

Le Stéphanien du forage de Sancerre-Couy : une écaille tectonique au toit du socle

Claude LORENZ ⁽¹⁾

avec la collaboration de Abdelhamid BRELLAH ⁽²⁾, Jean-Claude BAUBRON ⁽³⁾,
Françoise BERGERAT ⁽⁴⁾, Dominique BUREAU ⁽¹⁾, Geneviève FARJANEL ⁽³⁾, Anne-Marie HOTTIN ⁽³⁾,
Valérie LECLERC ⁽⁴⁾, Gilles LEROUGE ⁽⁵⁾, Pierre MECHLER ⁽²⁾, Pascal MARTEAU ⁽³⁾, Michel TURLAND ⁽³⁾

Mots-clés : Coupe sondage, Stéphanien, Matière organique, Microtectonique, Tomographie.
Cher département (Sondage GPF Sancerre-Couy), Bassin parisien.

Les limites supérieures et inférieures de cet ensemble épais de 16 m, sont tectoniques. Les roches, arénites, siltites et trachy-andésites sont hachées par de nombreux contacts tectoniques obliques, avec d'épaisses passées de brèches tectoniques (mylonites *s.l.*). L'ensemble est interprété comme une succession d'écailles dans un grand contact chevauchant du sud vers le nord (C. Lorenz *et al.*, 1987).

Présentation de la coupe du Stéphanien (fig. 1)

Entre 925,35 m et 941,65 m, c'est-à-dire entre le Permien et le socle métamorphique, on observe une suite de faciès très perturbée par de nombreux contacts tectoniques. C'est ainsi que sur ces 16 mètres, on peut reconnaître, au minimum, 31 contacts mécaniques obliques (plus une fracture bréchifiée horizontale), en ne tenant pas compte évidemment des simples diaclases. Enfin il faut préciser que de nombreuses zones de mylonites totalisent une puissance cumulée de près de 4 m (sur 16 m).

Ces tronçons de roches, entièrement carottés, n'ont pu être orientés *in situ*.

Limites supérieure et inférieure

La limite supérieure, à 925,35 m, sous le conglomérat de base du Permien, est un contact tectonique oblique qui surmonte une zone de mylonite de 0,40 m. Cette roche se présente en petites lentilles de schistes (anciennes pélites ou argilites ?) plus ou moins sigmoïdes, aux surfaces listriques. Au-dessous, des élé-

ments d'arénites sont hachés par des contacts tectoniques obliques.

La limite inférieure, à 940,55 m, sous des arénites fines, brunâtres, est représentée, sur une quinzaine de centimètres, par une zone finement broyée reposant, par contact anormal, sur une cataclasite épaisse de près d'un mètre et formée d'éléments du socle sous-jacent. Après un nouveau contact anormal, à 941,65 m, commence le socle d'amphibolites à grenats, oxydé en brun à son sommet.

Faciès sédimentaires

Plusieurs faciès, en dehors des mylonites, représentent d'anciennes argilites ou siltites tectonisées. On observe ainsi des arénites ou des pélites parfois granoclassées, plus ou moins feldspathiques, présentant souvent des pendages voisins de 40°.

Une étude palynologique a porté sur les seuls fragments noirs à faciès « houiller » des cuttings isolés du sondage Couy 1 bis, forage de service, implanté à 50 m au sud du premier et qui a recoupé des faciès houillers, situés, d'après l'étude des cuttings, à partir de 950 m environ de profondeur jusqu'à 995 m, fond du puits, soit sur au moins 45 m.

La matière organique très abondante est évoluée. Elle est constituée de matière organique colloïdale brunâtre peu abondante, associée à de très nombreux débris libéro-ligneux brun-noir et charbonneux opaques et à quelques vaisseaux de bois de gymnospermes. La microflore, sensiblement la même dans les huit échantillons analysés (G. Farjanel, 1987 a) est dominée par les spores trilètes (environ 60 %) et plus particulièrement par le genre *Lycospora*. Les spores monolètes sont pratiquement absents. Les monosac-

(1) Université P. et M. Curie, CNRS, URA 1315, Département de Géotectonique, Paris.

(2) Université P. et M. Curie, CNRS, URA 1315, Département de Géophysique appliquée, Paris.

(3) BRGM, SGN/Départements : Cartes et synthèses géologiques, Géologie, Géochimie, Orléans.

(4) Vacataire au BRGM.

(5) Institut géologique, A. de Lapparent, Cergy-Pontoise.

cates abîmés, pyritisés, ne sont pas déterminables. Les disaccates sont très discrets.

La prédominance des spores, la rareté des disaccates lisses, l'absence du genre *Vittatina* et des disaccates striés laissent présumer un âge stéphanien.

Faciès volcaniques (M. Turland *et al.*, 1987)

Trois niveaux de lave (trachyandésites) sont présents entre 930,05 m-931,30 m, 934,85-935,70 m, et de 936,25 m à 939,58 m. Le second (à 935,70 m) est postérieur à une pélite présentant une modification thermique à son contact.

Macroscopiquement, ce sont des roches parfois grises, généralement teintées en brun rouille par des hydroxydes de fer (1). Elles renferment des cristaux de biotite automorphe dont la taille n'excède pas 5 mm ; les vacuoles sont fréquentes. La fluidalité soulignée par la biotite est nette surtout dans le niveau inférieur.

— Les faciès du *niveau supérieur* sont équants et de granulométrie très fine, avec figures de « trempe » ; les vacuoles sont remplies de quartz avec plus ou moins de barytine, d'anhydrite et de dolomie ; des veinules de dolomie recoupent fréquemment la roche. Les phénocristaux sont constitués par de la biotite brun orangé à liseré sombre, souvent corrodée et dont les clivages sont localement bourrés par du carbonate, et par des minéraux ferromagnésiens (de type pyroxène ?) pseudomorphosés par des agrégats phylliteux fibro-radiés, par du quartz ou par de la dolomie (à noter que certains de ces cristaux fantomatiques correspondent peut-être à d'anciens feldspaths) ; des xénocristaux de quartz sont entourés par du carbonate. Dans la mésostase, on observe des microlites de feldspath potassique frais ou altéré, de la biotite, de l'apatite aciculaire ainsi que des oxydes ferro-titanés, le tout dans un fond phylliteux cryptocristallin plus ou moins imprégné de carbonate.

— Dans le *second niveau* la fluidalité de la lave est généralement plus nette. Entre 934,85 m et 935,70 m, l'altération assez importante affecte les phénocristaux de biotite ; la mésostase est généralement cryptocristalline, les microlites n'apparaissant que d'une manière fantomatique.

— Entre 936,25 et 939,83 m, les laves sont les mieux conservées. Les phénocristaux sont les mêmes que dans les niveaux précédents ; dans la mésostase, on distingue parfaitement les microlites de feldspath K (sanidine) à disposition fluidale, la biotite fraîche, l'apatite et les oxydes ferrotitanés dans un fond dévitrifié phylliteux cryptocristallin à quartz et carbonate interstitiels. Localement, on observe des vacuoles à remplissage de quartz et/ou de carbonate. Dans la partie inférieure de ce niveau, la texture est toujours fluidale mais les microlites feldspathiques sont très fines et souvent fantomatiques dans un fond très phylliteux ; il s'agit là très probablement d'une bordure figée.

(1) Il faut remarquer que les deux premières carottes de cet ensemble sont apparues avec un couleur verdâtre qui tranchait avec les roches et la boue rouge du Permien. En quelques jours, ces roches ont pris une teinte ocracée à brunâtre et ce n'est plus qu'au centre d'une carotte de roche volcanique qu'on pouvait encore observer la teinte verdâtre originelle.

Dans tous les cas, l'altération de la phase interstitielle, le remplacement des minéraux ferromagnésiens et le remplissage des vacuoles traduisent l'intervention d'une phase fluide fini à tardi-magmatique, riche en H₂O et CO₂ et renfermant aussi du soufre et du baryum.

D'après les textures observées, ces roches peuvent correspondre soit à des faciès subvolcaniques (lamprophyres) soit à des coulées de trachy-andésites, en particulier les types à texture microlitique fluidale. Elles ne sont pas sans rappeler des faciès volcaniques décrits dans les bassins houillers du nord du Massif central (voir chapitre suivant).

Ces laves ont été datées de 300 Ma, soit du Stéphanien A (S. Costa et H. Maluski, 1988).

La matière organique (G. Farjanel, 1987 b)

Dans les cuttings de Couy 1 bis (voir paragraphe sur ce forage, ci-après) des fragments noirs à faciès « houiller » ont été examinés en surface polie, en immersion dans l'huile, en lumière réfléchie naturelle pour la mesure du pouvoir réflecteur de la vitrinite = PRV, puis en fluorescence.

Sous les niveaux supérieurs pauvres en matière organique, quatre niveaux ont été étudiés :

— à 975 m : deux fragments ont été analysés révélant des valeurs du PRV de 1,09 % et 1,26 %,

— à 985 m : un fragment de roche a permis l'observation d'un polymacérite à vitrinite et inertinite donnant une mesure du PRV = 0,99 %,

— à 990 m : un fragment de « charbon » riche en vitrinite à une valeur du PRV = 0,79 %,

— à 994,87 m : un polymacérite à vitrinite - inertinite - résinite a permis la mesure d'un PRV = 0,70 %.

Il faut rappeler que B. Pradier *et al.* (1987) signalent à la base du Lias du sondage Couy 1, à 555,4 m, un PRV = 0,45 %.

Les valeurs de PRV témoignent d'un degré de maturation peu élevé impliquant un enfouissement modéré et en tout cas incompatible avec l'hypothèse d'un flux thermique « magmatique » régional.

Ces valeurs sont anormalement décroissantes de la base (0,70 à 994,87 m) vers le haut (0,89 % à 985 m). Cette inversion du gradient coïncide dans la partie du Stéphanien présentant des PRV de 1,1 % et 1,2 % (975 m) avec des passées trachytiques. Elle traduit soit un métamorphisme de contact soit une manifestation hydrothermale associée.

Analyse microtectonique

Sur les 16 m de carottes, les mesures directement exploitables concernent les 13 m inférieurs de la carotte. Douze diaclases et quatre failles relevées ont été analysées ainsi que quatre mesures de pentes sédimentaires sur lesquelles se sont produits les écoulements volcaniques.

L'analyse microtectonique conduit à la vraisemblance de deux périodes tectoniques illustrées par deux séries de stries sur des plans de faille (malheureusement non orientés). On constate que les traces les plus horizontales par rapport à l'axe de la carotte sont postérieures aux traces les plus redressées. Cette observation, ainsi que le pendage des failles et les indications sur les stries, conduit à considérer qu'au moins le dernier jeu presque horizontal, est postérieur à celui des failles fortement pentées et de jeu inverse (fig. 2).

Les dépôts du Stéphaniens apparaissent schistosés en grand à l'occasion d'un mouvement inverse. Dans la position actuelle, ce mouvement correspond à une compression produite du sud vers le nord entraînant un déplacement avec un pendage de 50° sud dans un plan vertical de direction proche de N 030°.

Les cisaillements subhorizontaux, mylonitisés peuvent être associés à des plans de glissement. Leur postériorité au système de fractures fortement redressées suggère que ces cisaillements horizontaux résultent d'une compression plus intense (éventuel aboutissement de la précédente). Dans ce cas, les failles à pendage de 50° au SSW et les niveaux bréchifiés ou mylonitisés — qui ne sont pour autant jamais chloritisés — ne constitueraient qu'un système satellite à celui du cisaillement général.

Le forage Couy 1 bis

Par suite d'un grand nombre de débris métalliques perdus dans le premier puits, il fut nécessaire d'exécuter un deuxième forage (dit de service) en destructif, implanté à 50 m au sud du premier.

Des prélèvements de cuttings ont été faits régulièrement tous les mètres dans la partie inférieure du forage mais ils ne peuvent pas représenter une profondeur précise au mètre près. Si des corrélations entre les deux puits ont pu être faites jusqu'au Permien, le socle, contre toute attente, n'a pu être atteint à 995 m de profondeur (fond du puits) soit 55 m plus bas que dans le premier puits ce qui démontre la présence d'un accident tectonique entre les deux puits.

Faciès reconnus (V. Leclerc, 1987)

Des fragments noirs, brillants, feuilletés, friables, commencent à apparaître à 950 m. La limite avec les dépôts détritiques grossiers du Permien sus-jacent peut donc être placée vers 949-950 m, soit à environ 15 m plus bas que dans le premier puits. Il faut insister sur le fait que les prélèvements, au-dessus de 950 m, n'ont livré que des débris de siltites rouges ou vertes ainsi que de nombreux débris de quartz pouvant être rapportés au Permien. Dans cette interprétation, un décalage d'origine sédimentaire ou plutôt tectonique pourrait affecter la base du conglomérat Permien entre les deux puits.

Au-dessous, les cuttings montrent de plus en plus de débris d'arénites micacées, charbonneuses et noires ainsi que 90 % de fragments ayant l'aspect de laves trachytiques à 966 m et à 967 m, et une proportion variant de 25 à 45 % entre 970 m et 990 m. L'examen pétrogra-

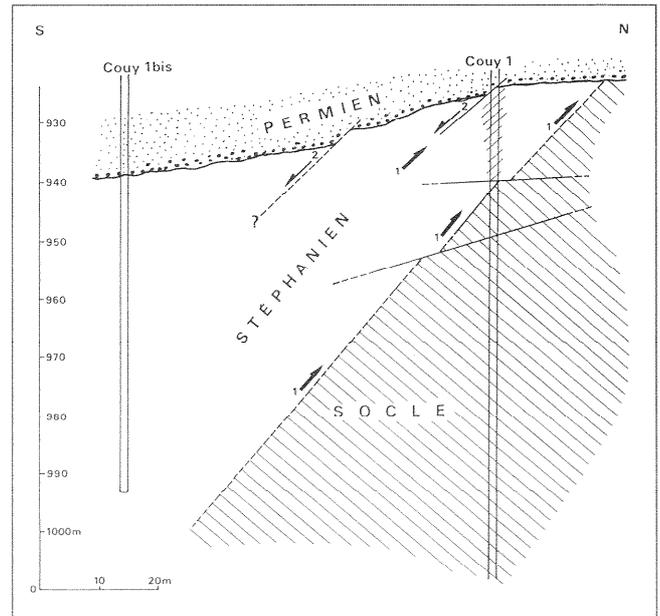


Fig. 2. - Interprétation géologique entre les deux forages. La limite du Permien a été fixée à 940 m dans Couy 1 bis mais elle peut être légèrement plus haute par suite du temps de remontée des cuttings dans la boue de forage. Le toit du socle, dans Couy 1 bis serait à une profondeur supérieure à 1 000 mètres. 1 : mouvement principal inverse post-stéphaniens et anté-permien. 2 : failles normales postérieures au dépôt de la base des conglomérats permien.

phique de lames reconstituées à partir des cuttings prélevés à 966 m a confirmé qu'il s'agissait bien de trachyandésites analogues à ceux du sondage Couy 1 (M. Turland, A.-M. Hottin *et al.*, 1987).

En conclusion, on observe un net approfondissement du socle vers le sud par rapport à Couy 1, de l'ordre de 55 mètres au moins, à 50 mètres de distance. Le décalage de cote de la base du Permien (tectonisée dans le premier puits) n'est que d'une quinzaine de mètres au maximum.

Expérience de tomographie sismique (P. Mechler *et al.*, 1991)

Afin de comprendre la géométrie des dépôts stéphaniens entre les deux puits une expérience de tomographie sismique a été réalisée.

Entre les cotes 850 et 948 m du forage Couy 1 bis, des tirs successifs ont été réalisés tous les 7 m et enregistrés par un géophone à trois composantes installés dans le forage Couy 1. Ce géophone a été placé, lui aussi tous les 7 m, entre les cotes 927 et 1 032 m. Sur un maximum théorique de 240 enregistrements, 210 exploitables ont servi de base à cette étude.

Après traitement, il apparaît qu'il existe un gradient important au voisinage de l'isovitesse 5 400 m/s. Cette courbe (représentée par le tireté gras du bas, fig. 3) sépare nettement le panneau compris entre Couy 1 et Couy 1 bis en deux parties selon une pente d'environ 45° vers le sud. Ailleurs, les gradients sont généralement faibles.

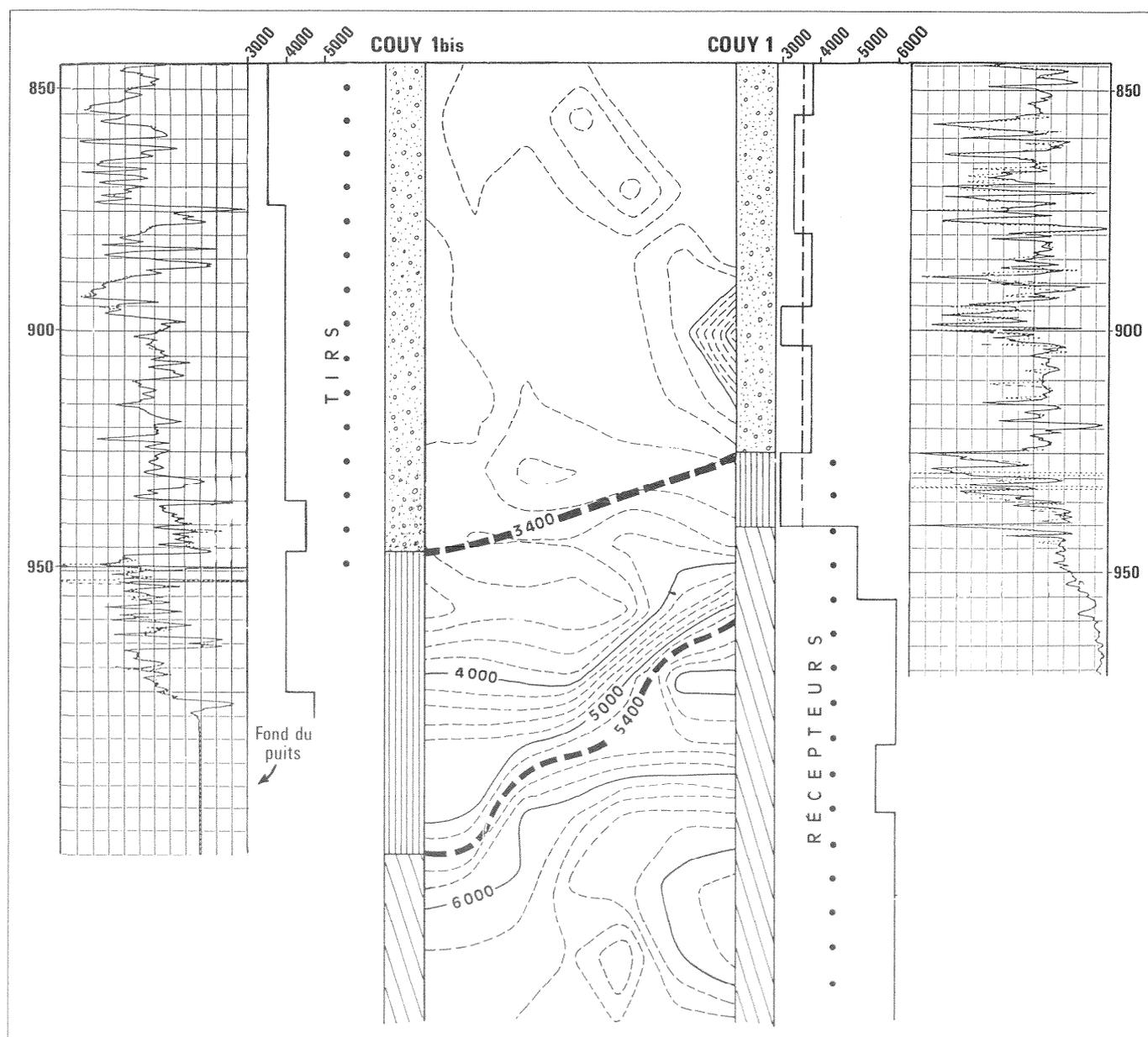


Fig. 3. - Expérience de tomographie sismique. Au centre, carte des isovitesse déduite de la tomographie (courbes tous les 200 m/s, en trait plein tous les 1 000 m/s), les limites de zones sont indiquées par des traits discontinus gras. De part et d'autre, données géologiques, vitesses de tranches et diagraphies soniques de chacun des forages.

Nota : le forage de Couy 1 bis se termine à 995 m de profondeur mais la colonne de gauche, qui le figure, a été prolongée plus bas pour mieux illustrer l'interprétation.

La partie supérieure du panneau se divise en deux zones au voisinage de la courbe 3 400 m/s (tireté gras du haut, fig. 3). Les vitesses sont faibles au-dessus et deviennent rapidement plus fortes au-dessous. Cette limite recoupe Couy 1 à - 925 m et Couy 1 bis à - 946 m (cotes données à 5 m près).

La corrélation entre les données lithologiques conduit à faire le parallèle entre cette limite de zones et le contact entre le Permien et le Stéphien.

La concordance est bonne dans les deux forages, à environ 5 m près, ce qui permet de mettre en évidence une augmentation de l'épaisseur du Stéphien entre Couy 1 (16 m) et Couy 1 bis (55 à 75 m).

Dans la partie inférieure, l'important gradient situé autour de la courbe 5 400 m/s a été corrélié avec la nette augmentation de vitesse relevée sur le log sonique. On

considère donc que la courbe correspond au contact couverture-socle. Cette discontinuité aurait alors une pente voisine de 45° en direction du sud. Sa trace, dans Couy 1 se trouve à - 960 ± 5 m, soit 20 m en dessous du mur du Stéphien et, dans Couy 1 bis, aux alentours de - 1 010 m.

Dans Couy 1, les 20 m non intégrés a priori au socle correspondent à une zone de vitesse intermédiaire entre celle du socle et celles des sédiments. Ces vitesses peuvent être mises en rapport avec les broyages observés dans ces niveaux. La limite proposée se trouverait, alors, au toit d'un « socle franc ».

La carte des isovitesse obtenues à partir de l'expérience de tomographie sismique entre les deux puits Couy 1 et Couy 1 bis, montre donc deux gradients importants. Le supérieur se superpose assez bien avec

la base des dépôts permien tandis que l'inférieur fortement penté vers le sud, correspondrait au contact anormal séparant le toit du socle de l'ensemble stéphanien.

Conclusion

Le forage Couy 1 a recoupé une écaïlle de Stéphanien constituée d'arénites et de trachy-andésites. Cette structure tectonique rend compte de toutes les observa-

tions faites à l'occasion des deux sondages qui mettent en évidence un lambeau de dépôts stéphanien pris dans un chevauchement fini-hercynien du SSW vers le NNE et partiellement érodé avant le Permien. Le contact supérieur avec le conglomérat permien doit être interprété comme un rejeu normal, nettement postérieur, d'âge permien ou plus récent.

Le forage a donc révélé un lambeau tectonique de Stéphanien comparable à ceux des petits bassins houillers du Massif central (voir chapitre suivant).

Références

- ADLOFF M.C., COUREL L., GIOT D., LACOMBE F., MARTEAU P. (1987). - Le Trias. Forage scientifique de Sancerre-Couy (Cher). Documents du BRGM, n° 136, pp. 27-30.
- COSTA S., MALUSKI H. (1988). - Datations par la méthode ³⁹Ar-⁴⁰Ar de matériel magmatique et métamorphique paléozoïque provenant du forage de Couy-Sancerre (Cher, France). Programme GPF. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, **306**, (2), pp. 351-356.
- FARJANEL G. (1987 a). - Étude palynologique du forage Couy 1 bis. Forage scientifique de Sancerre-Couy (Cher). Documents du BRGM, n° 136, pp. 51-53.
- FARJANEL G. (1987 b). - Analyse optique de la matière organique. Aperçu sur l'évolution thermique enregistrée par les couches stéphanien — sondage Sancerre-Couy 1 bis. Documents du BRGM, n° 137, pp. 251-253.
- LECLERC V. (1987). - Coupe du forage Couy 1 bis. Forage scientifique de Sancerre-Couy (Cher). Documents du BRGM, n° 136, pp. 45-49.
- LORENZ C., BERGERAT F., LEROUGE G., MARTEAU P. (1987). - Le Stéphanien. Description de la coupe. Forage scientifique de Sancerre-Couy (Cher). Documents du BRGM, n° 136, pp. 35-38.
- MARTEAU P., COUREL L., FARJANEL G., GIOT D., PRIMEY D. (1987). - Le Permien. Forage scientifique de Sancerre-Couy (Cher). Documents du BRGM, n° 136, pp. 35-38.
- MECHLER P., BRELLAH A., BUREAU D., LORENZ C. (1991). - Corrélations entre les données de la tomographie sismique et celles de la géologie ; application à l'étude du contact sédiment-socle dans le forage de Couy (Programme Géologie profonde de la France). *Bull. Soc. géol. Fr.*, **162**, pp. 933-938.
- PRADIER B., GAUTHIER B. (1987). - Étude préliminaire de la matière organique sédimentaire. Documents du BRGM, n° 136, pp. 103-118.
- TURLAND M., MARTEAU P., BAUBRON J.C., HOTTIN A.M. (1987). - Étude pétrographique de dépôts stéphanien et du volcanisme associé. Forage scientifique de Sancerre-Couy (Cher). Documents du BRGM, n° 136, pp. 39-43.