

CONCLUSIONS – APPORTS DE CE TRAVAIL À L'ÉTUDE DE L'ARDENNE

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Dans cette thèse, nous avons réalisé une étude séismotectonique de l'Ardenne à partir des données collectées par le réseau de surveillance sismique belge depuis 1985, que nous avons complétées avec celles des réseaux allemands et hollandais voisins. Nous avons relocalisé les tremblements de terre en appliquant les méthodes modernes (HYPODD, COMPLOC, LOTOS) que nous avons validées pour les contextes de sismicité et de réseaux sismiques de nos régions. Nous avons généralisé une méthode d'étude de la distribution spatiale d'un ensemble tridimensionnel de points pour obtenir non seulement les directions des axes de l'ellipsoïde englobant les hypocentres des tremblements de terre, mais aussi leur norme. Ces informations permettent de quantifier son volume et d'établir s'il peut représenter un plan de faille avec sa caractérisation géométrique et ainsi de pouvoir le comparer avec le mécanisme au foyer.

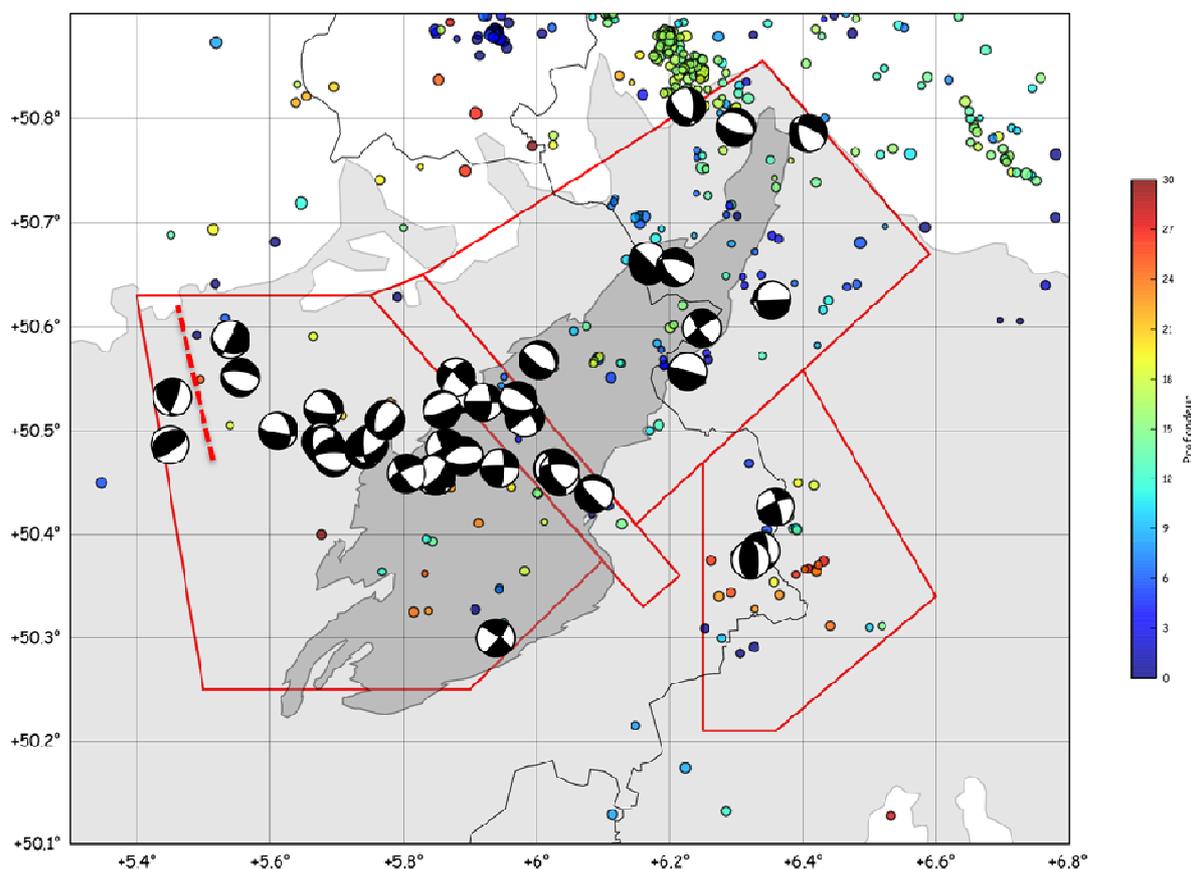


FIGURE C-0-1 : LA DIVISION STRUCTURALE DE L'ARDENNE. L'ACTIVITÉ SISMIQUE ET LES MÉCANISMES AU FOYER SONT REPRÉSENTÉS. LE BOUCLIER RHÉNAN (GRIS CLAIR) ET LE MASSIF DE STAVELOT (GRIS FONCÉ) LE SONT ÉGALEMENT.

La partie la plus active de l'Ardenne peut être divisée en quatre zones différentes (Figure C-1). Nous montrons le rôle important que joue la Zone Faillée de Hockai dans le cadre structural de l'Ardenne. L'activité sismique y semble limitée à la partie supérieure de la croûte terrestre entre 6

et 8 km de profondeur. C'est une limite nette entre deux zones où les séismes se produisent à des profondeurs plus importantes. En effet, à l'ouest des profondeurs de 25 km sont fréquemment rencontrées, tandis qu'à l'est les profondeurs ne dépassent pas 20 km. A l'extrême sud-est de la Province de Liège, la région de Manderfeld est caractérisée par des séismes très profonds aux environs de 28 km de profondeur. Le découpage structural mis en évidence par les séismes semble être confirmé par l'analyse des anomalies magnétiques et de Bouguer.

Différents mécanismes au foyer sont visibles en Ardenne. Des mécanismes en faille normale et décrochants sont présents dans toutes les zones. Des mécanismes en faille inverse sont visibles uniquement dans la partie la plus à l'ouest de la zone "Ardenne Ouest" et dans l'extrême sud-est, sous Manderfeld. La Zone Faillée de Hockai est caractérisée par des mécanismes décrochants senestres et quelques mécanismes en faille normale. Il sera intéressant dans le futur d'analyser de ces mécanismes en matière de tenseurs de contrainte pour les interpréter dans un cadre plus régional.

A une échelle plus locale, des alignements de séismes ont été observés et leur analyse 3-D a permis de déterminer de l'orientation probable des structures qui en sont la source. Une bonne corrélation a généralement pu être obtenue avec les mécanismes au foyer des séismes, permettant de déterminer quel est le plan de faille du mécanisme. C'est le cas dans la région de Charleroi, à l'extrémité ouest de l'Ardenne, où une structure relativement plane d'orientation OSO – ENE d'une dizaine de km de long et jusqu'à une profondeur de 10 km montre des mécanismes de décrochement dextre. Cette structure recoupe la faille du Midi et suggère que cette structure ancienne ne doit certainement pas être considérée comme une structure ayant une activité récente ou actuelle. C'est également confirmé à l'extrême est de notre zone d'étude, où nous infirmons totalement l'hypothèse d'Ahorner (1983) attribuant l'activité sismique dans la région de Rötgen à cette même faille du Midi.

Nous avons recadré l'histoire géologique complexe de l'Ardenne en vue de fournir une interprétation de la géodynamique actuelle et de ses relations possibles avec l'activité sismique. Le soulèvement Cénozoïque de l'Ardenne est indéniable et son origine, longtemps débattue, nous semble aujourd'hui plus claire. La mobilité de la croûte inférieure et l'influence des changements climatiques majeurs sur la lithosphère par l'intermédiaire des glaciers et calottes polaires permettent d'expliquer le soulèvement de même que les variations de sa vitesse au cours du Cénozoïque. Les hypothèses de plissement de l'avant pays alpin ne sont, aujourd'hui, pas en mesure de démontrer ces deux points sans considérer l'influence additionnelle d'un panache mantellique en Eifel. De nos jours, l'Ardenne ne montre aucun mouvement vertical, bien que les modèles théoriques de l'ajustement isostatique global prédisent une subsidence de 1mm/a à nos latitudes. Le profil de gravimétrie absolue réalisé par l'Observatoire Royal de Belgique à travers

le Massif ne montre aucun mouvement significatif depuis 10 ans. Ceci laisse une porte ouverte à un soulèvement régional de 1 mm/a contrebalançant l'ajustement isostatique, mais il serait alors identique d'Oostende à Cologne. Les résultats de notre travail offrent des perspectives en une meilleure connaissance de la rhéologie dans la croûte ardennaise par la discrimination régionale des profondeurs des foyers sismiques. Il faudra les mettre en relation avec des variations de comportement mécanique de la croûte inférieure capable de modifier la réponse de la croûte aux charges appliquées à sa surface.

Dans ce travail, nous n'avons pas analysé l'activité sismique de manière quantitative, nous avons seulement voulu mettre en évidence les mécanismes de déformations dans la croûte fragile et en faire une discrimination géographique. Notre travail apporte cependant tous les éléments permettant la quantification des taux d'activité et de la magnitude maximale possible des tremblements de terre, ce qui contribuera à une meilleure définition de l'aléa sismique en Ardenne.

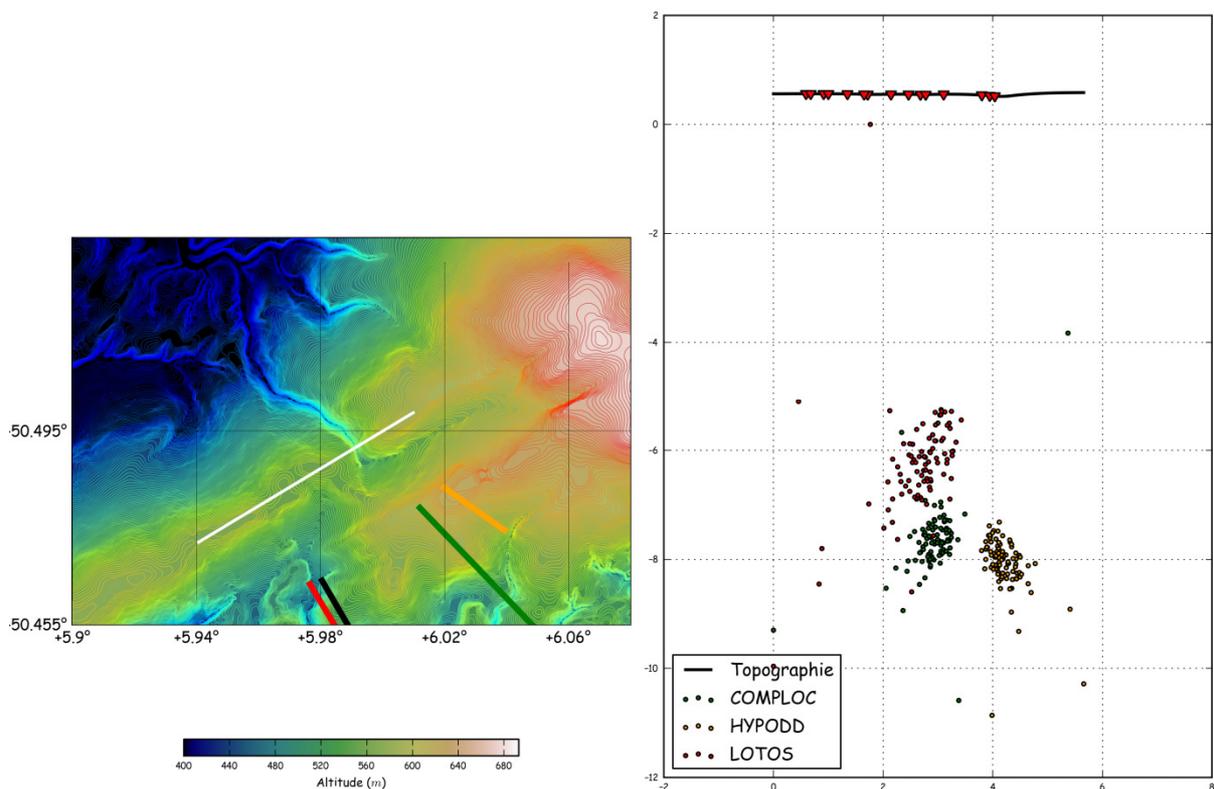


FIGURE C-2 : MODÈLE NUMÉRIQUE DE TERRAIN DE LA CRÊTE DE LA VECQUEE, ILLUSTRATION DU PROFIL MOYEN RÉALISÉ (BLANC) ET DE LA PROJECTION EN SURFACE DES DIFFÉRENTES RELOCALISATIONS (GAUCHE). UNE COUPE EN PROFONDEUR ILLUSTRÉ LA LOCALISATION DES FOYERS SISMQUES PAR RAPPORT AUX FAILLES IDENTIFIÉES À LA SURFACE LE LONG DU PROFIL (DROITE).

Il est également important, particulièrement dans les régions à l'intérieur des plaques continentales, de rechercher si les mécanismes à l'origine de l'activité sismique génèrent une empreinte dans la morphologie et l'enregistrement géologique. Nous avons mis en évidence le rôle

structural majeur joué par la Zone Faillée de Hockai, qui est conforté par l'hypothèse que le séisme du 18 septembre 1692, plus grand séisme en Europe au nord des Alpes, s'est produit le long de sa partie nord. Nous avons d'abord réalisé une synthèse des données déjà collectées ces 15 dernières années par l'ORB et l'ULG le long de la ZFH. Cependant, la manière la plus objective d'identifier la ZFH sur le terrain étant d'établir une relation entre la morphologie du paysage et la géologie en surface avec la répartition des foyers sismiques lors de la séquence sismique de 1989-1990 dans la région de Hockai. Nous avons donc réalisé le premier profil de mesures géophysiques de subsurface à grande échelle à travers la ZFH dans la région de la Vecquée proche du village de Hockai (Figure C-2).

Différentes méthodes géophysiques ont été utilisées et de nouvelles méthodologies d'analyse ont été mises au point. En particulier, la comparaison entre les données H/V, gravimétriques et les profils de tomographie de résistivité électrique a pour la première fois été présentée comme une clé d'interprétation des coupes réalisées. L'information fournie par l'H/V est généralement limitée à la profondeur de la première interface. Le signal gravimétrique est lui fortement influencé par la présence en plus ou moins grande quantité d'eau dans les couches à faible profondeur. Ces informations sont donc capitales pour qualifier les interfaces visibles sur les tomographies de résistivité électrique.

Le profil mesure 5.7 km de long et est plus ou moins perpendiculaire à la direction de la ZFH. Les données incluent environ 10 km de profils de tomographie de résistivité électrique doublés de 125 mesures de gravimétrie et 168 mesures d'H/V. Nous avons mis en évidence des discontinuités importantes dans le substratum de la Crête de la Vecquée et les plus importantes peuvent être interprétées comme des failles. Là où nous avons réalisé plusieurs profils en parallèle, nous avons été en mesure de déterminer une orientation probable de la structure. En général, une orientation N333° à N335° est observée. Nous avons également pu mettre en évidence des limites de couches qui sont cohérentes avec une stratification d'environ N55°70°SSE. Ces données, mêmes imprécises, sont les premières à être réalisées sur de nombreux sites où aucun affleurement n'est disponible pour déterminer des pendages. Les nouvelles données géophysiques permettent de relier la Crête de la Vecquée à d'autres sites dans la Zone Faillée de Hockai où la présence de failles a été supposée et parfois clairement mise en évidence. Des recherches plus poussées seront cependant nécessaires pour montrer si des traces géologiques de mouvements récents existent le long de cette zone faillée. Nous proposons 3 sites où cette évaluation semble possible. Les failles identifiées ou supposées le long du profil et des arguments géomorphologiques nous permettent également de dresser une nouvelle histoire de la Crête de la Vecquée et du ruisseau de la Hoëgne qui lui est étroitement lié.