

CAMPAGNE DE GEOPHYSIQUE AEROPORTEE  
ELECTROMAGNETISME ET MAGNETISME

**REGION CENTRE (France)**  
ZONE Sud Cher

**Maître d'ouvrage :** Cluster "ResoNat"  
Projet cofinancé par l'Union Européenne avec le fond FEDER, la région Centre et le BRGM

**Maître d'oeuvre :** BRGM, Service Géologie  
(BRGM, BP 36009, 45060 ORLEANS Cedex, France)

**Opérateur :** SkyTEM ApS, Beder - Danemark

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU LEVÉ

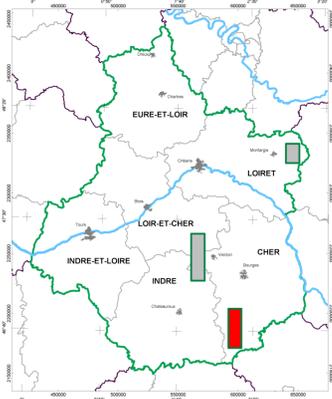
<b>Géodésie</b>	<b>Instrumentation embarquée</b>
Système de coordonnées ..... NTF	Hélicoptère ..... Eurocopter Astar 350 BA
Projection ..... Lambert II étendu	Système d'aide à la navigation ..... Navigation à vue
Méridien origine ..... Paris (2°20'14.025" E)	<b>Instrumentation électromagnétique</b>
Latitude origine ..... 46°48'	Emetteur ..... Boucle hexagonale, 314 m <sup>2</sup>
faux est 600 000m - faux nord 2 200 000m	Forme d'onde carrée, en polarités alternées
Ellipsoïde ..... Clarke 1880	Configuration en moment double SLM et HM intercalés
demi grand axe 6 378 249m - petit axe 6 356 515m	Courant crête ..... -112 A (HM) et -11 A (SLM)
facteur d'échelle 0,999 877 42	Moment max. .... -140000 Am <sup>2</sup> (HM) et -3760 Am <sup>2</sup> (SLM)
<b>Plan de vol</b>	Durée d'impulsion ..... 10 ms (HM) et 1 ms (SLM)
Direction des lignes de vol ..... Nord-Sud	Ecoute ..... 10 ms (HM) et 1.25 ms (SLM)
Direction des lignes de contrôle ..... Est-Ouest	Répétition ..... x48 (HM) et x80 (SLM)
Espacement des lignes de vol ..... 400 m	Reception ... Boucles carrées 105 m <sup>2</sup> , co-planaires (Zcoil)
Espacement des lignes de contrôle ..... 4 000 m	et verticale (Xcoil); installées à l'arrière de l'émetteur
Vol drapé à garde au sol constante	Fenêtres d'écoute ..... 22 (HM) et 22 (SLM)
Hélicoptère ..... 80 m	reparties après la coupure de 65.4 à 9745 μs (HM)
Boucle EM ..... 30 m	et 8.4 à 128 μs (SLM)
Magnétomètre ..... 30 m	<b>Magnétomètre</b>
Vitesse moyenne par rapport au sol ..... 22 m/s	Capteur ..... vapeur de Césium - Geometrics G822A
<b>Instrumentation aux stations sol</b>	Système d'acquisition ..... Kroum-KMAG4
Magnétomètre principal .... GEM GSM-19 - Overhauser	Recepteur GPS différentiel ..... OEMV1-L1 14-canal
Magnétomètre secondaire ..... GEM - GSM-19T - Proton	Altimètre laser ..... 2 récepteurs MDL ILM300R
Taux d'échantillonnage ..... 1 s	disposés sur la transversale de la boucle EM
Synchronisation ..... GPS	Inclinomètres ..... 2 Bjerrø Technology
Déclinaison Magnétique ..... -0°33'	disposés à proximité des récepteurs EM
Inclinaison Magnétique ..... 62°21'	Taux d'échantillonnage
(centre de la zone Sud Cher - février 2009)	Magnétisme ..... 0,1 s
	GPS ..... 1 s
	Altimétrie ..... 0,1 s
	Mesures annexes ..... 1 s

ÉCHELLE : 1 / 100 000      DATE DU LEVÉ : février 2009

PLANCHE n° 4 : **Acquisitions électromagnétiques - Zone Sud Cher**  
Rapport BRGM n° RP-57548-FR

NOTES TECHNIQUES

Ces cartes résultent d'un levé géophysique hélicoptère de haute sensibilité combinant électromagnétisme et magnétisme, effectué dans le cadre du projet « GéoCentre » (Référéntiel) Géophysique en Région Centre, programme « RESONAT », inscrit au Contrat de Projets État-Région Centre 2007-2013. Le programme RESONAT réunit le BRGM, l'INRA, l'IRD, le CEMAGREF, les universités d'Orléans et de Tours et l'Établissement Public Loire, en partenariat avec l'ONF, l'IFN et l'IFEN. GéoCentre a été financé par la région Centre, le BRGM et le FEDER. L'acquisition et la compilation des mesures ont été réalisées de février 2009 à août 2009 par la compagnie SkyTEM sous la supervision du BRGM. Ce levé fait suite à un levé général de la région Centre (Magnétisme et Radiométrie) réalisé en phase 1 du même projet. Il concerne 3 zones (Courtenay ; Vierzon ; Sud-Cher) ciblées pour des problématiques spécifiques.



Le survol a été réalisé selon un maillage régulier constitué de lignes de vol orientées Nord-Sud, espacées de 400 m et de traverses de contrôle équidistantes de 4 km, orientées perpendiculairement (Est-Ouest). Les installations au sol qui constituent les principales sources de bruit électromagnétique (bâtiments, lignes électriques, antennes...) ont été évitées. Le plan de vol représente au total 3 000 kilomètres de ligne de vol utiles, parcourus avec un hélicoptère Eurocopter AS 350.

Le positionnement des mesures et le contrôle de la navigation par rapport au plan de vol préétabli, utilisent un système GPS complété par la mesure altimétrique de la garde au sol. L'équipement géophysique est fixé sur un cadre qui constitue l'armature de la boucle émettrice du système électromagnétique. Il est tracté en nacelle 35m sous l'hélicoptère et maintenu à 30-40m de hauteur au dessus de la surface topographique.

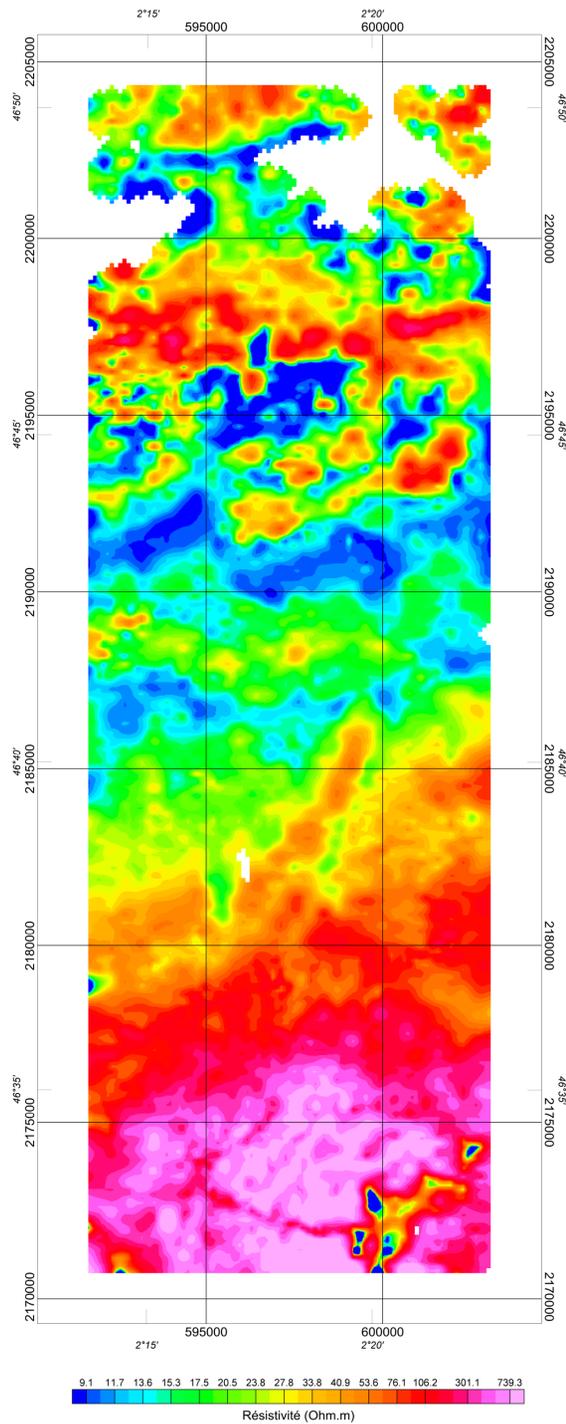
Le système **Électromagnétique** mis en œuvre est de type transitoire. Une boucle hexagonale horizontale de grande surface (314 m<sup>2</sup>) dans laquelle circule un courant haché constitue l'émetteur. Les impulsions sont carrées, de courte durée selon une séquence de base alternative ON- OFF ON- OFF. Les ondes électromagnétiques émises se propagent autour de la boucle dans l'air et dans le sol. Le signal induit en réponse à cette sollicitation, varie selon les propriétés de conductivité du sol. Il est analysé pendant la coupure (période OFF). L'utilisation de deux modes d'émission intercalés de base (Super Low Moment) et de haute intensité (High Moment) permet d'accroître d'une part la résolution, en rendant possible l'analyse des 8.4 μs (SLM) et d'autre part la profondeur de pénétration, grâce à l'augmentation du moment (HM = 4 spires). L'addition faite pour passer des fréquences de répétition (222.2 Hz SLM et 25 Hz HM) à la fréquence de restitution (environ 1Hz) contribue à améliorer le rapport signal sur bruit. Les deux boucles de réception (Z-coplanaire, X- verticale) fixées sur un support rigide solidaire de l'émetteur, sont placées précisément en zone de champ primaire minimal. Les courbes de décroissance (sondages électromagnétiques) sont enregistrées selon un échantillonnage temporel de 41 points (22 SLM / 22 HM - dont 3 points doubles). Leur inversion permet de restituer la **distribution verticale de la résistivité** des formations géologiques jusqu'à 200m de profondeur environ. Un aperçu des résultats est fourni pour 3 gammes de profondeurs, sous forme de 3 cartes de résistivité apparente.

Un magnétomètre à pompe optique à vapeur de Césium complète le dispositif de mesure pour la détermination simultanée de l'intensité du **Champ Magnétique total**. Pour éviter toute perturbation, l'enregistrement magnétique est fait pendant les interruptions de l'émission EM. Les variations diurnes sont compensées après vol avec les lectures d'un magnétomètre de station de base installé au sol à proximité de l'héliport d'opération (Montargis-Vimory ; Romorantin ; Chateaufort/Cher). Les traitements classiques qui ont permis d'établir l'« Anomalie Magnétique » et la « Réduction au pôle » utilisent le modèle d'IGRF 2005.

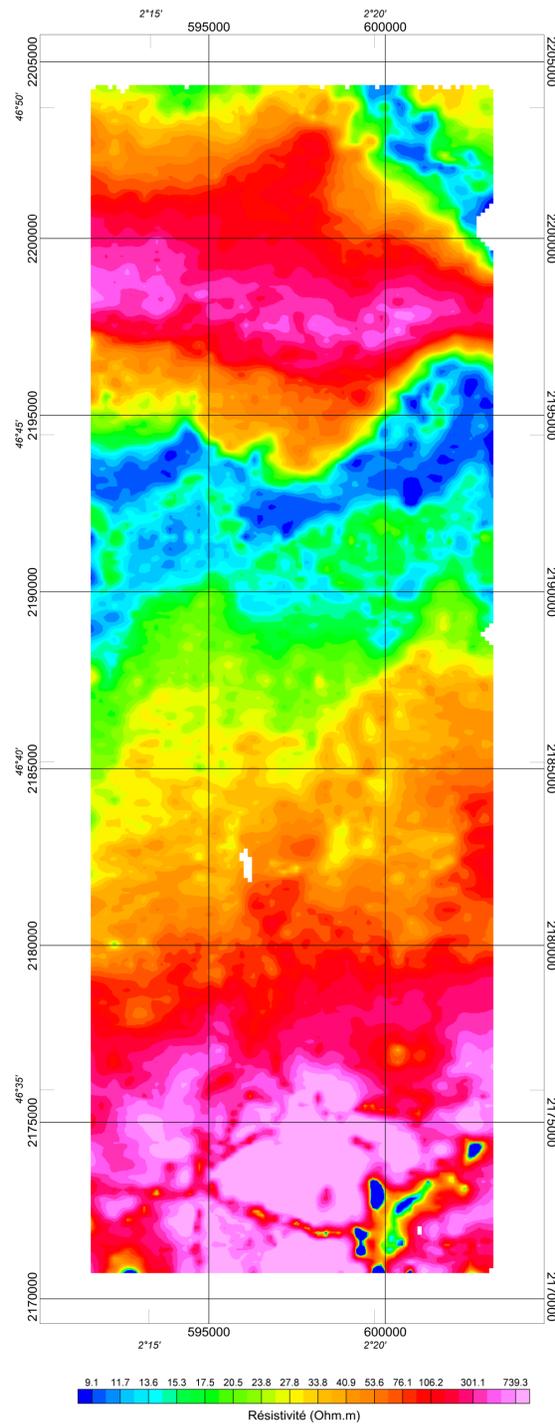
Les cartes sont restituées à partir d'une grille interpolée au pas de 130 mètres par opérateur à courbure minimum.

Le rapport BRGM n° BRGM/RP-57548-FR présente en détail l'ensemble des paramètres utilisés pour l'acquisition et le traitement des mesures. Les utilisateurs de ces cartes sont invités à s'y reporter.

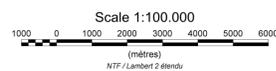
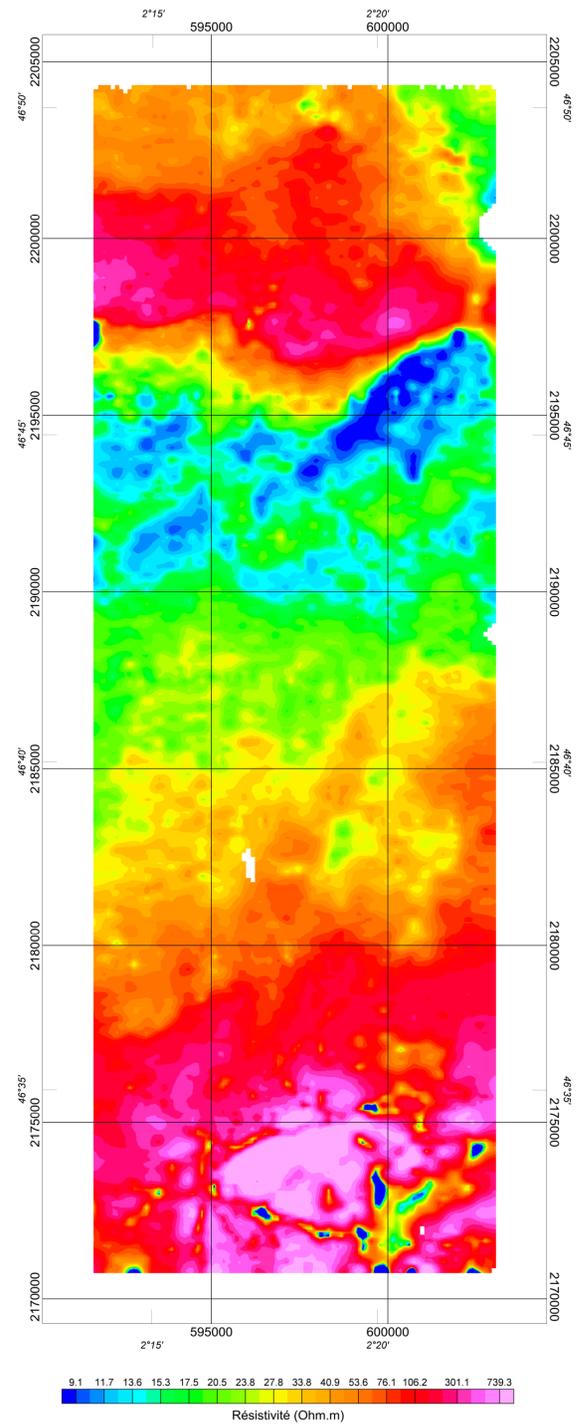
Résistivité apparente moyenne à 160/180 m



Résistivité apparente moyenne à 80/100 m



Résistivité apparente moyenne à 0/20 m



**GEOPHYSIQUE AEROPORTEE - REGION CENTRE**  
**Projet GéoCentre 2008 - 2009**  
**Acquisitions électromagnétiques - Zone Sud Cher**