La faille normale oligocène des Matelles (environs de Montpellier).

Une difficile confrontation entre un modèle à la mode et les observations de terrain *

Maurice MATTAUER (1)

The Oligocene Matelles normal fault (Languedoc). A delicate confrontation between a fashionable model and field observations

Géologie de la France, 2002, n° 1, pp. 39-43, 7 fig.

Mots-clés: Faille normale, Géométrie, Oligocène, Hérault.

Key words: Normal faults, Geometry, Oligocene, Herault France.

Résumé

Il s'agit d'une discussion sur la géométrie en profondeur d'une belle faille normale du Languedoc. Le modèle avec plat et rampe qui a été proposé est examiné en détail, et, à la lumière de nouveaux faits de terrain, quelques modifications sont proposées.

Abstract

I discuss the geometry at depth of a normal fault on the light of new field data. The earlier proposed flat-and-ramp model is examined in detail and some modifications are proposed.

Introduction

On sait que le Languedoc a été affecté par une extension d'âge oligocène qui se manifeste par un spectaculaire réseau de failles normales, d'orientation moyenne NE-SW, depuis la Camargue jusqu'à la faille des Cévennes.

Ces failles affectent une épaisse série sédimentaire d'âge mésozoïque (allant du Trias au Crétacé inférieur) qui appartient à la partie sud-ouest du grand bassin marin du Sud-Est (Baudrimont et Dubois, 1977). Dans la région étudiée ici (BRGM, 1971, 1978), son épaisseur est de l'ordre de 2 000 mètres. Cette série marine est recouverte par des dépôts continentaux et lacustres. Il s'agit d'abord, localement, des grès à dinosaures de la fin du Crétacé, puis Éocène argileux, surmontés par les célèbres calcaires lacustres du Lutétien, et enfin par des conglomérats attribués à l'Oligocène inférieur (dont la base pourrait être ludienne), eux-mêmes surmontés par les brèches et les calcaires lacustres de l'Oligocène moyen et supérieur. Les brèches, connues sous le nom de « brèches des Matelles », avaient initialement été attribuées au Bartonien (Mattauer, 1962).

Si la cartographie des failles d'âge oligocène est désormais bien connue, de nombreuses questions se posent encore sur leur géométrie profonde. Dans un premier stade on s'était contenté de dessiner des failles rectilignes à pendages assez forts (Arthaud *et al.*, 1980) sans se préoccuper des inévitables variations de pendage, qui doivent se produire lorsque les failles traversent des niveaux très plastiques, tels ceux du Trias, où on peut aboutir à des failles « plates ».

Nous allons discuter ici le modèle général, devenu classique, qui a été retenu pour la faille des Matelles, à titre d'hypothèse (Séranne *et al.*, 1995 ; Benedicto *et al.*, 1999). Il admet l'existence de très fortes variations de pendage de la faille, allant de l'horizontale jusqu'à atteindre presque la verticale. Le tout est agencé en un système de « plats » et de « rampes », qui a été popularisé par l'école anglaise, et en particulier par Ellis et Mac Clay (1988), qui s'appuyaient beaucoup sur de la modélisation analogique et numérique.

Le contexte géologique

Il est résumé par la figure 1, qui est un schéma géologique et structural, établi à partir des cartes géologiques au 1/50 000 de Montpellier et de Saint-Martin de Londres. Dans le Jurassique, nous avons schématisé la trace des bancs, avec indication de leur pendage. Nous avons également situé toutes les coupes qui sont présentées et discutées dans le texte, et localisé les deux « rampes » supérieures successives du modèle de Benedicto *et al.*, 1999.

La coupe de la figure 2 (tirée de Séranne *et al.*, 1995) complète la carte et présente de façon claire un aspect de l'interprétation qui a été proposée.

^{*} Manuscrit déposé le 15 janvier 2001, accepté après révision le 5 mars 2001.

⁽¹⁾ Laboratoire de Géophysique et Tectonique, Case 060, Université de Montpellier II, Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 05

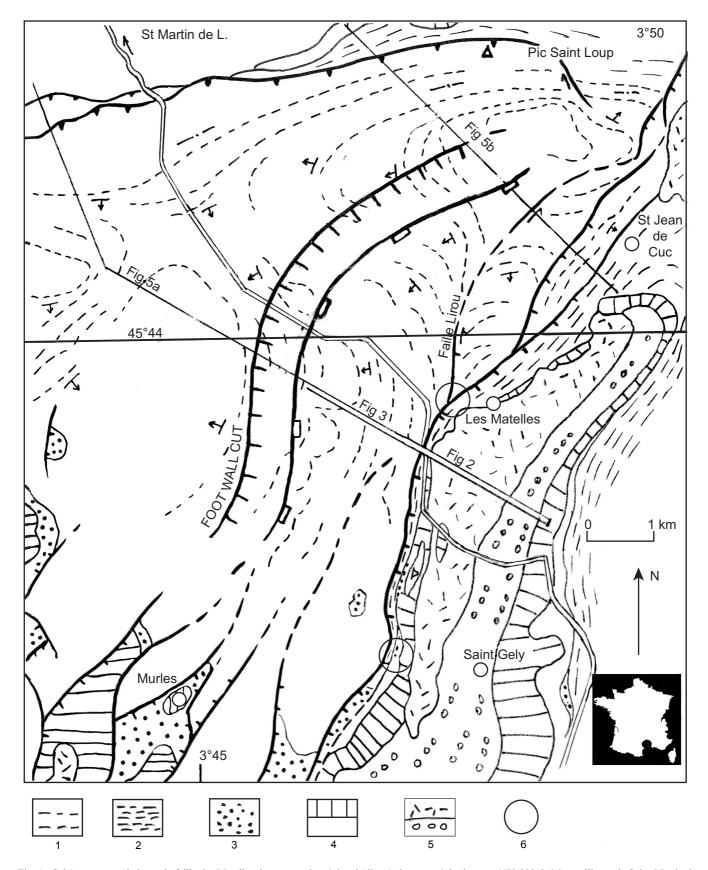


Fig. 1.- Schéma structural situant la faille des Matelles dans son cadre régional (d'après la carte géologique au 1/50 000 de Montpellier et de Saint-Martin de Londres), avec la situation des coupes présentées et des rampes de Benedicto *et al.* (1999).1 : Jurassique. 2 : Crétacé inférieur. 3 : Rognacien. 4 : Lutétien. 5 : Oligocène inférieur (et Ludien?) et Oligocène moyen et supérieur. 6 : zones à Lutétien coincé dans la faille de Matelles.

Fig. 1.- Structural sketch map showing the regional geological setting of the Matelles Fault (from the 1:50,000-scale geological maps of Montpellier and Saint Martin de Londres), with location of the presented cross-sections as well as of the ramps by Benedicto et al. (1999). 1: Jurassic. 2: Early Cretaceous. 3: Rognacian. 4: Lutetian. 5: Early Oligocene (and Ludian?) and Middle and Late Oligocene. 6: Lutetian outcrops caught in the Matelles Fault.

Un exemple théorique de plats et de rampe, en 3D (fig. 3)

Ce bloc diagramme, inspiré par la figure 2 a été réalisé afin de bien montrer la géométrie particulière que prend une faille normale avec plats et rampes. En se reportant à l'état initial, on comprend comment la faille a fonctionné. On voit que la faille plate supérieure ("upper flat" des auteurs) correspond à un niveau de décollement situé entre la barre calcaire du Lutétien et les calcaires du Jurassique supérieur. On remarque que ce décollement passe, à l'ouest, à une petite rampe à pendage fort ("emergent ramp" des auteurs). On constate aussi que la rampe principale, très redressée, correspond à la reprise d'une faille ancienne. On observe enfin que le plat inférieur, qui montre un faible pendage vers l'Est, correspond à un autre décollement, parallèle à la stratification. Mais il faut noter que, dans l'exemple de la faille des Matelles, il n'est pas possible de l'observer. On peut simplement l'imaginer.

Voyons maintenant si ce modèle géométrique très simple est compatible avec la géologie de surface.

Les arguments de terrain pour ou contre le « plat » supérieur

Le problème n'est pas simple car il n'existe pas d'affleurements de Lutétien, dans le compartiment supérieur, le long de la faille des Matelles. En réalité, et comme le montre la carte de la figure 1, les premiers affleurements de Lutétien se trouvent à 5 kilomètres plus à l'ouest. La coupe de la figure 2 correspond donc à une reconstitution ancienne, dont les reliefs (de Lutétien) auraient été érodés depuis. Mais aucun argument n'est fourni pour justifier la présence de Lutétien horizontal dans ce secteur.

Mais, mis à part ce détail, peut-on supposer, qu'avant cette érosion, il existait là une faille plate associée à un décollement?

La figure 4 montre que c'est pratiquement impossible. On constate en effet qu'à l'ouest de la faille des Matelles le Jurassique n'est pas horizontal, mais

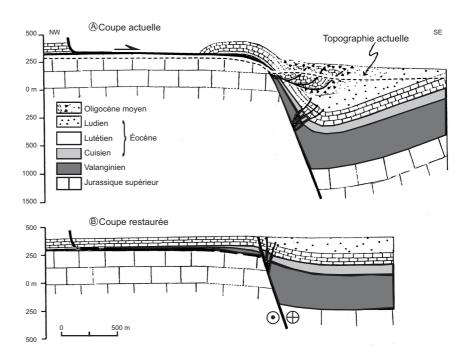


Fig. 2.- Une coupe de la faille de Matelles, tirée de Séranne et al. (1995, fig. 4).

Fig. 2.- A cross-section through the Matelles Fault from Séranne et al., (1995, fig. 4)

régulièrement et systématiquement incliné vers l'ouest de 10 à 20°.

Ainsi, si un niveau de décollement avait existé à la base du Lutétien, il aurait lui-même été incliné vers l'ouest.

On arrive à la même impossibilité si l'on confronte la position des deux « rampes » supérieures (emergent ramp) reportées sur la figure 1 (d'après Benedicto et al., 1999), avec la structure générale de la région. La coupe de la figure 5b montre qu'au sud, le décollement de Lutétien aboutit dans un synclinal, et que dans la partie nord (fig. 5a), il tranche profondément l'anticlinal du Pic Saint-Loup, jusque dans le Jurassique moyen, ce qui n'est pas concevable. On voit donc qu'on s'est manifestement trop concentré sur la seule extension oligocène, en négligeant quelque peu les structures de compression d'âge Eocène supérieur qui l'ont précédée.

Est-il normal qu'un lambeau de Lutétien soit coincé dans la faille, entre le Jurassique et le Crétacé?

La coupe de la figure 6, relevée immédiatement au sud du village des Matelles, montre que la faille des Matelles n'est pas

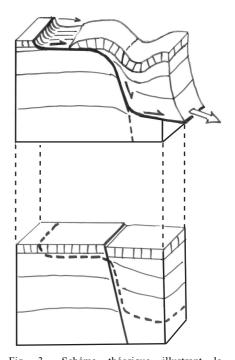


Fig. 3.- Schéma théorique illustrant le fonctionnement d'une faille normale avec plats et rampe. L'état initial a été figuré.

Fig. 3.- Theoretical mechanism of a normal fault with flats and ramps. The initial stage is shown.

une faille normale banale, puisqu'un bloc de calcaires lutétiens (30 m de long et 10 m d'épaisseur) s'y trouve coincé. Il est dommage que l'existence de ce minuscule affleurement, figuré sur la carte géologique au 1/50 000 n'ait pas été rappelé.

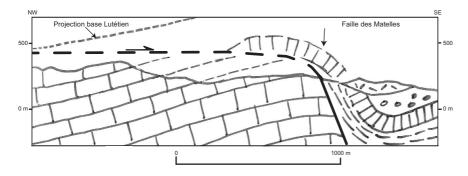


Fig. 4.- Coupe montrant l'allure des calcaires jurassiques situés à l'ouest de la faille des Matelles. On constate que l'interprétation avec faille plate (reportée ici) qui a été adoptée dans la figure 2, n'est pas compatible avec la géométrie actuelle.

Fig. 4.- Section showing the dip of the Jurassic limestones west of the Matelles Fault. Clearly, the interpretation with a flat fault shown in Figure 2 does not fit with the existing geometry.

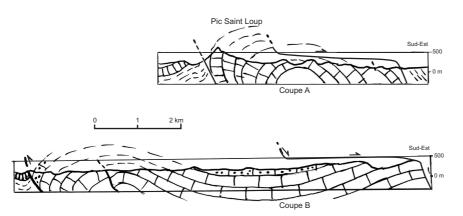


Fig. 5.- Deux coupes générales du Jurassique situé à l'ouest de la faille des Matelles. On constate que la structure de ce Jurassique plissé n'est pas compatible avec la faille plate de la figure 2, ni avec les « emergent ramps » figurées sur la figure 1.

Fig. 5.- Two general sections through the Jurassic beds west of the Matelles Fault. The geometry of the folded beds is consistent neither with the flat fault of Figure 2, nor with the "emergent ramps" shown in Figure 1.

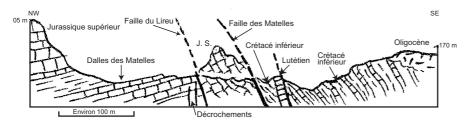


Fig. 6.- Une coupe de détail de la faille des Matelles montrant la géométrie du bloc calcaire lutétien associé. Une étude tectonique détaillée (J.P. Petit et M. Mattauer, 1995) a été consacrée au Jurassique situé immédiatement à l'ouest de la faille du Lirou.

Fig. 6.- Detailed cross-section through the Matelles Fault showing the geometry of the associated Lutetian block. Petit and Mattauer (1995) described in detail the structure of the Jurassic area just west of the Lirou Fault.

Je crois en effet qu'il démontre que nous sommes en présence d'une tectonique polyphasée, où une extension d'âge oligocène a succédé à la compression éocène, qui s'est manifestée dans toute la région par des décrochements et du plissement.

La compression a été étudiée en très grand détail sur quelques 800 mètres carrés, dans le Jurassique supérieur peu incliné de la partie ouest de la coupe (Petit et Mattauer, 1995), grâce à un réseau tout à fait spectaculaire de stylolites associés à

des fentes et à de nombreux décrochements d'échelle métrique à décamétrique. On a pu déterminer deux directions successives de compression nord-ouest et NNE. On a aussi pu montrer que la faille du Lirou, de direction N30, a d'abord été un décrochement sénestre à stries horizontales, avant de rejouer en faille normale à l'Oligocène (avec des stries ayant un pitch de 90°).

Dans ce contexte, il est logique de penser que l'affleurement de Lutétien était à l'origine un lambeau coincé dans une faille décrochante d'âge Eocène supérieur. Mais en raison de la petite taille de l'affleurement, cela reste pour le moment une hypothèse. On peut déjà signaler cependant que nous avons découvert un deuxième affleurement de Lutétien coincé dans la faille des Matelles, à deux kilomètres plus au sud. Il est très fossilifère (avec des Planorbes) mais il est de petite taille (quelques mètres) avec de mauvaises conditions d'affleurement. Il n'en reste pas moins qu'il ne peut pas être expliqué par une faille normale.

Quelle est l'influence des décrochements pyrénéens sur l'extension Oligocène?

Ces modèles d'extension avec plats et rampes qui ont été développés au cours des dix dernières années et appliqués ici à la faille des Matelles, ont généralement été mis au point à partir d'exemples réels ou analogiques, simples, où les sédiments n'étaient pas préfracturés. Dans le Languedoc, la situation est bien différente. À l'Éocène supérieur, le pays a été découpé par quelques grands décrochements, associés à quelques plissements, et les failles normales oligocènes se sont systématiquement greffées sur ces décrochements. La faille normale des Matelles est dans ce cas. Elle se superpose exactement au grand décrochement qui limite à l'est le pli du Pic-Saint-Loup, déversé vers le nord. Le bloc diagramme de la figure 7 montre l'importance de cette faille qui sépare deux compartiments plissés de façon très différente. Il faut manifestement envisager un décalage horizontal d'échelle kilométrique, et on sait qu'il affecte toute la série sédimentaire.

On peut en outre signaler qu'avant de fonctionner en décrochement, à l'Éocène supérieur, la faille des Matelles existait déjà à la fin du Crétacé. On constate en effet au niveau de Saint-Gély-du-Fesc, que la faille sépare deux compartiments différents. À l'ouest, le Rognacien repose sur du Jurassique supérieur alors qu'à l'est, il repose sur du Crétacé inférieur. La faille a donc eu un fonctionnement antérieur au Rognacien. Et il est possible qu'il se soit déjà produit lors du dépôt du Crétacé inférieur.

Conclusion

Je crois qu'il est tout à fait normal d'essayer d'appliquer à la faille des Matelles un modèle célèbre, devenu classique. Mais, à mon sens, et pour des raisons données cidessus, il importe maintenant de s'adapter à une réalité plus complexe. J'estime pour ma part que le modèle, non classique, qui a été proposé pour les failles normales de bordure de fossé rhénan par J.C. Maurin, en étant documenté par un excellent profil sismique, devrait être testé. Il invoque un phénomène de « drapage » des sédiments jurassiques sur une faille majeure, correspondant à ce qu'on appelait parfois crochon.

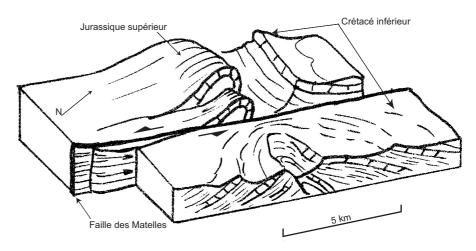


Fig. 7.- Bloc diagramme schématisant la tectonique pyrénéenne qui a précédé l'extension oligocène, aux abords de l'anticinal du Pic Saint-Loup. La faille des Matelles a réutilisé un décrochement sénestre.

Fig. 7.- Block diagram showing Pyrenean tectonics before Oligocene extension in the Pic Saint Loup anticlinal area. The Oligocene Matelles Fault reactivated an Eocene strike-slip fault.

J'ai jugé utile de discuter cet exemple de la faille des Matelles, parce qu'on trouve dans le Languedoc d'autres sites comparables, et en particulier en bordure du célèbre fossé oligocène d'Alès.

Remerciements

Je remercie M. Séranne de m'avoir incité à participer au débat.

Références

Arthaud F., Séguret M. (1981) - Les structures pyrénéennes du Languedoc et du golfe du Lion. Bull. Soc. géol., Fr., 2e série, 3, 175-193.

Arthaud F., Ogier M., Séguret M. (1980) - Géologie et géophysique du golfe du Lion et de sa bordure nord. Bull. BRGM, (2e série), section 1, n° 3, 175-183.

Baudrimont A.F., Dubois P. (1977) - Un bassin mésogéen du domaine périalpin : le Sud-Est de la France. Bull Centres Rech. Explor. Prod. Elf Aquitaine, 1, 261-308.

Benedicto A., Séguret M., Labaume P. (1999) – Interaction between faulting, drainage and sedimentation in extensional hanging-wall syncline basins: example of the Oligocene Matelles basin (Gulf of Lion rifted margin, SE France). *In*: Durand P., Jolivet L., Horwarth F., Seranne M. (eds.). The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen, Geol. Society of London, Spec. Publ., 156, 81-108.

BRGM. Carte géologique au 1/50 000 de Montpellier (1971), Saint-Martin de Londres (1978).

Ellis P.G., McClay K.R. (1988) - Listric extensional fault system: results of analogue experiments. Basin Research, 1, 55-70.

Mattauer M. (1962) - Sur l'âge oligocène de la brèche dite « bartonienne » des Matelles (Hérault). C.R. som. Soc. géol. Fr., n° 10, 316-317.

Maurin J.C. (1995) – Drapage et décollement des séries jurassiques sur la faille de détachement majeure du rift rhénan Sud : implications sur la géométrie des dépôts syn-rifts oligocènes. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 321, s Iia, 1025-1032.

Petit J.P., Mattauer M. (1995) – Paleostress surimposition deduced from mesoscale structures in limestone. The Matelles exposure, Languedoc, France. *Journal of Structural Geology*, vol. 17, 245-256.

Séranne M., Benedicto A., Labaume P. (1995) – Structural style and evolution of the Gulf of Lion Oligo-Miocene rifting: role of the Pyrenean orogeny. *Marine and Petroleum Geology*, vol. 12, 809-820.