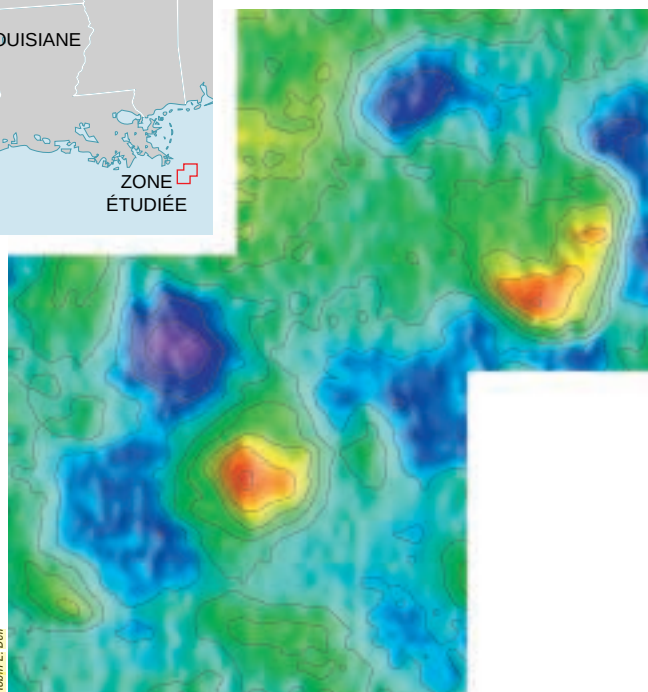
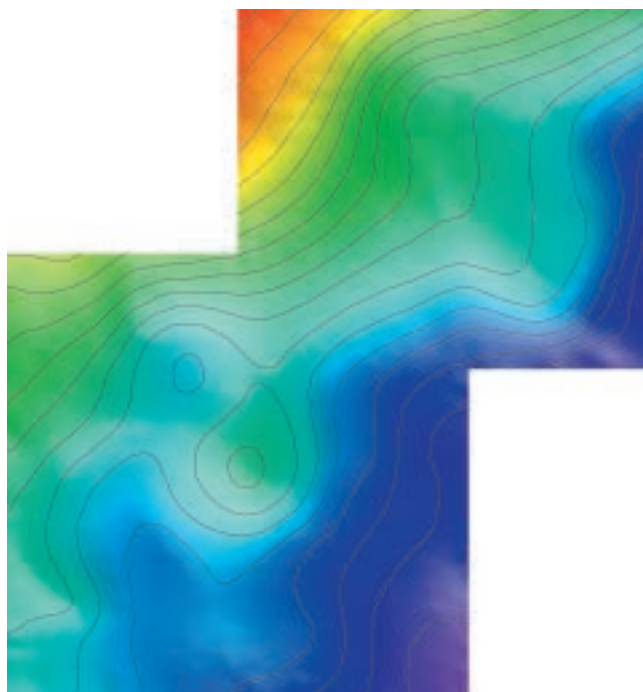
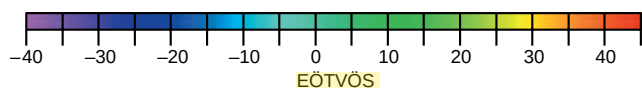




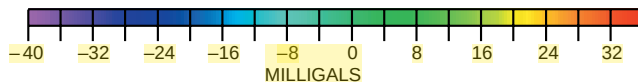
Robin E. Bell



COMPOSANTE G_{zz} DU GRADIENT



ANOMALIE LOCALE DE LA GRAVITÉ



3. LES CARTES GRAVITATIONNELLES permettent aux prospecteurs de détecter des gisements de gaz et de pétrole. Par exemple, les mesures de la composante G_{zz} du gradient gravitationnel (qui indique la variation de l'intensité de la pesanteur suivant la verticale) au-dessus d'une zone du golfe du Mexique ont fourni une description détaillée des formations salifères sous-jacentes

(à gauche, un eötvös vaut 10^{-9} par seconde au carré). En revanche, les mesures directes des anomalies locales dans l'intensité de la pesanteur, obtenues sur cette même zone, n'ont donné qu'une image grossière de la masse de sel (à droite, un milligal vaut 10^{-5} mètre par seconde au carré). Ce relevé a été réalisé en 1995 au large du delta du Mississippi (en haut à gauche).

Mark Rankin, Arms Communications



4. UN GRADIOMÈTRE MODERNE (à droite), analogue à ceux embarqués à bord de sous-marins militaires américains (ci-dessus), comprend six paires d'accéléromètres. Pour chaque paire, on mesure la différence des forces exercées par la gravité. Une grande précision est obtenue par la rotation des paires de capteurs autour d'un axe, qui permet la réalisation des mesures dans plusieurs directions.



Lockheed Martin Federal Systems

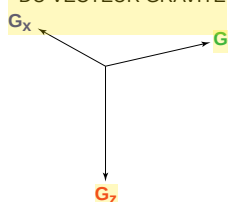
La mesure du champ gravitationnel local

Pour identifier les masses du sous-sol terrestre, les géologues mesurent, non pas l'intensité de la pesanteur, mais son gradient (ses variations). À la différence du champ de gravitation (G), représenté mathématiquement par trois nombres (ses composantes dans les directions x , y et z), le gradient gravitationnel est décrit par neuf composantes (à droite).

L'élément G_{xy} , par exemple, mesure la variation de la composante G_x (la valeur du champ dans la direction x) lorsqu'on se déplace dans la direction y ; l'élément G_{yz} correspond à la variation de la composante G_y (la valeur du champ dans la direction y) lorsqu'on se déplace dans la direction z , et ainsi de suite. La somme de G_{xx} , G_{yy} et G_{zz} étant nulle, et les éléments symétriques étant identiques (par exemple, G_{xy} est égal à G_{yx}), cinq mesures seulement suffisent pour déterminer complètement la matrice.

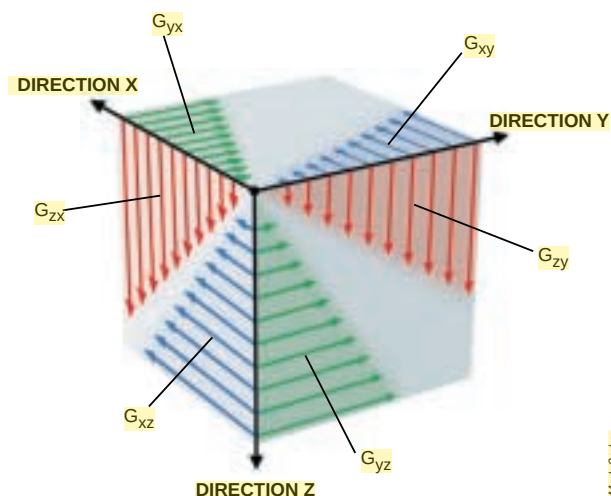
La cartographie réalisée à partir des gradients gravitationnels est un progrès par rapport aux relevés de l'intensité de la pesanteur, car elle donne une image plus détaillée du sous-sol. Par exemple, lorsqu'un avion survole une montagne (un excès de masse) ou une masse salifère souterraine de faible densité (un défaut de masse), un gravimètre embarqué perçoit à peine les variations de l'intensité de la pesanteur. En revanche, les mesures correspondantes du gradient gravitationnel révèlent immédiatement une variation de masse (ci-dessous). De surcroît, les secousses subies par l'avion engendrent une forte incertitude sur le profil gravitationnel, tandis que la différence des valeurs fournies par deux capteurs mesurant le gradient gravitationnel élimine cette incertitude.

TROIS COMPOSANTES
DU VECTEUR GRAVITÉ

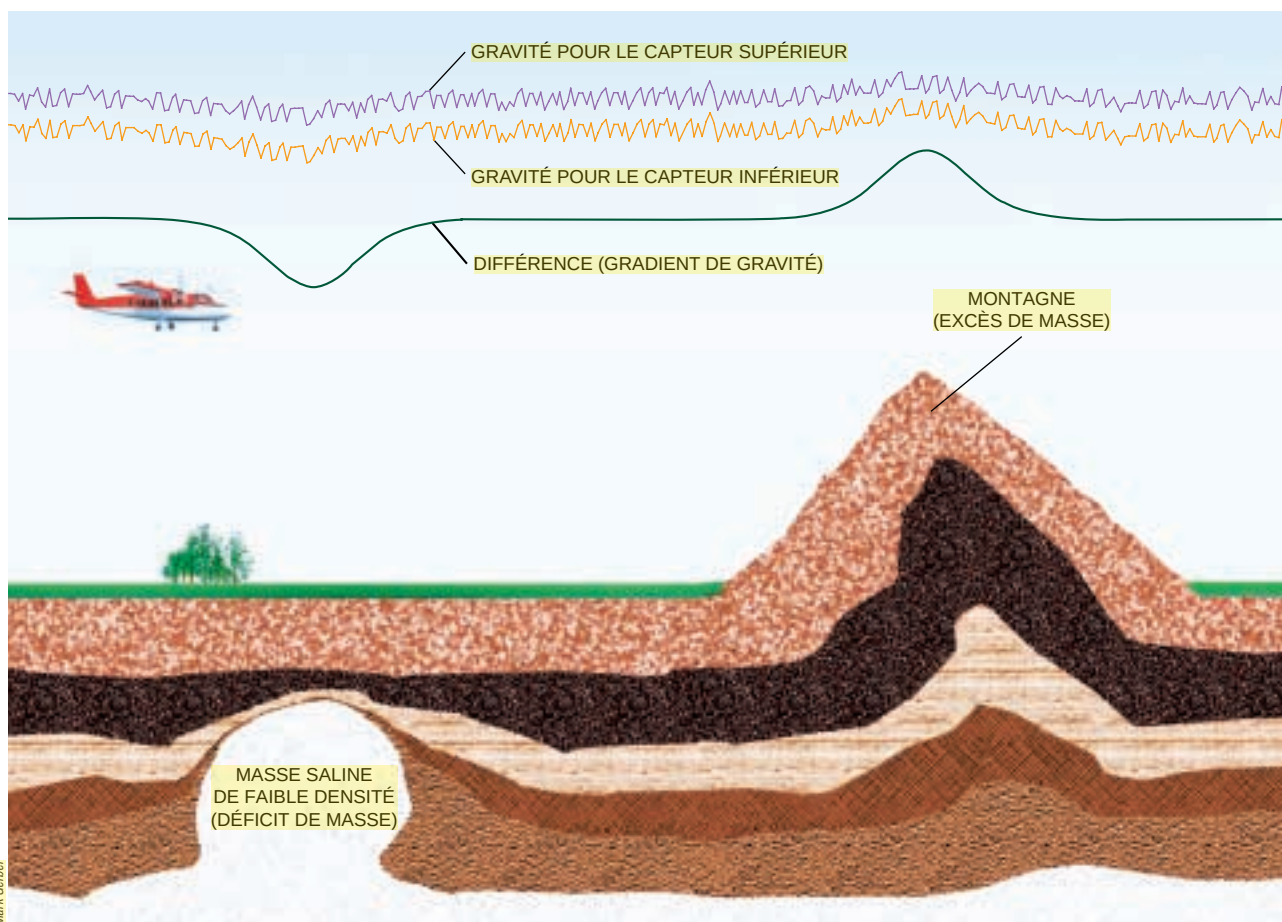


NEUF COMPOSANTES
DU GRADIENT DE GRAVITATION

G_{xx}	G_{yx}	G_{zx}
G_{xy}	G_{yy}	G_{zy}
G_{xz}	G_{yz}	G_{zz}



Mark Garber



Mark Garber

diomètres gravimétriques, que les compagnies pétrolières peuvent désormais utiliser. Sept d'entre elles l'ont déjà fait pour prospecter le golfe du Mexique. Ainsi, après avoir dressé la carte des gradients gravitationnels autour d'un dôme de sel, un géologue de la Société *Shell* a déterminé les structures géologiques sous-jacentes : la base du dôme est très nette sur cette nouvelle carte, alors qu'elle restait floue avec les relevés sismiques.

L'industrie minière s'intéresse aussi aux gradiomètres gravitationnels, pour la recherche de petits gisements enfouis dans des terrains inaccessibles ou pour la détermination de structures géologiques complexes. Pour ce type de prospection, on doit embarquer le gradiomètre à bord d'un avion. Nous avons vu que les irrégularités du vol interdisent des relevés précis avec des gravimètres, mais les gradiomètres gravitationnels permettront de tourner cette difficulté : les accélérations engendrées par la turbulence de l'air sont de même nature que l'attraction gravitationnelle, mais elles n'engendrent pas de gradients gravitationnels. Des ingénieurs australiens ont déjà mis au point une version supraconductrice de la balance d'Eötvös, que l'on peut embarquer à bord d'un avion. La Société *Bell Geospace*, à la fondation de laquelle R. Anderson et moi-même avons participé en 1994, tente d'adapter aux avions le gradiomètre conçu pour les sous-marins.

La gradiométrie gravitationnelle commence à séduire les géologues, comme elle a séduit autrefois les commandants de sous-marins. En outre, au contraire des méthodes actuelles de mesure, qui causent des dégâts environnementaux lorsque les équipes de prospection sillonnent en tous sens une région avec leurs camions et leurs bulldozers, cette technique, mise en œuvre d'un avion, ne nuit pas à l'environnement.

Robin BELL est chercheur à l'Observatoire de la Terre Lamont-Doherty de l'Université Columbia.

Robin E. BELL, Roger N. ANDERSON et Lincoln F. PRATSON, *Gravity Gradiometry Resurfaces*, in *Leading Edge* (Society of Exploration Geophysicists), vol. 16, n° 1, pp. 55-60, janvier 1997.

Robin E. BELL et R.O. HANSEN, *The Rise and Fall of Early Oil Field Technology : The Torsion Balance Gradiometer*, in *Leading Edge*, vol. 17, n° 1, pp. 81-83, janvier 1998.
