ سینه‌مورین ، ۲ ـ مینرالیزاسیون در هتانژین بالائی ،
۳ ـ مینرالیزاسیون درهتانژین میانی ، ٤ ـ مینرالیزاسیون در قاعده هتانژین زیرین یا مینرالیزاسیون اصلی
٥ ـ عدسی مینرالیزه در کف مینرالیزاسیون اصلی (از لنار ۱۹۷۲)

توجیه تحقیقات [۱]

درجهت‌یابی این تحقیقات فاکتورهای مختلفی دخالت نموده‌اند که اهم آنها عبارتند از اطلاعات قبلی از منطقه و معدن ، مشخصات خاص کانسار و سری میزبان آن وبالاخره هدف مطالعه . مطالعات اولیه نشانداد که برای برقراری ارتباط بین فاکتورهای سدیمانتولوژیکی ، دیاژنتیکی و ژئوشیمیائی از یک طرف و مینرالیزاسیون ازطرف دیگر ، تنها مطالعات کیفی کافی و جوابگو نمیباشند. بنابراین بررسی‌ها در دوجبهه زیر انجام گردید.

۱ ـ مطالعات کیفی : درمطالعات کیفی فاکتورها وعواملی بررسی شده‌اند که حضور آنها اتفاقی[۲] و غیرمداوم بوده و اهمیتشان ازنظر بیان پدیده‌ها ویا ارتباط آنها اغلب موضعی میباشد. دراین بحث بحکم اجبار در اختصار از بیان بررسی‌های کیفی صرف‌نظر و چنانچه لازم شود از نتایج آنها استفاده خواهد شد.

۲ ـ مطالعات کمی و آماری : در مطالعات کمی و آماری فاکتورهائی مورد مطالعه و ارزیابی قرارگرفته‌اند که در سریها فراوان بوده و کم وبیش مداومت دارند. این فاکتورها درلوگهای تفصیلی سنداژها ، که دراینجا فقط یکی‌ازآنها بعنوان نمونه عرضه شده است (شکل ۵) ، دیده میشوند.

در بررسی‌های کمی ازاین ایده الهام گرفته شده‌است که : «یک اندازه‌گیری مطلق هیچگونه‌معنی نداشته وفقط تعداد زیادی تجزیه روی نمونه‌های‌بیشمار می‌تواند ایده‌ای تقریبی از تحول تغییرات پارامترها بدست بدهد » : از لانگ[۳].

در مطالعات کمی‌ـآماری لازم است نمونه‌برداری بسیار دقیق انجام شود و محل نمونه از نظر مکانی وتا آنجا که ممکن‌است ازنظر زمانی کاملاً مشخص‌باشد. بدین‌جهت کاروتهای حفاری‌های‌اکتشافی و معدنی مصالح ایده‌آل دراینمورد ارائه مینمایند و ازنظر اینکه کاروتها برخلاف رخنمونها ازآلودگی‌های سطحی در امان مانده‌اند از جهت مطالعات ژئوشیمیائی اهمیتی خاص دارند.

برای این تحقیقات ۹ سنداژ بطور دقیق مطالعه و نمونه‌برداری شده است که محل این سنداژها نسبت به‌توده‌های معدنی و نسبت به‌ساختمان ناحیه‌دراشکال ۲ و ۵ نمایش داده شده است. ازبین‌آنها ٤ سنداژ برای مطالعات میکروگرافی[٤] انتخاب شده‌اند.

دراین بررسی‌ها جمعاً حدود ششصد تیغه نازك تهیه و بطور سیستماتیک مورد بررسی و ارزیابی قرارگرفته‌است. درمطالعه سنداژها نسبت تعداد تیغه‌های نازك به‌طول کاروتها بطور متوسط برابر یک‌تیغه به‌دو متر کاروت بوده است.

---

۱ - Oricntation des recherches ۲ - Sporadique ۳ - Lang (1968)

٤ - Micrographie .

لازم بیادآوری است که شناخت چگونگی و زمان تشکیل یک کانسار معمولاً هدف‌غائی را در پژوهش‌های معدنی تشکیل میدهد. زیرا حل بسیاری ازمسائل وجواب بسیاری از سؤالات مربوط به‌اکتشاف معادن بااین مسئله ارتباط پیدا مینماید. ازطرف دیگر اساساً روح کنجکاو زمین‌شناس تا بدین هدف نرسد قانع وارضاء نمیشود. شناخت چگونگی و زمان تشکیل کانسار، که دربسیاری از معادن غامض‌ترین‌مسئله معدن‌شناسی را تشکیل میدهد، امکان‌پذیر نیست مگر با اطلاعات بسیار وسیع و دقیق زمین‌شناسی و علوم وابسته بآن. این‌اطلاعات میبایستی درمقیاسهای مختلف صحرائی و آزمایشگاهی فراهم شوند و این کاری است که سعی شده است در معدن مورد مطالعه انجام شود. ولی دراینجا فقط به‌بررسی آن قسمت که مربوط به‌مطالعات آزمایشگاهی میگردد و مطابقت با عنوان مقاله دارد، میپردازیم.

دراین تحقیقات ایده‌های زیر که ذکر آنها لازم است ما را راهنما بوده است: «تحول زمانی و مکانی‌تمام سنگها و تمرکزهای فلزی پتانسیل ویاحقیقی‌آنها باید فکر اساسی و پایه متالوژنی‌را بنیان‌نهد[1]» از[1] B. Von Cotta (1859).

ازطرف دیگر متالوژنیست معروف فرانسوی برنار (Bernard, 1958) میگوید: «بطورکلی امکان ندارد تاریخچه تمرکزهای معدنی یک منطقه را منحصراً از بررسی مصالح کانه‌دار روشن نمود. تاریخچه زمین‌شناسی تشکیلات مجاور و محیط برتوده‌های معدنی باید اجباراً بعنوان تاروپود در مطالعات ژئوشیمیائی و متالوژنیکی بکار رود».

قبل از آنکه وارد در اصل مطالعات شویم لازم بتذکر است که مطالعاتی که قبلاً توسط آقایان کالامبر (L. Calembert, 1957) و برنار (A. Bernard, 1958) و لنار (R. Leenhardt, 1972) دراین منطقه معدنی و برروی این کانسار انجام شده منجر به‌ارائه دونظریه درمورد چگونگی تشکیل آن گردیده است.

۱- نظریه‌اپی‌ژنتیکی[3] که‌توسط کالامبرارائه‌شده است. اومعتقداست که کانسار مزبورهیدروترمال ویا تله‌ترمال[4] میباشد.

۱- « L'évolution dans le temps et dans l'espace de toutes les roches et leurs concentrations métallifères Potentielles ou réelles, reste le concept fondamental de la métallogénie ».

۲ - Il n'est généralement pas possible (sauf peut - être dans le domaine supergène) de démêler l'histoire des concentrations métallifères d'après le seul matériel minéralisé. L'histoire géologique des formations envivonnantes doit obligatoirement servir de canevas à la restution géochimique et métallogénique ».

۳ - Epigénétique

٤ - Téléthermal

۲ ـ نظریه سن‌ژنتیکی[۱] یا سن‌سدیمانتر[۲] که توسط برنار ارائه گردیده است. طبق‌این نظریه در محل کف برجسته ، که امروزه ساختمان هرست‌را ارائه میدهد ، رسوب گذاری کند بوده و درنتیجه کاتیونها فرصت بیشتر دارند تا در ذرات رسوبات شیمیائی یعنی کربناتها جذب شده و رسوب نمایند. بعداً خواهیم دید که اطلاعات حاصل از مطالعات جدید تا چه‌اندازه مغایر باچنین فرضیه‌ای میباشد وعلت چنین گمراهی نیز مربوط به‌شناخت ناقص سری میزبان میگردد. وقتی بیلان اطلاعات پیشینیان را می‌بندیم خیلی زود در میابیم که خلاء عمده‌ای درآن مشهود است و وجود همین خلاء اطلاعاتی است که پایه نظریات فوق را سست ومتزلزل میسازد. در واقع شناخت سری میزبان مینرالیزاسیونها از دایره مطالعات قبلی برکنار مانده است. علت آن نیز واضح است ، زیرا وجود دویست متر دولومی بظاهر کاملاً متجانس[۳] هرنوع کوششی را برای‌شناخت‌آن، ازطریق روشهای معمولی زمین‌شناسی، ناامیدانه میسازد. چنانکه B.R.G.M. نیز یک مرتبه بآن اقدام و آنرا در نیمراه رها مینماید . ولی بالاخره این راه یا این مشکل با پشتکار و بخصوص انتخاب روشهای مناسب دراین مطالعه گشوده شد.

بررسی‌های رسوب شناسی [۴] ونتایج آن

مسئله عمده‌ایکه دربررسی‌های‌رسوب‌شناسی سری میزبان کانسار مطرح است مربوط میشود به‌تعیین نوع و ترکیب رسوبات و شرایط رسوب گذاری قبل از اثر عوامل دیاژنتیکی. تعیین عناصر تشکیل دهنده اولیه رسوبات کربناته در سریهای دولومیتی شده اغلب کاری مشکل وگاهی حتی غیرممکن است. برای حل این مشکل روشی اتخاذ گردید که در عین ساده و سریع بودن نتایج حاصل ازآن رضایت بخش وشایان توجه است. دراین روش ، مختصراً می‌توان گفت ، بجای اینکه تیغه‌های نازك را در زیر میکروسکپ معمولی پتروگرافی مطالعه نمائیم آنهارا در زیر میکروسکپ دوچشمی با استفاده از اشعه تابشی متمایل وبا قراردادن یک کاغذ سفید براق در زیر تیغه نازك مطالعه نمودیم. این روش باعث شد که عناصر مشکل اولیه که در اثر دولومیتی‌شدن ازبین رفته‌اند، اثر وجودی خودرا توسط شبح هائی که در میکروسکپ معمولی بهیچوجه مشاهده نمیشوند ظاهر سازند. اشباع مزبور آنچنان وضوح دارد که از روی آنها می‌توان تقریباً تمام مشخصاتی راکه یک رسوب شناس در سنگهای کربناته بکر ودگرسان نشده می‌تواند پیگردی نماید در اینجا نیز با موفقیت انجام دهد.

نتیجه کمی این بررسی‌ها بصورت گرافیک در لوگهای تفصیلی نمایش داده شده است و در اینجا یکی ازاین لوگها بعنوان مثال ارائه گردیده است (شکل ۵).

---

۱ - Syngénétique ۲ - Syn - sédimentaire ۳ - Monotone

۴ - Sédimentologie

توصیف کیفی رخساره‌های مختلف

شکل شماره ۲ ، که از انتگره کردن عناصر مشکل اولیه سری هتانژین در ٤ سنداژ بدست آمده است نشان میدهد که این سری بطور کلی تشکیل شده است از ، ۲۳٪ دانه‌های پلوئیدی[۱] و بیوکلاستی[۲] ، ۷٪ دانه‌های اائیتی[۳] ، ٤۷٪ میکریت[٤] ، ۱۸٪ سیمان و ٦٪ مواد غیر کربناته[٥] (رس ، سیلیس ، مواد آلی ، سولفورها . . .)

بررسی کیفی این رخساره‌ها، عناصر تشکیل دهنده و ارتباط آنها، اطلاعات زیر را دراختیار میگذارد.

الف ـ رخساره‌های « دراصل [٦] » پلوئیدی[۷]

دانه های پلوئیدی باشکل کم وبیش مدور و دست‌چینی[۸] خوب (٦٤ تا ۲٥٠ میکرن) ساختمان همگن[۹] و فراوانی مواد آلی و سولفورهای آهن ، بخصوص پیریت ، مشخص است. وجود مواد آلی و سولفورها دردانه های پلوئیدی، آنهارا ازسیمان که‌عاری‌ازآنها است بخوبی‌متمایزمیسازد وحتی‌می‌توان وجود سیمان پوسته‌ای[۱۰] را بدوردانه های پلوئیدی تشخیص داد.

مشخصات‌فوق نشان میدهد که این رسوبات در ناحیه کم عمق وبخصوص در منطقه فوق مدّی[۱۱] و بین مدّی[۱۲] تشکیل شده است.

ب ـ رخساره‌های « دراصل » اُاُلیتی

ازنظر سدیمانتولوژیکی رخساره‌های اُاُلیتی مشخص است بداشتن : « دست‌چینی » بسیار خوب (٦٤ تا ۱۰۰۰ میکرن) پوسته[۱۳] نسبتهً ضخیم ، هسته پلوئیدی با مواد آلی و پیریت میکروکریستالن فراوان ، داشتن سیمان پوسته‌ای و اکثراً رخساره نوع اُاُسپاریتی[۱٤] فولک[۱٥] را نمایان میسازند.

---

۱ - Pelloide ۲ - Bioclaste ۳ - Oolithe

٤ - Micrite ٥ - Résidus.

٦ ـ کلمه « دراصل » بدان جهت بکاربرده میشود که رخساره سنگ میزبان از حالت « اصلی » و « اولیه » خود خارج شده و درحال‌حاضر یک رخساره دولومیتی است.

۷ ـ پلوئیدها (Pelloides) دانه‌هائی هستند کم وبیش مدور، مانند اائیت‌ها ، ولی ساختمان داخلی‌خاصی را نشان‌نمیدهند. اکثراً از فضولات حیوانات گل‌خوار بوجود میآید و دراین‌صورت آنرا Pellete میگوئیم ولی ممکن‌است منشأ انتراکلاستی (Intraclaste) نیز داشته باشد. کلمه Pelloide وقتی بکار برده میشود که منشاء دانه‌ها مشخص نباشد.

۸ - Classement ۹ - Homogène ۱۰ - Pelliculaire

۱۱ - Supracotidal ou « Supratidal » ۱۲ - Intercotidal ou « Intertidal»

۱۳ - Cortex ۱٤ - Oosparite ۱٥ - Folk (1962)

مطالعات عدیده دانشمندان رسوب شناسی برروی رخساره‌های اُلیتی، چه در سریهای قدیمی وچه در رسوبات امروزی ، نشانداده است که محیط تشکیل این رسوبات بطور کلی محیطی مغشوش و متلاطم درناحیه حاشیه ساحلی ، درناحیه خواب امواج و درآبهای گرم و شور میباشد.

ج - رخساره‌های بیوکلاستی

این رخساره‌ها تشکیل شده‌اند از خرده فسیلها که تشکیل دهنده اصلی آنها در سری هتانژین خرده‌های کرینوئیدها وبخصوص خرده‌های آنتروك[1] میباشد. نسبت این اجزاء در کل سری قابل توجه نمیباشد (کمتر از ٥٪) ولی بررسی‌های کیفی آنها اطلاعات مهمی ازنظر شرایط محیط رسوبی بدست میدهد ، مثلاً میکریتی‌شدن دانه‌های بیوکلاست نماینده فعالیت الگها در محیط میباشد.

رخساره‌های بیوکلاستی دو نوع میباشند : با بافت بیوسپاریتی که مبین محیط آشفته ، کم‌عمق ساحلی است و با بافت بیومیکریتی که نماینده محیط‌های آرام و معمولاً نسبتاً عمیق است.

د - رخساره‌های میکریتی

دراینجا اصطلاح میکریت به‌رسوبات آهکی میکروکریستالین که اندازه بلورهای آنها زیر ٥ میکرن میباشد اطلاق میشود. چنین رخساره‌ای معمولاً با منشأ رسوب شیمیائی مشخص میشود ولی ممکن است منشأ آواری نهان‌دانه[2] نیز داشته باشد.

اطلاعات حاصل از بررسی این رخساره‌ها نشان میدهد که در سری هتانژین حداقل قسمتی ازرسوبات میکریتی باید منشأ غیرشیمیائی داشته باشد. این رسوبات با آنکه دانه متمایز درآنها دیده نمیشود ، ولی درجمع مشخصات خیلی برخساره‌های پلوئیدی مشابهت دارند. چنانکه درابتدای این قسمت (ص ١٩٧) ذکر شد ، حدود ٤٧٪ سری بظاهر از رخساره‌های میکریتی تشکیل یافته است. رخساره‌های میکریتی همانند رخساره‌های پلوئیدی ازنظر مواد آلی و سولفورهای آهن غنی هستند.

برخی‌از دانشمندان رخساره‌های میکریتی را نمایندهٔ محیط عمیق در رسوبات‌میدانند، با آنکه ازنظر کلی این امر صحیح است ولی‌مطالعات جدید در رسوبات امروزی نشانداده است که رسوبات میکریتی‌میتواند درمحیط‌های کم‌عمق، ولی در پناه و آرام ، نیزتشکیل شود وبهتر است گفته شود که رسوبات میکریتی بیشتر نماینده محیط آرام است.

ه - سیمان

همانطور که ذکرشد عاری بودن سیمان ازمواد آلی و پیریت میکروکریستالن وجود آن‌رابسادگی از شبح دانه‌ها مشخص میسازد و بدین ترتیب می‌توان آنرا بطریق مقایسه‌ای ازنظر مقدار ارزیابی نمود.

---

١ - Entroques ٢ - Cryptograin

در سیمان گیری رسوبات آهکی کالکارنتی[1] دومرحله بخوبی قابل تشخیص است :

۱ - سیمان زودرس [2] یا پوسته‌ای که بشکل غشاء نازکی بدور دانه‌ها کشیده شده و وجود آن نماینده رسوبات کم‌عمق ناحیه فوق مدّی و تشکیلات نظیر « سنگهای ساحلی » [3] که در رسوبات ساحلی حوزه‌های آهکی امروزی تشکیل میشوند.

۲ - سیمان دیررس[4] یاسیمان تکمیلی‌سیمانی‌است که باقیمانده فضای بین‌ذرات را پر کرده و باعث سخت و متراکم شدن سنگ میگردد.

مطالعه شکل‌دانه‌های پلوئیدی و اائیتی‌نشان میدهد که‌زمان سیمانگیری دیررس‌باید ، بطور کلی، قبل‌از شروع اثرات تراکم سری روی دانه‌ها باشد.

و - مواد غیرکربناته [5]

نسبت مواد غیرکربناته در کل سری از ۵٪ کمتر است (شکل ۱۲) و درنتیجه درهتانژین بایک سری کاملاً کربناته مواجه میباشیم. این مواد تشکیل میشود از رسها ، سیلیس، مواد آلی و سولفورها.

مطالعات کانی‌شناسی رسها با اشعه ایکس آنهارا ترکیبی ازنوع ایلیت و رسهای انتراستراتیفیه [6] معرفی‌مینماید. مواد رسی‌بیشتر در درزه‌های‌بین‌طبقه‌ای[7]دیده میشود. سیلیس درسری‌هتانژین اکثراً سیلیس رسوبی یا بعبارت دیگر اوتی‌ژن[8] است و مقدار بسیار کمی‌هم سیلیس آواری دانه‌زیر دیده میشود.

بررسی‌های دیاژنتیکی و نتایج آن.

درسری میزبان کانسار ، یک سری تغییرات و تحولات دیاژنتیکی مهم رخ داده است. مطالعه این تغییرات و تحولات و ارتباط آنها با پیدایش و تحولات کانسار هدف اصلی این قسمت میباشد.

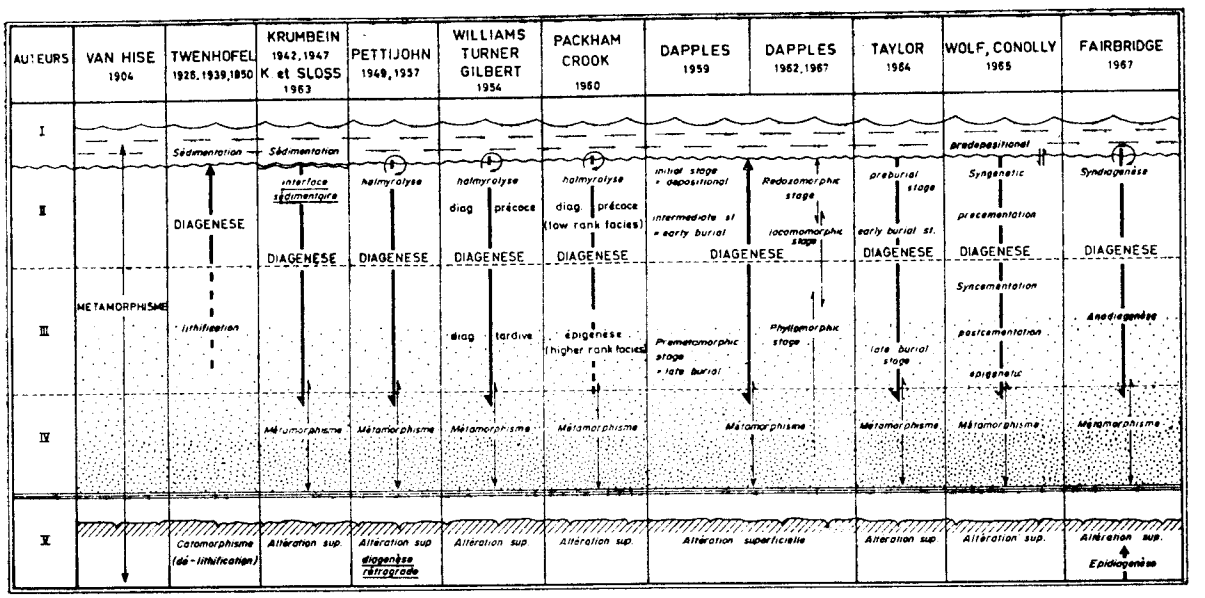
طبقه‌بندی پدیده‌های دیاژنتیکی وتعاریف واصطلاحات مربوط بآن‌اغلب مورد اختلاف دانشمندان است و مکاتب مختلف روسی ، انگلیسی ، فرانسه و آلمانی وجود دارد. دراینجا یک نمونه از طبقه‌بندی دانشمندان انگلیسی زبان‌را که مبنای کار این‌رساله ، بخصوص‌آخرین تقسیم‌بندی‌آن که مربوط به‌فربریدج[9] میباشد ، بوده است در شکل شماره ۶ خلاصه و ارائه مینماید.

طبق‌تعریف دانشمند اخیر ، دیاژنزبکلیه تغییرات وتحولاتی اطلاق میشود که بر روی ته‌نشست‌ها بنحوی از انحاء اثرمیگذارند و این تغییرات در زمانی بین تثبیت شدن ته‌نشست درکف و شروع هوازدگی پس‌ازکوه‌زائی ویا بین تثبیت شدن و شروع متامرفیسم اتفاق میافتد و این دو حالت به‌سیستم تکتونیکی منطقه مربوط میشود.

---

۱ - Calcarénite
۲ - Précoce ou Pelliculaire
۳ - Beach rocks
۴ - Tardif
۵ - Residuel
۶ - Interstratifiés
۷ - Joints de stratification
۸ - Authigène
۹ - Fairbridge (1967)

درشناسائی این تحولات دوحد آنرا در دست داریم و میشناسیم . در بحث رسوب شناسی ترکیب ومشخصات اولیه رسوبات‌را درهنگام تشکیل وقبل‌از تأثیر دیاژنز شناختیم . انتهای این تحولات‌نیزمشخص است و آن وضع فعلی سری است که ما بآن مواجه هستیم . حال باید تغییرات وتحولاتی را که بین این‌دوحد اتفاق افتاده است جستجو و بررسی نمائیم .



شکل ٦ - تقسیم‌بندی و اصطلاحات مربوط به‌دیاژنز درنوشته‌های انگلیسی زبان.

I - ذرات آواری هنوز درآب بحال حرکت میباشند

II - ذرات آواری دریک رسوب مملو ازآب بی‌حرکت و ثابت شده ویا محیط رسوبی قطع رابطه نموده است.

III - رسوب تبدیل بسنگی کم وبیش فشرده شده است.

IV - سری رسوبی درشرایط دگرگونی عمومی قرارگرفته است.

V - سری رسوبی بشرایط تجزیه و شستشو باز آورده شده است (آلتراسیون سطحی) : نقل از دونوآیه - دوسگن‌زاك (Dunoyer de Segonzac , 1969)

تغییرات دیاژنتیکی :

تغییرات دیاژنتیکی بسیار است ولی دراین‌جا فقط به‌بحث آن قسمت که کلیت داشته و درسرنوشت مینرالیزاسیون مؤثر بوده است اکتفا میشود .

الف - دولومیتی شدن [1]

دربررسی منشأ مینرالیزاسیون ، تعیین اینکه سنگ میزبان دولومیتی‌شده ویا اینکه دراصل‌دولومیتی

---

١ - Dolomitisation

بوده است ، حائز کمال اهمیت است زیرا بسیاری از کانسارهای سرب و روی در دنیا ارتباط بسیار نزدیکی با سریهای دولومیتی نشان میدهند. چنانکه دیدیم مطالعات سدیمانتولوژیکی همراه با تعیین ترکیب اولیه رسوبات ، بوضوح نشانداد که سری موردنظر از دولومی ثانویه تشکیل شده است. سوالی که اکنون درپیش است ، این است که سری کی وچگونه دولومیتی شده است.

مشخصات ماکروسکپی و میکروسکپی سری شباهت تامی با رسوباتیکه بطور زودرس ، یا بعبارت دیگر همزمان رسوب گذاری ، دولومیتی‌شده‌اند نشان‌میدهند(۱). بعلاوه مطالعه دقیق ارتباط بین‌سیلیسی‌شدن زودرس برخی از نمونه ها ، بخصوص نمونه‌ای االیتی که در آن االیت‌های خاصی بنام « Half - moon Oolite(۲) » دیده میشود ، نشانداد که پدیده دولومیتی شدن سری بطور دقیق قبل‌از مدفون شدن و تراکم رسوبات انجام شده است.

دراینجا بحکم اجبار در اختصار از بحث سیلیسی شدن سری صرف‌نظر میشود ولی لازم بیادآوری است باآنکه سیلیسی شدن سری ازنظر کمی بسیار ناچیز (کمتر از ۱٪) است ولی ازنظر کیفی ، و بخصوص اطلاعاتی که ازنظر زمان نسبی برخی‌پدیده‌های دیاژنتیکی‌بدست میدهد ، حائز اهمیت است. سیلیسی‌شدن، تبلور سیلیس بی‌شکل وتبلورمجدد کوارتزهای‌آواری اطلاعات با ارزشی درمورد روابط زمانی‌پدیده دولومیتی شدن و تبلور مجدد در اختیار ما میگذارد.

بطورکلی مطالعات نشانداد که پدیده سیلیسی شدن پدیده‌ایست گسترده در تمام طول دیاژنز که از ابتدای رسوب گذاری آغاز وتا آخر دیاژنز ادامه میابد ولی این سیرتحولی دارای فازهای خفیف و شدید است.

ب - تبلور مجدد(۳)

دربررسی‌پدیده تبلورمجدد، طبقه‌بندی و واژه‌های‌فولک(٤) مبنای کار قرارگرفته است ولی‌احتیاجات خاص این بررسی ایجاب تغییرات کوچکی ، در برخی‌از واژه‌ها ، را نموده است. تعاریف فولک اساساً برای سری‌های آهکی تدوین شده است. دراینجا با حفظ تعاریف مزبور در مورد میکریت(٥) ، میکرواسپاریت(٦) و اسپاریت(۷) ، پیشوند دولو(۸) بآنها اضافه شده تا اصطلاحات دولومیکریت ، دولومیکرواسپاریت و دولواسپاریت که متناسب با سری موردنظر است حاصل شود. حدود ابعاد بلورهای رخساره‌های بالا بقرار زیر است ،

---

(۱) مراجعه شود به Bathurst سال ۱۹۷۱

۲ - Half - moon Oolite : Carozzi (1963)　　۳ - Recristallisation　　٤ - Folk (1965)

٥ - Micrite　　٦ - Microsparite　　۷ - Sparite　　۸ - « Dolo »

— دولومیکریت (D_1) از بلورهای دولومیتی بابعاد معمولاً ۱ تا ۵ میکرن ؛

— دولومیکرواسپاریت (D_2) از بلورهای دولومیتی بابعاد معمولاً ۵ تا ۰.۲ میکرن ؛

— دولواسپاریت (D_3) از بلورهای دولومیتی بابعاد معمولاً ۰.۲ میکرن ببالا تشکیل یافته‌اند.

گاهی نیز به‌پیروی از ولف [۱] ، پیشوندهای « پسدو» [۲] و « ارتو» [۳] بآنها اضافه شده است. این پیشوندها واژه‌های قبلی را که کاملاً جنبه توصیفی دارند بواژه‌های ژنتیکی تبدیل مینمایند. با این توصیف مثلاً ارتودولواسپاریت نشان میدهد که سنگ موردنظر از بلورهای دولومیتی که ابعاد آنها بزرگتر از ۰.۲ میکرن است تشکیل شده و بلورهای مزبور مستقیماً از محلولی راسب شده‌اند. درصورتیکه پسدو- دولواسپاریت یکنوع دولومیت متاسوماتیک را نشان میدهد.

بنابتعریف ، تبلور مجدد پدیده‌ایست که درآن حجم و شکل بلور تغییر میکند بدون آنکه تغییر کانی‌شناسی درآن حاصل‌شود. این تغییرحجم اگر درجهت کوچک شدن باشد بآن دوباره تبلور پسرونده [۴] و اگر درجهت بزرگ شدن باشد بآن دوباره تبلور پیشرونده [۵] میگویند.

بررسی تحولات دیاژنتیکی سری هتانژین نشان میدهد که سری بعد از دولومیتی شدن در چندین فاز تبلور مجدد پیدا نموده است. اهم دلایل براین مدعا بقرار زیر است :

۱ - منحنی‌های آماری تجمعی دانه‌بندی بلورهای دولومیتی برای ٤ سنداژ محاسبه و ترسیم شده است. از روی این منحنی‌ها تغییرات مدین [٦] و هتروستری [۷] و آسیمتری [۸] ٤ سنداژ حساب و در شکل شماره ۷ ترسیم شده است. بررسی تغییرات مدین نشان میدهد که بیش از ۹۰ درصد بلورهای دولومیتی سری هتانژین از دولواسپاریت (D_3) تشکیل گردیده است.

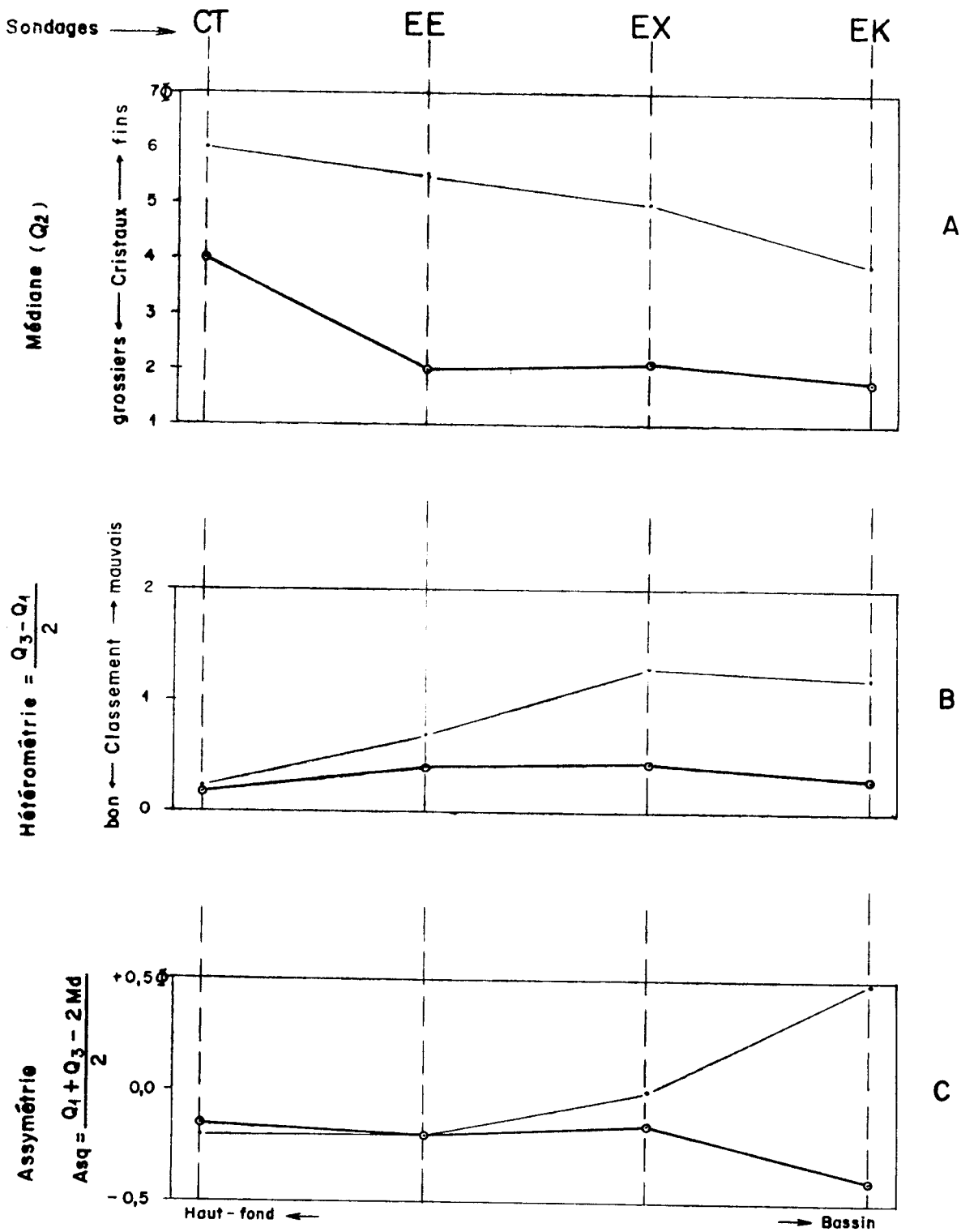
۲ - بلورهای دولواسپاریت و دولومیکرواسپاریت برروی بافت اولیه و بدون تبعیت ازآن شکل گرفته‌اند و شبح اجزاء اولیه سنگ (مثل االیت‌ها ، پلوئیدها ، بیوکلاست‌ها) زیر موزائیکی از بلورهای دولومیتی بچشم میخورند.

۳ - سطح تماس بلورها کم وبیش پیچ وخم‌دار بوده وخطوط تماس مستقیم و مفصل‌های ۳ گوش با زاویه ۱۸۰ درجه که معمولاً نماینده ارتودولومیت‌ها است ، اصولاً نایاب است.

٤ - درجه دوباره تبلور تا اندازه‌ای از رخساره اولیه سنگ تبعیت مینماید . مثلاً رخساره‌های االیتی‌ا کثراً خیلی‌خوب متبلور شده‌اند وبا بلورهای‌دولواسپاریتی‌درشت‌ظاهر میشوند ، درصورتیکه‌رخساره‌های میکریتی اغلب تا بیش‌از دولومیکرواسپاریت پیشرفت نمی‌نمایند.

---

۱ - Wolf (1963)
۲ - Pseudo
۳ - Ortho
٤ - Recristallisation dégradée
۵ - Recristallisation agradée
٦ - Médiane
۷ - Hétérométrie
۸ - Assymétrie



شکل۷ ـ تغییرات اندیس‌مدین یا Mediane (A) ، اندیس دست‌چین‌شدگی یا Classement (B) واندیس عدم تقارن (C) مربوط بدرجه تبلورحداکثر (— ⊖ —) و درجه تبلورحداقل (— · —) در دولومی‌های هتانژین ، درسنداژهای CT ، EE ، Ex و Ek .

۵ - در نمونه‌های مینرالیزه با عیار کم که بافت سنگ درهم ریخته نشده است رابطه‌ای بین دانه‌بندی بلورهای سنگ و بلورهای کانی‌های فلزی ، بخصوص بلند ، دیده میشود . این رابطه را بدوپدیده می‌توان نسبت‌داد : خواه کانیهای فلزی حفره‌های بین بلورهای دولومیتی را ، که طبیعتاً تابعی ازاندازه بلورها میباشند ، پر کرده‌اند ، خواه بلورهای دولومیتی و کانی‌های فلزی با هم متبلور شده‌اند . دراینمورداطلاعات حاصل از بررسی ارتباط بین کانی‌های فلزی و غیرفلزی ، بیشتر نظر دوم را تایید مینماید .

ج - رگ‌ها [۱]

تحت این واژه توصیفی تمام رگه‌های افقی و غیرافقی ، میزالیزه ، یا غیر مینرالیزه ، با منشاء نامعین قرارداده شده است .

بررسی‌های بمقیاس معدنی ، کاروتهای حفاری و هم‌چنین میکروسکپی نشان میدهد که ازنظرشکل و رابطه با چینه‌بندی حداقل سه‌سیستم رگدار وجود دارد .

۱ - سیستم رگهای موازی [۲] که کم و بیش موازی چینه‌بندی میباشند . اینها عبارتند از رگهای کوتاه ، غیرمنظم ، باشکال مختلف (قوسی ، مستقیم و خطی ، عدسی شکل) که در داخل لایه‌های چینه‌بندی بدنبال هم‌ردیف شده‌اند واین رگها معمولاً ازبلورهای سفید و روشن دولواسپاریت تشکیل شده‌اند . قسمت زیادی ازاین رگها تشکیل ساختمانهای چشمی [۳] را میدهند . این رگها قدیمترین رگهای موجود درسری بوده و اصولاً عاری از مینرالیزاسیون میباشند . دلایل زیادی نشان میدهد که این رگها باید مربوط به‌خشک شدن ، ترك خوردن وپوسته‌پوسته شدن گلهای آهکی در زمان رسوب گذاری باشد . چنین پدیده‌ای در رسوبات کربناته نواحی کم‌عمق امروزی زیاد مشاهده میشود .

۲ - سیستم رگهای غیرموازی [۴] و منظم . این رگها کم وبیش عمود برچینه‌بندی و جدیدتر از رگهای سیستم قبل میباشند . طول و حد آنها اغلب ازحد یک یا دولایه ضخیم رسوبی تجاوز ننموده و به‌لایه‌های نازك رسی بین‌چینه‌ای [۵] محدود میشوند . محتوی این رگها نیز اصولاً دولواسپاریت سفیدرنگ و روشن است ولی در برخی از آنها گاهی بلند و بخصوص پیریت زیاد دیده میشود .

دربررسی‌های دیواره‌های معدنی‌مشاهده میشود که این رگها گاهی‌توسط لغزیدگی‌چینه‌ها برروبهم، در محل لایه‌های نازك رسی بین چینه‌ای ، جابجا شده‌اند . این موضوع نشان میدهد که تشکیل این رگها باید قبل‌از حرکات تکتونیکی فاز پیرنه‌ای باشد .

تشکیل رگهای‌سیستم یک(موازی) ازنظرزمانی بایدسن دیاژنتیک [۶] وسیستم دوم آنادیاژنتیک [۷] باشد .

---

۱ - Veines
۲ - Concordante
۳ - Structure Ooillée ("Bird - eyes")
۴ - Non - Concordante
۵ - Interbancs
۶ - Syndiagénétique
۷ - Anadiagénétique

۳ ـ سیستم رگهای غیرموازی ، نامنظم ـ شکل و ضخامت این رگها نامنظم و متغیر و اغلب شاخه‌شاخه میباشند. محتوی این رگها بلورهای سفید و روشن کلسیت ویا دولومیت‌است. این سیستم همیشه سیستمهای دیگر را قطع مینماید و جدیدتر ازآنها میباشد. زمان تشکیل این سیستم را می‌توان بحرکات تکتونیکی پیرنه‌ای ویا آلپی‌وحل شدگی‌های بعد از تکتونیک دراثر نفوذ آبهای سطحی درطبقات‌نسبت داد.

رابطه زمانی این سیستمها با پدیده‌های دیگر دیاژنتیکی ، بخصوص تبلور مجدد و استیلولیتی‌شدن سری ، حائز اهمیت است.

د ـ استیلولیت‌ها [۱]

امروزه اکثر متخصصین معتقدند که استیلولیت همطراز چینه‌بندی در سریهای رسوبی یک پدیده دیاژنتیکی‌بوده ومحصول پدیده فشار ـ حل[۲] میباشد. معهذا روی چگونگی و زمان تشکیل آن بحث‌است.

عده‌ای مانند پتی‌جون [۳] و دانینگتن[٤] معتقدند که آنها در رسوباتی که در اعماق قابل توجه مدفوق شده‌اند و بعداز سخت شدن سری پدیدار میشوند.

برای آمشتوتز [٥] وپارك[٦] پدیده‌هائی هستند که همزمان سیمانگیری ظاهر میشوند. شالانجر[۷] در رسوباتی که ثابت شده بیش‌از ۹۰ متر مدفون نشده‌اند استیلولیت‌های نو رس وبدوی مشاهده نموده‌است. مشاهدات نویسنده نشانداده است که تشکیل استیلولیت‌ها پدیده‌ایست ازنظر زمانی نسبتهً گسترده که از تضاریسی بدوی وبین‌دانه‌ای‌شروع وپس‌از تحول‌ممکن‌است به‌استیلولیت بزرگ‌وتوسعه‌یافته (با دامنه‌های نسبتهً بلند که تا بیش‌از ۱۰ سانتی‌متر نیز ممکن است برسد) منتهی میگردد و نیز دراین مطالعات نشانداده شد که ممکن است در یک سری ، استیلولیت‌ها ازچند نسل باشند.

توسعه اشکال استیلولیتی دریک سری مؤید آن است که مقدار زیادی از سری تحلیل رفته است و مواد تحلیل رفته مسلماً جابجا شده‌اند و این مسئله ازنظر کانسارسازی میتواند حائز اهمیت باشد. برخی از دانشمندان‌سعی کرده‌اند محاسباتی دراین‌مورد بنمایند و وجوداستیلولیت‌ها را با فاکتور تقلیل‌ضخامت سری ارتباط بدهند. چون اجزاء این محاسبات را کامل و دقیق نداریم نتیجه آن خیلی تقریبی خواهد بود. بطورکلی میتوان گفت وجود چنین پدیده‌ای مؤید تقلیل ضخامت قابل توجه (حداقل ۳۰ تا ۵۰٪) میباشد و این نشان میدهد که ممکن است دراثر این پدیده میلیاردها تن از مواد فاز جامد سری جابجا شود.

رابطه استیلولیت با پدیده‌های دیگر.

---

۱ ـ Stylolites
۲ ـ Pression - Sotution
۳ ـ Pettijohn (1957)
٤ ـ Dunnington (1967)
٥ ـ Amstutz et Park (1967)
٦ ـ Park et Schot (1968)
۷ ـ Schlanger (1964)

۱ - بارگها : استیلولیت‌ها تماماً جدیدتر از رگهای موازی طبقات (سیستم یک) میباشند. رابطه آنها بارگهای غیرموازی چینه‌بندی تا اندازه‌ای مبهم‌است ، بدین‌معنی که گاهی قبل‌ازآنها وگاهی بعدازآنها تشکیل شده‌اند. ولی‌استیلولیت‌های مؤخر بررگها خیلی بیشترعمومیت دارند. رگهای غیرموازی که توسط استیلولیت قطع شده‌اند اکثراً رگهای دولومیتی میباشند ولی گاهی رگهای پیریت‌دار مقدم‌بر استیلولیت نیز دیده میشود. رگهای کلسیتی (رگهای سیستم سوم) عموماً جدیدتر از استیلولیت‌ها میباشند.

۲ - رابطه استیلولیت با برش و فازهای برشی شدن : در بررسی برخی برشها استیلولیت‌ها ریزی در دانه‌های برشی دیده‌میشود که بطورقطع قبل‌ازبرشی شدن بوجود آمده‌اند. بعدازسیمانگیری وسخت شدن برش مجدداً استیلولیت‌هائی که عموماً بزرگتر میباشند ، درحد بین دانه‌های برش و سیمان ظاهر میشود (دومین نسل) ، بنابراین بنظر میرسد که حداقل زمان تشکیل برخی از برشها در زمان بین دونسل استیلولیت میباشد.

۳ - رابطه استیلولیت و کانی‌های فلزی - متأسفانه تجمع این‌دو عامل خیلی بندرت بچشم میخورد و در نتیجه ازیک یا دومثال‌هم نمیتوان نتیجه کلی گرفت. دریک نمونه از سنگ میزبان بوضوح دیده میشود که استیلولیت کانی بلند روشن رنگ را متأثر نموده است. دراینجا باحتمال قریب به‌یقین بلند باید قدیمتر از استیلولیت باشد.

٤ - رابطه استیلولیت با فازهای تبلور مجدد - تضاریس استیلولیتی ، بخصوص وقتی خوب توسعه یافته باشند ، بوضوح بلورهای دولواسپاریت (D_3) را قطع مینمایند. ژرمن[۱] نیزدر مطالعه سریهای کربناته وترشتاین کالک[۲] (تریاس) ناحیه تیرول چنین مشاهده و استنباطی را نموده است.

ه - برش و برشی شدن

در پالیرهم مانندبسیاری ازکانسارهای سرب و روی بین برش و مینرالیزاسیون رابطه بسیارنزدیکی وجود دارد و نتیجتاً بررسی این ارتباط حائز اهمیت است.

برشها اصولاً کربناته ، با اجزاء گوشه‌دار دولومیتی وبا سیمان دولومیتی(که ممکن است همراه با مینرالیزاسیون باشد) بوده و اکثراً تک منشائی[۳] میباشند. مطالعه نشان میدهدکه اجزاء برش‌ها مشتق از خود سری‌میزبان بوده و پس‌ازسخت شدن سری حاصل شده‌اند و جابجائی مهمی‌پیدانکرده‌اند. این‌برشها درحوزه معدنی فراوانتر از نواحی دیگر میباشند و علت آنرا ممکن است به‌موقعیت خاص تکتونیکی ناحیه (منطقه کشیدگی ونازك شدگی[٤]) منسوب‌نمود. همانطورکه یاد شد درتمام افقهای مینرالیزاسیون‌ناحیه، کانه‌های نوع برشی دیده میشود ، درصورتیکه خارج ازاین منطقه رخساره برشی کمیاب است.

---

۱ - K. German (1968)　　۲ - Wettersteinkalk　　۳ - Monogénique

٤ - Flexure

در اکثر برشهای ناحیه معدنی ، حداقل یک فاز کانه‌دارشدن جدیدتر از برشی‌شدن وجود دارد .

مشخصات برشهای مزبور اصولاً با برش بین طبقه‌ای [۱] تطابق زیاد دارد .

ازنظر زمانی باید آنهارا در ردیف برشهای دیاژنتیک دیررس قرارداد . زیرا برشی‌شدن اصولاً بعداز سخت شدن و تبلور مجدد انجام شده است .

ازنظر منشأ می‌توان آنهارا به برشهای فروریخته [۲] دراثر حل‌شدگی قسمتی از سری دانست .

خلاصه نتایج مطالعات دیاژنتیکی

بنابراطلاعاتی که شرح آن گذشت تحولات دیاژنتیکی سری میزبان را می‌توان بشرح زیر خلاصه و معرفی نمود .

الف ـ اتفاقات در فاز سدیمانتوژنز [۳]: رسوب آهکهای با بافت میکریتی، تشکیل دانه های پلوئیدی سولفوردار ، میکریتی شدن بیوکلاست‌ها و آلودگی آنها به پیریت میکروکریستالن و بالاخره اائیتی شدن دانه های پلوئیدی .

ب ـ اتفاقات در فاز سن‌دیاژنز زودرس : شستشوی ماتریس [٤] ، تشکیل حفره‌های مسقف [٥] در رسوبات بیوکلاسیتی ، تشکیل سیمان پوسته‌ای زودرس ، تغییر شکل برخی از اائیت‌ها دراثر ضربه امواج و هم‌چنین در اثرشستشوی‌جوی ، تشکیل حفره‌هائی‌بنام ساخت‌های چشمی [٦] ، دولومیتی شد سری وتشکیل بلورهای دولومیکریت(D_1) ، سیلیس‌شدن های پراکنده توسط سیلیس بی‌شکل، تشکیل اائیت های نیم‌مجوف [۷]

ج ـ اتفاقات در فاز سن‌دیاژنز دیررس : فشرده شدن [۸] در اثر وزن رسوبات ، تغییر شکل پلاستیک در برخی دانه های اائیتی یا پلوئیدی که سیمان آنها تکمیل نشده است ، ظهور میکرواستیلولیت ، شروع سیمان تأخیری وتکمیلی ، شکاف‌خوردگی‌سری توسط فشردگی و نشست رسوبات وتشکیل رگهای کم وبیش عمود برطبقات ، تبلور نسبی سیلیس بی‌شکل، رشد مجدد دانه های کوارتز آواری ، و بالاخره احتمالاً شروع تبلور مجدد برای رشد یا تبدیل دولومیکریت (D_1) به‌دولومیکرواسپاریت (D_2) .

د ـ اتفاقات درفاز آنادیاژنز:

۱ ـ سیمانگیری کامل و سنگی شدن کامل، رشد مجدد کوارتزهای آواری ، تبلور مجدد سیلیس، تبلور مجدد D_1 به D_2 و بعداً به D_3 ، دفع مواد خارجی از جسم بلورهای دولومیتی توسط فازهای تبلور مجدد، استیلولیتی شدن (متوسط) ، تشکیل رگهای‌دولومیتی سفیدرنگ عمود برطبقات دراثرتقلیل نامتجانس

---

۱ - Intraformationelle ۲ - Collapse ۳ - Sédimentogénèse

٤ - Matrice « Matrix » ٥ - Floored Cavities ٦ - Strueture Oeillée « Bird - eyes »

۷ - « Half - moon Oolite » ۸ - Compaction

ضخامت درنقاط مختلف (مربوط به‌اثر فشار - حل) ، جریان یافتن آبهای محبوس ناحیه مرکزی حوزه بسمت نقاط برجسته (بسمت هرست) ، برشی‌شدن ، مینرالیزاسیون .

۲ - رشد مجدد بیوکلاست‌ها توسط جانشینی[۱] ، تشکیل استیلولیت‌ها توسعه یافته با دامنه‌بلند تبلور مجدد لکه‌ای[۲] و تشکیل دولواسپاریت شیری رنگ (D_4) ، کانه‌دارشدن برخی از شکافها و برشها ، سیلیسی شدن توسط کوارتز اتومرف و اتی‌ژن .

هـ - اتفاقات در فاز اپی‌دیاژنز[۳]

باین‌فاز که از زمان بالاآمدن سری دراثرحرکات پیرنه‌ای شروع میشود ، پدیده‌های زیر را می‌توان نسبت داد : شکاف‌دارشدن و تشکیل رگهای عمودی نامنظم کلسیتی و دولومیتی و هم‌چنین تشکیل برخی از برشها .

و - در فاز تأثیرات جوی و آلودگی‌های سطحی

این‌فاز با شروع اثرات جوی و نفوذ آبهای سطحی و اسید درسری و در نتیجه تحلیل کربناتها و اکسیداسیون آغاز میشود . تشکیل اکسیدهای آهن (لیمونیت) حاصل از اکسیده‌شدن پیریت‌ها وهم‌چنین تشکیل رگهای کلسیتی نامنظم باشکل کم وبیش کارستی را باید باین فاز نسبت داد .

ترکیب و تفسیر نتایج بررسی‌های سدیمانتولوژیکی و دیاژنتیکی و روابط فاکتورها .

نتایج بررسی‌های‌سدیمانتولوژیکی و دیاژنتیکی سنداژها که بصورت ترسیمی در لوگهای «تفصیلی» ارائه شده‌اند (شکل ٥) ، درمورد بیان ترکیبات لیتولوژیکی (ستون D) و هم‌چنین تغییرات منفرد ومستقل هرفاکتورگویا است ؛ ولی درمورد بیان روابط این‌فاکتورها ، در تحولات زمانی و مکانی ، مبهم وخاموش است . علت این‌امر را باید مربوط بجزئیاتی دانست که در روابط فاکتورها نقشی نداشته ولی آنهارا درخود مخفی و باعث عدم خودنمائی‌بارز آنها میگردند . برای رهائی ازاین مشکل و برای اینکه فاکتورها بتوانند روابط احتمالی‌خودرا بنحو بارزی‌نمایان‌سازند، به‌انتگره کردن[٤] مشخصات‌بمقیاس واحدهای لیتواستراتیگرافی (شکل ۸ ، ۹ و ۱۰) ، تقسیمات زیراشکوبی[٥] (شکل ۱۱) و بالاخره بمقیاس تقسیمات‌اشکوبی (۱۲ و ۱۳) مبادرت شده و نتایج آنها در لوگها انتگره (شکل ۸ ، ۹ ، ۱۰ ، ۱۱ ، ۱۲ و ۱۳)معرفی شده‌اند . درعمل انتگره کردن مشخصات ، هرمشخصه‌ای بوسیله معدل عددی تغییرات‌آن مشخصه در واحد موردنظر معرفی شده است .

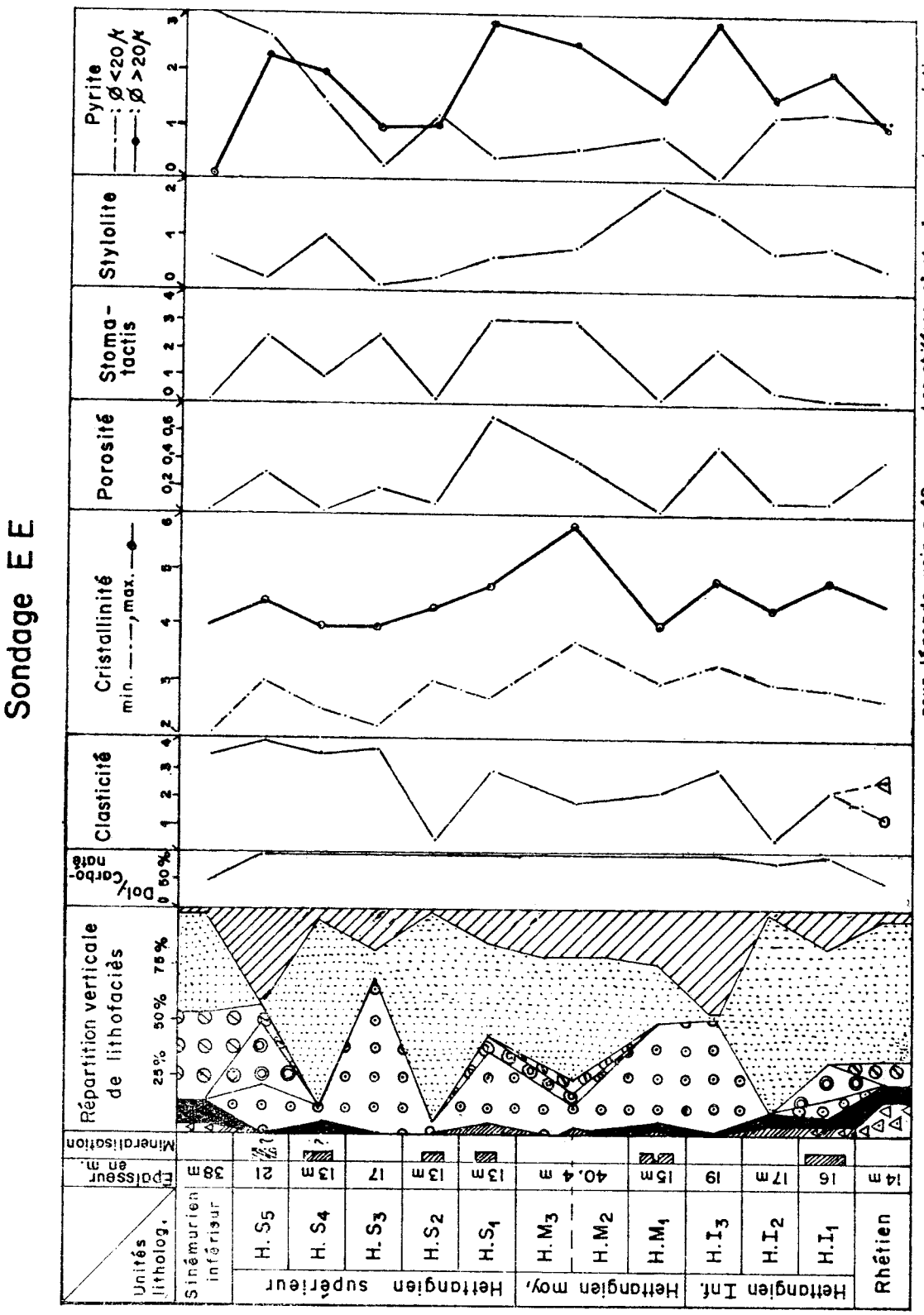
لوگهای انتگره حاصل ازین عمل بدودسته تقسیم میشوند : دسته‌ایکه منحصراً تغییرات و روابط

---

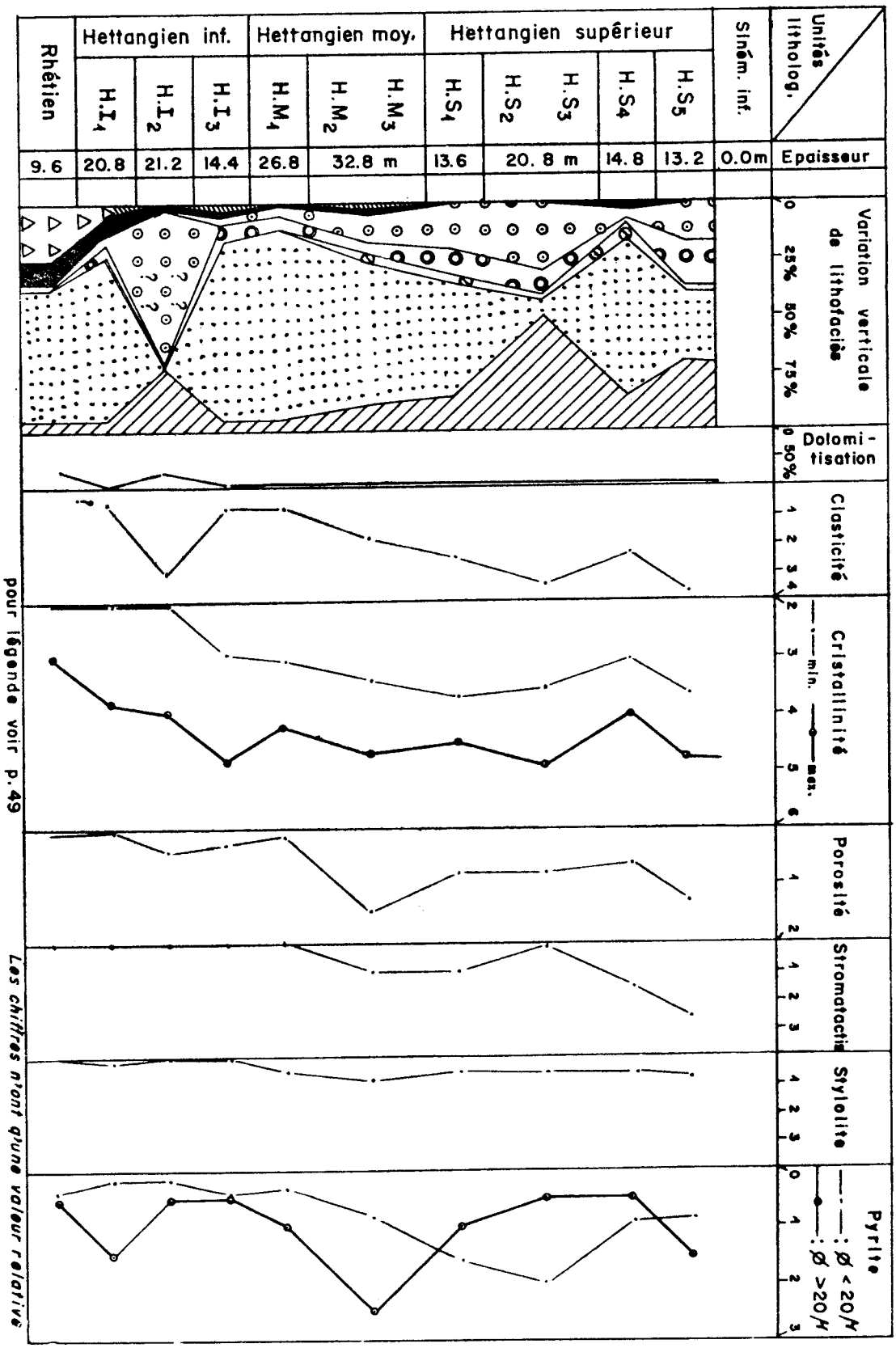
۱ - « Syntaxial neomorphic rim » (Bathurst , 1971 مراجعه شود به)

۲ - Recristallisation tachetée (« Patchy recrystallisation ») ۳ - Epidiagénèse

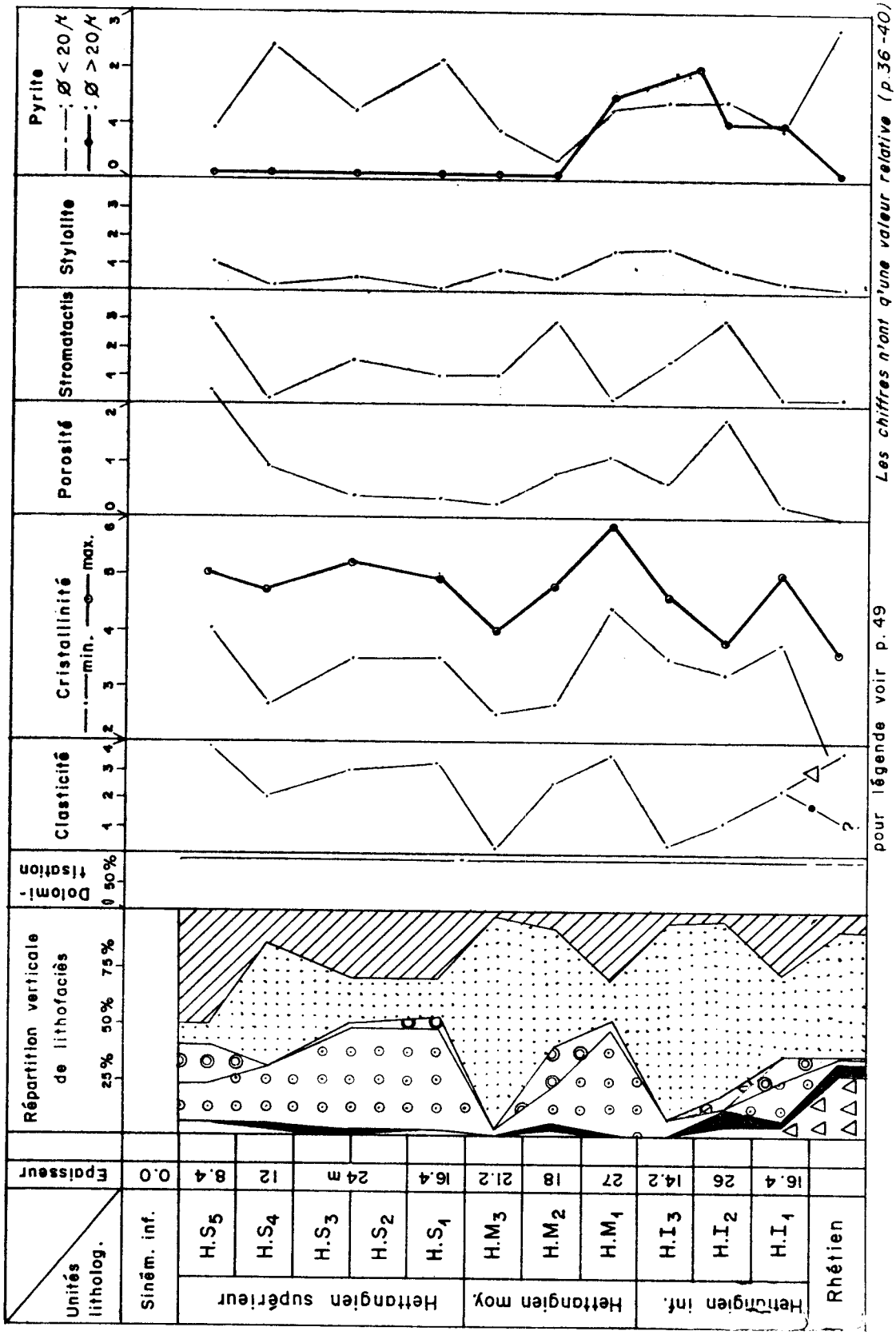
٤ - Integration ٥ - Sous - étage



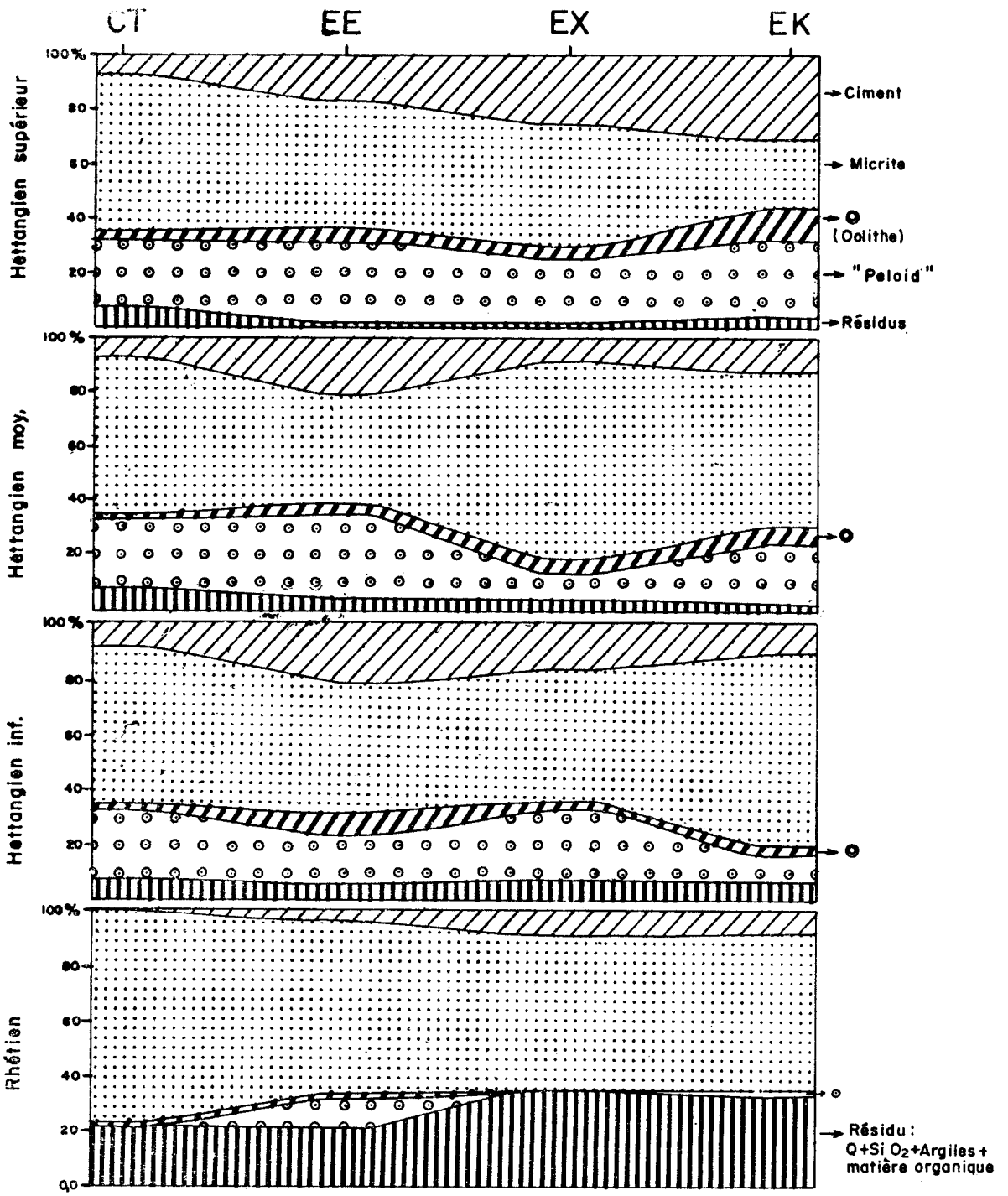
شکل ۸ ـ تغییرات عمودی (زمانی) میکروفاسیس ها و پارامترهای سدیمانتولوژیکی و دیاژنتیکی درسری رسین ، هتانژین وسینه‌سورین مربوط به‌سنداژ EE : این‌لوگ از لوگ تفصیلی EE و انتگره کردن مشخصات بمقیاس تقسیمات لیتواستراتیگرافی بدست آمده است.



شکل ۹ ـ تغییرات عمودی (زمانی) میکروفاسیس‌ها و پارامترهای سدیمانتولوژیکی و دیاژنتیکی در سری رسین و هتانژین مربوط به‌سنداژ EX : این لوگ از لوگ تفصیلی EX و انتگره کردن مشخصات بمقیاس تقسیمات لیتواستراتیگرافی بدست آمده است.



شکل ۱۰ ـ تغییرات عمودی (زمانی) میکروفاسیس‌ها و پارامترهای سدیمانتولوژیکی و دیاژنتیکی در سری‌رسین وهتانژین مربوط به‌سنداژ EK : این‌لوگ ازلوگ تفصیلی EK وانتگره‌کردن‌مشخصات بمقیاس‌تقسیمات‌لیتواستراتیگرافی‌بدست آمده است.



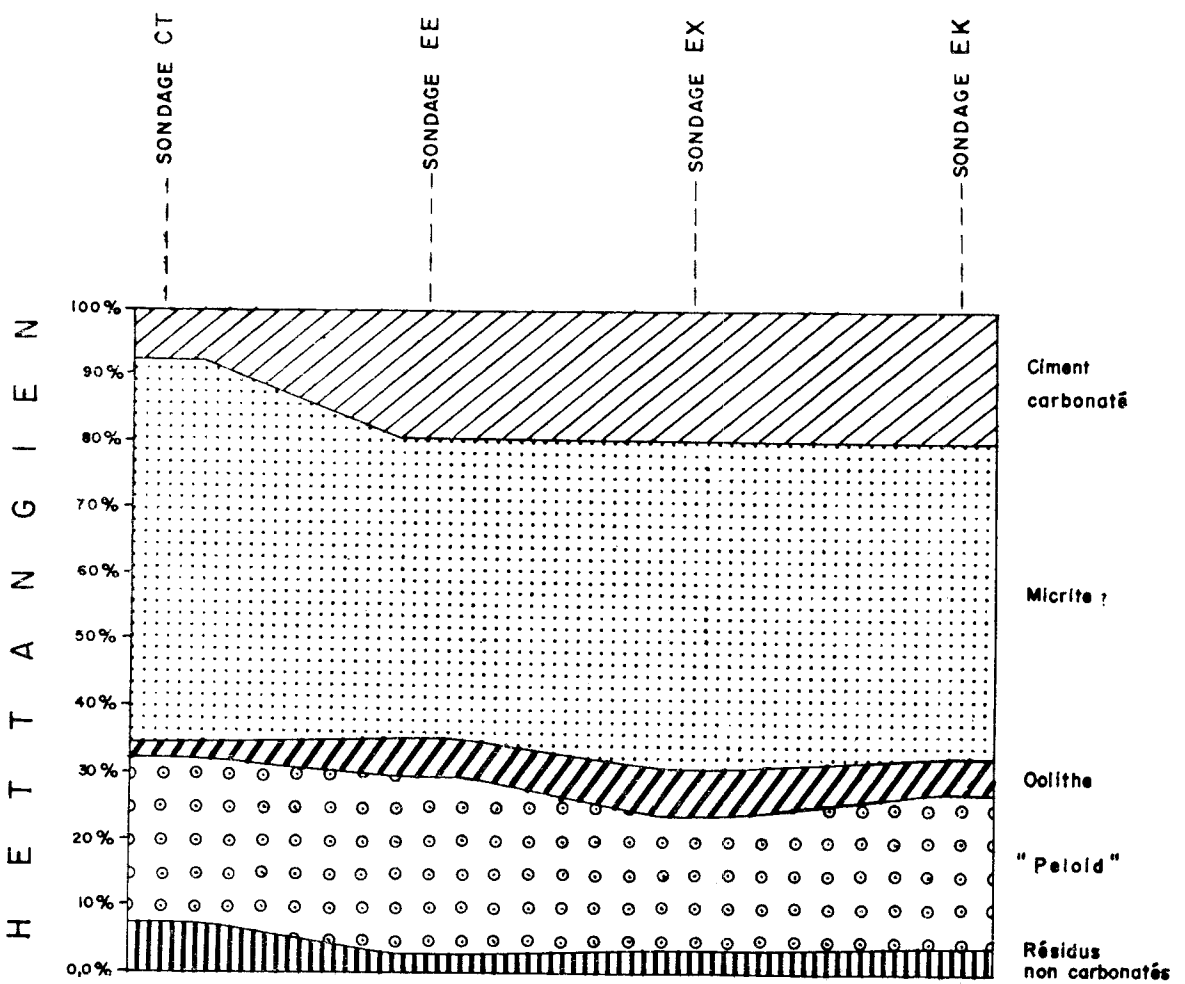
شکل ۱۱ ـ انتشار مکانی رخساره‌های هتانژین و رسین در سندژهای CT ، EE ، EX و EK :
دراین شکل ترکیبات میکروفاسیس‌ها بمقیاس تقسیمات زیر اشکوبی (Sous - étage)
انتگره شده است.

عمودی (زمانی) فاکتورها (شکل ۸ ، ۹ و ۱۰) و دسته‌ایکه تغییرات و روابط مکانی (فضائی) آنها را نشان میدهد (شکل ۱۱ ، ۱۲ ، ۱۳ و ۱۴)

از بررسی و مقابله نمودن تغییرات فاکتورها و روابط آنها نتایج زیر حاصل میگردد :

الف ـ در تغییرات عمودی (زمانی) فاکتورها و روابط آنها (اشکال ۸ ، ۹ و ۱۰) .

۱ ـ یک نوع همگامی و ارتباط مستقیم و نزدیک ، بین تغییرات کلاستی‌سیته[۱] (درجه آواری) و کریستالینیته[۲] (درجه تبلور) . دیده میشود . یعنی هرچه درجه آواری سنگ بالاتر باشد ، درجه تبلور آن بیشتر است .

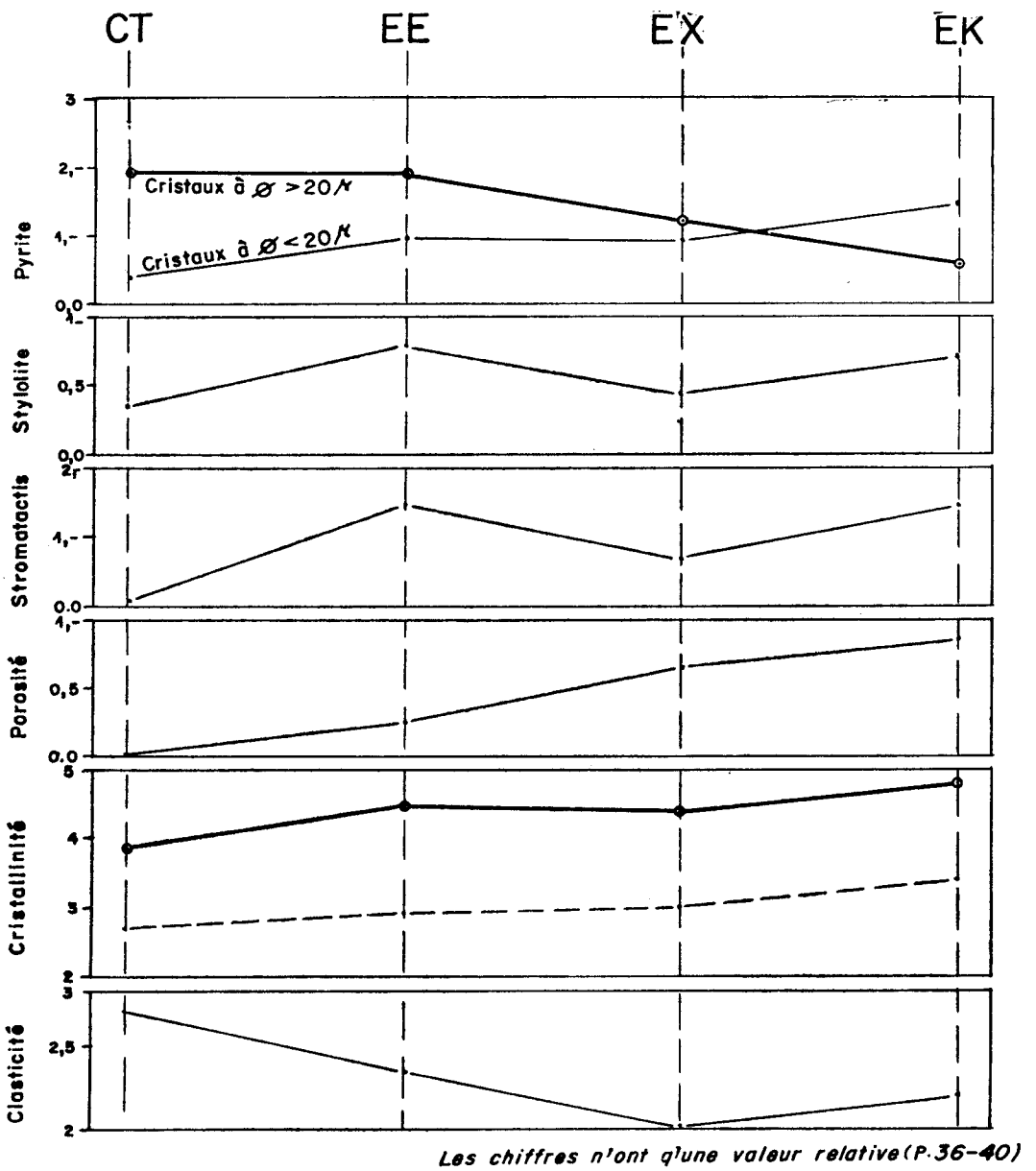


شکل ۱۲ ـ تغییرات ترکیبات رخساره‌ای برای مجموع سری هتانژین درسنداژهای CT ، EE ، EX و EK : دراین شکل ترکیبات میکروفاسیس‌ها بمقیاس اشکوب هتانژین انتگره شده است .

۱ - Clasticité ۲ - Cristallinité

۲ - یک نوع همگامی و رابطهٔ مستقیم و نزدیک ، بین تغییرات درجه تبلور حداقل و حداکثر ، مشاهده میشود. این مسئله میرساند که تبلور مجدد سری پدیده‌ای پراکنده و اتفاقی[۱] نبوده بلکه عملی است همه گیر و تحت کنترل فاکتورهائی که می‌تواند برتمام سری در حوزه حکومت نماید.

۳ - تغییرات درجه تخلخل[۲] سنگ تابعی‌است از درجه تبلور (یا درجه آواری) و هم‌چنین فراوانی ساخت‌های چشمی[۳].

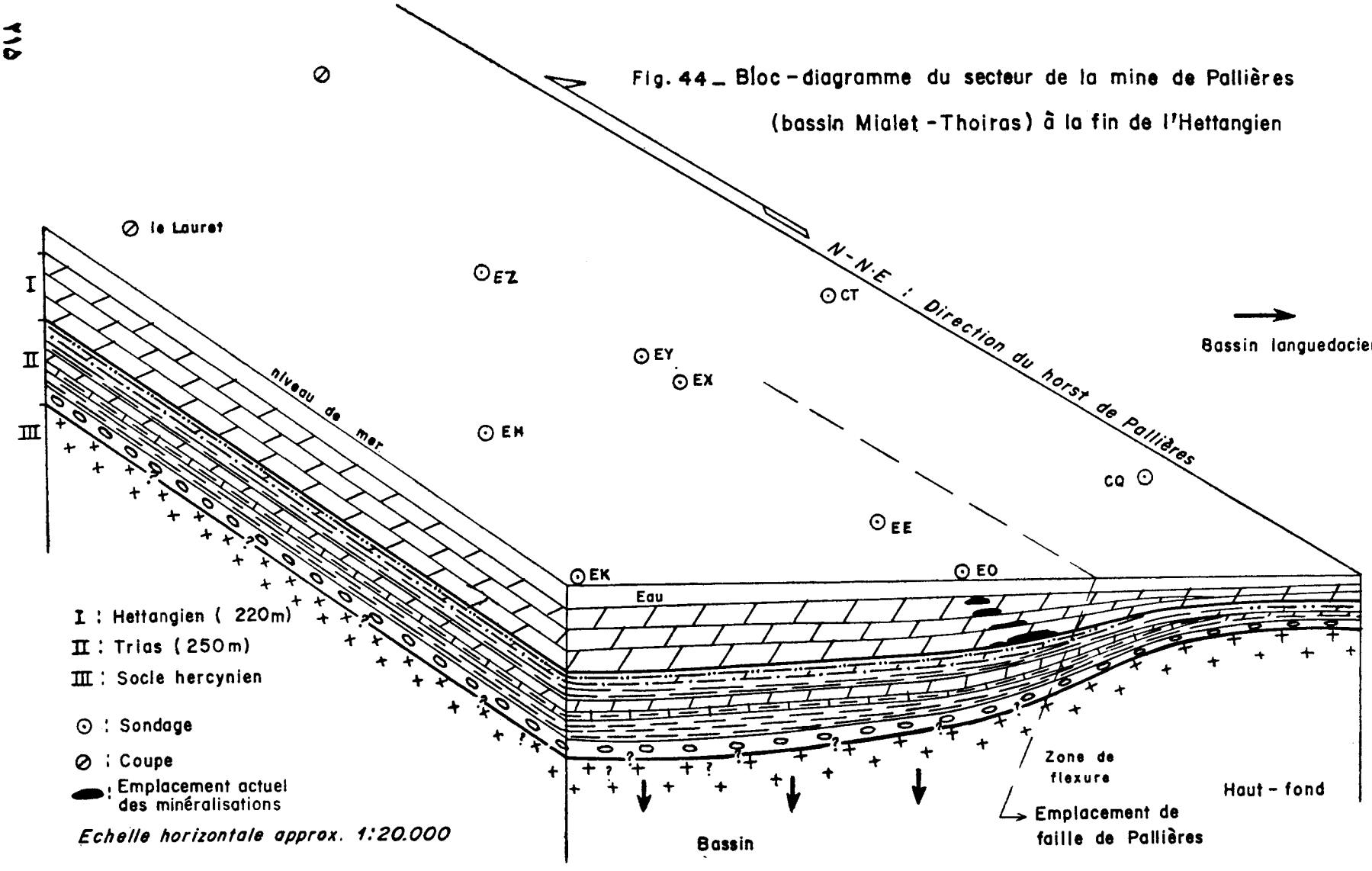


شکل ۱۳ - تغییرات مکانی اندیس فاکتورهای مختلف سدیمانتولوژیکی و دیاژنتیکی سری هتانژین درسنداژهای CT ، EE ، EX و EK.

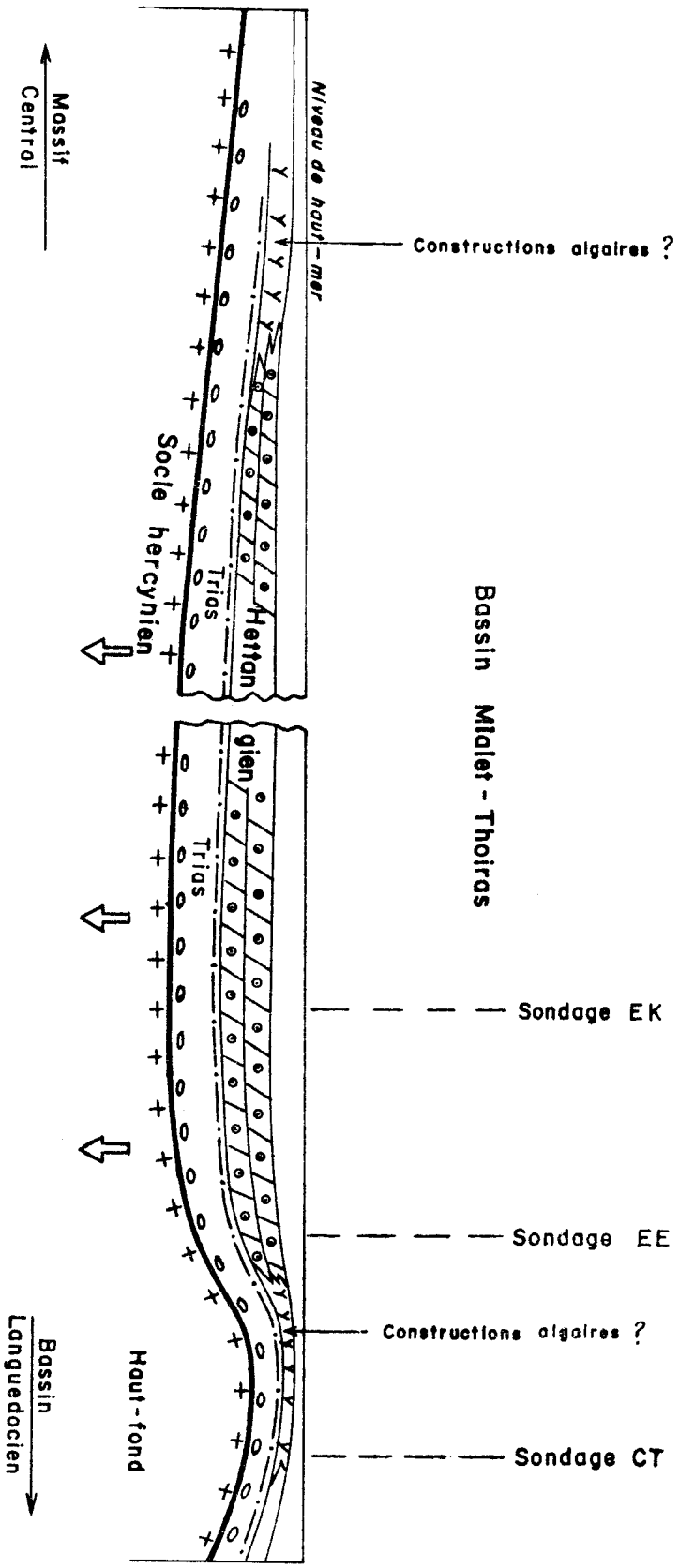
---

۱ - Accidentel ۲ - Porosité ۳ - Structure Oeillée (Bird - eyes)

Fig. 44 _ Bloc - diagramme du secteur de la mine de Pallières (bassin Mialet - Thoiras) à la fin de l'Hettangien



شکل ۱۰ ـ بلوك دیاگرام ناحیه معدنی پالیر (Pallières) ، حوزه میاله ، در آخر هتانژین و موقعیت توده‌های معدنی در وضع حاضر



شکل ۱۶ ـ مقطع پالئوژئوگرافی (دیرین جغرافیائی) حوزه میاله و کف برجسته (Haut - fond)
پالیر در آخر اشکوب هتانژین

٤ ـ تغییرات فراوانی پیریت کریستالن (بزرگتر از ۰٫۲ میکرن) تابعی است از درجه تبلور سری.

٥ ـ یکنوع رابطه معکوس وتا اندازه‌ای مبهم بین تغییرات فراوانی پیریت کریستالن و پیریت میکرو کریستالن (کوچکتر از ۰٫۲ میکرن) بچشم میخورد. بنظر میآید که بالارفتن درصد پیریت کریستالن با پائین آمدن درصد پیریت میکرو کریستالن همراه است.

ب ـ تغییرات مکانی فاکتورها و روابط آنها (اشکال ۱۱ ، ۱۲ و ۱۳).

وقتی این اشکال را بررسی نمائیم با کمال تعجب مشاهده میشود ، روابطی که در تغییرات زمانی فاکتورها خودنمائی مینمود درتغییرات مکانی نیز (جز در دومورد استثنائی) همچنان برقرار میباشند.

از مجموع اطلاعات کمی و کیفی سدیمانتولوژیکی ودیاژنتیکی یک‌سری اطلاعات پالئوژگرافی قابل توجهی بدست میآید که دراینجا بحکم اختصار از بررسی آنها خودداری میشود. اطلاعات مربوط به پالئوسرفولوژی حوزه در دوشکل ۱۵ و ۱۶ خلاصه و ارائه میشود.

ژئوشیمی

دراین قسمت از بررسی‌ها ، ۲۰۰ نمونه برای ٤ عنصر Pb ، Zn ، Cu و Ni با روش فلورسانس[۱] ایکس مورد تجزیه و سنجش واقع گردید. نتیجه این آزمایشات با روش آبسرپسین اتمیک[۲] وارسی شد. دراین وارسی که توسط ۱۲ نمونه انجام‌شد ، تفاوت قابل توجهی بین دوروش تجزیه مشاهده گردید. می‌توان گفت نتایج حاصل از روش آبسرپسین اتمیک، نتیجه آزمایش را ۳۰ و گاهی ۱۰۰ درصد بیش از نتایج با فلورسانس ایکس نشانداده است.

نتایج تجزیه نشانداد که عیار Cu و Ni اکثراً حتی کمتر از آستانه حساسیت روش فلورسانس ایکس ، یعنی ۸ppm ، است و نتیجتاً در تفسیر نتایج و مقابله آنها با فاکتور پترولوژیکی ، نتایج این دو عنصر نتوانستند شرکت نمایند.

تعدادزیادی ازنمونه هائیکه برای این تجزیه انتخاب‌شدند مربوط به‌نمونه های دوسنداژ EE و KK، که مطالعات ولوگهای پترولوژیکی آنها تکمیل گردیده بود ، و تعدادی هم مربوط به‌نمونه های پراکنده؛ یعنی نمونه هائی از سنداژها ، حاصل از مطالعات مقاطع معدنی و رخنمونها میباشد.

نتیجه آنومالی نمونه های دوسنداژ مزبور در شکل شماره ۱۷ ، که با ترکیب لیتولوژیکی سری مقابله شده است ، معرفی گردیده است.

درشکل شماره ۱۸ نتایج ژئوشیمیائی Pb و Zn برحسب فاکتورهای لیتولوژیکی کلیه نمونه ها طبقه‌بندی شده است.

از مقایسه نتایج ژئوشیمیائی با ترکیب لیتولوژیکی (شکل ۱۷ و ۱۸) وهم‌چنین با درنظرگرفتن جدول ۱ و ۲ اطلاعات زیر حاصل میشود :

---

۱ - Fuorescence de R. X. ۲ - Absorption

الف ـ بررسی جدول ۱ نشان میدهد :

۱ـ زمینه[۱] ژئوشیمیائی Pb درسری هتانژین ppm ۲۲٫۹ و درسری رسین ppm ۱۹٫۷ و درنتیجه بزرگتر از کلارك [۲] دنیائی سنگهای کربناته (به‌جدول ۲ مراجعه شود) میباشد.

جدول ۱ ـ محاسبه متوسط (میانگین) آنومالی Pb و Zn درسری رسین‌وهتانژین ، برای سنداژهای EE ، EK و نمونه‌های پراکنده و هم‌چنین برای کلیه نمونه‌ها.

Echantilons	Pb		Zn	
	Hettangien	Rhétien	Hettangien	Rhétien
Sondage EE	7,7 (64)[3]	9,9 (10)	0,1 (64)	3,9 (10)
Sondage EK	19,0 (42)	29,6 (8)	12,4 (42)	4,7 (8)
Echantillons dispersés [3]	42,2 (40)	—	17,9 (40)	—
Moyenne	22,9[4] (146)	19,7[4] (146)	10,1[4] (146)	4,3[4] (18)

عیار متوسط Pb سری میزبان در سنداژ EE که ازنظر پالئوژگرافی در محل کشیدگی طبقات (بین هرست و حوزه) وبفاصله تقریباً ۲۰۰ متر از توده‌های مینرالیزه قراردارد مقدار ناچیز ppm ۷٫۷ میباشد درصورتیکه درداخل حوزه رسوبی ، یعنی دور از مینرالیزاسیون (سنداژ EK) این مقدار به ppm ۱۹ و در نمونه‌های پراکنده (یا از هرجا رسیده) مقدار آن ppm ۴۲٫۲ میرسد.

۲ـ آنومالی Zn در سری میزبان، نسبت‌به کلارك دنیائی‌سنگهای کربناته (جدول ۲) خیلی کوچك (ppm ۱۰٫۱ برای هتانژین و ppm ۴٫۳ برای رسین) و منفی است. عیار Zn نیز مانند Pb درسنداژ EE خیلی ضعیف (ppm ۰٫۱) و بطرف مرکز حوزه (سنداژ EK) مقدار آن بیشتر (ppm ۱۲٫۴) میشود.

ب ـ تغییرات آنومالی Pb و Zn برحسب واحدهای لیتواستراتیگرافی (شکل ۱۷).

۱ ـ تحول آنومالی Pb و مقدار سیمان درسنداژ EE و هم‌چنین EK معکوس است. بنابراین بنظر میرسد که مقدار Pb در سری میزبان بیشتر بدانه‌های کربناته بستگی داشته باشد تا به‌سیمان.

---

۱ - Fond ۲ - Clarke

۳ ـ اعداد داخل پرانتز تعداد نمونه‌هائیکه در محاسبه بکار رفته است نشان میدهد.

۴ ـ عیارهای مذکور دراینجا ممکن است صفر تا .ppm ۸ بیشتر ازآنچه باشندکه نمایش داده شده است.

جدول ۲ ـ کلارك (Clarke) برخی از عناصر نشانوار (Eléments en trace) برحسب ppm

در سنگهای کربناته

		Rankama (1950)	Krauskopf (1955)	Runnels (1956)	Ostrom (1957)	Graf (1960)	Weber (1964)
Pb :	Cal.(3)	5 – 10	5 – 10	16	6 — 100	8±4	68,2 (1)
	Dol.(4)						18,2 (2)
Zn :	Cal.	⩽ 50	4 – 20	0,5 — 500	n.d. – 700	26±5	1100 (1)
	Dol.						550 (2)
Cu :	Cal.	20,2	5 — 20	5	18	14±9	5,7 (1)
	Dol.						6,7 (2)
Ni :	Cal.	0,0	–	10	15	12±4	126 (1)
	Dol.						41 (2)
Mn :	Cal.	385	–	850	1400	100	245 (1)
	Dol.						235 (2)

۲ ـ تغییرات آنومالی Zn با تغییرات مقدار سیمان ، بخصوص در سنداژ EK ، کم وبیش همگام است . بنابراین بنظرمیرسد آنومالی Zn ارتباط بیشتری با سیمان داشته باشد .

ج ـ تغییرات آنومالی برحسب مشخصات لیتولوژیکی کلیه نمونه‌ها (شکل ۱۸) .

۱ ـ نمونه‌های دولومی‌روشن (بژ) ، کریپتو یا میکرو کریستالن با منشأ احتمالاً رسوبی(شیمیائی، اولیه) برخلاف انتظار آنومالی بزرگتری نسبت بدولومی‌های تیره رنگ ، دارای مواد آلی و سولفور آهن با منشأ ثانویه ، نشان میدهند .

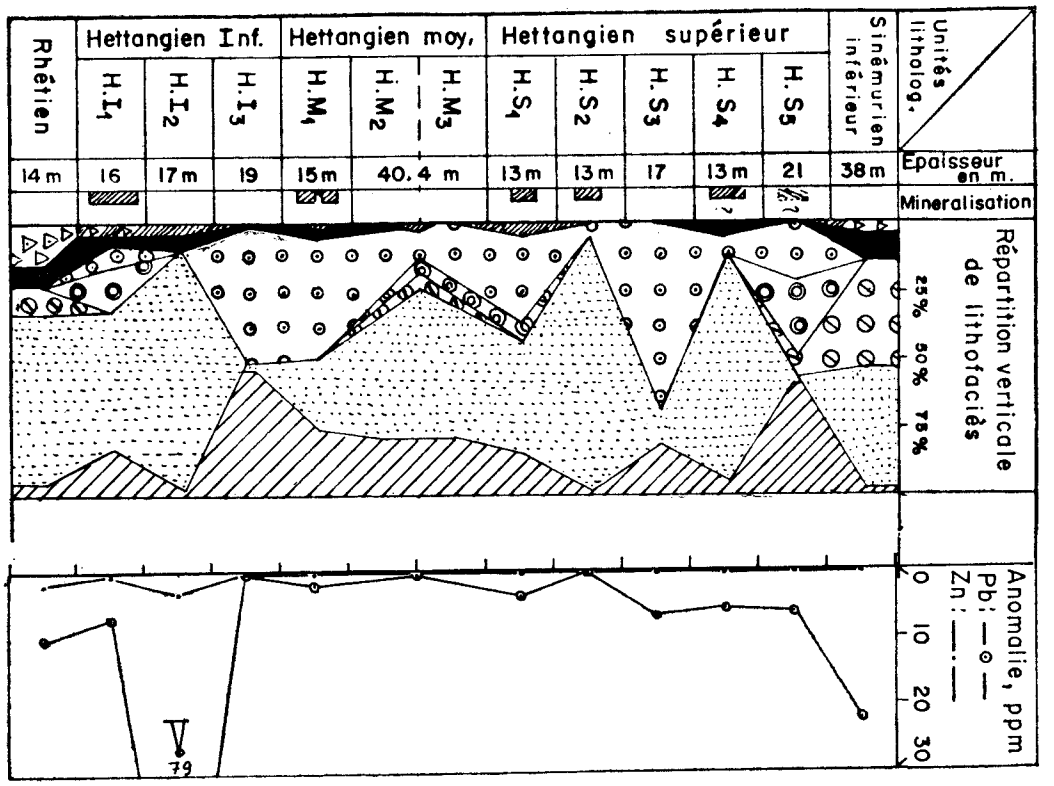
لازم بتذکر است که مقدار حجمی دولومی روشن رسوبی از نیم‌درصد سری میزبان تجاوز نمی‌نماید ولی بسمت جنوب حوزه بتدریج برمقدار آن افزوده میشود .

۳ ـ برخلاف معمول سنگهای کربناته (جدول ۲) ، زمینه ژئوشیمیائی Pb در سری میزبان تقریباً همیشه (جز درمورد دولومی‌های روشن و دولومی‌های آهکی) بزرگتر از زمینه Zn است . بعبارت دیگر زمینه ژئوشیمیائی دراینجا معکوس است .

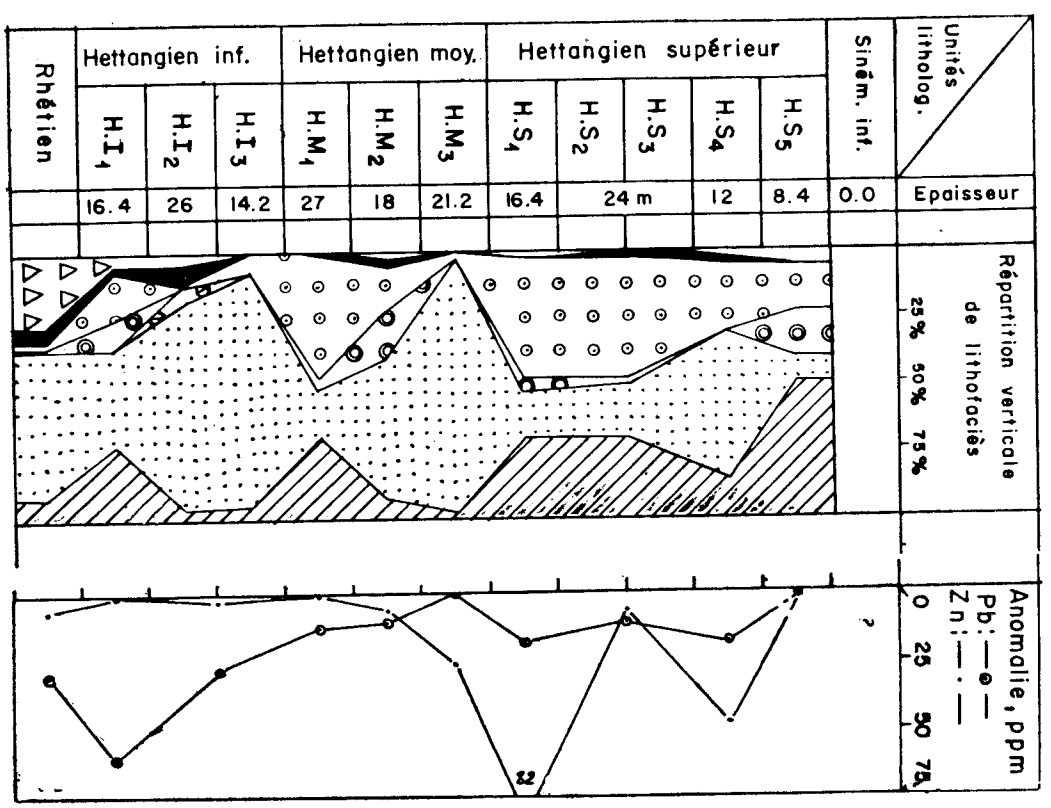
---

۱ - Dolomies Primaires ۲ - Dolmies Seccndaires ۳ - Cal. = Calcaire

٤ - Dol. = Dolomie



Sondage EE



Sondage EK

شکل ۱۷ ـ تغییرات عمودی آنومالی Pb و Zn برحسب تقسیمات لیتواستراتیگرافی در دوسنداژ EE و EK

Echons		D'après couleurs et cristallinité						D'après fractions non-carbonatées						Cristallinité[1]		
		Claire		Intermédiaire		Sombre										
		micro	cryst.	mic.	cryst.	mic.	cryst.	Dolomies ± argileuses	Dolomies ± gréseuses	Dolomies ± siliceuses	Dolomies ± calcaires	Faciès fossilifères et/ou bioclastiques	Dolomies à >50% de matrice	Dolomies à >30% de ciment	max. < 6/4 k	max. > 6/4 k	min. < 6/4 k max. > 6/4 k
Index[1]		A/15	B/7	E/6	F/10	C/3	D/5	G/32	H/18	I/6	J/5	K/21	L/61	M/57	N/41	O/29	P/41
Sondage EE	Pb	—	—	—	—	—	—	8.7	12.2	—	—	1.1	11.	1.8	13	0.0	2.5
	Zn	—	—	—	—	—	—	3.3	3.8	—	—	0.0	0.5	0.0	0.7	0.0	0.6
Sondage EK	Pb	—	—	—	—	—	—	27	24.2	—	—	26.	13.8	25.3	21.7	20.3	11.
	Zn	—	—	—	—	—	—	0.5	5.5	—	—	26.5	12.6	11.4	17.9	9.8	9.8
Dispersés	Pb	44.2	5.7	1.0	1.6	31.6	11.6	34.4	25.4	10.5	2.	15.	—	—	—	—	—
	Zn	30.2	11.4	0.3	0.4	2.3	3.4	14.0	6.2	1.5	16.5	13.3	—	—	—	—	—
Total	Pb	44.2	5.7	1.0	1.6	31.6	11.6	70.1	61.8	10.5	2.	42.1	34.8	27.1	34.7	20.3	13.5
	Zn	30.2	11.4	0.3	0.4	2.3	3.4	17.8	15.5	1.5	16.5	39.8	13.2	11.4	18.6	9.8	10.4
Moyenne	Pb	44.2	5.7	1.0	1.6	31.6	11.6	23.3	20.6	10.5	2.	14.	17.4	13.5	17.3	10.1	6.7
	Zn	30.2	11.4	0.3	1.4	2.3	3.4	5.9	5.2	1.5	16.5	13.2	6.6	5.7	9.3	4.9	5.2

شکل ۱۸ ـ تغییرات اندیس آنومالی Pb و Zn برحسب تقسیمات لیتولوژیکی ، برای کلیه نمونه‌هائیکه تجزیه ژئوشیمیائی بر روی آنها انجام شده است.

٤ ـ تزاید درصد مواد غیرکربناته (رسها ، سیلیس ، سولفورهای آهن ، مواد آلی) با بالارفتن زمینه ژئوشیمیائی Pb همراه بوده و فاصله آنومالی بین Pb و Zn را زیاد میکند.

٥ ـ تزاید درصد سیمان با پائین آمدن آنومالی Zn و بخصوص Pb همراه است (ستون M از شکل ١٨).

٦ ـ هرچه درجه تبلور نمونه‌ها بالاتر باشد بهمان نسبت عیار Pb و Zn کمتر است (ستون N ، O و Z از شکل ١٨).

ازکلیه مشاهدات بالا نتایج کلی زیر را می‌توان استنباط نمود:

١ ـ آنومالی Zn درسری میزبان خیلی ضعیف و درمجموع منفی وکمتراز ٧ppm میباشد.

٢ ـ آنومالی Pb درمجموع بطور نسبتاً محسوس مثبت و حدود ٢٣ppm میباشد.

٣ ـ در زمینه ژئوشیمیائی، نسبت Pb به Zn که معمولاً کمتر از $\frac{١}{٣}$ است، بمقدار ٣ ارتقاء یافته، بطوریکه میتوان گفت که نسبت این‌دو عنصر درسری میزبان معکوس شده است.

٤ ـ هرچه درجه تبلورسری بالا میرود ، بالعکس عیار Pb و Zn پائین میآید. بنظر میرسد که تبلور مجدد سری با دفع مواد خارجی ازجمله کاتیونها همراه است.

٥ ـ دولومی‌روشن ، با ساخت نواری ، میکروکریستالن با منشأ اولیه ازنظر عیار Pb و Zn غنی‌تر از دولومی‌های ثانویه (دیاژنتیک)، تیره رنگ میباشند. این‌مسئله با تجربیات و استنباط وبر[١] (جدول ٢) مطابقت کامل دارد.

مینرالیزاسیون

الف ـ مشاهدات ماکروسکپی

١ ـ درکانه‌های نوع توده‌ای[٢].

درپائینترین افق مینرالیزه (قاعده هتانژین) درکانه نوع توده‌ای پاره‌های[٣] مختلف ازکانه دیده میشود که یکدیگر را قطع‌مینمایند. ازنظر ترکیب کانی‌شناسی ، پاره‌های مختلف تفاوت قابل‌توجهی‌ندارند ولی بافت‌آنها مختلف‌است. پاره‌های جوانتر اکثراً بهتر متبلور شده و دارای کانی‌بلند بارنگ روشنترمیباشند. بلند درقدیمترین صفحات اکثراً با رخساره شکری شکل[٤] و با رنگ قهوه‌ای تیره ظاهر میشود. این‌نوع کانه ازنظربلند پرعیار بوده و عیارآن اکثراً تا ٤ درصدهم میرسد وگانگ[٥] همراه با مینرالیزاسیون دیده

---

١ ـ J. N. Weber (1964) ٢ ـ Massif ٣ ـ Plages mineralisées

٤ ـ Sacharoide

٥ ـ دراینجا گانگ ، مواد غیرفلزی که همزمان یا بعد از مینرالیزاسیون با آن همراه شده‌اند درنظرگرفته شده است.

نمیشود. اغلب خرده‌هائی از سنگ درون گیر در داخل کانه دیده میشود که برخی ازآنها کاملاً مصون از مینرالیزاسیون میباشند.

۲ - درکانه های نوع رسی - پیریتی.

دراین نوع کانه ها که اغلب در بالای کانه نوع توده‌ای دیده میشود ، کانی‌های فلزی مرکب از بلند شکری شکل وپیریت و مارکاسیت بوده و در لایه های نازك چند میلی‌متری تا چند سانتی‌متری دیده میشوند که چین های کوچک (۱) و ناهماهنگ (۲) بین چینه‌ای درآنها ظاهر شده است.

۳ - درکانه های نوع برشی.

دراین‌نوع کانه‌ها اجزاء برشی با سنگ درون گیرمشابهت کامل داشته و در سیمان آنها کانی‌های فلزی‌بشکل زیر دیده میشود : یک پوشش‌بسیار نازك واغلب میکروسکپی از پیریت که بین بلند و خرده‌های سنگ میزبان قرارمیگیرد ، بعد چند پوشش نازك از شلن بلند(۳) یابلند و بالاخره گالن که اکثراً بشکل مکعبهای کوچک در زمینه بلندی کاشته‌شده‌اند ، درآخر گانگ ، مرکب از دولومیت‌های سفید ظاهرمیشود.

گسترش وتظاهر پی‌درپی کانه باضخامت‌تقریباًثابت ومنظم، هم‌چنین‌ساخت کنکرسیونی‌شلن بلند(٤) میرسانه که این کانه‌ها بایستی از ناحیه محلولی ، که بعد از برشی‌شدن ظاهر شده است. رسوب کرده باشند و چنانکه قبلاً ذکر شد خود برشها اصولاً منشاء دیاژنتیکی و مؤخر برسخت شدن نشان میدهند. عناصر برشی اغلب عاری ازمینرالیزاسیون و تماس آنها با مینرالیزاسیون با انقطاع ناگهانی و واضح است.

در برخی برشهای هتانژین دو وگاهی سه فاز میزالیزاسیون دیده میشود.

٤ - درکانه های در زه‌ای (رگوار)

این نوع کانه‌ها که اغلب درسری میزبان و در اطراف جسم کانه‌دار و بخصوص در بالای توده مینرالیزه افق زیرین دیده میشود ، بطورکلی از بلند و پیریت تشکیل شده و وجود گالن درآن استثنائی است. و ازنظر شکل جایگزینی و بافت کانی شباهت تامی با برشها دارد.

رگهای کانه‌دار ازنوع رگهای سیستم ۲ و عمود بر چینه میباشند و درآنها دونوع رگ تشخیص داده میشود : رگهائیکه تماس آنها با سنگ میزبان مبهم و تدریجی است و رگهائی که تماس آنها واضح و منقطع است. در تشکیل رگهای نوع اول می‌توان به‌پدیده تبلور مجدد و هم‌چنین « حل - رسوب » و در نوع دوم به‌شکاف خوردن سنگ پس ازسخت شدن و پرشدن آنها فکر کرد.

مینرالیزاسیون در برخی از رگها مانند برشها ساخت نواری نشان میدهد. حداقل عده‌ای از رگها قدیمتر از استیلولیت‌های توسعه یافته میباشند.

---

۱ - Plissetement ۲ - Disharmonique ۳ - Schlanblende

٤ - Strueture en cocarde

ب ـ مشاهدات میکروسکپی .

دراین بررسی روابط بین کانیهای فلزی و بافت سنگ حامل ، بخصوص با بلورهای دولومیتی و فازهای تبلور مجدد ، مورد بحث میباشد. دراین نوع بررسی نمونه های کم‌عیار (۰ تا ۱۰٪) مناسبتر میباشند زیرا در نمونه های پرعیار اکثراً ساخت و بافت سنگ حامل دراثر مینرالیزاسیون شدید درهم ریخته و درنتیجه ارتباطها بهم‌خورده است و ایجاد رابطه زمانی بین پدیده‌ها مشکل یا غیرممکن است.

مطالعه نمونه های معدنی (کانه‌دار و غیرکانه‌دار) نشان میدهد که :

۱ ـ کانه ها اکثراً درافقهای « دراصل» کالکارنیتی که درحال‌حاضر دولومیتی میباشند ظاهرمیشوند (شکل ۱۹ ، ۲۰ ، ۲۱ و ۲۲).

۲ ـ پیریت میکروکریستالن و سن‌ژنتیک در تمام سری و بخصوص در رخساره‌های پلوئیدی و میکریتی دیده میشود. دانه های پلوئیدی پیریت‌دار ممکن است اائیتی شده باشند. انتشار بلورهای ریز پیریت در داخل بلورهای دولومیتی و در خارج آن تقریباً یکسان است. در نمونه هائیکه شدیداً تبلور مجدد پیدا نموده‌اند این نظم در پراکندگی (انتشار ایزوتروپ) بهم‌خورده و بلورهای پیریت در مفصل بلورهای دولومیتی فراوانتراند و بنظر میرسد که تبلور مجدد باعث راندن بلورهای پیریتی بخارج جسم بلوری شده است.

درنمونه های کانه‌دار نیز انتشاربلورهای میکروکریستالن پیریت در داخل دولومیت‌ها و کانی‌های فلزی یکسان است. این مسئله گواه بر آن است که کانه های فلزی در چنین بافتی فضای خالی بین دانه‌ها را نباید پر کرده باشند.

۳ ـ در نمونه های کم‌عیار که کانی‌های فلزی در زمینه دولومیتی پراکنده‌اند ، تماس کانی‌های فلزی با بلورهای دولومیتی یک تماس متقابل[۱] است و درآن بنظر میرسد که شکل خارجی کانی‌های فلزی توسط بلورهای‌دولومیتی طراحی‌شده‌است. طبق‌نظر ادوارد[۲] ، چنین بافتی معمولاً نماینده این‌است که کانی اتومرف (دراینجادولومیت)قدیمتراز کانی بی‌شکل[۳]میباشد، بخصوص اگر کانی بی‌شکل دارای‌فرورفتگی‌هائی نیز باشد. ولی‌ازطرف دیگرچنانکه قبلاً گفتیم‌انتشار بلورهای میکروکریستالن پیریت بطوریکسان در بلورهای دولومیتی و کانه های‌فلزی مانع‌ازآن است که تصور شود کانی های‌فلزی‌فضای‌خالی‌بین دانه‌ای‌را پر کرده‌اند.

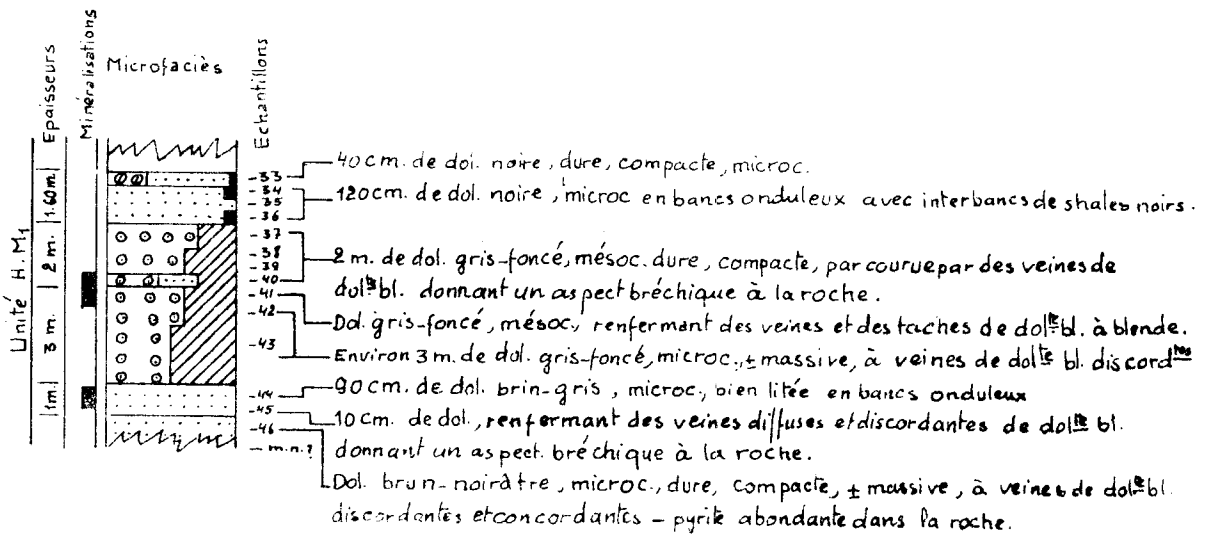
در داخل کانی‌های فلزی گاهی رولیک‌های (پس‌مانده) بلورهای دولومیتی دیده میشود که‌قاعدة دلالت بریک نوع جانشینی میکند (عکس PL. X – 2).

---

۱ - Mutuel ۲ - Edward (1954) ۳ - Xenomorphe

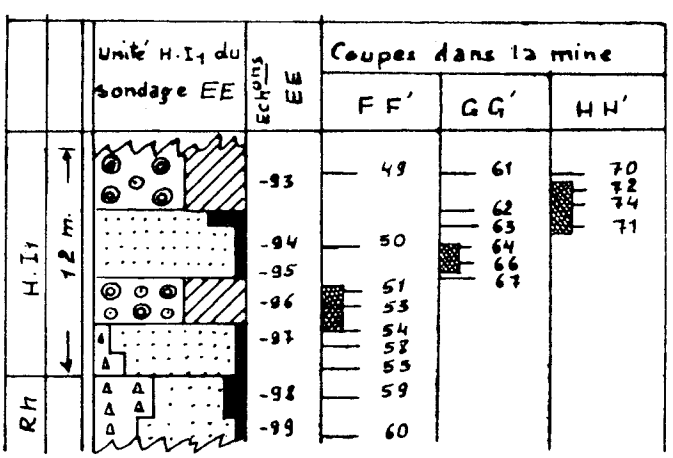
٤ ـ دانه‌های بلند که در داخل بلورهای دولومیتی محبوسند بی‌شکل و نامنظم و کم وبیش شکل کلوفرم [۱] دارند . درصورتیکه آنهائیکه خارج از جسم بلوری هستند شکل‌دار کاذب [۲] میباشند (عکس ۱ ـ PL. X).

٥ ـ در نمونه‌های کم‌عیار با بلورهای فلزی پراکنده یکنوع هماهنگی بین دانه‌بندی بلورهای دولومیتی و بلورهای فلزی مشاهده میگردد . دانه‌بندی بلورهای بلند دراین بافت‌ها بطورکلی بین ۰٫٦ تا ۰٫۰٥ میکرن است که تفاوت چندانی با اندازه بلورهای سنگ حامل ندارد .



Echelle approx^ve : 1:200

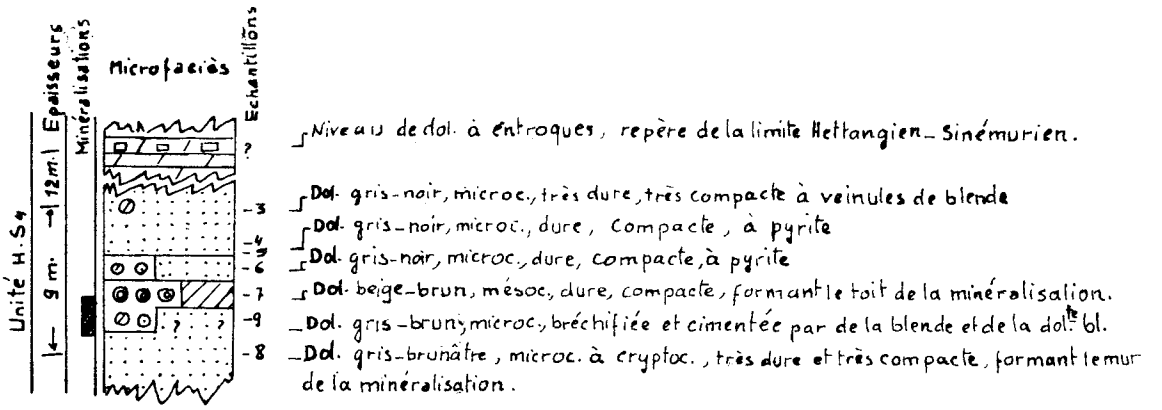
شکل ۱۹ ـ موقعیت مینرالیزاسیون در قاعده هتانژین میانی نسبت به‌تغییران میکروفاسیس‌ها



شکل ۲۰ ـ موقعیت منیرالیزاسیون در قاعدهٔ هتانژین زیرین نسبت به‌تغییرات میکروفاسیس‌ها

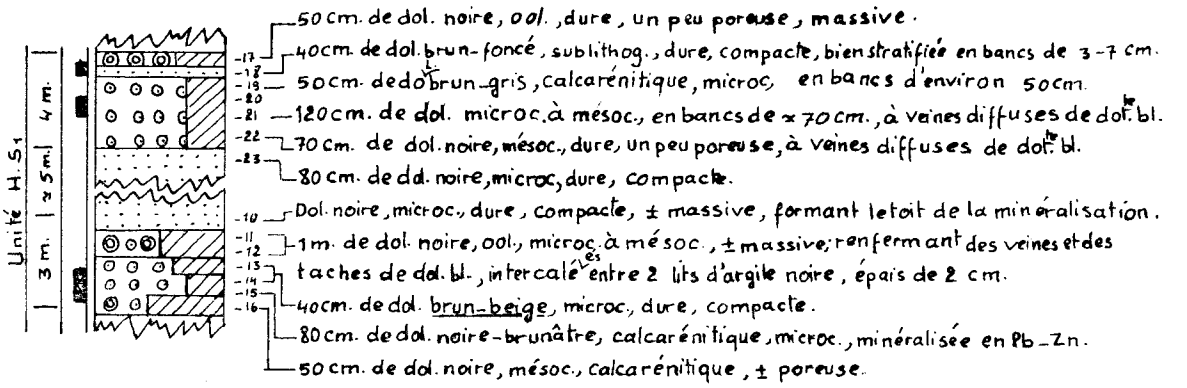
---

۱ ـ Colloforme ۲ ـ Pseudomorphe



Echelle approxᵛᵉ : 1:400

شکل ۲۱ - موقعیت مینرالیزاسیون دربالای هتانژین بالائی نسبت به‌تغییرات میکروفاسیس‌ها



Echelle approxᵛᵉ : 1:200

شکل ۲۲ - موقعیت مینرالیزاسیون در قاعدهٔ هتانژین بالائی نسبت به‌تغییرات میکروفاسیس‌ها

۶ - درچند نمونه کم‌عیار که یکی ازآنها حتی‌خارج ازمنطقه مینرالیزاسیون است کانی‌های فلزی (پیریت ، بلند ، گالن) در داخل دانه‌های پلوئیدی ویا هسته‌های دانه‌های االیتی جای گرفته‌اند (عکس شماره PL.X) . چنین شکل تمرکز را جربیک تمرکز سن‌ژنتیک مقدم بر االیتی شدن دانه‌های پلوئیدی به‌چیز دیگری نمی‌توان نسبت داد .

دراینمورد ، چند نمونه ازسنگ میزبان ، غیرمینرالیزه که هسته‌های پلوئیدی دانه‌های االیتی‌آنها دارای‌بلورهای میکروکریستالن پیریت‌است بامیکروسندمورد تجزیه وبررسی‌قرارگرفت، دریک‌نمونه ازسه‌نمونه تجمع عنصر Pb در داخل پلوئیدها ، بهمراهی دانه‌های پیریت محقق گردید . ممکن‌است این سرب وابسته بدانه‌های پیریت میکروکریستالن یا بمواد آلی دانه‌های پلوئیدی باشد .

۷ - در پاراژنزهای متوالی رنگ کانی بلند بتدریج روشنتر میشود و از قهوه‌ای خیلی تیره که درآن نسبت آهن بالا است به‌قهوه‌ای روشن ، زرد ، زرد روشن و بالاخره به‌کرم یا بیرنگ تغییر مییابد . گاهی

چنین تغییر رنگ حتی در تک بلور، منتهی خیلی ملایمتر و خفیفتر دیده میشود و بلورهای زونه‌ای بوجود میآورد که بتدریج از مرکز بسمت خارج روشنتر میشوند.

۸ ـ گاهی بلند و دولومیت سفید (D_{ε}) بافت اوتکتیک[۱] یا میرمکیتیک[۲] نشان میدهد چنین بافتی معمولاً از هم‌رسوبی[۳] دوفاز نتیجه میشود.

۹ ـ در پاراژنزهای ساده بلند وگالن، اصولاً گالن بعد از بلند و قبل از گانگ دولومیتی ظاهر میشود. تکرار پاراژنزهای ساده، بخصوص در کانه‌های نوع برشی و درزه‌ای، باعث میشود که چندنسل بلند وگالن داشته باشیم که فاصله زمانی این نسلها مشخص نیست.

۱۰ ـ در برخی نمونه‌ها بنظر میرسد که پیریت‌های کریستالن (یا دیاژنتیک) دراثر سکرسیون[۴] و جابجا شدن پیریت‌های میکروکریستالن حاصل شده است.

مدل ژنتیک[۵]

در بحث مدل ژنتیک چگونگی و زمان تشکیل کانسار، برمبنای اطلاعات حاصل از مطالعات مختلف زمین‌شناسی بحث میشود. دریک مدل ژنتیک هرچه مسائل زیر روشنتر باشد، مدل به‌حقیقت نزدیکتر است:

۱ ـ منشأ یا سرچشمه عناصر تشکیل دهنده کانسار

۲ ـ چگونگی حمل و وسیله حمل عناصر

۳ ـ مکانیسم جایگزینی کانسار یا بعبارت دیگر تمرکز و پرعیار شدن

۴ ـ زمان تشکیل کانسار

متأسفانه اینها پدیده‌هائی هستند که بررسی مستقیم و عینی آنها برای انسان میسر نیست، فقط از روی معلول است که حکم برعلت می کنیم و ازطرف دیگر چون اصولاً اطلاعاتی که از روی آنها این علت‌ها را مطالعه مینمائیم اکثراً ناقص است، درنتیجه در ارائه یک مدل ژنتیک اجباراً مسئله تفسیر و فرضیه دخالت میکند. درزمین‌شناسی که علمی است تجربی و وسیع، در اثرپیشرفت وشناخت بیشتر وعلمی‌تر پدیده‌های طبیعی، این فرضیه‌ها خیلی زود دستخوش تغییر میشود. عده‌ای ازآنها که برپایه استوارتری قراردارند تغییرات تکاملی مییابند و عده‌ای دیگر بکلی فرومیریزند. دراین تحولات وتغییرات آنچه ارزش خود را حفظ میکند مشاهدات علمی است. بشرط آنکه شاهد صادق بوده و در هنگام جمع‌آوری اطلاعات ذهن خود را از اثرات تئوریها

---

۱ - Eutectique ۲ - Myrmekitique ۳ - Coprécipition

۴ - Secrétion ۵ - Modèle génétique

مصمون داشته‌باشد. اکثراً یک تئوری ممکن است ذهن انسان را ناخودآگاه بیشتر بسمت جمع‌آوری اطلاعاتی جلب کند که بنفع آن تئوری است و متأسفانه در زمین‌شناسی این خطر همیشه وجود دارد و زیاد هم دیده شده است.

دراینجا در جمع‌آوری اطلاعات سعی شده است از این انحراف و خطر تا آنجا که ممکن است اجتناب شود.

از اطلاعات مختلف ماکروسکپی (مطالعه کارهای معدنی ، زمین شناسی صحرائی) و میکروسکپی (اطلاعات حاصل از مطالعات سدیمانتولوژیکی ، دیاژنتیکی و متالوژنتیکی) و ژئوشیمیائی که ذکر آنها گذشت مخصوصاً آنچه که بنحوی‌ازانحاء با پدیده مینرالیزاسیون ارتباط پیدامینماید ، بشرح زیر برای توضیح زمان و چگونگی تشکیل کانسار استفاده میشود :

الف ـ آنچه بسولفورهای آهن مربوط میشود

۱ ـ سری میزبان ، بطور کلی ، ازنظرسولفورهای آهن ، بخصوص پیریت میکرو کریستالن غنی‌است (۲ تا ۳ درصد). پیریت میکرو کریستالن ، برخلاف سولفورهای دیگر ،خیلی‌زود، درمرحله‌ای مقدم‌بر دیاژنز درسری عینیت کانی‌شناسی پیدا مینماید. این‌نوع پیریت تقریباً همیشه با مواد آلی ارتباط دارد (تجمع در دانه‌های پلوئیدی غنی از مواد آلی در بیوکلاست‌های میکریتی شده توسط آلگها).

۲ ـ درموقع تبلور مجدد ، شکاف‌خوردگی وتشکیل استیلولیت (توسعه‌یافته) اختلالهائی درانتشار و رخساره مینرالوژیکی پیریت حاصل میگردد. برخی‌پدیده‌ها مؤیداین‌است که حداقل مقداری‌از پیریت‌های کریستالن (بزرگتر از ۰.۲ میکرن)، مستقر درشکافها ، در استیلولیت‌ها و ژئودها دیاژنتیکی بوده و باید از پیریت‌های میکرو کریستالن مجاور خود در سری منشأ گرفته باشند.

۳ ـ زمان عینیت پیدا کردن[1] پیریت کریستالن درطول تحول زمانی سری پراکنده است. درنتیجه در پاراژنز غیرمنظم ظاهر میشود.

ب ـ آنچه بسولفورهای Zn و Pb مربوط میشود.

۱ ـ عینیت یافتن حداقل قسمت عمده‌ای از بلند و گالن در سری بشکلی که آنرا می‌بینیم ، ازنظر زمانی دیررس و در فاز آنادیاژنز انجام یافته است.

۲ ـ بلند با رنگهای مختلف و نسلهای متفاوت وجود دارد و نسلهای جدیدتر روشنتر از نسلهای قدیمتر است.

۳ ـ در پاراژنز، گالن بعداز بلند و قبل از دولومی گانگ ظاهرمیشود.

---

۱ ـ Expression minéralogique

٤ ـ ساخت کنکرسیونی و نواری شلن بلند در شکافها و درسیمان کانه‌های نوع برشی که در افقهای مختلف دیده میشود ، مؤید وجود یک محلول کانی‌ساز در مرحله سخت شدگی سنگ حامل است.

ج ـ اطلاعات مختلف ، بخصوص حاصل از بررسی سری میزبان .

۱ ـ افقهای مینرالیزه ارتباط مستقیمی با فازهای تکتونیک دوران سوم نشان نمیدهد و چون بوسیله گسلهای فاز پیرنه‌ای قطع شده‌اند باید جدیدتر ازآنها باشند.

۲ ـ مینرالیزاسیون اکثراً در افقهای « دراصل » کالکارنیتی ظاهر میشود.

۳ ـ سری میزبان درچندین فاز ، که فاصله زمانی آنها مشخص نیست ، در دیاژنز مؤخر (آنادیاژنز) تبلور مجدد حاصل نموده است. این پدیده با دفع مواد خارجی ازجسم دولومیت‌ها همراه بوده است.

٤ ـ در نمونه‌های کم‌عیار ، دانه‌بندی کانی‌های فلزی با دانه‌بندی دولومیت‌ها هماهنگ است.

٥ ـ بلورهای پیریت میکروکریستالن بطوریکسان درکانی‌های فلزی و در دولومیت‌ها انتشار دارند.

٦ ـ دریک مورد که استیلولیت و بلند باهم دیده شدند ، مشاهده شد که بلند ، بارنگ روشن قبل از استیلولیت است.

۷ ـ آنومالی Zn درسری میزبان خیلی ضعیف و منفی (۱۰,۱ppm) و آنومالی Pb بالعکس مثبت (۲۲,۹ ppm) است.

۸ ـ نسبت آنومالی Pb/Zn که درسریهای دولومیتی دنیا بطورکلی کوچکتر ازیک است (حدود $\frac{۱}{۳}$) دراینجا برعکس حدود ۳ میباشد ، یعنی در واقع نسبت معکوس شده است.

۹ ـ آنومالی Pb و Zn در دولومی‌های میکروکریستالن وروشن ، با ساخت‌نواری (دولومی‌اولیه) بزرگتر از آنومالی Pb و Zn در دولومی کریستالن و تیره (دولومی ثانویه) میباشد.

۱۰ ـ بالارفتن درصد سیمان باکم‌شدن آنومالی ، بخصوص در مورد Pb ، است.

۱۱ ـ هرچه درجه تبلور سری میزبان بیشتر است آنومالی Pb و Zn ضعیف‌تر است.

۱۲ ـ بنظرمیرسد که آنومالی Pb ارتباطی با رنگ تیره سری داشته باشد. بعلاوه Pb ارتباطی‌هم با پیریت میکروکریستالن نشان میدهد.

۱۳ ـ تمرکزگالن و بلند و بخصوص پیریت در دانه‌های پلوئیدی (آزاد یا االیتی شده).

برمبنای داده‌های فوق مدل ژنتیکی زیر را می‌توان ارائه نمود :

الف ـ « پیش تمرکز[۱] » همزمان رسوب گذاری

این مرحله از تمرکز را از ورای انتشار پیریت میکروکریستالن می‌توان بررسی نمود. این تمرکز را به‌سه مرحله می‌توان نسبت داد :

---

۱ - Préconcentration

۱ - تمرکز قبل از پلوئیدی شدن رسوبات.

رسوبات میکریتی با منشأ احتمالاً شیمیائی یا بیوشیمیائی دارای پیریت میکروکریستالن فراوان میباشند. دراین مرحله از رسوب گذاری همرسوبی[۱] فاز کربناته و عناصر سنگین و همچنین پرعیارشدن این رسوبات بوسیله فعالیت‌های حیاتی آلگها و باکتریها امکان‌پذیر است. بخصوص محیط فیزیکوشیمیائی مناسب (محیط احیاء کننده وگرم) این امکان‌را بیشتر میسازد. این‌مرحله از تمرکز راکه در مورد پیریت بطورعینی تحقق یافته‌است می‌توان، با رعایت نزدیکی خواص ژئوشیمیائی در مورد سولفورهای Zn و Pb نیز با احتیاط تعمیم داد.

۲ - پیش تمرکز عناصرفلزی درپلوئیدها، قبل‌از اائیتی شدن

دانه‌های پلوئیدی، با غشاء اائیتی یا بدون آن، اکثر اوقات از پیریت غنی میباشند. این مرحله از تمرکز را بدو منشأ میتوان منسوب نمود:

۱ - پرعیارشدن گل‌ولای کربناته هنگام عبور از لوله گوارش حیوانات گل‌خوار.

۲ - تمرکز در اثر جذب عناصر فلزی توسط ماده آلی که در پلوئیدها بطور وفور یافت میشود. با ارتباط ژئوشیمیائی نزدیکی که سولفورهای Pb و Zn با پیریت دارند می‌توان برای این‌دو عنصر نیز چنین تمرکزی را قبول نمود. احتمال داردکه دراین مرحله سولفورهای Pb و Zn، برخلاف پیریت، هنوز عینیت مینرالوژیکی خود را بدست نیاورده و بصورتی، که درحال حاضر از دسترس مطالعه ما خارج است، در مواد آلی و در شبکه کریستالن کربناتها بحالت استتار پراکنده بوده باشند.

۳ - پیش تمرکز بعداز اائیتی شدن، قبل‌از دیاژنز

پیش تمرکزسولفورهای آهن، بخصوص پیریت میکروکریستالن، در دانه‌های پلوئیدی، اائیتی شده یا نشده، یک امر مسلم عینی است. وجود چنین تمرکزی در مرحله‌ایکه هنوز این دانه‌ها درکف تثبیت نشده وتوسط امواج مرتباً جابجا میشوند مسئله تمرکزی ازنوع آبرفتی[۲] را مطرح میکند. بدین‌معنی که پلوئیدها و اائیت‌هائیکه توسط تمرکز سولفورها سنگین شده‌اند در سواحل در اثر حرکات امواج و جریانهای دریائی ساحلی، می‌توانند دست‌چین و در نتیجه تغلیظ شده و زائده‌های پرعیارتری در رسوبات بوجود آورند؛ شکل عدسی‌های مینرالیزه، امتداد طولی آنها که موازی سواحل قدیمی است، موقعیت پالئوژئوگرافی و تمرکز آنها در افقهای کالکارنیتی هم‌دلایلی هستندکه این‌نظر را تأئید مینمایند.

بطور خلاصه می‌توان گفت که امکان یک تمرکز سن‌ژنتیک، میبایستی در دانه‌های پلوئیدی، و در پدیده مربوط به‌پلوئیدی شدن، جستجوگردد.

---

۱ - Coprécipitation ۲ - Placer

ب ـ تمرکز در مرحله دیاژنز

۱ ـ تمرکز قبل از تبلور مجدد سری یا در مرحله سن دیاژنز[۱]

دراین مرحله دوپدیده مهم خودنمائی میکند که عبارتنداز دولومیتی شدن وتقلیل حفره‌هاوتخلخل. برمبنای تجربیات رابرتز[۲] و وبر[۳] دولومیتی شدن یک سری آهکی با پائین آمدن عیارعناصر سنگین درفاز جامد (کربناته) همراه است. بنظرمیآید که سازش عناصر سنگین با کلسیت منیزیم‌دار[۴] و آراگونیت‌بیشتر است تا با دولومیت. درنتیجه هنگام دولومیتی شدن، ممکن است، مقداری ازعناصر سنگین از فاز جامد (کربناته) به‌فاز مایع (آب تخلخل) رانده و منتقل‌شوند. رابرتز این پدیده را مسئول تشکیل محلولهای کانی‌ساز درسریهای دولومیتی ناحیه شمالی‌استرالیا میداند. بنظرنویسنده حداقل درسری نوع «پالیر»چنین تخلیه‌ای به‌تنهائی قادر نخواهد بود محلول کانی‌ساز بوجود آورد و چنین محلولی، بهرصورت، قادرنخواهد بود تمرکزهای اقتصادی را سبب شود. زیرا درچنین مرحله‌ای ازتحول رسوبات، تخلخل سنگ خیلی‌بالا است (اکثراً بیش‌از ۵۰٪) وازطرف دیگر حفره‌های رسوبات باآب حوزه رسوبی در ارتباط میباشد ودرچنین شرایطی مشکل است تمرکز در آبهای رسوبات کربناته پایدار بماند. ولی چنانکه خواهیم دید، درمرحله تکامل یافته‌تر (مرحله آنادیاژنز) که سنگها در اثر سیمانگیری سخت شده و تخلخل بمقدار ناچیز (حدود ۵ تا ۱۰ درصد) تنزل پیدا کرده است مسئله تخلیه کاتیونها از فاز جامدبه‌فاز مایع شایان توجه خواهدبود.

۲ ـ تمرکز بعداز تبلور مجدد یا تمرکز درمرحله آنادیاژنز[۴]

مشاهدات زیادی، وجود یک مینرالیزاسیون دیاژنتیک، بعداز سخت‌شدن و تبلور مجدد سری را گواهی‌مینماید. اطلاعات بدست آمده، هم‌چنین، دلالت بروجود محلولهای کانی‌ساز دراین مرحله دارد. ازآنجمله است.

ـ عینیت مینرالوژیکی Pb و Zn تقریباً همیشه دیررس و مؤخر برتبلور مجدد میباشد.

ـ تشکیل اکثر مینرالیزاسیونهای دیررس، ازیک‌منشأ محلولی سرچشمه گرفته است. این دلایل، باضافه دلایلی دیگری که درصفحه ۲۲۹ می‌توان جستجو کرد، دلالت بروجود محلولی کانی‌ساز، در مرحله آنادیاژنز و بعد از تبلور مجدد، دارد.

در اواخر سن دیاژنز، بخصوص درمرحله آنادیاژنز، سری میزبان در چندین فاز متوالی تبلورمجدد پیدا میکند. این پدیده باعث دفع عناصر سنگین (یا بطورکلی ناخالصی)، ازجسم کربناته، بخارج، یعنی به‌محیط محلولهای بین بلوری (آبهای محبوس) میشود. بعلت پائین بودن تخلخل دراین مرحله (معمولاً

---

۱ ـ Syndiagénèse ۲ ـ Roberts (1973) ۳ ـ Weber (1964)

۴ ـ "High ـ Mg Calcite" ۵ ـ Anadiagénèse

۵ تا ۰٫۱٪) تخلیه این مواد درمحلولهای مزبور میتواند چندین برابر (تقریباً به‌نسبت حجم فاز جامد به‌حجم فازمایع: حدود ۰٫۱ تا ۰٫۲ برابر) غلظت و تراکم کاتیونهارا درآن بالابرد. حال اگر براین تراکم وتغلیظ، تمرکزهای اولیه که یاد شد (تراکم تبخیری ، تراکم دراثر دولومیتی شدن) اضافه شود وجود محلولی کانی‌ساز درخود رسوبات‌امری عادی بنظر میرسد وهیچگونه الزامی نیست که مینرالیزاسیون را به‌محلولهای ناشناخته ، با منشأ نامعلوم (تله‌ترمال) منسوب نمائیم.

در وضع واطلاعات موجود ، مشکل‌است که بتوانیم‌سهم یک مینرالیزاسیون ، یابهتربگوئیم‌آنومالی ژئوشیمیائی ، سن‌ژنتیک را از سهم مینرالیزاسیون دیاژنتیک تفکیک و مشخص نمائیم. برحسب داده‌های سدیمانتولوژیکی و ژئوشیمیائی‌می‌توان گفت که‌تمرکزهای سن‌ژنتیک در شرایط مساعد می‌تواند یک‌آنومالی ژئوشیمیائی قابل توجه یا حداکثر یک تمرکز باعیار خیلی کم بوجود آورد. « تقاطع و برروبهم افتان» (۱) (درگیری) یک مینرالیزاسیون سن‌ژنتیک و یک مینرالیزاسیون دیاژنتیک نیز امکان‌پذیر است.

منشاء کاتیونها در مینرالیزاسیون دیاژنتیک

برای مینرالیزاسیون دیاژنتیک که شرح آن گذشت دومنشأ ممکن است درنظرگرفت :

۱ - منشأ دور و خارج از خود سری رسوبی یا منشأ « اپی‌ژنتیک بیگانه» (۲) ؛

۲ - منشأ نزدیک و در خود سری ویا منشأ « اپی‌ژنتیک خودی » (۳).

داده‌های زیر ، حاصل از بررسی‌های مختلف ، درجهت توجیه یک منشأ « اپی‌ژنتیک خودی » سیر مینماید :

۱ - عیار یا آنومالی Pb و Zn سری میزبان خیلی ضعیف است ، درصورتیکه تمام مشخصات پالئوژئوگرافی و رسوبی حوزه عکس آنرا ارائه میدهند. بنابراین‌احتمال شستشوی کاتیونها در مرحله دیاژنز بیشتر است تا احتمال تشکیل رسوباتی دراصل کم‌عیار.

۲ - افت ناگهانی عیار Pb و Zn از ۱٫۲۵ درصد در معدن به‌حدود فقط چند ppm در فاصله ۲۰۰ متر ازآن در سنداژ EE (Pb : ۷٫۷dpm و Zn : ۰٫۱ ppm) و بالارفتن نسبی و مجدد آن بادور شدن‌از مینرالیزاسیون، درسنداژ EK که تقریباًدرمرکزحوزه میاله‌است (Pb : ۱۹ ppm و Zn:۱۲٫۴ppm).

چنین خلاء یا افت شدید آنومالی در پای‌مینرالیزاسیون را به‌چیزی جزیک شستشو نمی‌توان نسبت داد.

۳ - دولومیتی شدن سری و احتمالاً تبلور مجدد آن نسبت Pb/Zn را در سری ، با مقایسه این نسبت در سریهای دولومیتی دنیا (کلارک) ، تغییر داده است. دراینجا احتمال دارد که شستشوی Zn

---

۱ - Télescopage ۲ - Epigénétique étrangère (P. Routhier, 1969) .

۳ - Epigénétique familière (P. Routhier , 1969) .

آسانتر از Pb انجام‌شده باشد. ازطرف دیگر در ماده معدنی‌استخراج شده نسبت Pb/Zn برابر $\frac{1}{3}$ است یعنی عکس نسبت این دو عنصر در سری میزبان است. این اتفاقات را به‌چیزی جز شستشوی کاتیونها توسط پدیده‌های دیاژنتیکی نمی‌توان نسبت داد.

٤ ـ هرچه درجه تبلور سری میزبان بالاتر است، عیار Pb و Zn پائینتر است و ازطرف دیگر بطور عینی درمیکروسکپ دیده میشود که تبلور مجدد بلورهای دولومیتی همراه با بخارج راندن ناخالصی‌ها است. این نیز دلیل دیگری است برشستشوی دیاژنتیکی سری.

٥ ـ بالاخره هیچگونه فعالیت ماگمائی نزدیک وجود ندارد که بتوان منشأ محلولهای کانی‌ساز را بآن‌نسبت داد.

مهاجرت [1] ، **رسوب**[2] .

بنابرآنچه گذشت منشأ عناصر فلزی مولد کانسار پالیر را باید در خود سری و نتیجه در محلولهای محبوس آن جستجو کرد.

باوجودتشکیل‌مقداری از مینرالیزاسیون درشفافها ودرفضای بین‌دانه‌های برشی‌ازیک‌طرف وازطرف دیگر عاری‌بودن نسبی دیگر سنگهای درون‌گیر ودانه‌های برشی‌از مینرالیزاسیون، ناچاراً مهاجرت کاتیونها را مطرح میسازد، بخصوص اگربااین‌مسئله نیز توجه شود که عیار درناحیه معدنی‌خیلی‌بالااست (٥٫١٢٪) و چنین عیاری نمی‌تواند از منشأ رسوبی وبرجا تمرکز یابد. ازطرف دیگر عوامل پالئوژئوگرافی، پتروگرافی و تکتونیکی‌عوامل بسیار مساعدی را براین مهاجرت ارائه میدهند. دراواخر دیاژنز (آنادیاژنز)، دراثر تشکیل و توسعه استیلونیت‌ها طبیعتاً نشست‌های ناهماهنگی درسری بروز خواهد نمود. این پدیده باضافه بازی تکتونیکی متقابل دیرین برجستگی[3] پالیر (باحرکات مثبت) و حوزه مباله (باحرکات منفی یانشست) محققاً ایجاد شکاف‌هائی، درطبقات سخت شده سری میزبان، خواهند نمود (شکاف‌های غیرموازی، سیستم دو) این شکاف‌ها نفوذپذیری سنگهای شکاف‌خورده (بخصوص طبقات کالکارینیی که بیشترقابلیت خردشدن دارند) را بالابرده و باعث میشوند که آبهای محبوس و مینرالیزه تحت‌فشارحوزه آزادشده وبسمت فشارکم یعنی بسمت ناحیه‌دیرین برجستگی مهاجرت نمایند.

آبهای مینرالیزه مزبورضمن عبور ازطبقات و محیط‌های فیزیکوشیمیائی و پتروگرافی مختلف، توانسته‌اند بالاخره پناهگاههای مناسبی (تله) پیدا نموده و درآنجا بارهای سنگین خود را رها و راسب نماید. دراین مهاجرت می‌توان تصور کرد که توده‌های برشی بافضای‌بازقابل‌توجه، مانند منزلگاهی برای آبهای مینرالیزه خواهد بود که حداقل درآنجا می‌توانند توقف بیشتر نمایند.

---

۱ - Migration ۲ - ۳ - Paléorelief .

نتیجه کلی

واقعیت‌های حاصل از مشاهده نشان میدهد که تشکیل مینرالیزاسیون سن‌ژنتیک ، منحصراً ازطریق رسوب شیمیائی ، آنچنان که برنار[1] ارائه میدهد ، دارای هیچگونه دلیل عینی‌ومنطقی‌نمیباشد. ولی‌تمرکز سن‌ژنتیک دردانه‌های پلوئیدی و بعداً دست‌چین شدن[1] آنها توسط جریانهای دریائی و امواج امکان‌پذیر است. این نوع تجمع درمورد S_2Fe مقرون بحقیقت و در مورد Pb و Zn محتمل است. چنین تمرکزی می‌تواند ، قاعدةً ، عدسی‌هائی با آنومالی زیاد ویا حداکثر کانسارهائی با عیار خیلی کم بوجود آورد.

تمرکز بعداز تبلور مجدد ، بعد از سخت شدن سری ، ازمجرای محلولهای مینرالیزه واقعیتی است کاملاً روشن و می‌توان گفت این‌مرحله از تمرکز نقش‌اساسی درتشکیل کانسار پالیر را بعهده داشته است.

توضیح عکسهای PL.IX و pL.X

PL.IX - (۱) - بخارج‌راندن بلند (از جسم بلور دولومیت D_3) بوسیله تبلور مجدد : به‌بلور نیم‌شکدار D_3 (hypidiotopique) با پس‌مانده‌های (reliques) بلندکه در حاشیه بلورمجتمع‌است توجه‌شود. افق مینرالیزه قاعده هتانژین زیرین. نمونه ۷۶ — با نور L.N.R بزرگنمائی x ۱۶۰

(۲) - شکل غیرمنظم بلند توسط بلورهای دولومیتی طراحی شده است. به انتشار بلورهای میکروکریستالن پیریت‌که دارای پراکندگی یکنواخت در دولومیت و هم‌چنین در بلند است توجه شود . هتانژین بالا (واحد لیتواستراتیگرافی $H.S_1$ ،) نمونه ۱۵ — بانور L.N.R و بزرگنمائی x ۱۶۰

(۳) - همان توضیحات عکس شماره ۲ — در نمونه ۱۴.

(۴) - شبح‌دانه‌های پلوئیدی‌که درآنها بلورهای پیریت میکروکریستالن، بلند وکمی‌هم‌گالن تجمع یافته‌اند. به‌تفاوت درجه تبلور دولومیت در دانه‌های پلوئیدی (D_3a) و خارج ازآن (D_3b) توجه شود.

PL.X - (۱) - دانه پلوئیدی‌که درآن بلورهای پیریت میکروکریستالن (۵ تا ۱۰ سیکرن) و سن‌ژنتیک ، گالن و بلند تمرکز پیدا نموده‌اند. به‌تفاوت درجه تبلور دولومیت در داخل پلوئید و خارج آن توجه شود. افق مینرالیزه قاعده هتانژین بالائی ($H.S_1$) ، نمونه شماره ۲۰ — نور L.N.R — بزرگنمائی x ۱۶۰

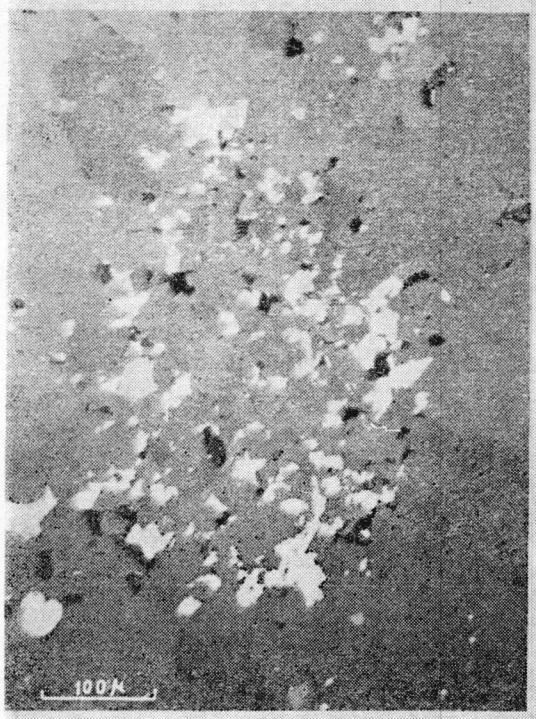
(۲) - همان توضیحات عکس قبلی (نمونه ۲۰) - به‌انتشار یکنواخت بلورهای میکروکریستالن پیریت در دولومیت بخصوص دربلند توجه شود.

(۳) - دانه‌پلوئیدی با تمرکز زیاد بلورهای پیریت میکروکریستالن (۲ تا ۴ میکرن). بنظر میرسد که یک قسمت از پیریت دراثرتبلور مجدد بلورهای حاشیه ازبین‌رفته است. سنداژ EK ، هتانژین زیرین (HI_1) نمونه شماره EK ۶۶ — بانور L.N.R ، با بزرگنمائی x ۱۳۰

(۴) - دانه‌های پلوئیدباتمرکزپیریت‌های میکروکریستالن وکمی‌بلند ، افق مینرالیزه هتانژین بالائی ($H.S_1$)، نمونه شماره ۲۰ ، با نور L.N.N. — با بزرگنمائی x ۷۸

---

۱ - Bernard (1958) ۲ - Triage



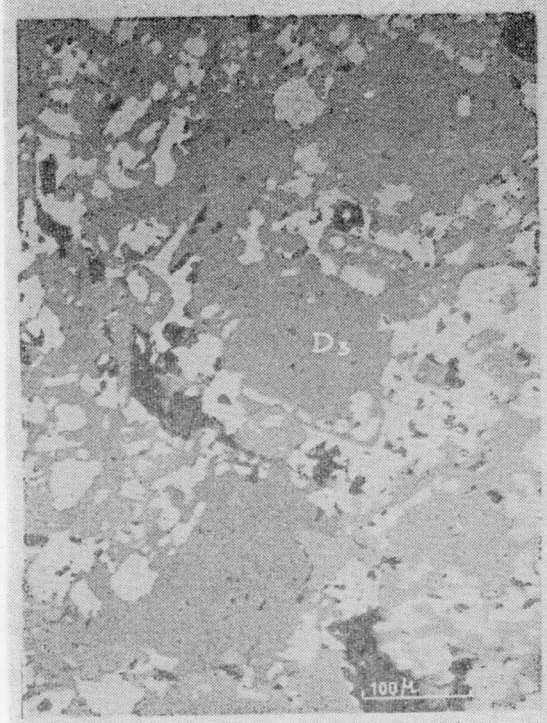
1

2

3

4

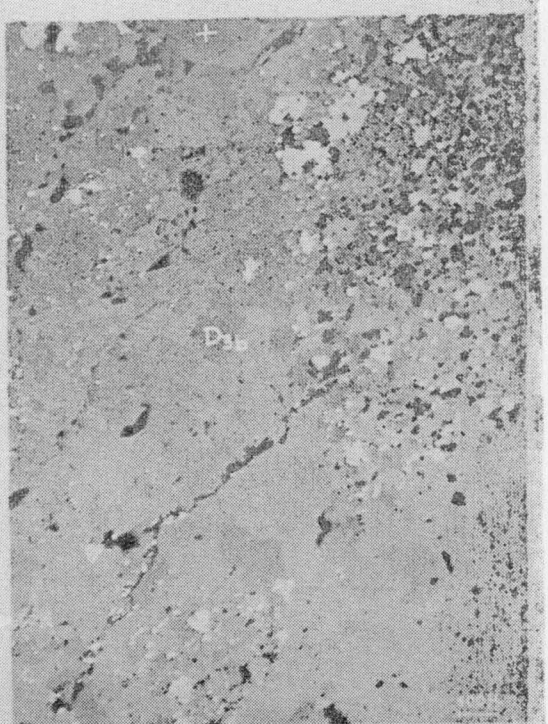
PL.IX



1

2

3



4

منابع

AMSTUTZ, G. C. and PARK, W. C. (1967) - Stylolites of diagenetic age and their role in the interpretation of the Southern Illinois fluospar deposits.
Mineralum Deposita, 2 (1), p. 44 — 53.

BATHURST, R.G.C. (1971) - Carbonate sediments and their diagenesis.
Develspments in Sedimentology, Elsevier.

BERNARD, A. (1958) - Contribution à l'étude de la province métallifère sous - cévenole.
Sci. de la Terre, T. VII (1959 — 1960); No 3 — 4 p. 123 — 403. Nancy, 1961.

CALEMBET, L.(1957) - Structure et Minéralisation de la Montagne de Pallières (Gard, France).
Ann. Soc. Géol. de Belgique, T. LXXXI, P. 839 — 868.

CAROZZI, A. (1963) - Half - moon Oolites.
Jour. Sed. Petrol., 33, No. 3, p. 633-646

DUNNINGTON, H. V. (1967) - Aspect of diagonesis and shape Change in stylolitèc limestoue reservoirs. warld Petrol. Congr. Proc., 7th, Mexico, 1967, 2, p. 339—352.

EDWARDS, A. B. (1954) - Texture of the Ore minerals and their significance.
Melborne, Australasian Instute of Mining and Metallurgy (Ing.)

FAIRBRIDGE, R. W. (1967) - Phases of diagenesis and authigensis, P. 19 — 90.
In : Larsen and Cnilingar (Editors). Diagenesis in sediments. Elsevier, Amsterdam.

FOLK, R. L. (1962) - Spectral subdivision of limestone type.
In : Classification of caibonate rocks. A. A. P. G., P. 63 — 84.

FOLK, R.L. (1965) - Some aspect of recrystallizatimn in lioestone.
Soc. Ece. Pal. Min. Special publication n°-13 (Dolomitiation and limestone diagenssis). Symposium.

GERMANN, K. (1968) - Diagenetic Patterns in the wettersteinkalk (Ladinian, Middle Trias), Northern Limestone Alpes, Bavaria. and Tyrol.
Jour. Sed. Petrol. V. 38, No. 2, p. 490 — 500

LEENHARDT , R. (1972) - Legîte plombo - Zincifère de la Croix - de - Palliércs.
Bull. B. R. G. M. , Section II, No. 3.

PARK , W. C. and SCHOT , E. H. (1968) – Stylolites : their nature and Origin.
Jour. Sed. Petrol. , V. 38 , No. — 1, p. 175 — 192.

PETTIJOHN , F. J. (1957) - Sedimentary rocks.
Marper and Row, New York , N. Y.

ROBERTS , W. M. B. (1973) – Dolomitization and the genesis of the Woodcutters lead - zinc prospect , Northern Territory , Australia
Meneralum Deposita , V. 8 , No. 1 , p . 35 — 57.

ROUTHIER; P. (1969) – Essai critique sur les méthodes de la géologie (De l'objet â la genèse)
Masson et Cie , Paris.

SCHLANGER , S. O. (1964) – Petrology of the limestone of Guam.
U. S. Geol. Serv., Profess. Papers, 403 - 0 , p· 1 — 52.

WEBER , J.N. (1964) - Trace element composition of ololostones and dolomites and its bearing on the dolomites problems.
Geochim. Cosmochim. Aeta , London, Nov. 1964, V. 28, No. 11 , P. 1817 — 1868.