

Étude de cas SkyTEM: Comparaison du levé Valen avec VTEM

Flemming Effersø
SkyTEM Surveys
fe@skytem.com

Kurt I. Sørensen
SkyTEM Surveys
kurt.sorensen@geo.au.dk

SOMMAIRE

La technologie SkyTEM, qui est utilisée depuis longtemps à travers le monde pour effectuer des levés de haute qualité dans le cadre de mesures hydrogéophysiques, est aussi très efficace pour l'exploration minière. Basé sur l'expérience acquise au fil des dernières années, SkyTEM a développé le système SkyTEM⁵⁰⁸, en ayant comme objectif d'obtenir un ratio signal-sur-bruit très élevé pour faire la détection et la définition d'anomalies reliées à la minéralogie. Ce système calibré permet d'acquérir des lectures précises et répétables, tout en enregistrant tous les paramètres nécessaires pour un traitement robuste des données.

Dans cette publication, nous comparons la performance du nouveau système SkyTEM⁵⁰⁸ avec le système VTEM au-dessus du conducteur Valen, en Australie-Méridionale. Les deux systèmes ont un moment magnétique d'environ 460 000 NIA, ce qui fait de cette étude la première comparaison entre SkyTEM et VTEM basé sur des paramètres similaires. L'étude démontre que les deux systèmes ont un niveau de bruit du même ordre, cependant le système SkyTEM propose une amplitude d'anomalie de 1.5 à 2 fois plus élevée que le système VTEM. Nous attribuons cette meilleure performance au temps de coupure de SkyTEM plus court (200 µs), ce qui permet d'obtenir une induction plus élevée dans les conducteurs du dépôt Valen que le système VTEM, pour lequel la coupure du courant est effectuée en 1 400 µs.

LE SYSTÈME SKYTEM⁵⁰⁸

Plusieurs milliers de kilomètres linéaires de données géophysiques axées sur l'exploration minière ont été acquis et traités, et ce, sur de nombreux projets à travers le monde. Développé en premier lieu avec comme objectif de procéder à des levés hydrogéophysiques au Danemark, SkyTEM est devenue la méthode de choix pour la détection et la caractérisation des eaux souterraines, tel que décrit dans de nombreux rapports et publications. Récemment, SkyTEM a été choisie en vue de procéder à la phase initiale du projet de recherche indien AQUIM (Héli-borne Geophysics for Aquifer Mapping). Ce projet d'envergure est financé par l'état Indien et la Banque Mondiale.

L'inversion numérique quantitative des données hydrogéophysiques permet d'obtenir des modèles de conductivité dans les couches du sol près de la surface. Dans le but de prendre d'importantes décisions concernant les ressources hydriques, il est critique d'acquérir des données dont la répétabilité et la précision sont élevées, qu'il s'agisse de l'altitude et la position du système, les angles de roulis et de tangage, la forme d'onde du courant émis et bien plus.

Le programme de recherche scientifique et développement expérimental en continu de SkyTEM a appliqué les connaissances et l'expérience acquises lors

de la conception initiale du système de levé hydrogéophysique pour créer une méthode spécifiquement adaptée à l'exploration minière. Ce processus a permis d'obtenir un meilleur ratio signal-sur-bruit, et le résultat est le système SkyTEM⁵⁰⁸, à la fois puissant et précis.

Désormais, la majorité des levés effectués par SkyTEM ont comme objectif l'exploration minière. Le secteur minier reconnaît maintenant la précision des données acquises par SkyTEM.

Parmi les avantages clés du système SkyTEM⁵⁰⁸, on retrouve un moment magnétique élevé de près de 460 000 NIA, une coupure de courant primaire très rapide, des composantes électroniques de précision ainsi qu'une réduction améliorée du bruit causé par les changements d'orientation, ce qui permet d'augmenter la qualité des anomalies géophysiques. De plus, tous les instruments périphériques, tels les altimètres, les GPS et les inclinomètres sont installés à même la plateforme rigide supportant l'émetteur et les récepteurs. Le système SkyTEM⁵⁰⁸ offre aussi l'option d'émettre deux moments magnétiques distincts, unique à tous les systèmes SkyTEM. Cette caractéristique importante propose l'avantage d'acquérir des lectures sans biais immédiatement après la coupure en utilisant le moment faible (LM) pour définir les couches peu profondes du

sol, ainsi que des mesures ayant un très faible niveau de bruit tout en conservant une profondeur d'investigation élevée par le moment magnétique élevé (HM).

SkyTEM prend désormais part à l'effort mondial regroupant les levés hydrogéophysiques et d'exploration minérale, avec plus de 300 000 kilomètres linéaires acquis entre 2004 et 2012.

Dans cette courte publication, nous présentons les données acquises au-dessus du conducteur Valen, dans la province de Musgrave, au nord de l'Australie-Méridionale, et comparons nos résultats à ceux obtenus à l'aide du système VTEM.

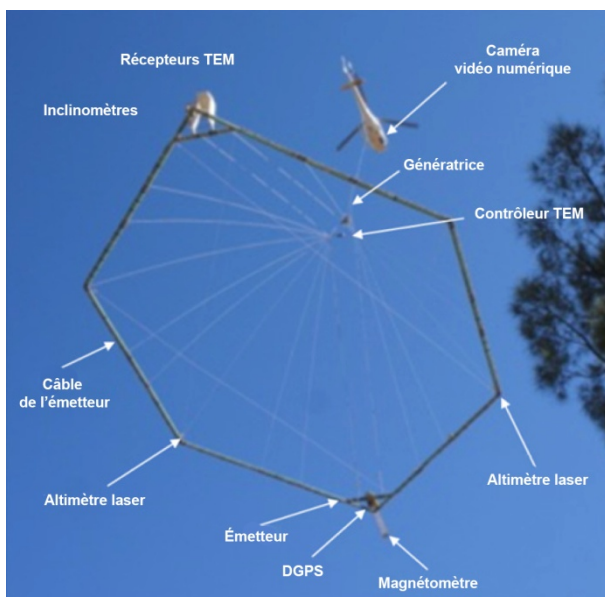


Figure 1: Le système SkyTEM

GÉOLOGIE DE LA PROPRIÉTÉ VALEN

La zone avoisinante au conducteur Valen a fait l'objet de nombreux levés géophysiques hélicoptés, incluant les systèmes TDEM hélicoptés VTEM et SkyTEM, et les systèmes aéroportés TEMPEST et SPECTREM.

Cette propriété est localisée dans la région centrale de la province de Musgrave, au nord-ouest d'Australie-Méridionale, et est caractérisée par des unités mafiques à texture variable qui sont interprétés comme faisant partie du Complexe de Giles. Plusieurs cibles ont été identifiées par Musgrave Minerals lors d'un levé VTEM effectué en 2011 et 2012, en observant les canaux (fenêtres) tard après la coupure. Des conducteurs cuivre-sulfites et nickel-sulfites ont été repérés dans les affleurements du Complexe de Giles. La couverture de mort-terrain des zones avoisinantes est crue être composée de sable, bien qu'on retrouve des zones couvertes de régolite épais liées à des sédiments de paléovallées. Les lignes de vol SkyTEM 20010 et

20030, présentées plus bas, sont situées au-dessus de plusieurs anomalies identifiées durant le levé VTEM.

COMPARAISON DES RÉSULTATS DES SYSTÈMES SKYTEM⁵⁰⁸ ET VTEM

Au cours de cette analyse, nous avons opté pour comparer les résultats du moment magnétique élevé des systèmes SkyTEM⁵⁰⁸ et VTEM, avec comme critères le niveau de bruit et l'amplitude des anomalies observées. Cette comparaison est la première à être publiée où les moments magnétiques sont similaires – contrairement à l'étude de Geotech nommée VTEM Case Study – Comparison with SkyTEM : The Greenland Project. Le moment magnétique de l'émetteur, dans le cas de notre étude, est d'environ 460 000 NIA pour les deux systèmes, et nous comparons les lectures dB / dT après la coupure pour la composante verticale du champ secondaire au-dessus des lignes de vol SkyTEM 20010 (ligne de référence), où la trajectoire de vol coïncide parfaitement avec le levé précédent VTEM et la ligne 20030, où il y a une distance négligeable de 9 mètres entre les trajectoires de vol. La coupure de courant de l'émetteur SkyTEM est effectuée en près de 200 μ s, alors que celle du système VTEM est d'approximativement 1 400 μ s, et nous comparons les canaux avec un même délai relatif après la coupure de courant.

La figure 2 montre les canaux 12 à 35 pour les deux systèmes, sur la ligne de vol 20010. L'anomalie SkyTEM est située à la coordonnée 591850E et a une amplitude environ deux fois supérieure à celle de VTEM. La figure 3 montre les mêmes données à une échelle plus rapprochée, afin de mettre l'accent sur le niveau de bruit, qui est même pour les deux systèmes – seulement les canaux 26 à 35 sont présentés, et pour ces canaux, l'anomalie SkyTEM est une fois et demie supérieure à celle du système VTEM. Dans les figures 2 et 3, avant et après l'anomalie, la réponse de la couche de mort-terrain est plus forte pour le système SkyTEM⁵⁰⁸ que le système VTEM.

À la figure 4, on retrouve les canaux 12 à 35 des deux systèmes au-dessus de la ligne de vol 20030, où on peut observer une anomalie de courte longueur d'onde. L'anomalie SkyTEM présente à la coordonnée 589700E est presque deux fois plus forte que l'anomalie VTEM pour les mêmes canaux. La figure 5 montre les canaux 26 à 35 des deux systèmes, où on peut conclure que les niveaux de bruit sont similaires et que l'anomalie SkyTEM est d'environ 1.5 fois supérieure à l'anomalie VTEM. On retrouve aussi une réponse au mort-terrain plus forte pour le système SkyTEM, avant et après l'anomalie présentée.

Comme les niveaux de bruit des deux systèmes sont similaires, nous attribuons l'amplitude plus élevée

observée par le système SkyTEM⁵⁰⁸ à la coupure de courant considérablement plus rapide que le système VTEM.

CONCLUSIONS

Le nouveau système SkyTEM⁵⁰⁸ est parmi les plus puissants systèmes TEM disponibles sur le marché. Ce système a été développé grâce à l'expertise et les connaissances acquises lors de nombreux levés hydrogéophysiques et possède les mêmes caractéristiques concernant la précision de la calibration, la répétabilité, l'atténuation du bruit et l'enregistrement de tous les paramètres de vol nécessaire à un traitement numérique robuste des données acquises.

Après avoir procédé à la comparaison des lectures dB / dt au-dessus et autour du conducteur Valen, il est démontré que bien que les systèmes SkyTEM et VTEM ont des niveaux de bruit similaires, l'amplitude des anomalies SkyTEM est presque deux fois plus élevée pour le système SkyTEM, dû à une coupure de courant plus rapide.

De plus, le système SkyTEM propose une réponse au mort-terrain plus forte, augmentant donc la résolution de cette couche. Ce détail est très important quant aux

inversions quantitatives 3D des données, puisqu'un manque d'information sur le mort-terrain peut amener à des distortions au niveau de la forme et la taille du modèle d'inversion.

Le levé Valen est le tout premier effectué par SkyTEM avec le système SkyTEM⁵⁰⁸. Depuis la complétion de ce levé, de nombreux autres développements ont été implémentés, dont des mesures dB / dt et B dans les composantes verticale (z) et horizontale (x) pour les levés d'exploration minérale. Il est aussi possible d'ajuster la durée du temps d'émission du champ primaire ainsi que le temps de coupure en fonction de la constante de temps de la cible recherchée, afin d'augmenter le ratio signal-sur-bruit.

REMERCIEMENTS

Les données VTEM ont été acquises par Musgrave Minerals Ltd. et nous tenons à exprimer notre reconnaissance pour leur contribution à cette étude. Les données SkyTEM ont été acquises par le CSIRO et nous reconnaissons leur volonté à contribuer à cette analyse comparative.

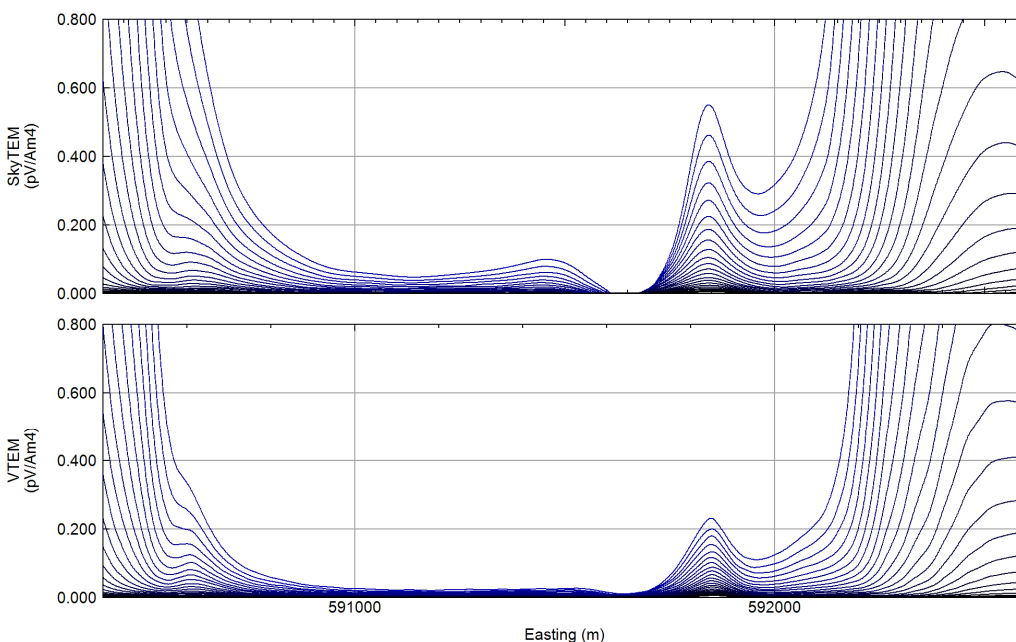


Figure 2: Ligne de vol 20010, canaux 12 à 35 (voir Tableau 1) pour le système SkyTEM⁵⁰⁸ (premier graphe) et pour le système VTEM (deuxième graphe)

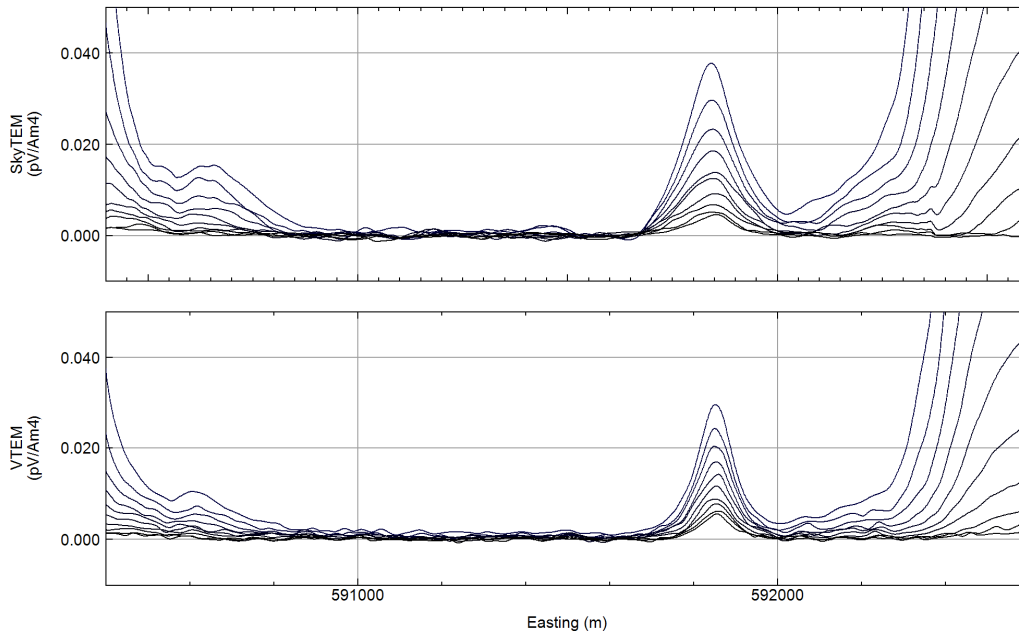


Figure 3: Ligne de vol 20010, canaux 26 à 35 (voir Tableau 1) pour le système SkyTEM⁵⁰⁸ (premier graphe) et le système VTEM (deuxième graphe).

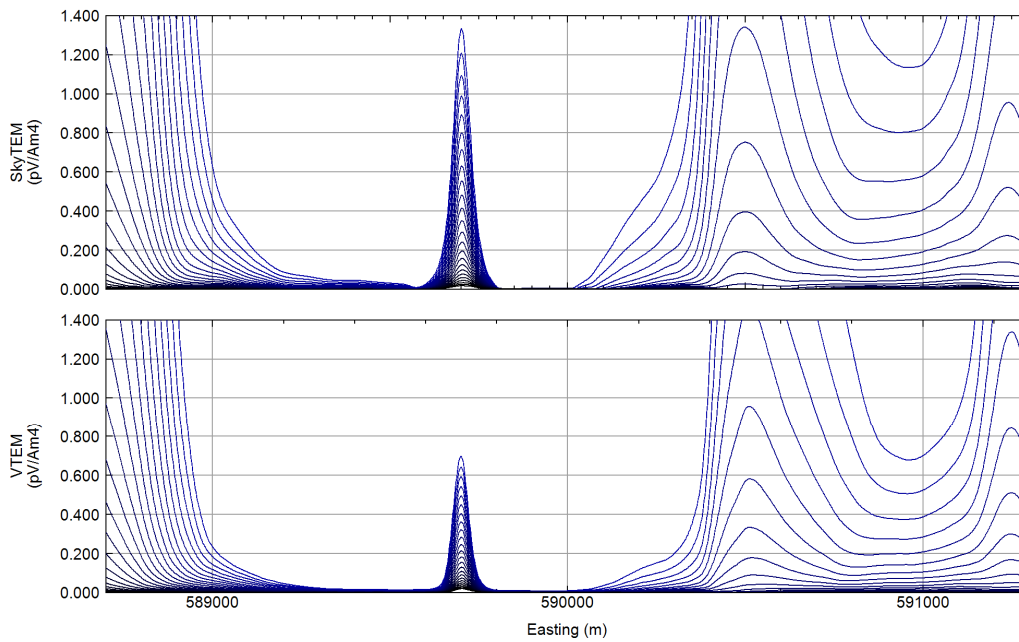


Figure 4: Ligne de vol 20030, canaux 12 à 35 (voir Tableau 1) pour le système SkyTEM⁵⁰⁸ (premier graphe) et le système VTEM (deuxième graphe).

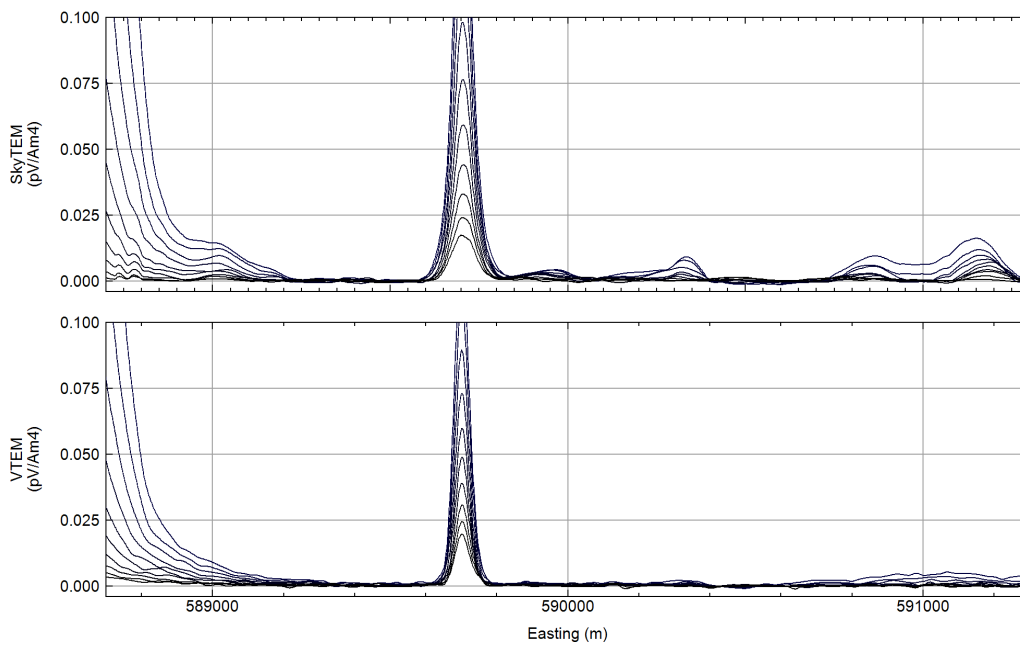


Figure 5: Ligne de vol 20030, canaux 26 à 35 (voir Tableau 1) pour le système SkyTEM⁵⁰⁸ (premier graphe) et le système VTEM (deuxième graphe)..

Canal #	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Centre du canal Temps μ s	86	96	110	126	145	167	192	220	253	290	333	383	440	505	580	667	766	880	
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
1010	1161	1333	1531	1760	2021	2323	2667	3063	3521	4042	4641	5333	6125	7036	8083	9286	10667		

Tableau 1: Positions des canaux mesurées après la fin de la rampe de la coupure du courant