



## DECOUVERTE DE L'ACTIVITE TECTONIQUE DE LA PROVENCE ET SES CONSEQUENCES

**SORTIE AGROS P.A.C.A. DU MARDI 22 AVRIL 2008**



A l'invitation de nos camarades Daniel MATHIEU (P62) et Alain PERRICHET (R67), nous sommes nombreux, Agros ou anciens des autres écoles membres du GRECO, à nous retrouver au Collège Jean GUEHENNO de Lambesc, ville touchée par un puissant séisme le 11 juin 1909 à 21h15. Ce collège présente la particularité d'avoir été conçu suivant le procédé parasismique CAPEG : l'édifice est construit sur des blocs amortisseurs qui le protègent des accélérations horizontales (mais pas des

accélérations verticales) lors des tremblements de terre. Ce procédé conçu en France est surtout valorisé à l'étranger, en Californie notamment.

Monsieur Gérard COLAS, responsable du groupe de travail séismes et mouvements de terrain de l'Institut pour la Prévention et la Gestion des Risques (IPGR), et Monsieur Jean-Louis BARBIER, Géologue à la Société du Canal de Provence animent une conférence très intéressante.

Quelques rappels sont tout d'abord nécessaires pour rafraîchir nos connaissances en sismologie, à commencer par les notions d'échelles. L'échelle de Richter, créée par le géologue Charles-Francis RICHTER en 1935, mesure la magnitude, c'est à dire la puissance en joules dégagée au foyer du séisme. C'est une échelle logarithmique ouverte, actuellement graduée de 1 à 10. L'échelle de Mercalli (créée par la vulcanologue italien Guiseppe MERCALLI en 1902) proposent une estimation de l'intensité des séismes, suivant 12 niveaux en fonction des dégâts occasionnés en surface. L'échelle de Medvedev-Sponheuer-Karnik (échelle MSK), modernisée en 1998 par l'échelle macrosismique européenne (échelle EMS<sub>98</sub>), reprend le même principe. La corrélation entre l'échelle de Richter et les échelles d'intensité n'est pas évidente car pour une puissance dégagée équivalente, les dégâts en surface croîtront avec la proximité à la surface du foyer.

Les phénomènes de convections qui animent à l'intérieur de la Terre, les roches du manteau provoquent les mouvements des plaques tectoniques qui interagissent les unes avec les autres. A proximité des zones de contacts, ces déplacements engendrent des contraintes au sein des roches. Les séismes sont issus de l'accumulation de ces contraintes. Lorsque l'énergie accumulée est suffisante, une rupture se produit avec un déplacement des terrains accompagné d'un phénomène vibratoire qui se propage dans le globe. Lors d'un séisme, 80 % de l'énergie dégagée au foyer revêt la forme de chaleur (sans entraîner bien-sûr une fusion des roches) et 20 % seulement sont à l'origine du phénomène de déplacement et des vibrations. Il existe plusieurs types de séismes : des séismes profonds dans le manteau supérieur, et des séismes superficiels (moins de 5 km de profondeur) qui sont les plus dommageables pour les installations humaines. Pour des conditions de terrains identiques, plus le foyer est proche de la surface, plus les phénomènes de surface seront importants. L'amplitude vibratoire



augmente avec l'altitude. Les ondes sismiques se propagent et s'atténuent rapidement dans les sols durs. Elles se propagent plus lentement mais conservent leur intensité dans les sols plus meubles comme les argiles. Enfin, elles peuvent provoquer un phénomène de liquéfaction des terrains peu cohérents comme les sables. Ce fut le cas lors du séisme de Mexico qui provoqua des dégâts importants malgré la profondeur relativement importante du foyer.



La sensibilité des habitations aux séismes dépend de leur conception. Sur les maisons anciennes en pierres, il y a un risque d'effritement des mortiers assurant les liaisons entre les pierres. En outre, les murs de refend se comportent comme des béliers par rapport aux murs de façades. Dans les bâtiments réalisés avec des matériaux variés, chaque partie vibre avec sa propre fréquence. La mise en résonance est quasi systématique avec des dégâts importants. La conception parasismique moderne vise à rigidifier le plus possible les bâtiments notamment sur les angles afin qu'il bouge d'un seul bloc. Le bâtiment peut basculer mais il ne s'effondrera pas. Il est à noter l'importance de l'aménagement intérieur des logements pour éviter les blessures aux personnes lors des séismes. Les obligations de construction parasismique sont aujourd'hui bien arrêtées en France. Le surcoût d'une construction parasismique est estimé à 4 % du coût du gros œuvre. Cependant, la définition des zones sismiques pourrait être modifiée par l'application de la nouvelle réglementation sismique européenne.

Il n'existe actuellement aucune méthode permettant de prévoir les séismes. Les approches statistiques sont assez hasardeuses, même si la périodicité du séisme de Lambesc a pu être estimée à 320 ans. Plusieurs dispositifs de prévision sont actuellement à l'étude. Le système Van par exemple utilise l'émission d'électricité par les roches soumises à des compressions. Il est expérimenté en France et au Japon. Cependant, le positionnement des appareils et



l'interprétation des résultats nécessite une excellente connaissance de la géologie locale. D'autres méthodes sont fondées sur l'observation des animaux sismo-sensibles comme en Chine. La recherche relative à la prévision des séismes se poursuit.

Ces quelques rappels étant effectués, nos deux conférenciers présentent la tectonique globale de la Provence. Celle-ci est globalement liée à la compression de la plaque eurasienne par la plaque africaine durant les ères tertiaires et quaternaires. Les conséquences de ce phénomène sont complexifiées par le mouvement de plusieurs plaques plus petites. La plaque hispanique a dérivé depuis la proximité de la Bretagne actuelle pour aller provoquer la surrection des Pyrénées. Une partie de la plaque hispanique s'est détaché et a subi une rotation d'environ 90° pour former la Sardaigne. Un morceau de la plaque eurasienne s'est détaché de l'actuelle Provence pour former, après une rotation de 90°, la Corse. Une partie de la plaque africaine s'est détachée pour former, après rotation, la plaque italienne qui venant contre la plaque eurasienne a provoqué la formation des Alpes. Ces mouvements ont engendré des phénomènes volcaniques de type subductions (comme en Italie ou dans le Massif Central) et de type expansif en Provence durant le Miocène soit - 17 millions d'année. C'est le cas notamment du Volcan de Beaulieu situé à proximité de Lambesc. Il est à noter qu'il existe également, en Provence, un volcanisme fossile datant du Trias et du Permien dans le massif des Maures et de l'Estérel. Ces mouvements tectoniques ont également généré la formation de grandes nappes de charriage, sur les gypses du Trias. Ils sont ainsi à l'origine des séries inversées de la Sainte Victoire et de la Sainte Baume.

Ces phénomènes continuent en Provence, comme en témoigne les dégâts occasionnés sur des ouvrages datant de l'époque romaine. Ainsi, la tendance à la fermeture d'une mer antique dont les vestiges sont le Lac Baïkal, la Mer d'Aral, la Mer Caspienne, la Mer d'Azov, la Mer Noire et la Méditerranée, se poursuit. En revanche, le devenir de ces mouvements n'est pas facile à déterminer. En effet, les plaques interagissent en permanence les unes par rapport aux autres. C'est particulièrement vrai pour l'Europe qui est formée de nombreuses petites plaques.



En raison des phénomènes précédemment évoqués, la Provence est parcourue par de nombreuses failles. Les failles sud ouest – nord ouest (faille de la Durance, faille de Nîmes, faille des Cévennes, la faille des Alpes à la frontière avec l'Italie) sont recoupées par d'autres failles est ouest (faille de la Trevarresse près de Lambesc). Elles servent fréquemment de voie pour les cours d'eau comme la Durance. Ainsi, le parcours de ce cours d'eau a été modifié à

plusieurs reprises dans le passé, en raison de phénomènes de captage par d'autres cours d'eau et de phénomènes tectoniques. La présence des variolites issues de la région de Briançon dans les anciennes alluvions de la Durance témoigne de ces changements. La Durance a notamment été détournée de son exutoire méditerranéen en Crau, vers le Rhône par ces phénomènes.



Le risque sismique a été bien étudié en PACA. Il y est bien suivi. Actuellement, un document est téléchargeable gratuitement sur le site de la DIREN PACA à l'adresse suivante : <http://www.paca.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/risque-sismique-en-PACA.pdf>.

Nos conférenciers reviennent ensuite sur l'événement de 1909 à Lambesc dont la commémoration en 2009 est en cours d'organisation. Les photographies, prises après le sinistre illustrent bien l'ampleur des dégâts ainsi que les explications fournies précédemment. Les liaisons entre les différentes communes du secteur furent également détruites. Devant l'ampleur des dégâts, le corps du génie militaire d'Avignon fut mobilisé sous les ordres du Commandant SPITSZ. Ce dernier traça les premières courbes d'isoséisme d'un aspect très régulier. Ces courbes ont aujourd'hui été modifiées en fonction de la connaissance de la géologie des terrains et sont beaucoup plus réalistes. L'action du génie fut assez radicale et tout bâtiment susceptible de présenter un risque fut détruit. De nombreux logements furent néanmoins consolidés. C'est ce que montrent les photographies de buttonage et étayage de l'époque et les ferraillements externes de type « croix de Saint André » toujours visibles.

Une simulation réalisée en 1982 a permis d'estimer les conséquences de cet événement en 1909 ainsi que les conséquences qu'il aurait eues en 1982.

1909	1982
46 morts	400 à 970 morts 1 830 à 5 650 blessés
Plusieurs milliers de logements détruits dont 1 500 à Salon-de-Provence	25 420 bâtiments étudiés : 450 entièrement détruits 21 650 endommagés 315 intacts
Coût direct : 2,25 milliards d'euros	4,6 milliards d'euros
Coûts indirects : indéterminés	Coûts indirects : 400 à 500 millions d'euros de perte de production 50 à 60 millions d'euros pour le confortement des ouvrages de communication.

Après le repas, nos conférenciers nous amènent sur le terrain pour illustrer in situ leurs propos du matin. Nous commençons par une visite rapide de Lambesc et de Rognes pour observer les confortements sur les maisons ainsi que les éléments du terrain attestant des phénomènes tectoniques. Nous nous rendons ensuite au domaine de Beaulieu, au pied d'une ancienne carrière de basalte, témoignage d'une activité volcanique. En effet, ce basalte constitue un matériau très dur mais aussi très abrasif. Ainsi, après la seconde guerre mondiale, le site connut une expérience sans lendemain de production de ballaste pour voiries. Ce basalte est riche en sillimanite, source de titane qui fut utilisé pour la fabrication des missiles V1 et V2 entre 1943 et 1944.



Pour terminer la journée, nous sommes accueillis au domaine viticole de Château Beaulieu. Cette exploitation compte environ 120 ha de terres en partie sur sols basaltiques. Le reste des parcelles est situé sur des terrains calcaire-marneux. Après la visite du



vignoble, nous pouvons déguster et comparer des vins issus des deux types de sol. Avant de nous quitter, nous remercions grandement Daniel MATHIEU et Alain PERRICHET, organisateurs de cette journée, nos deux conférenciers Gérard COLAS et Jean-Louis BARBIER ainsi que les exploitants du domaine de Beaulieu.

A noter qu'on peut aussi voir un musée du tremblement de terre à Lambesc et qu'un dossier sur la prévention des tremblements de terre est disponible en mairie de Lamanon .

Rédaction : Philippe  
ROBERT (PG 1997  
ENGREF 2001)

Photographies : Carole  
ISBERIE  
BOUKHARINE (PG  
1970)

