

Redéfinition des unités structurales du front varisque utilisées dans le cadre de la nouvelle Carte géologique de Wallonie (Belgique).

Isabelle BELANGER¹, Serge DELABY², Bernard DELCAMBRE³, Pierre GHYSEL¹, Michel HENNEBERT², Martin LALOUX³,
Jean-Marc MARION⁴, Bernard MOTTEQUIN⁴ & Jean-Louis PINGOT³.

¹Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Service géologique de Belgique, rue Jenner, 13, B-1000 Bruxelles, Belgique. isabelle.belanger@sciencesnaturelles.be

²Université de Mons, Service de Géologie fondamentale et appliquée, rue de Houdain, 9, B-7000 Mons, Belgique.

³Earth and Life Institute, Université catholique de Louvain, place Louis Pasteur, 3, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

⁴Université de Liège, Unité de Paléontologie animale et humaine, allée du 6 Août, Bât. B18, B-4000 Liège 1, Belgique.

Abstract, Redefinition of the structural units of the Variscan Front used in the context of the new geological map of Wallonia (Belgium). The new geological map of Wallonia permits to obtain a more global view of the tectonic organization of the Palaeozoic terrains around the Variscan Front in southern Belgium. This zone oriented WSW-ENE and passing south of an axis Charleroi-Namur, was firstly highlighted by the coal mining works, but has been significantly documented notably through deep boreholes and seismic profiles. A coherent structural sketch of the Variscan Front is proposed for its entire longitudinal course, where the following structural units are distinguished, from north to south: the Brabant Massif and the base of the cover unaffected by the Variscan orogeny, the Brabant Parautochthon, the Haine-Sambre-Meuse Overturned Thrust Sheets (HSM-OTS) and the Ardenne Allochthon. Undeformed terrains during Variscan event constitute the northern border of the Variscan Front. The Brabant Parautochthon includes Devonian-Carboniferous terrains, which are folded and faulted. The HSM-OTS are formed by the superposition of several sheets (e.g. La Tombe sheet), which are supported by various thrust faults (e.g. Masse fault). The Ardenne Allochthon, which has been displaced during the Variscan orogeny, rests on the Brabant Parautochthon and the HSM-OTS through a faulted zone, which is locally known as the Midi Fault.

Keywords : Ardenne Allochthon, Brabant Parautochthon, Midi Fault, Variscan Front.

Résumé. Les nouvelles cartes géologiques de Wallonie permettent d'obtenir une vision plus globale de l'organisation des terrains paléozoïques de la zone frontale varisque dans le Sud de la Belgique. Cette bande de terrain d'orientation WSW-ENE, passant au sud d'un axe Charleroi-Namur a été reconnue à l'origine grâce aux travaux miniers, mais a été considérablement documentée par des sondages profonds et des profils sismiques. Un schéma structural cohérent du front varisque est proposé où les unités structurales suivantes sont distinguées, du nord au sud : le Massif du Brabant et la base de sa couverture non affectés par l'orogénèse varisque, le Parautochtone brabançon, les Ecaillés et les massifs renversés de Haine-Sambre-Meuse (EMR-HSM) et l'Allochtone ardennais. Les terrains dévoniens non déformés durant l'épisode varisque constituent la limite nord du front varisque. Le Parautochtone brabançon comprend des terrains dévono-carbonifères plissés et/ou faillés. Les EMR-HSM sont formés par la superposition de plusieurs entités structurales (e.a. écaïlle de La Tombe) supportées par diverses failles de chevauchement (e.a. faille de Masse). L'Allochtone ardennais, déplacé durant l'orogénèse varisque, repose sur le Parautochtone brabançon et les EMR-HSM par l'intermédiaire d'une zone failleuse qui est définie localement sous le nom de Faille du Midi.

Mots-clés : Allochtone ardennais, Parautochtone brabançon, Faille du Midi, front varisque.

1. Introduction

Les premiers travaux de cartographie géologique menés en Belgique furent essentiellement d'ordre (chrono) stratigraphique (Boulvain, 1993). Ces premières investigations ont jeté les bases de la géologie belge avec la reconnaissance d'une série de plis régionaux de grande ampleur. La structuration des terrains paléozoïques était alors représentée par une succession d'anticlinaux (Anticlinal de l'Ardenne, Anticlinal du Condroz) séparés par des synclinaux ou bassins (bassin de Dinant, bassin de Namur, etc. ; Lohest, 1904). C'est ainsi que les premières cartes géologiques de Belgique ne comportaient quasiment aucune faille (Dewalque, 1904). Parallèlement, les connaissances géologiques acquises lors des travaux miniers ont mis l'accent sur les aspects géométriques et constituent les prémices d'une conception tectonique des bassins houillers belges qui n'a cessé d'évoluer depuis lors (e.a. Beugnies, 1976 ; Bouroz, 1950, 1989 ; Bouroz et al., 1951). Or une discontinuité majeure traversant la Belgique du SW au NE a été mise en évidence (Cornet & Briart, 1863). Appelée alors la « Grande Faille », Gosselet (1888) la définit comme étant la limite méridionale entre les bassins houillers du Nord de la France et du Hainaut et le passage aux terrains stériles de l'Ardenne (Fig. 1). Le tronçon oriental est connu sous le nom de Faille Eifélienne qui met en contact le terrain houiller du Synclinal de Liège (Humblot & Ancion, 1949) avec de l'Eifélien (Dumont, 1832 ; Fourmarier, 1904). Le raccord entre ces deux failles passe par une zone structuralement plus complexe difficile à situer dans la Bande de Sambre-et-Meuse (Fig. 1).

Cette faille importante constitue un repère structural majeur dans l'histoire géologique de la Belgique en ce qui concerne la répartition des terrains de part et d'autre : c'est le Charriage du Midi (Briart, 1893 ; Cornet, 1898) qui met en

contact des terrains allochtones sur un domaine autochtone. Cette discontinuité marque la zone frontale septentrionale du segment rhéno-hercynien de la chaîne varisque. C'est une zone, externe à la chaîne varisque, structuralement complexe comportant un ensemble déformé (« fold and thrust belt ») qui est constitué d'écaillés imbriquées, de failles et de plis (Bouckaert et al., 1977) et qui couvre son bassin d'avant fosse. La nature du front varisque varie le long de son parcours longitudinal (Fig. 1) avec la présence ou non d'écaillés et massifs renversés (Delmer, 2003).

Bien que de nombreuses études aient été consacrées au front varisque, il sort du cadre de cet article de présenter toutes les interprétations et controverses qui en découlent. L'historique de ces nombreux débats a été synthétisé par Sintubin (1992) qui adopte l'idée d'une mise en place du front varisque par plis de propagation (« fault propagation fold »). Même si la plupart des auteurs s'accordent sur un modèle de mise en place par des poussées venant du sud, il n'en reste pas moins que Delmer (2004) dans le Hainaut et la région Sambre-et-Meuse y voit également des lambeaux venant du nord (unité 3 dans la suite du texte, Fig. 2).

Les récentes études, menées notamment à partir de profils sismiques (Fig. 1) dans cette région complexe (Meilliez, 1989 ; Meilliez & Mansy, 1990 ; Raoult & Meilliez, 1986 ; 1987 ; Raoult, 1986 ; Le Gall, 1992 ; Khatir et al. 1992), ont permis d'établir une modélisation des déformations et de proposer diverses reconstitutions du front varisque. Ces auteurs avaient déjà établi que la Faille du Midi, caractérisée par une faible pente sud, se prolongeait sous les massifs ardennais et le bassin de Paris. Elle est également reconnue comme la limite majeure de l'unité structurale allochtone (e.a. Synclinorium de Dinant) qui repose sur les bassins houillers.

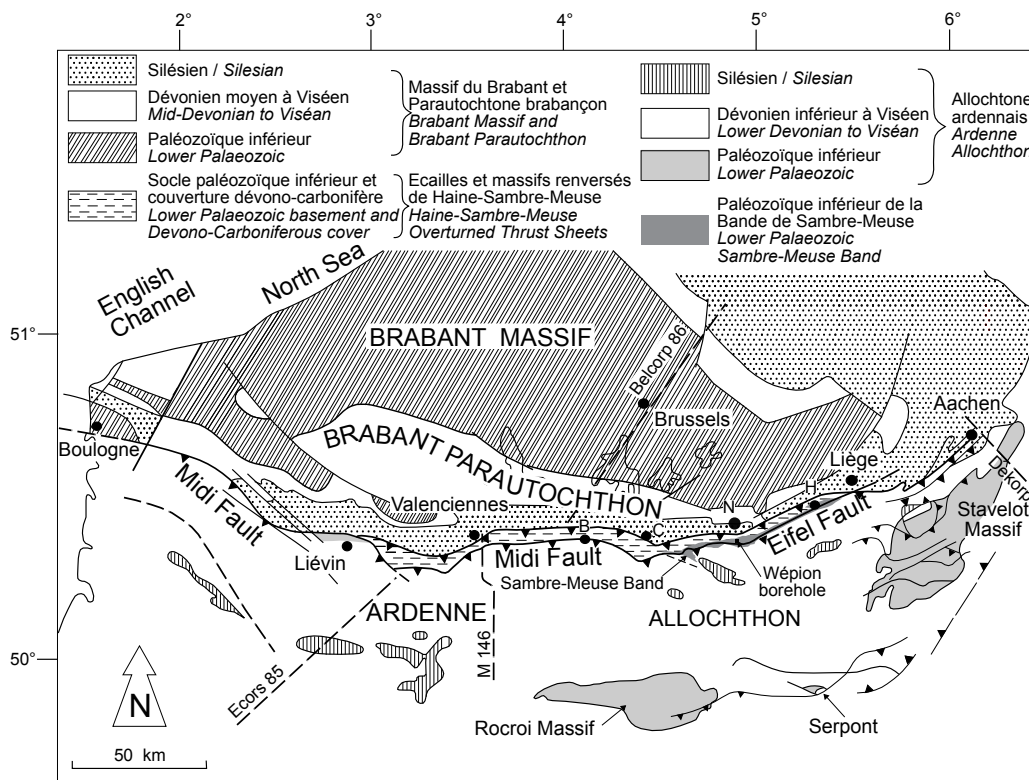


Fig. 1 : Le front varisque dans son contexte lithostratigraphique en Belgique et dans les pays limitrophes ; localisation des grands profils sismiques (tiré de Hance *et al.*, 1999). Abbreviations : B : Binche ; C : Charleroi ; H : Huy ; N : Namur. *Lithostratigraphic context of the Variscan Front in Belgium and adjacent countries ; situations of major seismic profiles (from Hance *et al.*, 1999). Abbreviations : B : Binche ; C : Charleroi ; H : Huy ; N : Namur.*

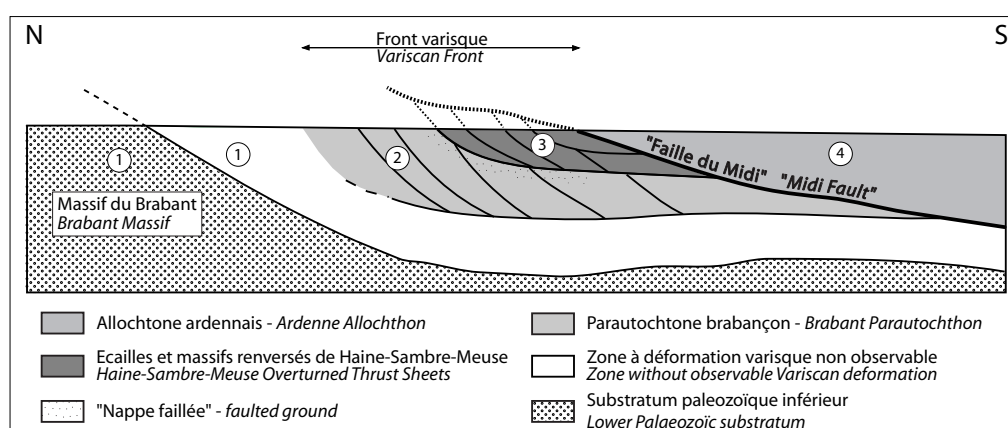
Le Gall (1994) élargit le concept de la Faille du Midi en émettant l'idée d'une mise en place du front varisque en plusieurs étapes avec différentes séquences successives de chevauchements plus tardifs. Dans l'est de la Belgique, Hance *et al.* (1999) démontrent une mise en place du front varisque par étapes successives et mettent l'accent sur le caractère hors séquence des failles de chevauchement. Mansy & Lacquement (2006) avaient déjà reconnu, sur base de profils sismiques, trois unités tectoniques principales : l'Allochtonne ardennaise, les Ecaillés du parautochtone et le Parautochtone brabançon. Au vu de ces conceptions plus modernes, la Faille du Midi, n'apparaît plus comme le chevauchement principal mais bien comme celui survenu en dernier lieu et hors séquence. De surcroît, dans la totalité du déplacement varisque estimé à 70 km, il n'y aurait qu'une flèche d'environ 20 km pour la Faille du Midi - voir aussi Mansy *et al.* (1999), Lacquement *et al.* (1999) et Mansy *et al.* (2003).

Au cours de ces débats scientifiques est née une série de termes utilisés pour définir les différentes unités structurales liées à ces failles. C'est ainsi que l'on peut trouver diverses appellations telles que Synclinal de Namur, Synclinerium de Namur, Parautochtone de Namur, Parautochtone brabançon, Synclinal de Dinant, Synclinerium de Dinant, Nappe de Dinant, Nappe du Condroz, Allochtone de Dinant, Allochtone ardennaise, Bande calédonienne, Bande calédonienne de Sambre-et-Meuse, Massif du Midi, Charriage du Midi, etc.

Malgré les nombreuses études, idées nouvelles et contradictoires, c'est toujours la conception tectonique régionale proposée par Lohest (1904) qui est ancrée dans l'usage (Synclinerium de Namur, de Dinant, etc.). L'ensemble des travaux récents réalisés dans le cadre de l'élaboration des cartes géologiques et les études structurales régionales remettent en cause ces conceptions. Dans le cadre du Programme de révision de la Carte géologique de la Wallonie mené par la Région wallonne (Service public de Wallonie) en collaboration avec les Universités francophones de Belgique et le Service géologique de Belgique, les nouvelles cartes géologiques concernées par le front varisque ont permis de mieux cerner les différentes unités structurales et leur complexité (Delcambre & Pingot, 2000a, 2000b, sous presse a, b, c; Hennebert & Delaby, sous presse; Mottequin & Marion, sous presse). Dans l'état actuel de ce travail de révision, dont la phase de levé est proche du terme, il nous paraît désormais judicieux et nécessaire d'effectuer une mise au point quant aux différents termes à utiliser dans la description des unités structurales de cette région. Prise dans un contexte géodynamique, les unités structurales du front varisque seront reconnues d'après les failles de chevauchements. Nous présentons ici les conceptions de base que les équipes de cartographes ont adoptées pour la suite de leur travail.

Nous apportons de nouveaux noms à ces unités reconnaissables sur le parcours du front varisque déjà levé, tout en gardant, dans la mesure du possible, un caractère non génétique

Fig. 2 : Profil schématique N-S au travers du front varisque (sans échelle). Diverses zones de déformation numérotées de 1 à 4 sont distinguées depuis le Massif du Brabant en position autochtone et qui sont à la base de la reconnaissance des unités structurales. *Schematic (without any scale) N-S profile across the Variscan Front. Starting from the autochthonous Brabant Massif several deformed zones are recognized and numbered from 1 to 4, which constitute the basis for the recognition of structural units.*



à ces termes. Ces choix tiennent compte d'hypothèses parfois différentes quant à la formation de ces unités et pour lesquelles les discussions sont toujours ouvertes.

Nous désignerons sous le terme générique de « Faille du Midi » les failles historiquement reconnues, diversement nommées et extrapolées suivant des conceptions tectoniques variables. Le terme Faille du Midi *stricto sensu* devrait ainsi être réservé à la faille reconnue comme telle par Cornet & Briart (1863) et Gosselet (1888). Il en est de même pour la Faille Eifélienne *stricto sensu* qui est le nom donné par Malherbe (1863, 1876) pour désigner la faille qui met en contact entre Clermont-sous-Huy et Angleur, le Houiller du Bassin de Seraing avec l'Eodévonien qui le borde au sud. Cet auteur prolonge cette faille pour séparer le Bassin Houiller de Liège de celui de Herve.

Dans la suite du texte, le front varisque correspondra à l'ensemble complexe compris entre la Faille du Midi (ou son équivalent), considérée comme la plus jeune faille hors séquence, et la déformation varisque plissée la plus septentrionale (plissement), c'est-à-dire à l'avant du chevauchement (Fig. 2).

2. Profil général nord-sud du front varisque

A partir des différentes observations de terrain liées à la nouvelle Carte géologique de Wallonie, plusieurs coupes méridiennes ont pu être effectuées (Figs 3 à 5). Associées aux profils sismiques et aux coupes minières, il se dégage une série de zones de déformations qui sont, du nord au sud (Fig. 2) :

- le Socle calédonien du Brabant (unité 1), principalement constitué de formations sédimentaires d'âge cambro-silurien et recouvert en discordance par une couverture dévonienne, est un domaine peu affecté par la déformation varisque. Cette couverture non déformée a été reconnue en profil sismique sur une distance d'environ 80 km vers le sud, sous la Faille du Midi, jusqu'à hauteur de Valenciennes (Lacquement et al., 1999) ;
- la couverture dévonienne (du Givetien au Famennien) présente des déformations dont l'intensité s'accroît progressivement vers le haut de la série et vers le sud avec des couches plissées et/ou faillées. Au sein de cette deuxième unité (unité 2), quelle que soit l'intensité de la déformation, les failles présentent toujours un rejet mesurable augmentant du nord vers le sud. Les terrains sont datés du Dinantien, du Namurien et du Westphalien A et B (Carbonifère). Vers le haut de cette unité, se démarque une zone épaisse intensément fracturée, typique des gisements houillers du Hainaut belge, appelée « nappe faillée » par Delmer (2003, 2004). Bien que d'origine méconnue et difficilement cartographiable, cette nappe faillée d'épaisseur variable est mise en relation par celui-ci avec la dissolution considérable des évaporites développées au sein de la série carbonifère ;

- la troisième unité (unité 3) repose sur la précédente. Elle est totalement distincte des unités 1 et 2 et intensément déformée comme le soulignent plusieurs failles imbriquées et divers lambeaux tectoniques. C'est au sein de cette unité que sont reconnues des séries renversées (« massifs renversés » *auct.*, « massif superficiel » *auct.*, « massif charrié » *auct.*, « lambeaux de poussées » *auct.*) et une certaine constance dans l'observation d'une position structurale de flanc dit inverse. Les terrains rencontrés s'étagent depuis l'Ordovicien (Bande calédonienne de Sambre-et-Meuse), jusqu'au Westphalien C ;

- enfin une quatrième unité (unité 4) désigne la plus jeune unité déplacée : l'Allochtone ardennais. Ce dernier est limité au nord par la « Faille du Midi » qu'il faudrait plutôt considérer comme une zone failleuse. Cette unité comprend essentiellement des roches sédimentaires dont l'âge s'étend depuis le Cambrien jusqu'au Carbonifère.

3. Nouvelles unités structurales : abandon de la notion de Synclinorium de Namur

L'analyse des sondages profonds et des profils sismiques ainsi que la cartographie (Figs 3 à 5) permettent d'établir une coupe assez générale du front varisque pour une région proche de la frontière française (Fig. 2). Ces différentes études (Lacquement et al. 1999 ; Adams & Vandenbergh, 1999) et les travaux de Delmer (voir références dans Delmer, 2004) avaient déjà conduit à la disparition du concept de « Synclinorium de Namur » puisque les deux flancs n'appartiennent pas à la même unité structurale. Rappelons que ce concept avait déjà été invalidé très tôt par Cornet (1907, p. B108) qui écrivait : « *Le relèvement méridional du terrain houiller inférieur, marqué par les affleurements du poudingue H1c et des schistes H1b dans les bois de Colfontaine, est bien le bord sud du massif supérieur du Borinage, mais il n'est pas le bord sud, en place, du synclinal dévono-carbonifère du bassin de Namur. Celui-ci est caché sous le Dévonien inférieur, ramené par la Grande faille du Midi* ».

Dans son étude du sondage de Wépion, Coen-Aubert (1988) a également conclu au rapprochement de la partie supérieure de la succession lithostratigraphique observée dans le sondage avec celle reconnue dans le Synclinorium de Dinant qui est une structure majeure de l'Allochtone ardennais. Les couches présentes dans la partie inférieure du sondage et situées sous les failles de Malonne, XII et XIII (Graulich, 1961) (Fig. 4), c'est-à-dire dans le Parautochtone brabançon n'ont pas d'équivalent. Il en ressort que l'unité 3 (Fig. 2) et l'allochtone soient proches.

Lacquement et al. (1999) reconnaissent une unité charriée (l'Allochtone ardennais [unité 4]) sur un Parautochtone brabançon (unités 1, 2 et 3) qui comprenait une zone complexe

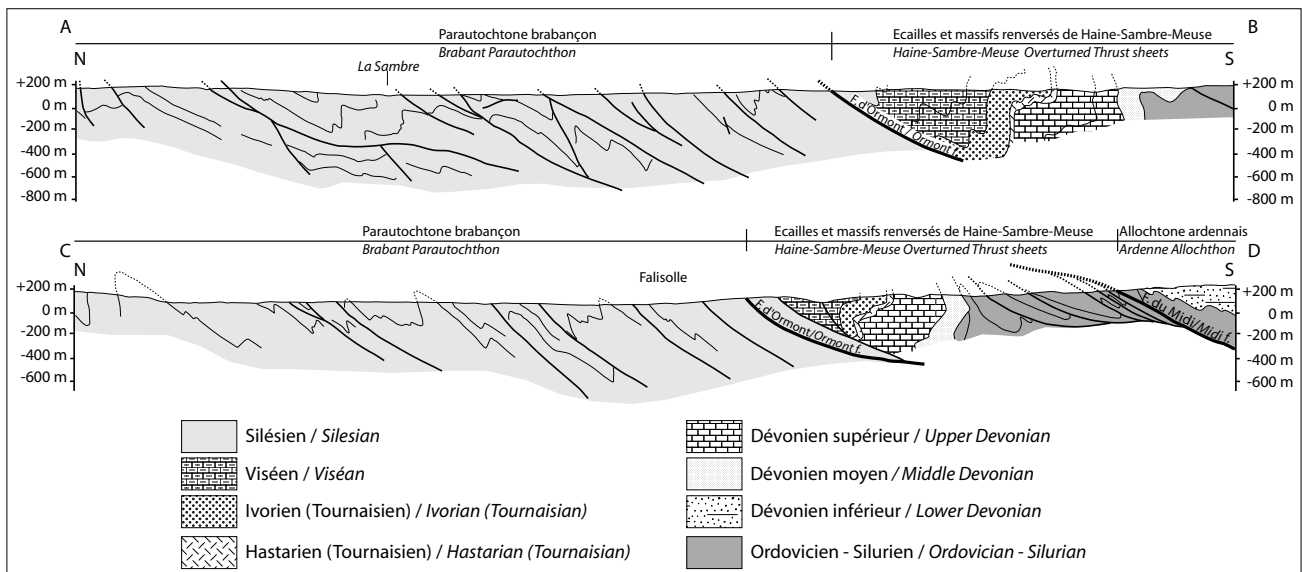


Fig. 3 : Coupes méridiennes sur la carte Tamesines – Fosses-la-Ville (Delcambre et Pingot, sous presse a). AB et CD se réfèrent aux lignes de coupe situées à la Fig. 5.
 NS cross sections of Tamesines – Fosses-la-Ville (Delcambre & Pingot, sous presse a). AB and CD refer to cross section lines of Fig. 5.

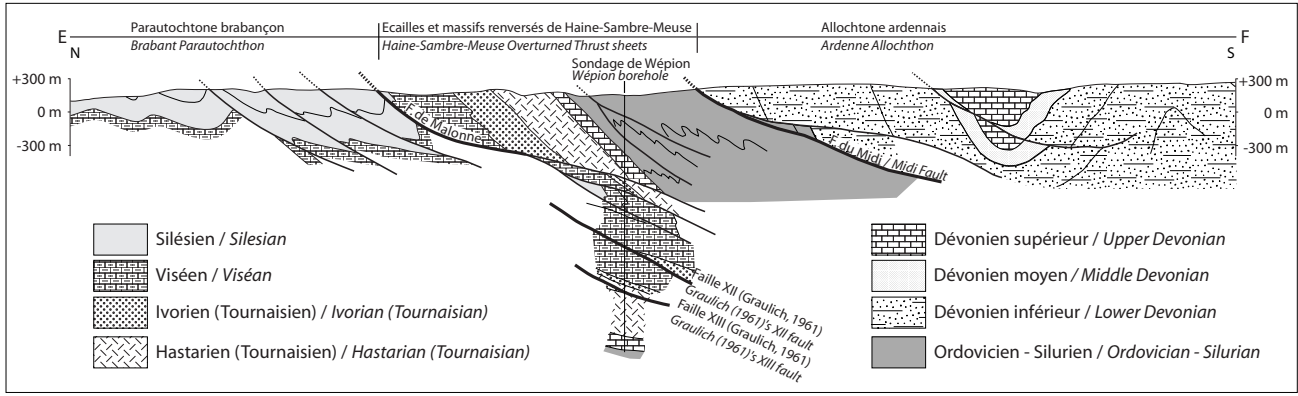
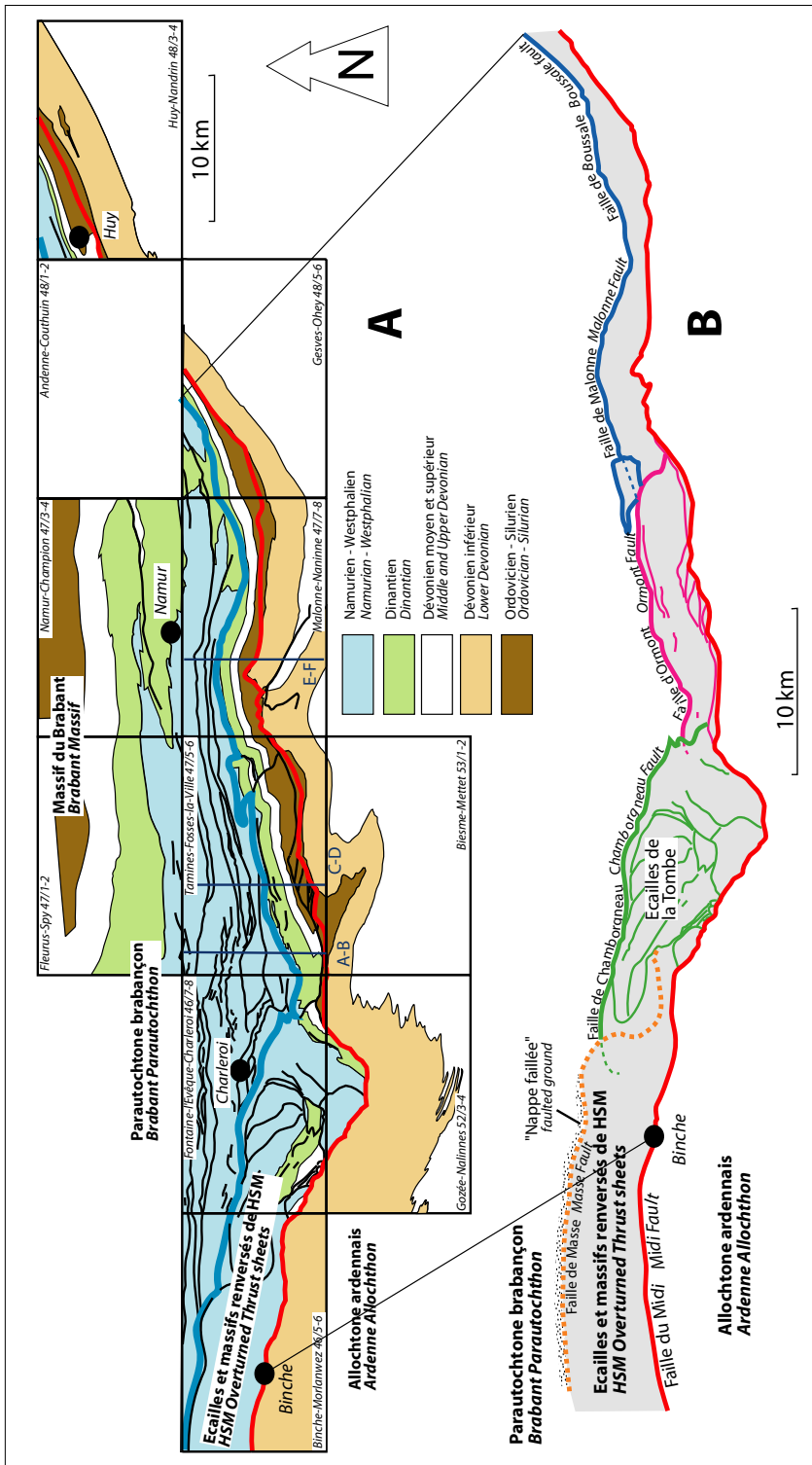


Fig. 4 : Coupes méridiennes sur la carte Malonne – Naninne (Delcambre & Pingot, sous presse b). EF se réfère à la ligne de coupe située à la Fig. 5. NS cross sections of Malonne – Naninne (Delcambre & Pingot, sous presse b). EF refers to the cross section line of Fig. 5.



dite « écaillés du parautochtone » et dont les limites sont difficiles à cerner (parties supérieures de l'unité 2 et l'unité 3 ou seulement l'unité 3 ?). Comme signalé précédemment Mansy & Lacquement (2006), s'appuyant sur des profils sismiques, ont distingué trois unités tectoniques principales : l'Allochtone ardennais, les Ecaillés du parautochtone et le Parautochtone brabançon (Mansy et al. 1999, Lacquement et al. 1999, Mansy et al. 2003)

Delmer (2004) a regroupé les unités 1 et 2 en un «subautochtone» ou Massif parautochtone. Il reconnaît un grand massif superficiel avec des « lambeaux de poussée » correspondant à l'unité 3 et un massif charrié ou Massif du Midi correspondant à l'unité 4.

Sur les cartes géologiques (Fig. 5) les zones de déformation reconnues sur le profil du front varisque (Fig. 2), c'est-à-dire la zone comprise entre la « Faille du Midi » au sud et le Massif de Brabant au nord, sont à la base de la reconnaissance des unités structurales. Nous avons récemment revu ces différentes unités structurales en intégrant leur extension latérale sur le parcours de la « Faille du Midi ». Sont distingués, du nord au sud (Figs 2 à 4):

- un autochtone principalement composé par le Massif du Brabant ou socle brabançon dont la série silicoclastique cambro-silurienne a été structurée lors de l'orogénèse calédonienne auquel s'ajoute éventuellement une partie de la couverture dévonienne non déformée lors de l'épisode varisque (unité 1) ;
- le Parautochtone brabançon (unité 2) constitué par une couverture dévono-carbonifère. Le terme de Parautochtone brabançon explique littéralement qu'il

Fig. 5 : A) Nouvelles cartes géologiques attenantes au front varisque levées jusqu'à la région de Huy. AB, CD et EF sont les lignes des coupes des Figs 3 et 4. B) Détail des Ecaillés de Haine-Sambre-Meuse dont la base est une courbe enveloppe constituée d'une série de failles de chevauchement supportant des écaillés régionales.

A) New geological maps surrounding the Variscan Front as far as the Huy region. AB, CD and EF are cross section lines of Figs 3 and 4. B) Detailed map of the Haine-Sambre-Meuse thrust sheets limited at their base by several thrust faults b.

s'agit de terrains déplacés sur le socle brabançon ; il marque la limite septentrionale et la base du front de déformation varisque. Cette unité se singularise par un caractère graduel de la déformation qui s'atténue vers le nord. La limite entre terrains déformés et non déformés est difficile à placer bien que dans l'hypothèse admise d'une mise en place par « fault propagation fold » cette limite devrait correspondre au premier pli de ce type. Toutefois, en raison des mauvaises conditions d'affleurement, cette limite est difficile à observer sur le terrain. En outre, une incertitude réside également dans le fait de savoir si cette limite doit être placée au premier pli ou à la première faille visible. La position de cette limite, principalement placée dans la couverture dévono-carbonifère, peut latéralement migrer à d'autres niveaux puisqu'elle suit un front de déformation ;

- la troisième unité structurale est appelée les Ecaïlles et massifs renversés de Haine-Sambre-Meuse et repose sur le Parautochtone brabançon en tronquant toutes ses structures (plis et failles). Comme cette troisième unité est liée à une tectonique d'origine controversée, il est difficile de la ranger parmi l'unité allochtone ou parautochtone du chevauchement varisque. En effet d'une part Delmer (2003) y voit une tectonique liée à l'influence de la dissolution tardive, en profondeur, des évaporites du calcaire carbonifère ainsi que d'un mouvement gravitaire vers le sud de certaines écaïlles (« grand massif superficiel ») après dépôt sur le Massif du Brabant. D'autre part des auteurs comme Mansy & Lacquement (2006) considèrent ces écaïlles comme des lambeaux de poussées, c'est-à-dire de petites unités charriées accompagnant le chevauchement majeur. De plus, les travaux de Coen-Aubert (1988) réalisés dans le sondage de Wépion (Fig. 4) renforcent l'idée que la Faille du Midi n'est pas le chevauchement majeur en termes de déplacement. C'est plutôt le long de failles plus profondes - failles XII ou XIII de Graulich (1961) - qu'il faut le rechercher, c'est-à-dire le long d'une des failles qui marque la limite inférieure des Ecaïlles et massifs renversés de Haine-Sambre-Meuse (HSM). Cette zone écaïlleuse est actuellement reconnue depuis le nord de la France jusqu'au méridien de Huy. Il faut toutefois préciser, que dans la région de Huy, aucune donnée de terrain ne permet de confirmer l'ampleur des déplacements tels qu'ils sont observés à l'ouest. Les Ecaïlles et massifs renversés de HSM comportent de nombreuses écaïlles locales superposées (Massif de la Tombe, lambeaux de poussées, etc., voir Delcambre & Pingot, (2000a) pour plus de détails). L'ensemble de ces écaïlles est porté par une succession de failles qui définissent l'enveloppe inférieure de l'unité des Ecaïlles et massifs renversés de HSM. D'ouest en est, ces failles portent les noms de Failles de Masse, Chamborgneau, d'Ormont (Fig. 3), de Malonne (Fig. 4) et de Boussale (Fig.5). Sur les cartes géologiques, elles sont sub-parallèles à la trace laissée par la « Faille du Midi » (Fig. 5) ;

- la quatrième unité structurale reconnue est l'Allochtone ardennais limité au nord par une zone failleuse qui correspond à la « Faille du Midi » (Figs 4 et 5). La réalité de terrain montre que celle-ci est constituée d'une série de failles qui ne sont pas forcément continues même si la tendance graphique impose un tracé unique.

La quasi-totalité des unités décrites ci-dessus apparaissent très clairement sur les coupes méridiennes (Figs 4 et 5) des cartes Malonne – Naninne et Tamines – Fosses-la-Ville (Delcambre & Pingot, sous presse a et b).

4. Variabilité latérale et discussion

La coupe schématique (Fig. 2), essentiellement basée sur les observations régionales continues depuis l'ouest jusqu'à Namur (Figs 3 à 5), représente une situation compliquée par le nombre d'écaïlles formées au cours de la mise en place du Charriage du Midi. Le parallèle avec l'Est de la Belgique a été établi par Hance et al. (1999) où la complexité du front varisque a été mise en évidence. Cette dernière relève de différentes étapes de déformation dont notamment le caractère hors séquence des failles principales de chevauchement déjà souligné depuis très longtemps par les auteurs. A la lumière des cartes déjà réalisées, ce caractère hors séquence s'avère important dans la reconnaissance des unités structurales et surtout de la « Faille du Midi » (Fig. 3). Celle-ci apparaît comme étant la plus jeune faille du front varisque qui limite l'Allochtone ardennais, c'est-à-dire le dernier

chevauchement hors séquence (Mansy & Lacquement, 2006).

La « Faille du Midi » (ou zone de failles), recoupe des terrains de nature très diverse le long de son parcours. Vers l'ouest, elle recoupe des séries carbonatées compétentes avant de passer au sein de la Bande calédonienne de Sambre-et-Meuse surtout composée de séries péliques incompétentes. Ces dernières rendent malaisé le tracé de la Faille du Midi dans la bande calédonienne de Sambre-et-Meuse. De par sa nature relativement tardive dans le cortège des déformations du front varisque, les critères stratigraphiques des unités structurales ne peuvent donc plus être utilisés pour les reconnaître. La « Faille du Midi » n'est pas un accident « paléogéographique » (Meilliez, 1989) même si sa présence peut se surimposer, ou moins localement, à un niveau stratigraphique caractérisé par une fragilité relative héritée du contexte sédimentaire (Beugnies, 1964 ; Lacquement et al., 1999). En particulier, la présence ou l'absence de Dévonien inférieur de part et d'autre de la faille doit donc être comprise dans un contexte sédimentaire (Meilliez et al., 1991 ; Hance et al., 1991) et non dans l'histoire tectonique, comme c'était précédemment le cas. La présence, dans les Ecaïlles et massifs renversés de Haine-Sambre-Meuse, de faciès sédimentaires particuliers telle la houille grasse (Delmer, 2004) interpelle quant à une influence tectonique dans la maturation des faciès. S'agit-il d'une évolution sous l'influence des pression et température issues de la déformation, d'une histoire tectonique précoce (Graulich, 1961 ; Michot, 1979) ou d'une paléogéographie liée au morcellement de la marge au cours de la sédimentation voire l'association de plusieurs facteurs ?

L'ampleur des déplacements est extrêmement complexe à déterminer du fait d'une éventuelle activité précoce de failles synsédimentaires. A cela s'ajoute un contexte de failles de chevauchement hors séquence recoupant les plis.

Même si les coupes du front varisque à l'ouest et à l'est de la Belgique présentent la même structuration (Ghysel et al., 1995, 1996 ; Laloux et al., 1996 a et b, 2000), il faut préciser que la région de Liège n'a pas encore été levée, en particulier l'extension de la « Faille du Midi » et son raccord avec la Faille Eifelienne et la limite de l'Allochtone ardennais (unité 4) à l'est de Huy. Le long du front varisque, le nombre d'écaïlles peut être très variable en fonction du taux de raccourcissement, de la nature des terrains affectés et de l'ampleur du déplacement le long des failles. L'image en profil sismique des Ecaïlles et massifs renversés de HSM se présente comme une zone limitée en biseau sous la Faille du Midi à laquelle elle se raccorde pour former le chevauchement ardennais (Lacquement, 2001).

5. Conclusions

S'appuyant sur les considérations structurales récentes, les équipes de géologues cartographes, impliquées dans la révision de la Carte géologique de Wallonie et travaillant dans les régions attenantes au front varisque proposent une uniformisation dans l'usage des unités structurales qui le composent (Fig. 2). Celles-ci, déjà reconnues de longue date grâce aux travaux miniers, sont redéfinies en fonction des observations réalisées sur le terrain. Une certaine régularité dans l'organisation de la déformation repérée par la succession des unités structurales se dégage de l'observation des différentes coupes obtenues au travers du front varisque et le long du tracé de la « Faille du Midi » (Figs 3 à 5). L'élément le mieux reconnu de tout temps reste l'Allochtone Ardennais (unité 4) limité au nord par la faille hors séquence la plus récente du front varisque, c'est-à-dire la « Faille du Midi ». Cette faille recoupe les Ecaïlles et massifs renversés de HSM (unité 3), dans lesquelles les déformations sont extrêmement complexes et dont les origines restent controversées. Ces écaïlles reposent à leur tour sur le Parautochtone brabançon (unité 2) qui comprend des séries dévono-carbonifères dont le taux de déformation décroît vers la base (vers le nord). A la base de la série dévono-carbonifère les couches sont non déformées et reposent en discordance sur le socle brabançon d'âge cambrosilurien (unité 1).

Au nord de la « Faille du Midi », il n'existe pas de Synclinorium de Namur, en tant qu'unité structurale sous la Faille du Midi, comme l'avait déjà signalé Cornet (1907), car les deux flancs reconnus précédemment n'appartiennent pas à la même

unité structurale : l'un appartient au Parautochtone brabançon (au nord) tandis que l'autre se range au sein des Ecaillés et massifs renversés de HSM au sud. Les nouvelles cartes géologiques levées le long du front varisque confirment une géométrie faite de chevauchements complexes et successifs qui ne correspondent pas à l'image d'un grand synclinal originel déformé (Figs 3 et 4). D'autre part l'étude des faciès, notamment au sondage de Wépion (Coen-Aubert, 1988) ou dans la région de Tournai et Leuze (Coen-Aubert *et al.*, 1981), appuie cette conclusion. Les faciès du Dévonien moyen et du Frasnien se rapprochent de ceux de l'unité allochtone ce qui réduit d'autant le rejet et l'importance, en terme de déplacement, accordée à la Faille du Midi. Les écaillés ont une extension variable et sont recoupées au sud par la « Faille du Midi » qui se prolonge en profondeur en un grand réflecteur de faible pente sud qui passe sous les massifs ardennais (Raoult, 1986). L'ensemble des failles de chevauchement formant les écaillés du front varisque se rejoignent en profondeur pour former un chevauchement unique, à savoir le chevauchement ardennais (Lacquement, 2001).

6. Remerciements

Les auteurs remercient Jacques Bellière, Frédéric Lacquement et Yves Vanbrabant pour leur lecture attentive et leurs nombreuses suggestions ainsi que Sara Vanduycke et Manuel Sintubin pour les échanges constructifs.

7. Références

- Adams, R. & Vandenberghe, N., 1999. The Meuse section across the Condroz-Ardennes (Belgium) based on a predeformational sediment wedge. *Tectonophysics*, 309, 179-195.
- Beugnies, A., 1964. Essai de synthèse du géodynamisme paléozoïque de l'Ardenne. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique*, 6(4), 269-277.
- Beugnies, A., 1976. Le lambeau de poussée hercynien de La Tombe (Ardenne belge). *Annales de la Société géologique du Nord*, 96 (1), 27-74.
- Bouckaert, J., Delmer, A. & Graulich, J.M., 1977. La structure varisque de l'Ardenne : Essai d'interprétation. *Mededelingen van de Rijks geologische Dienst*, 28 (5), 133-134.
- Bouroz, A., 1950. Sur quelques aspects des mécanismes de la déformation tectonique dans le bassin houiller du Nord de la France. *Annales de la Société géologique du Nord*, 70, 2-55.
- Bouroz, A., 1989. Réflexions sur l'orogénèse varisque dans le Nord de la France. Grande Faille du Midi et tectonique globale : Essai de généralisation. *Annales de la Société géologique du Nord*, 108, 45-57.
- Bouroz, A., Chalard, J. & Stievenard, M., 1951. Sur les relations tectoniques des bassins de Valenciennes et du Couchant de Mons. *Annales de la Société géologique du Nord*, 71, 58-79.
- Boulvain, F., 1993. Un historique de la carte géologique de Belgique. Service géologique de Belgique, Professional Paper, 262, 88 p.
- Briart, A., 1893. Géologie des environs de Fontaine-l'Évêque et de Landelies. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 21, 35-103.
- Coen-Aubert, M., 1988. Les unités lithostratigraphiques du Dévonien moyen et du Frasnien dans le sondage de Wépion. Professional paper, 231, 26 p.
- Coen-Aubert, M., Groessens, E. & Legrand, R., 1981. Les formations paléozoïques des sondages de Tournai et de Leuze. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 89, 241-275.
- Cornet, J., 1898. Notice biographique sur Alphonse Briart. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, 12, 268-299.
- Cornet, J., 1907. Sur la structure du bassin houiller du Couchant de Mons. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 34, B103-B109.
- Cornet, F.-L. & Briart, A., 1863. Communication relative à la Grande Faille qui limite au Sud le Bassin Houiller belge. *Bulletin de la Société des ingénieurs sortis de l'École des Mines de Mons*, 11, 9-9.
- Delcambre, B. & Pingot, J.-L., 2000a. Carte géologique de Wallonie, 46/7-8 Fontaine l'Évêque – Charleroi (+ notice explicative). Ministère de la Région wallonne, Namur, Belgique, 114 p.
- Delcambre, B. & Pingot, J.-L., 2000b. Carte géologique de Wallonie, 52/3-4 Gozée – Nalinnes (+ notice explicative). Ministère de la Région wallonne, Namur, Belgique, 106 pp.
- Delcambre, B. & Pingot, J.-L., sous presse a. Carte géologique de Wallonie, 47/5-6 Tamines – Fosses-la-Ville (+ notice explicative). Service public de Wallonie, Namur, Belgique.
- Delcambre, B. & Pingot, J.-L., sous presse b. Carte géologique de Wallonie, 47/7-8 Malonne – Naninne (+ notice explicative). Service public de Wallonie, Namur, Belgique.
- Delcambre, B. & Pingot, J.-L., sous presse c. Carte géologique de Wallonie, 48/5-6 Gesves – Ohey (+ notice explicative). Service public de Wallonie, Namur, Belgique.
- Delmer, A., 2003. La structure tectonique transfrontalière entre les bassins houillers de valenciennes (France) et du Hainaut belge. *Geologica Belgica*, 6/3-4, 171-180.
- Delmer, A., 2004. Tectonique du front varisque en Hainaut et dans le Namurois. *Mémoires du Service géologique de Belgique*, 50, 1-61.
- Dewalque, G., 1904. Carte géologique de la Belgique et des provinces voisines, seconde édition, notice explicative. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 31, B3-B10.
- Dumont, A., 1832. Mémoire sur la constitution géologique de la province de Liège. *Mémoires couronnés de l'Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles*, 8, 374 p.
- Fourmarier, P., 1904. Le prolongement de la faille eifélienne à l'est de Liège. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 31, M131-M136.
- Ghysel, P., Laloux, M., Dejonghe, L., Hance, L. & Geukens, F., 1995. Carte géologique de Wallonie, 43/5-6 Limbourg – Eupen (+ notice explicative). Ministère de la Région wallonne, Namur, Belgique.
- Ghysel, P., Laloux, M., Graulich, J.-M., Dejonghe, L. & Hance, L., 1996. Carte géologique de Wallonie, 42/7-8 Fléron – Verviers (+notice explicative). Ministère de la Région wallonne, Namur, Belgique.
- Gosselet, J., 1888. L'Ardenne. Mémoire pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France. Paris, Baudry et Cie, In-4, 889 p.
- Graulich, J.M., 1961. Le sondage de Wépion. Mémoire pour servir à l'explication des Cartes géologiques et minières de la Belgique, 2, 1-86.
- Hance, L., *et al.*, 1991. Nouvelles données sur la bande de Sambre-et-Meuse à Ombret (Huy, Belgique). *Annales de la Société géologique de Belgique*, 114, 253-264.
- Hance, L., Dejonghe, L., Ghysel, P., Laloux, M. & Mansy, J.-L., 1999. Influence of heterogeneous lithostructural layering on orogenic deformation in the Variscan Front Zone (eastern Belgium). *Tectonophysics*, 309, 161-177.
- Hennebert, M. & Delaby, S., sous presse. Carte géologique de Wallonie, 46/7-8 Binche – Morlanwelz (+ notice explicative). Service public de Wallonie, Namur, Belgique.
- Humblet, E. & Ancion, C., 1949. Géologie minière des bassins houillers belges. III Le bassin de Liège. Description générale. *Annales des Mines de Belgique*, 48, 377-383.
- Khatir, A., Mansy, J.-L. & Meilliez, F. 1992. Structuration varisque en Ardenne occidentale : une hiérarchie des niveaux de décollements. *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, 314, II, 365-371.
- Lacquement, F., 2001. L'Ardenne varisque. Déformation progressive d'un prisme sédimentaire pré-structuré, de l'affleurement au modèle de chaîne. Publication de la Société géologique du Nord, 29, 285p.
- Lacquement, F., Mansy J.-L., Hanot, F. & Meilliez, F., 1999. Retraitement et interprétation d'un profil sismique pétrolier au travers du Massif paléozoïque ardennais (Nord de la France). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 329, 471-477.
- Laloux, M., Dejonghe, L., Ghysel, P. & Hance, L., 1996a. Fléron – Verviers 42/7-8, notice explicative. Ministère de la Région wallonne, Namur, Belgique, 150 p.
- Laloux, M., Dejonghe, L., Geukens, F., Ghysel, P., Hance, L. & Polrot, F. 1996b. Limbourg – Eupen 43/5-6, notice explicative. Ministère de la Région wallonne, Namur, Belgique, 82 p.
- Laloux, M., Geukens, F., Ghysel, P. & Hance, L., 2000. Carte géologique de Wallonie 35/5-6, 43/1-2 et 43/3-4, Gemmenich – Botzelaar, Henri-Chapelle – Raeren et Petergensfeld – Lammersdorf (+ notice explicative). Ministère de la Région wallonne, Namur, Belgique.
- Le Gall, B., 1992. The deep structure of the Ardennes Variscan thrust belt from structural and ECORS seismic data. *Journal of Structural Geology*, 14, 5, 531-546.
- Le Gall, B., 1994. Deformation of the Nord-Pas-de-Calais Carboniferous Coalfield (France) in the Variscan Frontal Tectonic Pattern. In A. Mascle (ed.), *Hydrocarbon and petroleum geology of France*. Springer-Verlag, 379-398.

- Lohest, M., 1904. Les grandes lignes de la géologie des terrains primaires de la Belgique. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 31, M219-M232.
- Malherbe, R., 1863. Le système houiller de la Province de Liège. *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*. Inédit, 222 p.
- Malherbe, R., 1876. De la stérilité du système houiller entre Saive, Jupille et La Xhavée. *Annales de la Société géologique de Belgique*, *Mémoires*, 3, 89-94.
- Mansy, J.-L., et al., 2003. Dynamics and inversion of the mesozoic basin of the Weald-Boulonnais area : role of basement reactivation. *Tectonophysics*, 373, 161-169.
- Mansy, J.-L. & Lacquement, F., 2006. Contexte géologique régional : l'Ardenne paléozoïque (Nord de la France et Sud de la Belgique). *Géologie de la France*, 1-2, 7-13.
- Mansy, J.-L., Everaerts, M. & De Vos, W., 1999. Structural analysis of the adjacent Acadian and Variscan fold belts in Belgium and northern France from geophysical and geological evidence. *Tectonophysics*, 309, 99-116.
- Meilliez, F., (1989). Importance de l'évènement calédonien dans l'allochtone ardennais ; essai sur une cinématique Paléozoïque de l'Ardenne dans la chaîne varisque. Thèse de l'Université du Maine, 518 p.
- Meilliez, F., et al., 1991. Ardenne-Brabant. *Sciences Géologiques Bulletin*, 44, 3-29.
- Meilliez F. & Mansy, J.-L. 1990. Déformation pelliculaire différenciée dans une série lithologique hétérogène : le Dévono-Carbonifère de l'Ardenne. *Bulletin de la Société géologique de France*, 8, VI, 177-188.
- Michot, P., 1979. La faille mosane et la phase hyporogénique bollandienne, d'âge emsien, dans le rameau calédonien condruso-brabançon. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 101, 321-335.
- Mottequin, B. & Marion, J.-M., sous presse. Carte géologique de Wallonie 48/3-4 Huy – Nandrin (+notice explicative). Service public de Wallonie, Namur, Belgique.
- Raoult, J.F., 1986. Le front varisque du Nord de la France d'après les profils sismiques, la géologie de surface et les sondages. *Revue de géologie dynamique et de géographie physique*, 27, 3-4, 247-268.
- Raoult, J.-F. & Meilliez, F., 1986. Commentaires sur une coupe structurale de l'Ardenne selon le méridien de Dinant. *Annales de la Société géologique du Nord*, 105, 97-109.
- Raoult, J.-F. & Meilliez, F., 1987. The Variscan front and the Midi fault between the Channel and the Meuse River. *Journal of Structural Geology*, 9, 473-479.
- Sintubin, M., 1992. An historical evaluation of the geostructural research on the Variscan Front Zone in Belgium (West of Namur). *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 101, 181-198.