

Note brève :

## Maturation de la matière organique dans le bassin stéphanien de Graissessac (Hérault) : liaison entre structure et métamorphisme des charbons ; signification régionale\*

Jean-François Becq-Giraudon<sup>(1)</sup> et Gérard Gonzalez<sup>(1)</sup>.

Mots-clés : Maturation, Matière organique, Stéphanien, Métamorphisme thermique, Charbon,  
Contrôle tectonique, Hérault (Bassin de Graissessac)

### Résumé

L'étude de la maturation de la matière organique des sédiments stéphanien du bassin de Graissessac par la méthode des pouvoirs réflecteurs permet de mettre en évidence une série de dômes thermiques dont la mise en place, après le Stéphanien, est directement contrôlée par les éléments structuraux du bassin. Ce métamorphisme, de nature thermique, est dû au flux de chaleur engendré lors du dernier cycle métamorphique ayant affecté la Montagne Noire entre -300 M.A. et -280 M.A.; ce flux thermique n'atteint les terrains de couverture qu'après la fin du cycle métamorphique. La possibilité que ce phénomène de thermicité résiduelle se soit étendu à l'ensemble du Massif central est également évoquée.

### Abstract

The study of the organic matter maturation within the stephanian deposits of Graissessac coal field (Hérault, South of France), based on vitrinite reflectance measurements, leads to the discovery of thermal domes whose set-up, after the Stephanian, was directly under control of the main tectonic elements affecting the basin. This metamorphism, of thermal origin, is linked with the heat flow generated during the last metamorphic event recorded in the Montagne Noire between -300 M.Y. and -280 M.Y.; That heat flow reaches the sedimentary cover sometimes after the end of the metamorphic event. The possibility that this residual thermicity extended over most of the french Massif central is put forward

## I.-Introduction :

L'existence d'un métamorphisme dans le bassin de Graissessac a été reconnu dès 1968 par L. Latouche : en se basant sur les analyses industrielles des charbons du bassin, il établissait une zonation qui, se mouvant sur la zone axiale métamorphique, montrait une décroissance régulière du rang des charbons depuis le sud-ouest (région de Plaisance) vers le nord-est (région du Bousquet - d'Orb) : il mettait cette évolution de la matière organique en relation avec le développement, en Zone axiale, de biotite fraîche (L. Latouche, 1968, 1969). J.F. Becq-Giraudon (1973) puis J.P. Ragot (1975), se basant sur quelques mesures de pouvoir réflecteur, établissaient le paléogradient géothermique qui régnait à l'époque. Dans les années qui suivirent, un phénomène identique fut signalé dans d'autres

bassins houillers du Massif central, Meisseix par exemple (P. Robert, 1983), tandis que de nouvelles données étaient acquises sur les âges radiométriques et l'origine ainsi que la nature de ces phénomènes métamorphiques fini-hercyniens (M. Vachette, 1967; M. Roques et M. Vachette, 1970; J. Hamet, 1975; J. Carpena, 1981; C. Pin et J. Peucat, 1986).

La présente étude, entreprise par le BRGM dans le cadre d'une synthèse des bassins houillers du Massif central, est destinée à compléter les résultats obtenus sur le métamorphisme des charbons de Graissessac de 1968 à 1975 et de le replacer dans son contexte régional.

(1) Département Carte géologique et Géologie générale  
Service géologique national, BP 6009,  
45060 Orléans cedex

\* Manuscrit reçu le 15 juillet 1986,  
accepté le 2 septembre 1986

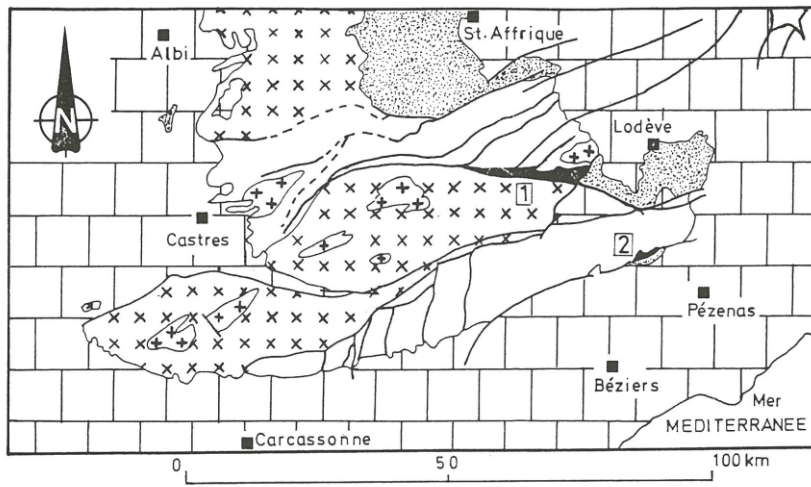


Fig. 1

Légende:

- Post-Paléozoïque ;
- Permien ;
- Stéphanien ;
- Cambrien-Viséen ;
- Gneiss et micaschistes ;
- Granites.

1: Graissessac - 2: Roujan/ Neffiez

Fig.1.- Carte de situation

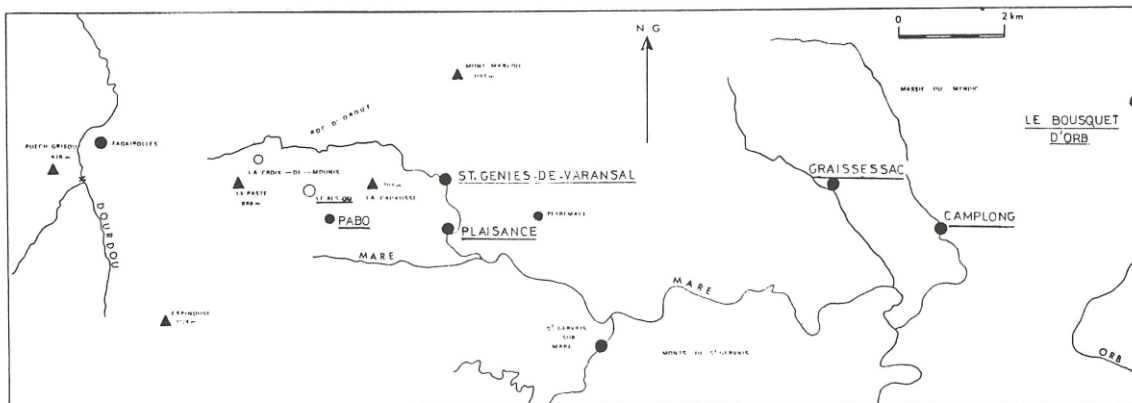


Fig.2.- Géographie du bassin de Graissessac

## II.-Cadre géologique du bassin de Graissessac (Fig.1 et 2)

Ce bassin stéphanien tire son origine dans le jeu en décrochement dextre du grand accident qui constitue la limite entre la zone axiale métamorphique et les écaillages cambro-ordoviciens du nord-est de la Montagne Noire (M. Thorat, 1935; B. Gèze, 1949; J.F. Becq-Giraudon, 1973, 1984). Induit par le régime tectonique compressif qui régnait sur le massif central au Stéphanien (D. Bonijoly et C. Castaing, 1983), ce décrochement présente, à son extrémité orientale, une zone subsidente complexe où se déposent les sédiments stéphanien de Graissessac (F. Arthaud *et al.* 1977). La cuvette résultant de cette tectonique est très complexe dans le détail : elle comprend deux zones isopiques dont le contenu sédimentaire témoigne de conditions d'évolution dynamique différentes. On y distingue (J.F. Becq-Giraudon, 1973, 1984) (fig.3) :

-une zone isopique occidentale, où dominent les détritiques grossiers (en particulier, les faciès de coulées boueuses y atteignent des développements considérables) ; localement, des conditions fluviopalustres, favorables aux dépôts phytogènes, ont prévalu dans l'actuelle cuvette synclinale de Plaisance-Pabô et sont à l'origine des gisements d'antracite de ce secteur. Les principales structures que l'on observe, à côté de plis décimétriques à grand rayon de courbure d'axe E-W, sont des failles inverses, rejeu dans le Houiller d'accidents du soubassement antéstéphanien : de direction initiale SW-NE, ils prennent, dans le Houiller, une direction E-W. L'accident le plus remarquable est la faille inverse dite du Bessou, prolongation dans les terrains stéphanien de l'accident de la base de l'écaille du mont Marcou, immédiatement au nord (J.F. Becq-Giraudon, 1984).

-une zone isopique orientale, essentiellement fluviolacustre à fluviopalustre et subdivisée elle-même en cuvettes synclinales secondaires, autonomes et contemporaines riches en couches de charbon, sauf au sud-est (Camplong) où dominent les faciès lacustres. La sédimentation est sous le contrôle de décrochements N 100°E ainsi que de structures de direction N 140°E de nature problématique et situées au droit des vallées de Graissessac et de Camplong : des failles normales synsédimentaires, de rejeu métrique, et dirigées N 140° E, ont été récemment observées par l'un des auteurs (J.F. Becq-Giraudon) en Rive gauche de Graissessac (signalons, pour mémoire, l'existence d'une faille orientée N 10° E, dite Faille de Vendredi, dont on observe aucun équivalent dans le reste du bassin et dont l'importance a peut-être été exagérée).

La zone séparant ces deux secteurs correspond au seuil de Saint-Geniès-de-Varansal, contrôlé par un faisceau de failles inverses de direction et de nature similaires à celles observées en zone occidentale ; les faciès caractéristiques des deux zones isopiques du bassin s'y rencontrent et s'interpénètrent étroitement.

## III.- Echantillonnage (Fig.3)

Trente-quatre échantillons ont été prélevés dont 27 directement dans des couches de charbon ; les sept autres échantillons, à matière organique dispersée, ont été prélevés dans des secteurs-clés du bassin, comme le seuil de Saint-Geniès, par exemple ; deux prélèvements ont pu être faits dans le secteur de Camplong, dans des veinules de charbon accompagnant les faciès lacustres de cette zone et, également, dans une veine de charbon du lambeau de l'Aire-Raymond qui constitue le témoin le plus oriental du bassin. L'ensemble des prélèvements est reporté sur la figure 3.

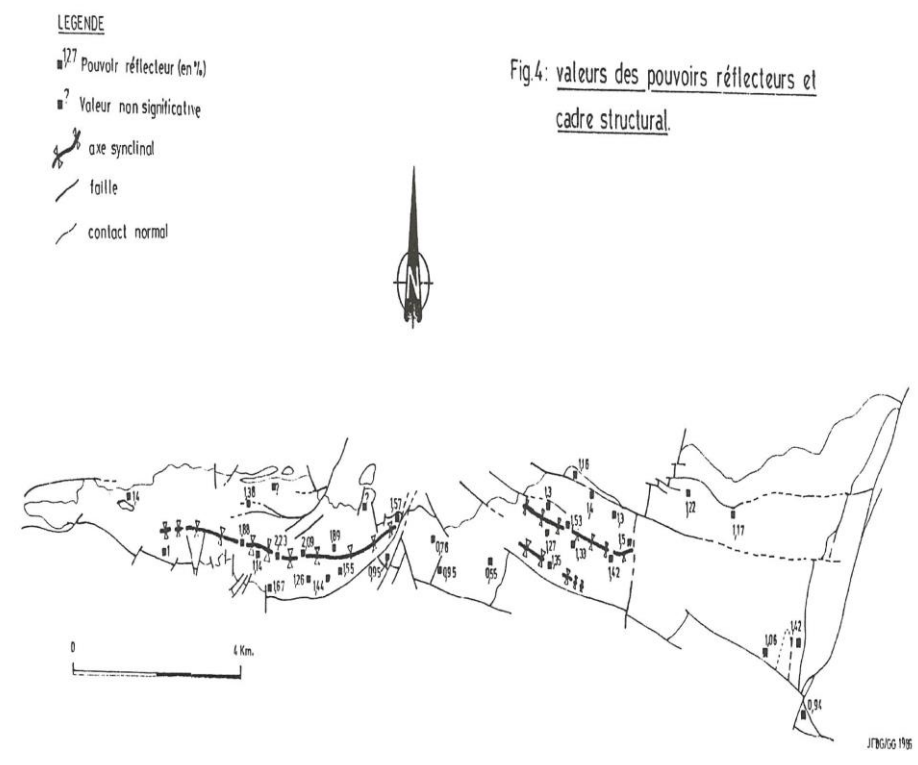
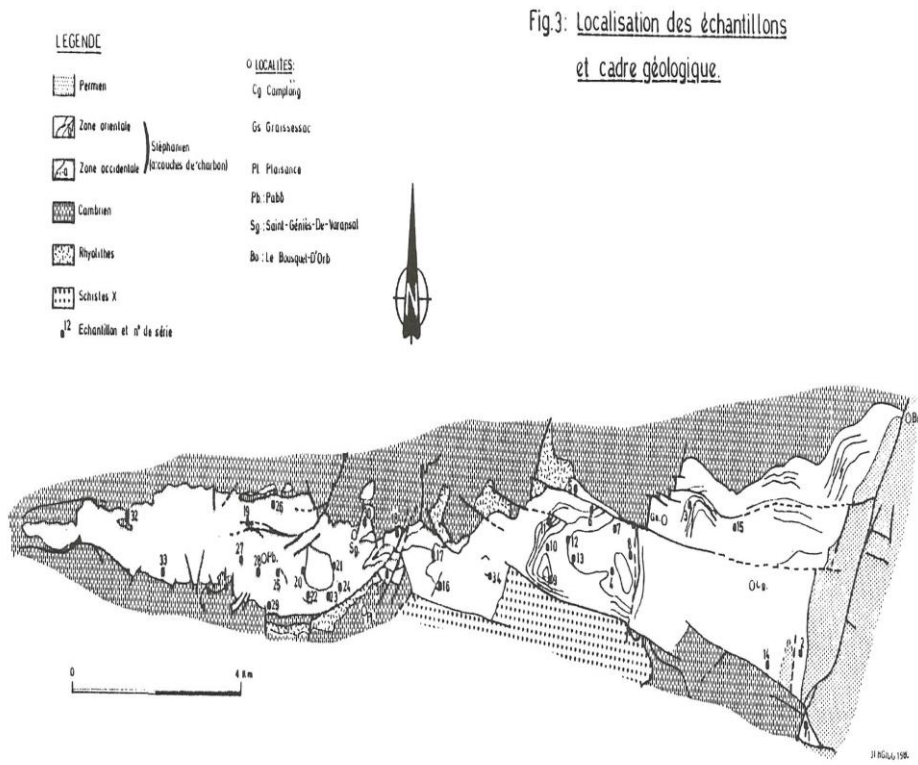
Le pouvoir réflecteur de la vitrinite de ces échantillons a été mesuré ; seuls deux échantillons, à matière organique dispersée, n'ont pas fourni de résultats fiables et sont reportés sur la figure 45 accompagnés d'un point d'interrogation (points n° 26 et 30).

## IV.- Résultats (Fig.4).

Les mesures de pouvoir réflecteur effectuées mettent en évidence, dans le bassin, une série de dômes thermiques bien localisées :

-La zone occidentale présente les valeurs de P.R. les plus fortes (1,14 % à 2,23 %) ce qui est en accord avec la qualité des charbons exploités dans ce secteur (semi-anthracites de Plaisance, à 10-12 % de matières volatiles). L'apex thermique se situe dans la moitié est de la zone et coïncide exactement avec l'ancienne zone d'exploitation des houillères de Plaisance.

-La zone orientale a une évolution thermique plus compliquée : les pouvoirs réflecteurs varient très largement, de 0,55% à 1,53%, et se répartissent, dans les secteurs échantillonnés dans le cadre de cette étude, selon trois ensembles alignés selon les directions structurales principales de la zone (N 100° E à N 110°E) : un premier ensemble est constitué par le secteur qui s'étend depuis la Rive droite de Graissessac jusqu'à la vallée de l'Orb ; les valeurs qu'on y note sont les plus élevées de l'échantillonnage effectué en zone orientale (1,27 % à 1,53 %), l'absence de mesure autour de Camplong correspondant aux faciès stériles lacustres de ce secteur. Immédiatement au nord, un deuxième ensemble, coïncidant avec la Rive gauche de Graissessac, montre une décroissance légère de la houillification (P.R. de l'ordre de 1,20%) et semble associé au précédent en constituant le flanc nord-est du dôme thermique. Le troisième ensemble se situe au sud et s'étend dans les collines de Mècle et de Rongas, à l'ouest de la Rive droite ; il comprend une partie du seuil de Saint-Geniès-de-Varansal et, à l'extrême est du bassin, le lambeau de l'Aire-Raymond, situé dans le prolongement ; l'évolution de



la matière organique est faible dans ce secteur (P.R. variant de 0,55% à 0,95%) et contraste fortement avec les ensembles immédiatement voisins.

## V.- Discussion

L'image initiale d'une décroissance harmonieuse du rang des charbons du bassin d'ouest en est (L.Latouche, 1969) doit être remplacée par celle d'une série de dômes thermiques circonscrits et nettement individualisés, dont la répartition n'est pas aléatoire. En effet, on constate que (fig.4):

1) *Les limites de ces différentes zones coïncident avec les accidents qui structurent le bassin*; la limite orientale du dôme thermique de Plaisance est marquée par la principale faille qui affecte le seuil de Saint-Geniès: de part et d'autre de cet accident, les P.R. tombent de 1,57% (point 18, fig.3) à 0,95% (point 31, fig.3). Un phénomène identique se constate en zone orientale où la limite des ensembles thermiques semble être constituée par les décrochements N 100° E à N110° E qui circonscrivent les différents panneaux de ce secteur (D. Bonijoly *et al.*, 1983, J.F. Becq-Giraudon, 1984).

2) *Il y a coïncidence, dans les secteurs de Plaisance-Pabô et de rive droite, des apex thermiques et des zones axiales des synclinaux affectant ces différents secteurs.*

Ces faits montrent que la maturation de la matière organique est sous le contrôle étroit des structures affectant le bassin, qu'elles résultent de déformations souples (synclinaux) ou de déformations cassantes (failles). Or, ces structures résultent des effets du régime tectonique compressif qui dominé dans le Massif central au Stéphanien (D. Bonijoly et C. Castaing, 1983) et, à part quelques déformations mineures liées aux phases pyrénéennes (Eocène) (D. Bonijoly *et al.*, 1983), le bassin a acquis son allure présente à la fin du Stéphanien: il en découle logiquement que le métamorphisme des charbons, étroitement contrôlé par les éléments structuraux, est postérieur à la mise en place de ces mêmes éléments, donc serait post-stéphanien.

L'enfouissement des sédiments stéphanien sous des dépôts plus récents n'a, selon toute probabilité, pas été suffisant pour expliquer ce phénomène de maturation (J.F. Becq-Giraudon, 1973) et ne rend pas compte du dispositif décrit précédemment. La cause du phénomène doit être recherchée ailleurs, en dehors du bassin: l'existence d'un cycle métamorphique tardihercynien en Montagne Noire est avéré depuis longtemps (L.Latouche, 1968; M. Brunel, 1972; S. Bogdanoff, 1973; M. Demange, 1975); de nombreuses mesures d'âges radiométriques permettent de dater cet événement entre 300MA (milieu du Westphalien) et -280 M.A. (limite Stéphanien/Autunien) (M. Vachette, 1967; M. Roques et M. Vachette, 1970; J. Hamet, 1975; J. Carpena, 1981; C. Pin et J.J. Peucat, 1986). Il est donc logique de relier l'évolution des charbons de Graissessac à ce cycle métamorphique, comme le faisait L. Latouche (1969), d'autant plus que le dôme

thermique le plus intense (celui de Plaisance-Pabô) est celui qui est le plus proche de la zone axiale.

Si la liaison entre ce métamorphisme (dû à une granulitisation de l'ensemble de la base de la croûte (C. Pin et J.J. Peucat, 1986) et la maturation de la matière organique du bassin est établie, elle apparaît complexe dans son mécanisme de mise en place: il existe un décalage entre le moment où le système se ferme (-280 M.A.) et l'époque à laquelle prend place la maturation des charbons, après le Stéphanien. Tout se passe comme si le flux thermique initié lors du dernier cycle métamorphique n'avait contribué à augmenter de façon significative le gradient géothermique régional qu'après la fin du cycle, vers l'Autunien: la couverture sédimentaire se trouve ainsi affectée par une phase de métamorphisme thermique post-stéphanienne, véritable thermicité résiduelle qui constitue l'écho posthume d'une phase antérieure plus importante prenant fin avec le Stéphanien. Cette augmentation de la thermicité ambiante affecte un bâti déjà fortement structuré et le métamorphisme de la matière organique qui en résulte est étroitement guidé par les accidents et structures existants selon des modalités qu'il reste encore à préciser.

## VI.-Conclusions

De l'étude de la maturation de la matière organique dans le bassin de Graissessac, deux faits importants se dégagent:

-Le métamorphisme des charbons, essentiellement thermique, est étroitement contrôlé par les structures hercyniennes qui marquent le bassin; il se crée ainsi, après le Stéphanien, une série de dômes thermiques allongés selon les directions structurales principales du bassin E-W à N100°E / N110°E selon les panneaux), le dôme le plus important étant celui le plus proche de la zone axiale métamorphique (dôme de Plaisance Pabô).

-Cette maturation est génétiquement liée au dernier cycle métamorphique enregistré en Montagne Noire et qui s'achève vers -280 M.A., à la limite Stéphanien/Autunien; elle n'intervient qu'après la fermeture du système métamorphique, un temps de latence s'observant entre le moment de l'émission du flux thermique engendré par le corps métamorphosé et celui où ce même flux atteint les terrains de couverture: le métamorphisme des charbons du bassin de Graissessac est donc dû à un phénomène de thermicité résiduelle, écho posthume dans la couverture d'un cycle métamorphique ayant pris fin avec le Stéphanien.

Cet événement ne semble avoir été cantonné au seul secteur de la Montagne Noire et d'autres bassins dans le Massif central peuvent avoir été le siège d'un phénomène similaire, par exemple Meisseix (P. Robert, 1985) ou Ahun (D. Marest, 1985); si on considère le rang assez élevé atteint par les charbons d'autres bassins moins bien connus du Massif central, on peut suspecter que cette thermicité résiduelle post-stéphanienne a affecté l'ensemble de ce massif ancien.

## VII.-Références bibliographiques

- ARTHAUD F., MEGARD F., M. SEGURET (1977).- Cadre tectonique de quelques bassins sédimentaires .*Bull. Centre Recherches Explor. Prod. Elf-Aquitaine*, I, n°1, pp. 147-188, 24 fig., 1 tabl.
- BECQ-GIRAUDON J.F. (1973).- Etude géologique du bassin houiller de Graissessac (Hérault) . *Bull. BRGM Fr.* (2), Section I, n°3, pp. 151-163, 4 fig., 3 tabl.
- BECQ-GIRAUDON J.F. (1984).- Graissessac, in R. Feys : chapitre Socle; Synthèse géologique du sud-est de la France, Mém. BRGM Fr. n° 125 et 126.
- BOGDANOFF S. (1970).- Contribution à l'étude géologique de l'extrémité orientale de la zone axiale granito-gneissique de la Montagne Noire (Monts de l'Espinouse, Hérault). Thèse 3ème cycle, Orsay, 1 vol., texte de 91 pages + 1 volume de 48 figures , 1 carte géologique h.t.
- BONIJOLY D., CASTAING C. (1983).- Fracturation et genèse des bassins stéphaniens du Massif central français en régime compressif. *Ann. Soc. géol. Nord*, 103., pp. 187-199, 4 fig., 1 tabl.
- BONIJOLY D., MARTEAU P., BECQ-GIRAUDON J.F. (1983).- Inventaire des ressources nationales de charbon - géologie prévisionnelle des charbons Recherche des prolongements sous couverture sédimentaire des bassins stéphaniens du détroit de Rodez, de Graissessac et de Carmaux (sud-ouest du Massif central). Rapport du BRGM n° 83 SGN 136 GEO.
- 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 (Massif central français). Thèse 3ème cycle, Montpellier, 94p., 35 fig., 4 tabl.
- CARPENA J. (1981).- Ages par la méthode des traces de fission de l'uranium en Montagne Noire : son histoire thermique post-hercynienne . *Bull. BRGM Fr.*, (2), Section I, n°4, pp. 245-255, 9 fig., 1 pl. photo.
- DEMANGE M. (1975).- Style pennique de la zone axiale de la Montagne Noire entre Saint-Pons et Murat-sur-Vebre (Massif central) *Bull. BRGM Fr.*, (2), Section I, n°2, pp. 91-139, 20 fig., 2 tabl., 4 pl. photo. h.t., 2 pl. h.t.
- GEZE B. (1949).- Etude régionale de la Montagne Noire et des Cévennes méridionales . Mém. Soc. géol. Fr. 29, Nouvelle série , n° 62, 225p., 2 tabl., 7 pl., 1 carte géologique à 1 / 200 000.
- HAMET J. (1975).- Etude systématique par la méthode <sup>87</sup>Rb- <sup>87</sup>Sr des processus orogéniques. Exemples de la Montagne Noire. Thèse d'état, Paris, 260p., 51 fig., 29 tabl., 5 cartes h.t.
- LATOUCHE L. (1968).- Contribution à l'étude géologique des monts de Saint-Gervais (Hérault). Thèse 3 ème cycle , Orsay, 91p., 25 fig. h.t., 1 carte géologique à 1/25 000.
- LATOUCHE L. (1969).- Existence d'un métamorphisme post-stéphaniens dans le bassin de Graissessac et dans la partie nord-est de la zone axiale de la Montagne Noire (Hérault). *C.R. Somm. Soc. géol. Fr.*, n°3, pp. 93-94, 1 fig.
- MAREST D. (1985).- Comparaison des évolutions dynamiques des bassins houillers limniques du Limousin : mise en place de modèle de dépôts. Thèse 3 ème cycle , Paris, 1 vol. 268p., 82 fig., 5 annexes.
- PIN C., PEUCAT J.J. (1986).- Ages des épisodes de métamorphisme paléozoïques dans le Massif central et le Massif armoricain. *Bull. Soc. géol. Fr.* (8), 2, n°3, pp. 461-469, 1 fig.
- RAGOT J.P. (1979).- Contribution à l'étude de l'évolution des substances carbonées dans les formations géologiques. Doc BRGM, n°6, 150p., 31 fig., 5 tabl. h.t., 12 pl. photos h.t.
- ROBERT P. (1985).- Le bassin stéphaniens de Messeix-Singles (Puy-de-Dôme): structuration, dynamique du remplissage, pétrographie (cinérites, argiles, anthracites). Thèse 3 ème cycle, Dijon, 221p., 107 fig.
- ROQUES M., VACHETTE M. (1970).- Ages au strontium sur roches totales des migmatites de la zone axiale de la Montagne Noire et du massif de granite du Mendic (Massif central). *C.R. Acad. Sci. Fr.*, D, 270, pp. 275-278, 1 tabl.
- THORAL M. (1935).- Contribution à l'étude géologique des Monts de Lacaune et des terrains cambriens et ordoviciens de la Montagne Noire. Thèse, Paris, *Bull. Serv. Carte géol. Fr.* n° 192, 38, 320p., 52 fig., 5 pl., 1 carte géologique à 1 / 200 000.
- VACHETTE M. (1967).- Etude géochronologique de la Montagne Noire dans le Massif central français . *Ann. Fac. Sci. Univ. Clermont-Ferrand*, n° 36, Géol., Min., n°16, pp. 31-76, 18 fig., 2 tabl., 3 annexes.