

INTRODUCTION

Twelve aeromagnetic surveys over the Yukon territory are held by the National Aeromagnetic Data Base, maintained by the Geological Survey of Canada (GSC). These surveys have been enhanced to more accurately represent the magnetic field. The enhancements include editing of correct original survey data processing errors, draping to a common surface to resolve differences in flying height between surveys, decorrelation to reduce line-to-line leveling errors and leveling to the national datum to allow comparison of surveys acquired at both calibrated and arbitrary levels.

DATA

There are two groups of magnetic surveys covering the Yukon; analogue surveys flown between 1958 and 1968 and digitally acquired surveys flown between 1985 and 1991 (see Fig. 1). The analogue surveys were mostly flown at 300m mean terrain clearance (MTC). Some surveys were flown with calibrated total field magnetometers while others used an arbitrary level. The analogue profiles were manually leveled and transcribed to 1:63,360 scale maps. Digital versions of these surveys were obtained by digitizing the maps along posted flight lines at intersections with contour lines. The later, digitally acquired surveys were mostly flown at constant barometric altitudes. These surveys were flown with calibrated total field magnetometers and the long wavelength component of the data is reasonably accurate.

EDITING

One portion of the map area required editing of positional errors involving fine lines of one flight. As the survey was flown in 1969 (Fig. 2a) and the original flight path film is no longer available, the positional and magnetic data were digitized from the original transparencies. The application of a lag to the magnetic data proved to be the solution to this problem. The lag was calculated from the magnetic anomaly pattern of the adjacent lines flown in opposite directions. This adjustment was applied and the lines were relevelled to the control line. The corrected data are presented in Figure 2b. A revised version of 16 contour maps at 1:500,000 scale have been republished by the Geological Survey of Canada (Dumont et al., 1999).

DRAPIING

Surveys flown at a specified MTC have a relatively constant distance to the ground surface whereas this distance is variable in constant barometric altitude surveys (Fig. 3a). Resolving the resulting differences in magnetic signature between the MTC surveys and the constant altitude surveys has been attempted by computerized draping of the constant altitude surveys. A surface simulating an aircraft flying over these areas with a 5% maximum slope was calculated and used as the drapes surface (Fig. 3b). The method used for draping is based on a Taylor series expansion of the magnetic field on the drapes surface (Pilkington and Rose, 1992). Draping the constant altitude surveys improves their leveling to MTC surveys (Fig. 3c). Figure 1 shows the constant altitude surveys (red areas) over the Yukon.

DECORRELIGATION

The data have been decorrelated to reduce line-to-line leveling errors which are visible as linear magnetic features parallel to the flight lines. Decorrelation is a frequency domain procedure based on a directional cosine filter. This filter retains anomalies from gridded data, in the flight line direction only. These anomalies are further filtered to remove geologically significant signal and to generate a correction grid. The corrections are subtracted from the original data. An example of the shaded relief of the residual total magnetic field and of the decorrelated residual total magnetic field are presented in Figures 4a and 4b, respectively. Note that the flight line orientations are west.

The 1985 survey flown over the Beaufort Sea was not decorrelated. This survey was flown using Decora electronic navigation. Flight line control lines are curved following the interference pattern from two transmitters from two locations. As the decorrelation procedure requires that the lines be straight, parallel and equally spaced, a coordinate transformation will be required.

LEVELLING

Leveling of the surveys to the national datum is required in order to compare surveys of different absolute magnetic levels. This problem arises due to local variation of the Earth's magnetic field and the use of arbitrary magnetometer calibration levels. Leveling of magnetic profile data to the national datum is an ongoing project that began with the data over Ontario (Relford et al., 1990). With the Yukon leveling complete, only profiles over the Beaufort Sea remain to be leveled.

The leveling was performed on gridded versions of the data and consists of several steps. First, the long period secular variation in the Earth's magnetic field, as defined by the International Geomagnetic Reference Field (IGRF) for the local elevation and time of acquisition, was removed. Second, a constant level shift was determined from the average difference in areas of overlap between previously leveled data in adjacent areas to the south and the IGRF-removed data. These shifts were consecutively determined for each survey from south to north. Third, two cell average difference grids were determined from the roughly leveled surveys and its neighbours. A first or second order surface was fitted to the differences and was applied to the data. Finally, high frequency differences at survey boundaries were minimized by generating new overlap difference grids and interpolating corrections over a small distance inside the perimeter of the surveys.

The draped, decorrelated and leveled grids were interpolated at each reading of the original profile data to generate the final profile data. Although necessary due to the nature of the draping correction, it limits the frequency content of the leveled profile data to that of the grid. For the non-draped surveys, each correction was applied directly to the profile data to maintain the higher frequencies. The final leveled data set is presented as a colour shaded relief of residual total field magnetic plot. The data were gridded to an interval of 200 m and the shaded relief was calculated with an illumination inclination of 40 degrees and declination of 45 degrees.

CONCLUSION

The editing, draping, decorrelating and leveling of the magnetic data over the Yukon has produced a more realistic representation of the magnetic field. Artifacts of the leveling and gridding processes are minimized and discontinuities at survey boundaries are removed. This is essential for any subsequent frequency domain filtering to minimize GIB's phenomenon or 'ringing'. Reducing line-to-line leveling errors improves images of the residual total field and improves the quality of derivative maps and the results of derivative based semi-quantitative analysis methods such as the analytic signal and Euler decorrelation.

The digitally acquired surveys were flown at a period of high diurnal magnetic activity and problems with the line leveling of these surveys were magnified by the draping procedure. As a consequence, the draped grids were less used than the original results. The average value of the newly leveled data is ~5% higher than that of the 1994 compilation. The level of the 1994 compilation was based on the GSC's 2 km magnetic grid for Canada. Pilkington and Rose (1990) found a discrepancy of up to 100% between the 2 km grid and a high altitude countrywide magnetic survey. In addition, it was found that the calibrated, digitally acquired surveys required little, if any, bulk level adjustments. Colour plots and digital versions of the magnetic data over the Yukon are available from the Geophysical Data Centre, Geological Survey of Canada, Room 235, 615 Booth St., Ottawa, K1A 0E8.

Tel: (613)962-5226 Fax: (613)962-4967
Email: info@gsc.nrcan.gc.ca WWW: http://gscinfo.agg.nrcan.gc.ca/gsc/

REFERENCES
Dumont, R., Coyle, M., Oreschuk, D., Kiss, F., 1999. Séries des cartes géophysiques 4340G-4340J, 4380G-4391G, Commission géologique du Canada.
Pilkington, M. and Rose, W.R., 1992. Draping aeromagnetic data in areas of rugged topography. J. Appl. Geophys., v.29, pp. 135-142.
Pilkington, M. and Rose, W.R., 1996. An assessment of long wavelength magnetic anomalies over Canada. Can. J. Earth Sci., v.33, pp. 12-23.
Relford, S.W., Gupta, V.K., Paterson, N.R., Kwan, K.C.H., and MacLeod, I.N., 1990. Ontario master aeromagnetic grid: a blueprint for detailed compilation of magnetic data on a regional scale. In 60th Annual International Meeting, Expanded Abstracts, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, OK, pp. 617-619.

INTRODUCTION

La Base nationale de données aéromagnétiques gérée par la Commission géologique du Canada (GSC) comprend des levés aéromagnétiques sur l'ensemble du Yukon. Ces levés ont été améliorés de manière à représenter le champ magnétique avec une plus grande exactitude. Les améliorations comprennent une édition visant la correction d'erreurs de traitement des données d'origine, le drapage sur une surface commune afin d'éliminer les différences d'altitude de vol d'un levé à l'autre, une décorrélation visant à réduire les erreurs de nivellement d'une ligne à l'autre et un nivellement par rapport au plan de référence national pour permettre la comparaison des levés exécutés depuis un niveau d'altitude à ceux exécutés depuis un niveau arbitraire.

DONNÉES

Les levés magnétiques couvrant le Yukon se répartissent en deux groupes, les levés analogiques exécutés de 1958 à 1968 et les levés numériques exécutés de 1985 à 1991 (voir Fig. 1). Les levés analogiques ont été principalement exécutés à une hauteur constante (HC) (garis au sol constante) de 305 m. Certains des levés ont été exécutés avec des magnétomètres pour champ total étalonnés et d'autres à un niveau arbitraire. Les profils analogiques ont été soit nivelés à la main et ont été transcrits sur des cartes à une échelle de 1:63 360. Des versions numériques de ces levés ont été cotées en numérisant les cartes le long des lignes de vol aux intersections avec des isolignes. Les levés numériques exécutés plus tard ont principalement été exécutés à des altitudes barométriques constantes au moyen de magnétomètres pour champ total étalonnés et la composante de grande longueur d'onde des données est d'une exactitude raisonnable.

ÉDITION

Une partie de la carte a nécessité des corrections suite à des erreurs de localisation sur cinq lignes d'un même vol. Puisque le levé a été volé en 1969 (Fig. 2a) et que le film original de localisation n'était plus disponible, les données magnétiques et de localisation furent numérisées à partir des transcriptions originales. L'application d'un décalage aux données magnétiques s'est avérée la solution à ce problème. Le décalage a été calculé à partir du patron des anomalies magnétiques de deux lignes adjacentes volées dans des directions opposées. Après application de cette correction les données furent nivelées à l'axe des lignes de contrôle. Les données corrigées sont montrées à la figure 2b. Une version révisée de 16 cartes d'isolignes a été re-publiée par la Commission géologique du Canada (Dumont et al., 1999).

DRAPIAGE

Pour les levés exécutés à une HC spécifique la distance jusqu'à la surface du sol est relativement constante alors qu'elle est variable dans le cas des levés exécutés à altitude barométrique constante (Fig. 3a). On a tenté d'éliminer des différences de signature magnétique entre les levés HC et les levés à altitude constante par calcul d'un drapage des levés exécutés à altitude constante. Une surface simulant celle suivie par un aéronef survolant ces régions avec des pentes maximales de 5% a été calculée et utilisée comme surface de drapage (Fig. 3b). La méthode appliquée pour le drapage est basée sur une expansion par série de Taylor du champ magnétique sur la surface de drapage (Pilkington et Rose, 1992). Le drapage des levés exécutés à altitude constante permet d'améliorer leur nivellement par rapport aux levés HC (Fig. 3c). Les régions du Yukon couvertes par des levés à altitude constante sont représentées (en rouge) sur la figure 1.

DÉCORRÉLATION

Les données ont été décorrélées afin de réduire les erreurs de nivellement d'une ligne à l'autre qui apparaissent comme des entités magnétiques linéaires parallèles aux lignes de vol. La décorrélation est une procédure du domaine fréquentiel basée sur un filtre cosinusoidal directionnel. Ce filtre élimine les anomalies des données sur grille que dans la direction des lignes de vol. Ces anomalies font l'objet d'un filtrage plus poussé afin d'éliminer les signaux significatifs du point de vue géologique pour générer une grille de correction. Les valeurs des corrections sont soustraites des données d'origine. Des exemples du champ magnétique total résiduel et du champ magnétique total résiduel décorrélé sont représentés par ombres portées sont présentés respectivement aux figures 4a et 4b. Noter que les lignes de vol sont orientées à l'ouest.

Le levé exécuté en 1985 sur le mer de Beaufort n'a fait l'objet d'aucune décorrélation. Il a été exécuté au moyen du système électronique de navigation Decora. Les lignes de vol et les lignes de contrôle sont courbes puisqu'elles suivent le montage engagé par ses deux transpondeurs. Puisque la procédure de décorrélation doit être appliquée à des lignes droites, parallèles et équidistantes, une transformation de coordonnées sera nécessaire avant son application à ce levé.

NIVELLEMENT

Le nivellement des levés d'après une surface nationale de référence est nécessaire pour permettre la comparaison des différents niveaux magnétiques absolus. Ce problème se pose en raison de la variation séculaire du champ magnétique de la Terre et de l'utilisation de niveaux arbitraires et d'étalonnage des magnétomètres. Le nivellement de données de profils magnétiques d'après une surface nationale de référence a été effectué par un processus qui a débuté avec les données recueillies sur l'Ontario (Relford et coll., 1990). Au Yukon, le nivellement a été complété et seules les données de profils pour l'île de Beaufort restent à traiter.

Le nivellement a été exécuté sur des versions des données représentées sur grilles et comprend plusieurs étapes. Premièrement, on a éliminé la variation séculaire de longue période du champ magnétique terrestre, telle que définie par le champ géomagnétique international de référence (IGRF) pour l'altitude locale et l'époque d'acquisition. Deuxièmement, un décalage constant de niveau a été déterminé à partir de la différence moyenne entre des données corrigées de l'IGRF et des données préalablement nivelées dans des régions chevauchantes au sud. Des décalages ont été calculés et appliqués de façon consécutive déterminés pour chacun des levés du sud au nord. Troisièmement, pour chacun des levés grossièrement nivelés des différences ont été déterminées pour deux isolignes chevauchantes de grilles de levés voisins. Une surface de premier ordre a été ajustée aux différences et appliquée aux données. Enfin, les différences aux hautes fréquences aux limites des levés ont été minimales par la génération de nouvelles grilles de différences, les chevauchant et par interpolation de corrections sur de petites distances à l'intérieur du périmètre des levés.

Des interpolations ont été faites en chacun des points de lecture des données originales de profils sur les grilles finales drapées, décorrélées et nivelées pour générer les données de profils nivelées. Cela était nécessaire en raison de la nature de la correction de drapage et limite les erreurs fréquentielles des données de profils nivelées à celle de la grille. Dans le cas des levés non drapés, chacune des corrections a été appliquée directement aux données de profils afin de conserver les plus hautes fréquences. L'ensemble final de données nivelées est présenté sous forme d'un tirage par ombres portées en couleurs des résidus du champ magnétique total. Les données ont été représentées sur un quadrillage à maille de 200 m et les ombres portées ont été calculées pour une source lumineuse présentant une inclination de 40 degrés et une déclinaison de 45 degrés.

CONCLUSION

L'édition, le drapage, la décorrélation et le nivellement des données magnétiques recueillies au-dessus du Yukon permettent une représentation davantage réaliste du champ magnétique. Les artefacts résultant des processus de nivellement et de représentation sur grille sont minimisés et les discontinuités aux limites des levés sont éliminées. Cela est essentiel pour que tout filtrage du domaine fréquentiel ultérieur minimise le phénomène de GIB's. La réduction des erreurs de nivellement d'une ligne à l'autre améliore les images du champ total résiduel, la qualité des cartes des dérivés et les résultats des méthodes d'analyse semi-quantitatives basées sur les dérivées comme la décorrélation d'Euler et l'interprétation du signal analytique.

REFERENCES
Dumont, R., Coyle, M., Oreschuk, D., Kiss, F., 1999. Séries des cartes géophysiques 4340G-4340J, 4380G-4391G, Commission géologique du Canada.
Pilkington, M. et Rose, W.R., 1992. Draping aeromagnetic data in areas of rugged topography. J. Appl. Geophys., v.29, pp. 135-142.
Pilkington, M. et Rose, W.R., 1996. An assessment of long wavelength magnetic anomalies over Canada. Can. J. Earth Sci., v.33, pp. 12-23.
Relford, S.W., Gupta, V.K., Paterson, N.R., Kwan, K.C.H., et MacLeod, I.N., 1990. Ontario master aeromagnetic grid: a blueprint for detailed compilation of magnetic data on a regional scale. In 60th Annual International Meeting, Expanded Abstracts, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, OK, pp. 617-619.

RÉFÉRENCES

Dumont, R., Coyle, M., Oreschuk, D., Kiss, F., 1999. Séries des cartes géophysiques 4340G-4340J, 4380G-4391G, Commission géologique du Canada.
Pilkington, M. et Rose, W.R., 1992. Draping aeromagnetic data in areas of rugged topography. J. Appl. Geophys., v.29, pp. 135-142.
Pilkington, M. et Rose, W.R., 1996. An assessment of long wavelength magnetic anomalies over Canada. Can. J. Earth Sci., v.33, pp. 12-23.
Relford, S.W., Gupta, V.K., Paterson, N.R., Kwan, K.C.H., et MacLeod, I.N., 1990. Ontario master aeromagnetic grid: a blueprint for detailed compilation of magnetic data on a regional scale. In 60th Annual International Meeting, Expanded Abstracts, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, OK, pp. 617-619.

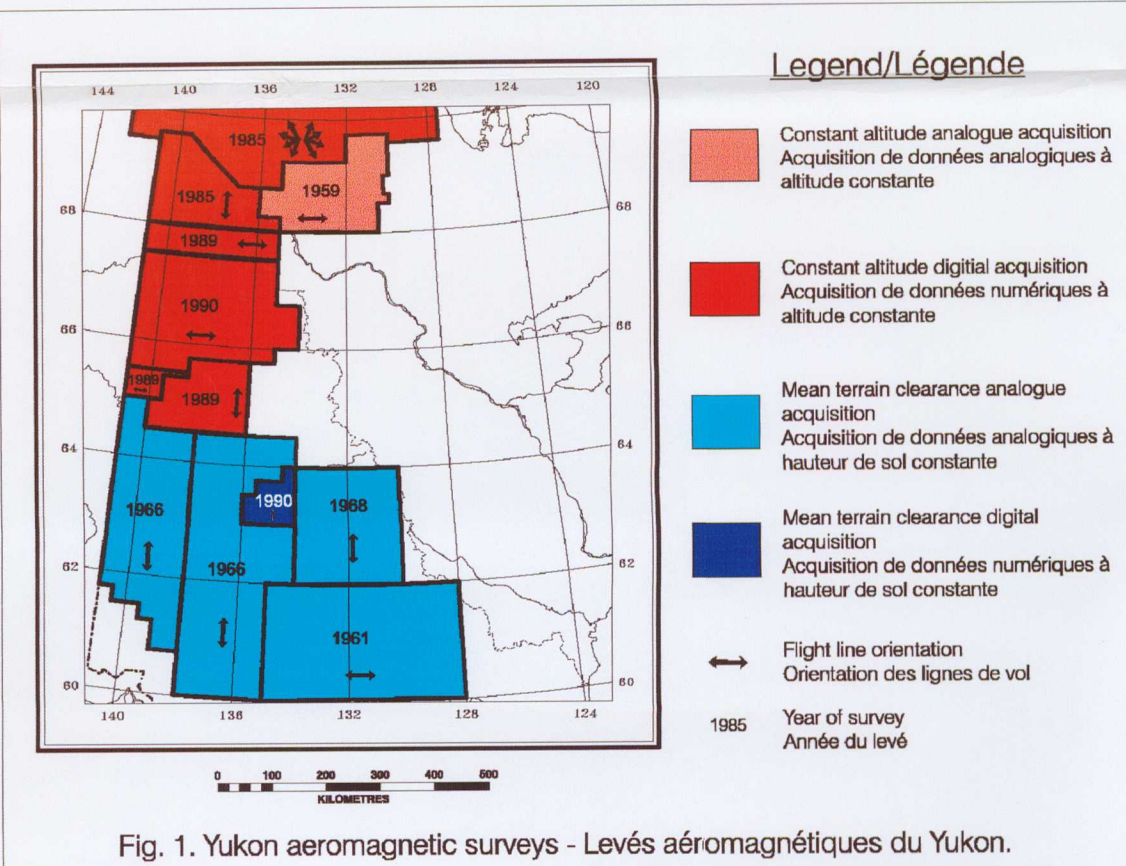


Fig. 1. Yukon aeromagnetic surveys - Levés aéromagnétiques du Yukon.

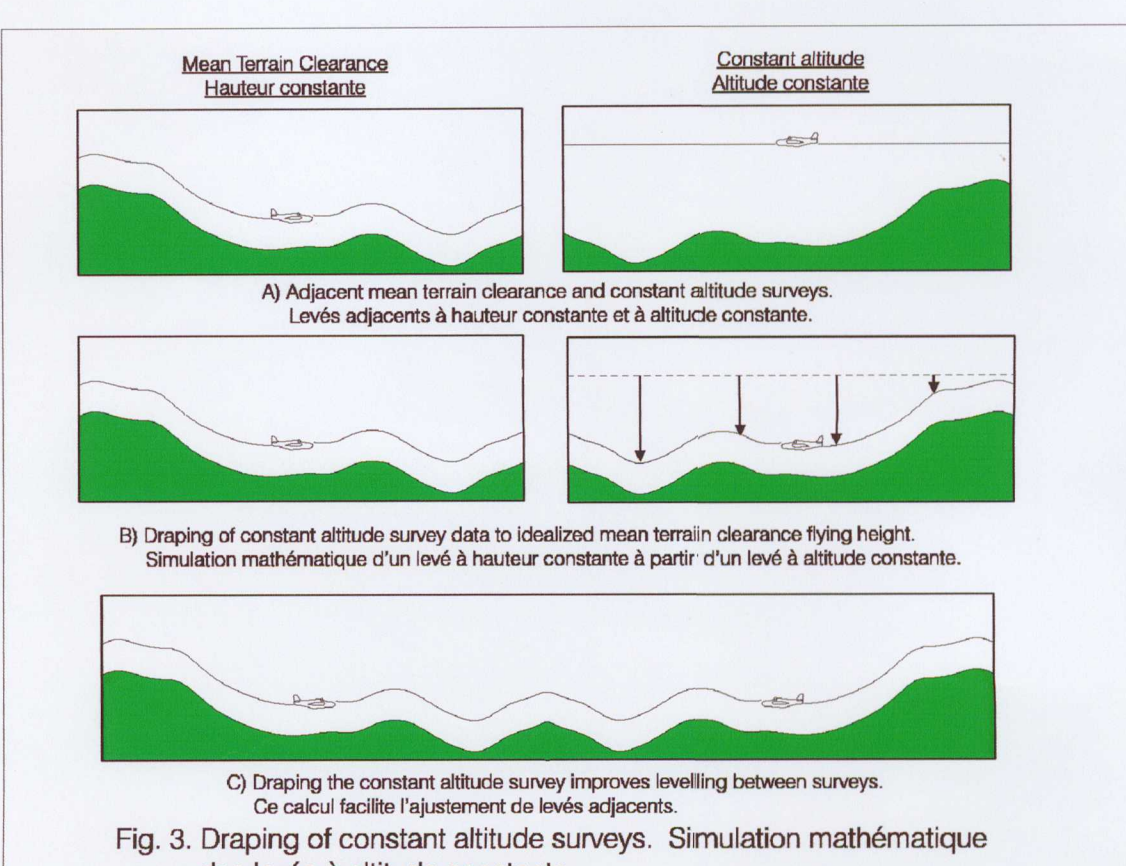


Fig. 3. Draping of constant altitude surveys. Simulation mathématique des levés à altitude constante.

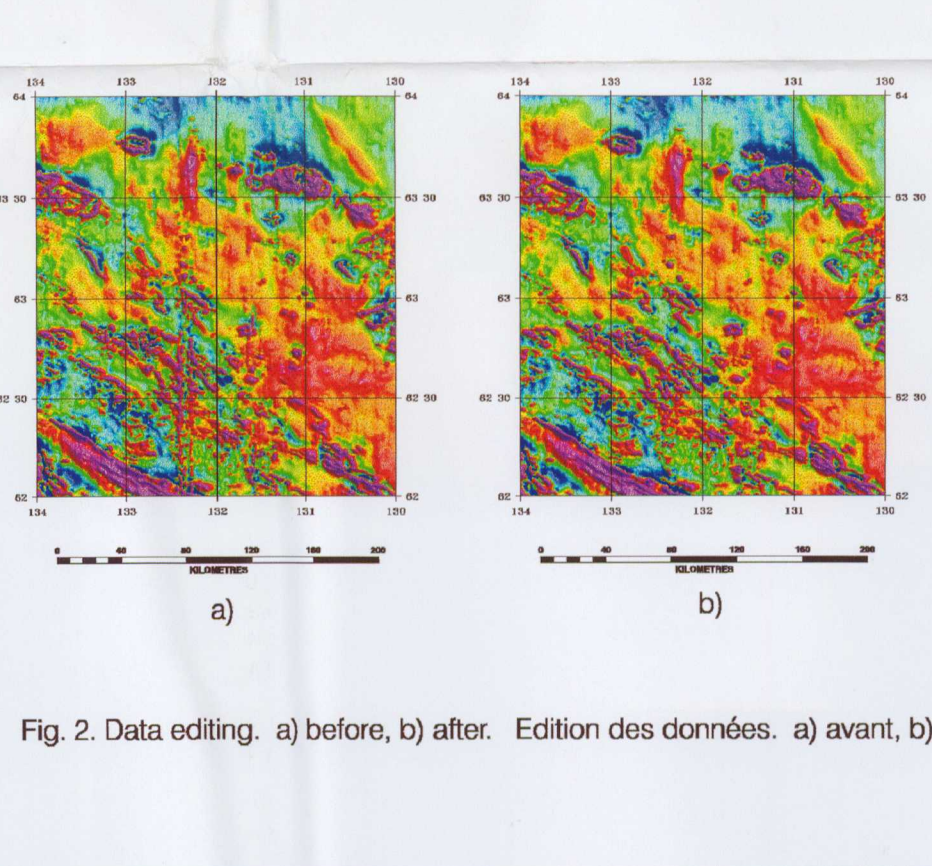


Fig. 2. Data editing. a) before, b) after. Édition des données. a) avant, b) après.

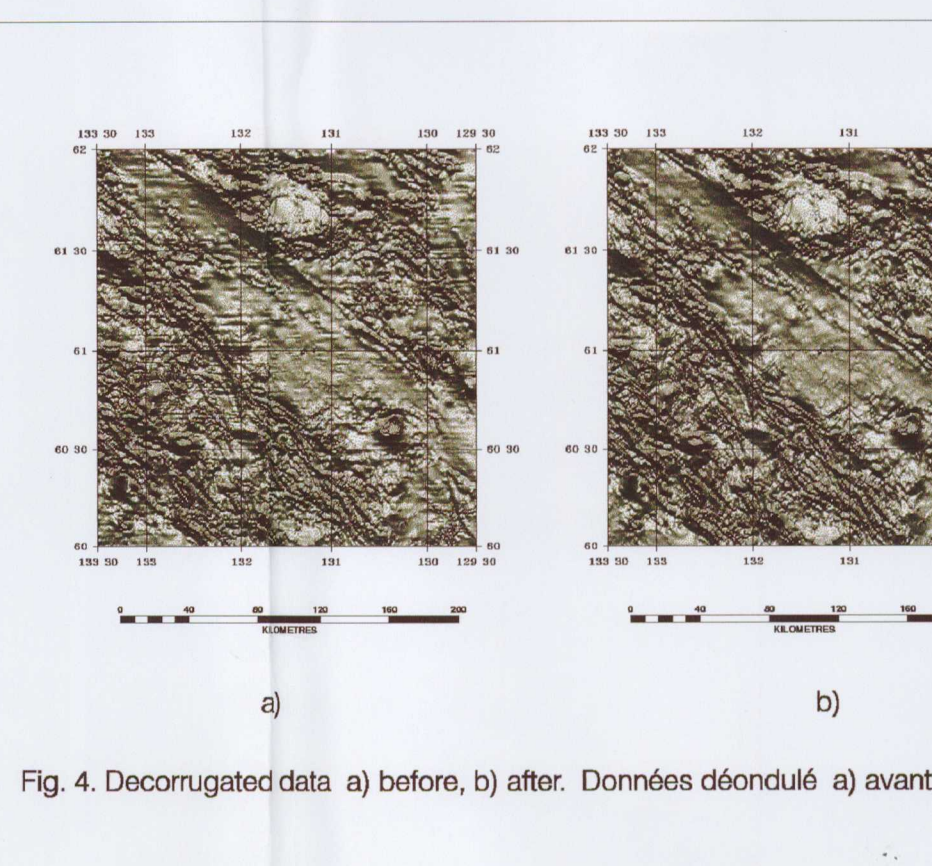
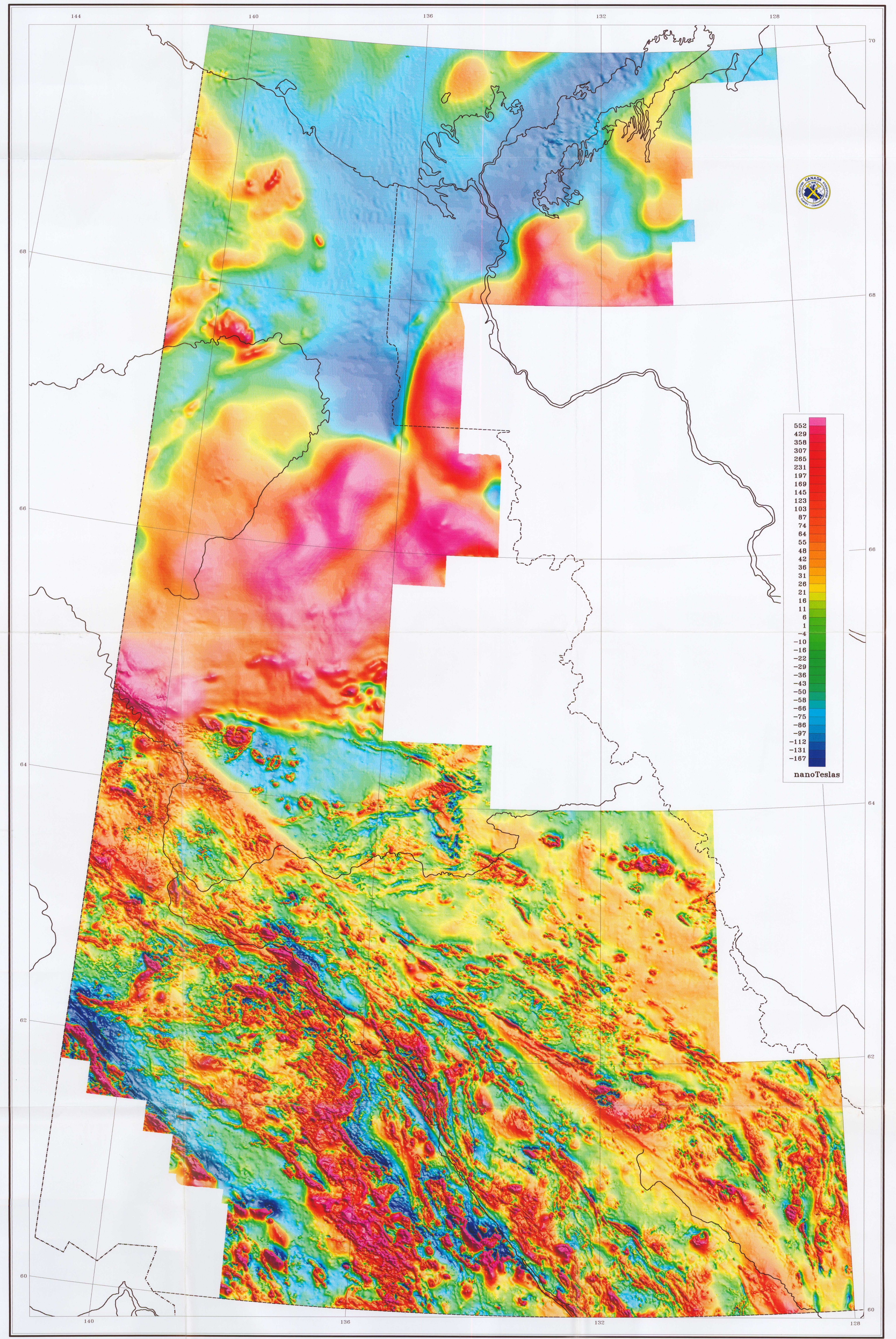


Fig. 4. Decorrelated data. a) before, b) after. Données décorrélées a) avant, b) après.



MAGNETIC RESIDUAL TOTAL FIELD
CHAMP MAGNETIQUE RESIDUEL TOTAL
YUKON TERRITORY
TERRITOIRE DU YUKON

Recommended Citation:
Miles, W.F. and Oreschuk, D.
1999. Residual Total Magnetic Field, Yukon Territory.
Geological Survey of Canada, Open File 3740, scale 1:1 500 000

OPEN FILE
DOSSIER PUBLIC
3740
GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA
COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
OS 1999

SCALE 1:1 500 000 ECHELLE
0 30 60 90 120 150
KILOMETRES

LAMBERT CONFORMAL CONIC PROJECTION
CENTRAL MERIDIAN 129°

PROJECTION CONIQUE CONFORME DE LAMBERT
MÉRIDIEEN CENTRAL 129°

OSG OPEN FILE No. 3740
GSC DOSSIER PUBLIC No 3740
MAGNETIC RESIDUAL TOTAL FIELD
CHAMP MAGNETIQUE RESIDUEL TOTAL

This map has been reprinted from a scanned version of the original map. Reproduction par numérisation d'une carte sur papier.

Canada