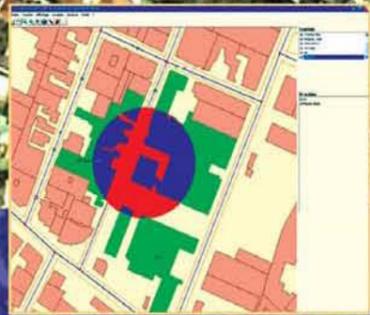
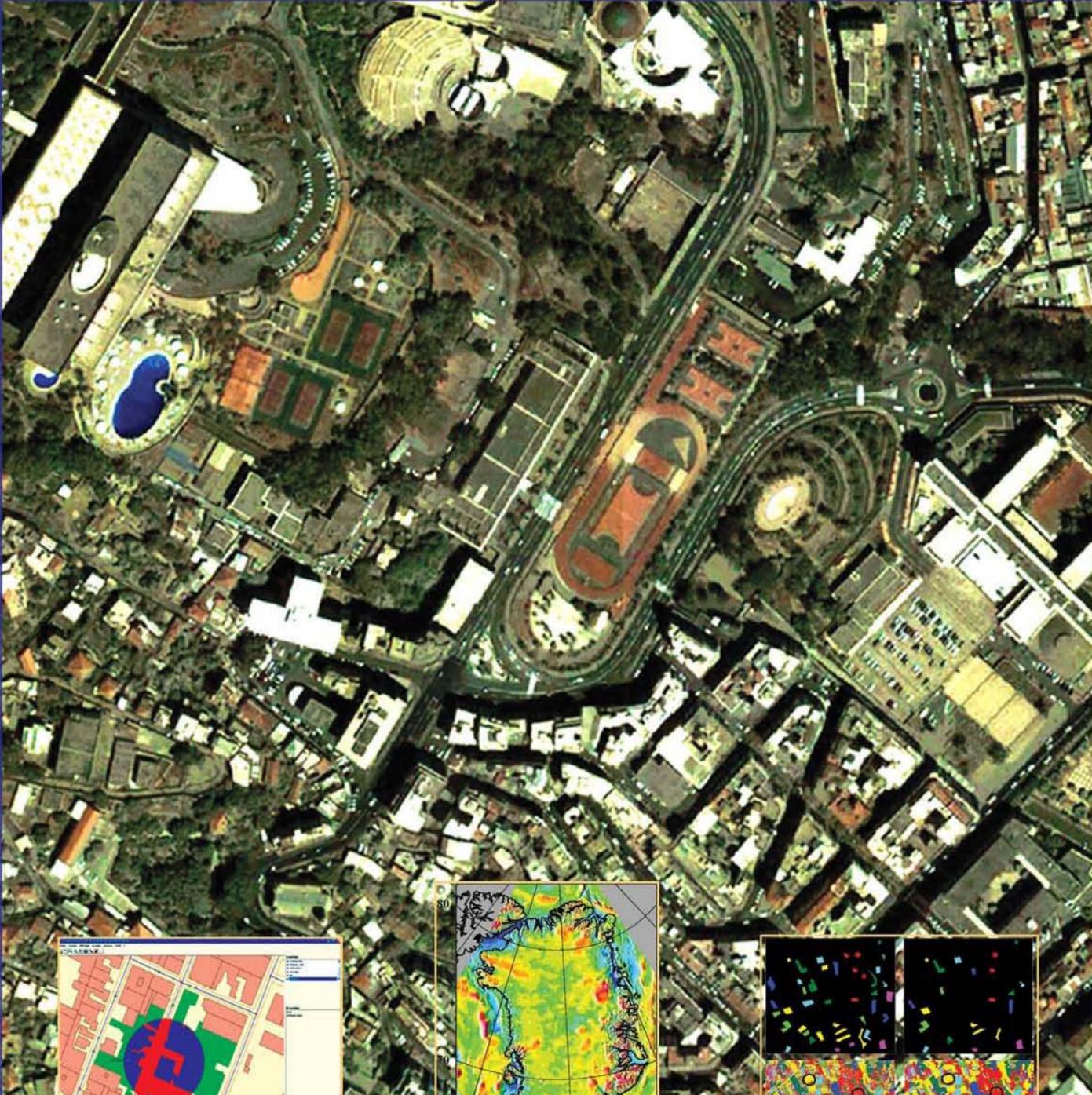


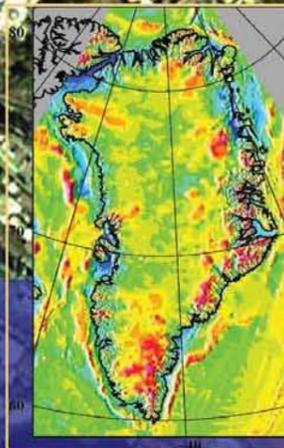
# Bulletin des Sciences Géographiques

Édité et publié par l'Institut National de Cartographie et de Télédétection - N°14 - Octobre 2004

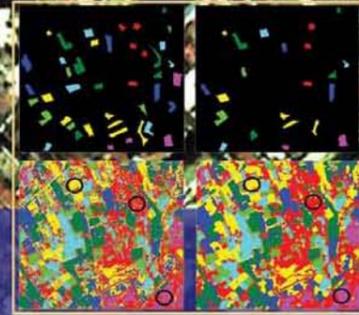
Alger vue par le satellite QUICKBIRD (Altitude: 480 Km)



Base de données urbaines



Données gravimétriques aéroportées



Méthode de classification contextuelle

ISSN: 1112-3745

Prix: 40 DA  
Étranger: 15 Euro



Publication semestrielle, de l'Institut National de Cartographie et de Télédétection. (INCT), Algérie.

Fondée en Octobre 1997  
N°14 - Octobre 2004  
ISSN 1112-3745

Responsable de la revue : INCT.

Editeur : Centre de la Documentation et de la Conservation de l'Information Géographique, INCT, Alger.

Adresse : Bulletin des Sciences Géographiques, INCT, 123, rue de Tripoli Hussein Dey 16040, BP 430, Alger, Algérie.

Tél : (021) 23 43 75  
Fax : (021) 23 43 81  
(021) 47 00 29

E-mail : [inct99@wissal.dz](mailto:inct99@wissal.dz)

**Publicité :**

ANT Vertriebs GmbH  
Postfach 210403 80764  
Munich Allemagne .

**Tirage :**

1 000 Exemplaires

**Comité de rédaction :**

- Mr ABDEDOU Mohamed  
SDTS-AG, INCT (président)
- Mr DROUAI Fethallah  
CDCIG, INCT
- Mr DEGAÏCHIA Fethi  
SDRD, INCT
- Mr CHOUDER Med Tahar  
CDCIG, INCT

**Comité de lecture :**

- Mr CHEMAA Boualem :  
magister, INCT (Président)
- Mr MEGHRAOUI Mustapha :  
professeur, IPG / Strasbourg
- Mr, KAHLOUCHE Salem :  
directeur de recherche, CNTS.
- Mr AYADI Abdelkrim :  
directeur de recherche, CRAAG.
- Mr OUGUINI Rachid :  
maître de recherche, ASAL
- Mr IFTENE Tahar :  
maître de recherche, CNTS.
- Mr BENMOHAMED Mohamed :  
chargé de recherche, CNTS.
- Mr GHEZALI Boualem :  
chargé de recherche, CNTS.
- Mr OUGRINE Aziz :  
Master, INCT
- Mr AYAD Ahmed :  
Ingénieur, SGT-ANP

**Sommaire / Contents**

**Pages**

<b>DOWNWARD CONTINUATION OF AIRBORNE GRAVITY DATA .....</b>	<b>02</b>
<i>Par R. Forsberg</i>	
<b>CALCUL DES HAUTEURS ORTHOMETRIQUES A PARTIR DES OBSERVATIONS GPS : CAS D'ETUDE : NORD DE L'ALGERIE.....</b>	<b>08</b>
<i>Par S. Ben Ahmed Daho</i>	
<b>APPORT DE LA MORPHO – GEOLOGIE DANS LA CONNAISSANCE DE LA NEOTECTONIQUE ET DU RISQUE SISMIQUE DANS LA REGION DE CONSTANTINE .....</b>	<b>14</b>
<i>Par Ch. Benabbas</i>	
<b>CONCEPTION ET REALISATION D'UN SYSTEME D'AIDE A LA DECISION POUR L'INTERVENTION OPERATIONNELLE EN MILIEU URBAIN .....</b>	<b>19</b>
<i>Par A. Kesraoui, T. Ould Ali, H. Takka</i>	
<b>SUPER-RESOLUTION A PARTIR D'UNE SEQUENCE D'IMAGES .....</b>	<b>24</b>
<i>Par N. Omrane, Ph. Palmer</i>	
<b>CONTEXTUAL CLASSIFICATION OF REMOTELY SENSED DATA USING MAP APPROACH AND MRF .....</b>	<b>28</b>
<i>Par R. Khedam, A. Belhadj-Aissa</i>	
<b>Infos-Générales.....</b>	<b>35</b>
<b>Revue des Revues.....</b>	<b>40</b>
<b>Livres.....</b>	<b>47</b>
<b>Compte Rendu</b>	
- Participation de l'INCT au XX <sup>ème</sup> congrès de l'ISPRS 2004 Istanbul Turquie, du 12 au 23 juillet 2004.....	<b>49</b>
<i>Par F. Degaïchia /SDRD/INCT</i>	
- Compte rendu de la journée d'étude: " la veille technologique dans le domaine de l'information géographique " Alger, le 11 octobre 2004.....	<b>51</b>
<i>Par Mr B. Atoui, CNIG</i>	

Le Bulletin des Sciences Géographiques est indexé dans la  
*Bibliographie Internationale Geoabstracts et International  
Bibliography of the Social Sciences*

# DOWNWARD CONTINUATION OF AIRBORNE GRAVITY DATA

Par Rene Forsberg

National Survey and Cadastre (KMS), Rentemestervej 8  
DK-2400 Copenhagen NV, Denmark,  
E-mail: rf@kms.dk

\*

## ملخص

بأجهزة قياس الجاذبية المحمولة التي تصل بانتظام إلى دقة تقدر بـ 1-2 ميكروقال بدقة تمييز 5-10 كلم ، فإن إنجاز متابعة تنازلية موثوقا فيها لشذوذ الجاذبية في الجو يعتبر تحديا. أجهزة قياس الجاذبية المحمولة مهيأة خاصة لتحديد الجيود في الجبال و المناطق القطبية، بسبب اختبار العينات على الميدان العشوائي، المتعلق بمسح الأسطح النموذجي. في هذا المقال، طرق عملية مختلفة معتمدة على التصنيف وعلى FFT يتم تخطيطها و تطبيقها على المتابعة التنازلية الخاصة بدمج معطيات السطح للمسح المنجز بالطائرة فوق Groenland و Svalbard، متراوحة في ارتفاع المسح من 150 م إلى 4100 م.

## Résumé

Avec la gravimétrie aéroportée qui atteint régulièrement des précisions de 1-2 mGal à une résolution de 5-10 km, il serait un défi d'exécuter une continuation descendante fiable des anomalies de la gravité en altitude. La gravimétrie aéroportée est adaptée surtout pour la détermination du géoïde dans les régions montagneuses et polaires, dû à l'échantillonnage épuré du terrain, relatif aux levés de surface typiques. Dans l'article, des méthodes opérationnelles différentes basées sur la collocation et la FFT sont tracées et appliquées à la continuation descendante du fusionnement de données de la surface des levés aéroportés sur Groenland et Svalbard, variant en altitudes de levée de 150 m à 4100 m .

## Abstract :

With airborne gravimetry routinely reaching accuracies of 1-2 mGal at 5-10 km resolution, it is a challenge to perform a reliable downward continuation of the gravity anomalies at altitude. Airborne gravimetry is especially suited for geoid determination in mountainous and polar regions, due to the random, alias-free sampling of the terrain, relative to typical surface surveys. In the paper different operational methods based on collocation and FFT are outlined, and applied to downward continuation of surface data merging of airborne surveys over Greenland and Svalbard, ranging in survey altitudes from 150 m to 4100 m.

**Keywords:** Airborne gravimetry, physical geodesy, harmonic downward continuation, geoid.

## I. Introduction

Airborne gravity data over mountainous areas often need to be downward continued and merged with existing gravity field data in order to provide a uniform surface gravity grid, to serve both general gravity field mapping needs and geoid determination purposes.

The harmonic downward continuation of airborne gravity data is a classical unstable operation, and some kind of smoothing is necessary in practice, making the collocation approach or stabilized Fourier methods the method of choice for attacking this problem.

Downward continuation is essentially a high-pass filtering operation, which will amplify short-wavelength noise in the airborne data; However, if the primary purpose of the airborne survey is to generate a geoid model, the downward continuation amplification of high wavenumbers is offset by the gravity to geoid low-pass filtering operation; therefore airborne gravity is well-suited for geoid determination.

Direct formulations of the airborne gravity to geoid boundary value problems have recently been formulated by Li (2000); for more general studies on the downward continuation problem see e.g. Keller and Hirsch (1992) or Blaha et al. (1996).

The use of gravity terrain effects in the downward continuation process have significant advantages: It will –if properly applied – reduce the short-wavelength information in the airborne gravity data, and thus make the problem more stable; it will also diminish the topographic aliasing, especially important for surface gravity data, which typically do not have a random distribution relative to the topography (usually there is an over-weight of gravity data collected in valleys). However, the use of terrain effects may generate additional noise if terrain and density models are not sufficiently accurate.

Special terrain reduction problems occur e.g. in mountainous coastal areas, where gravity anomalies associated with deep fjords (negative local anomalies at 10-100 mgal typical magnitudes) may not be included in the computed terrain effects, e.g. due to unavailable bathymetry data. While airborne data may sample a whole coastal region uniformly, the typical land-only surface coverage will give a biased gravity field sampling, missing completely the negative anomalies of the fjords.

This gives the potential for long-wavelength systematic errors between gravity grids derived from surface data only and from the airborne data, which could propagate into erroneous geoid tilts.

\* Article publié dans le Bulletin des Sciences Géographiques avec l'aimable autorisation de l'auteur.

With airborne “random” sampling of topography the airborne geoid should theoretically be the best; in practice it is a trade-off problem, however, balancing the larger errors of the downward continued airborne data to the surface data. Similar aliasing problems will occur in glaciated areas with glaciers and ice caps of unknown thickness.

All of the above problems are fully present in the gravity field determination of Arctic areas. In connection with the need for a new Arctic-wide 5' gravity data set, prepared under the IGGC “Arctic Gravity Project” (Kenyon and Forsberg, 2001), it has been necessary to do new downward continuation computations of both Greenland and Svalbard, as significant new data have become available in recent years. This paper outlines these computations, and gives examples of results of different methods to make gravity and geoid grids.

## II. Operational methods for downward continuation of airborne gravimetry

If the airborne gravity survey is carried out at constant altitude, downward continuation may readily be carried out by frequency domain methods. Let  $\Delta g$  and  $\Delta g^*$  be the gravity anomalies at altitude  $h$  and the geoid, respectively. By taking the two-dimensional Fourier transform of  $\Delta g$

$$F(\Delta g) = \iint \Delta g(x, y) e^{-i(k_x x + k_y y)} dx dy \quad (1)$$

the gravity anomalies at the geoid are obtained by

$$F(\Delta g^*) = e^{kh} F(\Delta g), \quad k = \sqrt{k_x^2 + k_y^2} \quad (2)$$

It is clear that high wavenumbers (and thus noise) is strongly amplified by this operation. By assuming a Kaula rule decay of the power spectral density (PSD) of  $\Delta g$ , and assuming data noise to be white, the optimal Wiener filter downward continuation operator becomes (“frequency domain collocation”, cf. Nash and Jordan, 1978)

$$\Delta g^* = \Delta g \frac{e^{kh}}{1 + ck^4} \quad (3)$$

Here  $c$  is a resolution parameter, depending on the ratio of noise to gravity signal covariance (Forsberg and Solheim, 1988). In practice some stabilization is implicitly obtained by gridding of the airborne gravity data onto a regular grid by collocation, since the collocation (grid) estimate by default generates a smooth function, depending on assumed standard deviations of data.

The drawback of the FFT methods (and equivalent integral methods) is that varying altitudes of the airborne data are not easily taking into account, and existing surface data cannot be utilized. Therefore least-squares collocation with full spatial covariance models would be the method of choice for downward continuation in practice. In least squares-collocation the gravity anomaly signal “ $s$ ” at a ground grid point is estimated from a vector “ $x$ ” containing all available surface and airborne data by

$$\hat{s} = C_{sx} [C_{xx} + D]^{-1} \quad (4)$$

Covariances  $C_{xx}$  and  $C_{sx}$  are taken from a full, self-consistent spatial covariance model, and  $D$  is the (diagonal) noise matrix. Because the gravity field of the earth is known to follow Kaula's rule, it is important to select covariance models which have an implied PSD decay in accordance with this.

An example of such a self-consistent covariance model on a spherical earth is the Tscherning-Rapp model (Tscherning and Rapp, 1974), and for a flat earth the much simpler planar logarithmic covariance model (Forsberg, 1987). In the latter model, the gravity covariance between gravity anomalies at two altitudes are of form

$$C(\Delta g^{h_1}, \Delta g^{h_2}) = - \sum_i \alpha_i \log(D_i + \sqrt{s^2 + (D_i + h_1 + h_2)^2}) \quad (5)$$

where  $\alpha_i$  are weight factors combining terms relating to two depth value terms ( $D, T$ ), taking the role analogous to the Bjerhammar sphere depth of spherical collocation and a long-wavelength “compensating depth” attenuation factor. The attenuation of long wavelengths in the model are necessary when a spherical harmonic reference model (EGM) is used.

## III. Use of terrain and EGM information

Spherical harmonic geopotential models, such as EGM96 (Lemoine et al., 1996), have an implicit height dependency, and downward continuation of airborne gravimetry is therefore with advantage done using a remove-restore technique. Here the gravity anomalies are split into three parts

$$\Delta g = \Delta g_1 + \Delta g_2 + \Delta g_3 \quad (6)$$

where the first term is evaluated by spherical harmonics (as a function of latitude, longitude and height), the second term the (optional) gravitational attraction of a terrain model, and  $\Delta g_3$  the residual anomalies.

In mountainous areas the use of rigorous terrain reductions, such as the residual terrain model (RTM) reduction (Forsberg, 1984), will stabilize the downward continuation significantly, since the removal of terrain effects will limit the short-wavelength variability of the gravity data significantly. Terrain effects are computed by e.g. prism integration or FFT methods, but for airborne gravity data one important aspect must be remembered: because airborne gravity data are invariably along-track *filtered*, the terrain effects computed at altitude must be filtered by the same filter algorithm as used in the airborne processing; otherwise short-wavelength terrain-effects may actually produce noise in the airborne data.

## IV. Downward continuation of Greenland and Svalbard airborne gravity data

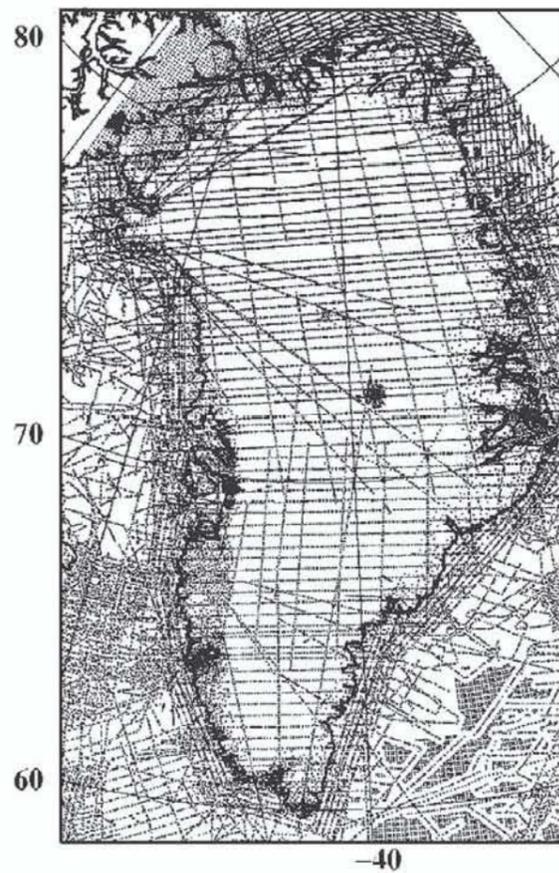
In connection with the preparation of on a uniform Arctic-wide gravity grid (“Arctic Gravity Project”) there has been a need to perform a new downward continuation and surface data merging process for Greenland and Svalbard. The Greenland area was covered by the first continental-scale airborne gravity survey of the US Naval Research Laboratory (NRL) 1991-92 (Brozyna, 1992). The accuracy of the NRL airborne gravity data are estimated to be around 5 mgal r.m.s., verified by cross-over statistics and comparisons to upward continued surface data (Forsberg and Kenyon, 1996). The survey was flown at an elevation of nominally 4.1 km, with an along-track full-width filtering resolution around 18 km.

Since the pioneering NRL surveys, significant new surface, marine and low-level airborne gravity data have become available, as have much improved terrain models. The new data have been acquired with support from NIMA and oil companies.

The new data should make an improved downward continuation/merging of airborne data compared to earlier computations (Forsberg and Kenyon, 1996). The new KMS airborne data around the Greenland were flown at very low elevation (150-300 m) over marine areas. With an estimated accuracy around 2 mgal r.m.s., and a typical resolution of 6 km (Olesen et al., 2001) these data are therefore quite equivalent to marine gravimetry, and have been treated as such in the present computations.

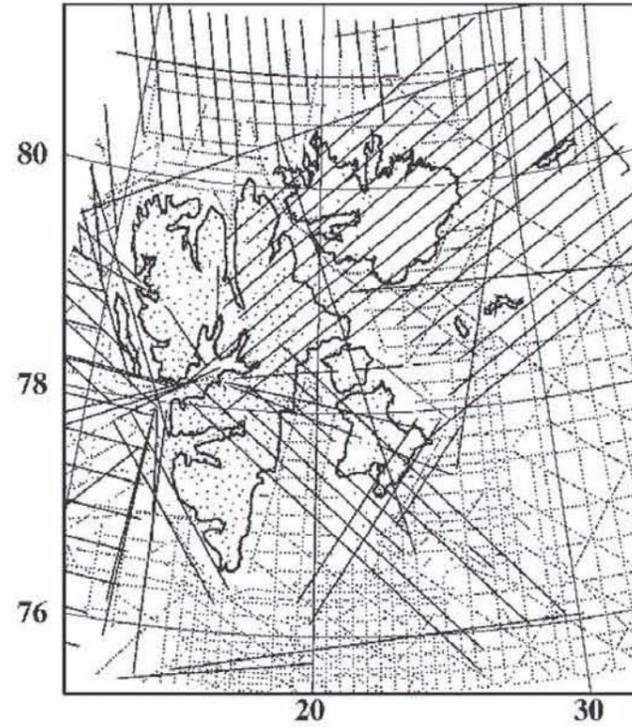
For Svalbard a number of high-resolution airborne surveys was flown in a cooperative project of Statens Kartverk (SK), University of Bergen and KMS 1998-2001, using the same Twin-Otter aircraft system as in the Greenland surveys (Solheim et al., 2000). Some airborne lines were flown at up to 2 km elevation to allow clearance of high topography, and the downward continuation process was subsequently done on all airborne data. Fig 1 and Fig 2 shows the coverage of both surface and airborne gravity data in the two regions.

All gravity data from the two regions were EGM- and terrain-reduced using an RTM reduction of topography relatively to a mean height surface of approx. 90 km resolution. Basic DEM data used had 1 km resolution, and in Greenland a low-resolution (10 km) ice thickness model was used as well to model the terrain masses. No bathymetry data was used.



**Fig. 1 :** Gravity data coverage of Greenland. The interior of Greenland was covered by NRL 1991-92 high-altitude aerogravity, supplemented by KMS helicopter work in the ice-free areas 1991-97 and low-level aerogravity on continental shelf regions 1998-2001, supplementing older marine data and satellite altimetry gravity.

Table 1 summarizes the number of surface and airborne data used in the downward continuation process (thinned to 2.5' x 5' in latitude and longitude), as well as statistics of the EGM and RTM reductions. Spherical harmonic effects in three dimensions obtained by "sandwich" grid interpolation between reference levels of 0 and 4 km (Greenland) or 0 and 2 km (Svalbard).

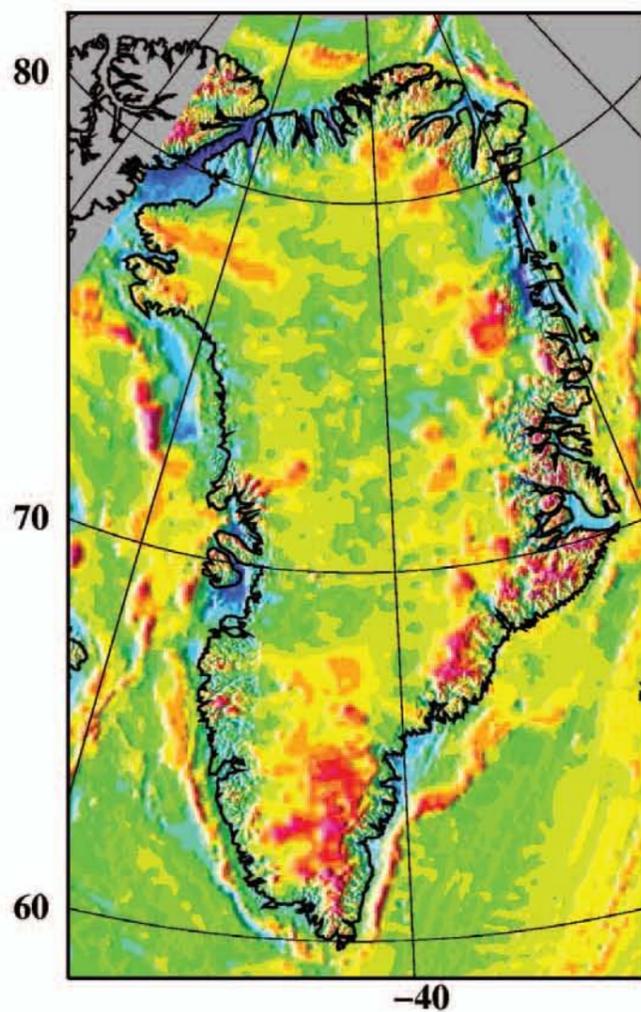


**Fig. 2 :** Gravity data coverage of Svalbard. SK/KMS 1998-2001 aerogravity lines supplement earlier land helicopter work and extensive marine gravity surveys south and east of the islands. Aerogravity lines north of Svalbard are part of NRL 1998 and 1999 Arctic Ocean airborne gravity data.

GREEN-LAND	Land data (13287 pts)		Marine data + low-level airb. (37514 pts)		NRL airborne gravimetry (32082 pts)	
	mean	$\sigma$	mean	$\sigma$	mean	$\sigma$
Original data	-4.1	46.6	16.1	35.6	16.3	38.0
- EGM96	-6.4	32.1	-1.1	19.2	0.0	13.7
- RTM	4.8	15.6	-1.0	15.9	-0.2	13.0

SVALBARD	Surface data (7925 pts)		Airborne data (13533 pts)	
	mean	$\sigma$	mean	$\sigma$
Original data	15.5	30.0	23.0	27.1
- EGM96	0.8	15.8	0.4	14.8
- RTM effects	-0.1	11.8	0.9	13.4

**Table. 1 :** Statistics (mean and standard deviation  $\sigma$ ) of surface and airborne gravity data, reduced by EGM and RTM.



**Fig. 3 :** Free-air gravity field of Greenland from collocation downward continued airborne and surface data. Range of colour/grey scale from -150 to +150 mgal.

The reduced surface and airborne gravity data were subsequently combined by least-squares collocation using the covariance model (5). Standard deviations were assigned to data, and empirical D and T covariance parameters fitted to data (using constant values  $D = 11$ ,  $T = 41$  km in Greenland; and  $D = 7$ ,  $T = 26$  km in Svalbard). Due to the size of the computations, these were done in  $3^\circ$  blocks expanded with  $1^\circ$  overlaps to adjacent blocks (latitude spacing; longitude block size varied from  $6^\circ$  to  $17^\circ$  due to meridian convergence). The typical number of gravity observation points per block was in the range of 2500-4000.

A basic  $2.5^\circ \times 5^\circ$  reduced free-air grid was predicted both at the geoid level and at the surface of the topography in each block, and all blocks subsequently merged into a combined uniform grid. The whole collocation job setup ran for nearly a week on a SUN Sparc 10 workstation. The final free-air grids were subsequently obtained by restoring the RTM terrain effects and the EGM96 gravity effects.

Fig. 3 shows the "optimal" free-air gravity grid thus produced for Greenland, and subsequently used for the ArcGP grid.

## V. Comparison of collocation and FFT downward continuation in Greenland

The Greenland downward continuation have additionally been done by the outlined Fourier domain methods (3), based on the NRL airborne gravity data alone. This grid (the FFT "A" solution) has then been merged with existing surface data in a gridding process utilizing the NRL airborne data only in the interior of the Greenland ice sheet (FFT "B" solution). The two FFT grids thus corresponds in the ice-free parts of Greenland to either "full weight" to the NRL airborne data, or to a "surface-priority" weighting scheme. The main collocation solution by default mixes the two data sets, taking into account the different resolutions and accuracy, and should thus corresponds to some kind of mix of the FFT methods.

Due to the very rough topography in many regions along the Greenland coasts, very large discrepancies between the FFT grids and the collocation grids are evident, illustrating to a large degree the aliasing effects of topography, especially related to fjords and glaciers, and likely only to a lesser degree systematic errors in the airborne gravity data. To quantify the differences, Table 2 shows the statistics of comparisons of the downward continued gravity grids to available point data in some typical regions with good surface data coverage: the centre of the ice sheet (flat, smooth gravity field), a region on the west coast of Greenland (moderately mountainous, with few glaciers and fjords), and a central east Greenland area (very rugged topography with deep fjords and numerous glaciers).

Table 2 shows that the downward continued airborne gravity data alone (FFT "A") compare quite poorly to the point values, a natural consequence of the lack of resolution of the airborne data. However, the comparisons in the more "benign" areas on the centre of the ice sheet and in western Greenland are roughly consistent with the error estimate of the NRL airborne data aloft at 5 mgal r.m.s. (the downward continuation adding additional noise). The comparisons of the collocation and FFT "B" solutions only shows the internal consistency (and illustrates the very rough gravity field in East Greenland), since the surface data used for comparisons where also used for the computations.

Area	Lat	Lon	No of points	Surface gravity data		Fit to collocation grid		Fit to airborne (FFT "A")		Fit to combined (FFT "B")	
				mean	$\sigma$	mean	$\sigma$	mean	$\sigma$	mean	$\sigma$
Icesheet	72-76 N	45-35 W	221	-3.8	6.8	0.0	1.4	-2.6	7.7	-0.8	3.1
West coast	66-68 N	54 50 W	407	4.1	15.1	-0.0	1.6	-0.3	9.4	0.0	1.8
East coast	70-74 N	29-22 W	1105	4.6	22.9	-1.5	5.0	-7.3	21.6	-1.6	5.5

**Table. 2 :** Comparisons of downward continued gravity grids to point data (RTM- and EGM-reduced data). Unit: mgal.

A more independent comparison of the downward continued data gravity data is therefore to look on geoid information. Because of the large discrepancies between the collocation and FFT gravity grids, similar large discrepancies should be expected in the geoid domain. The various gravity grids were therefore converted into corresponding geoid models, using the multi-band spherical FFT method with a Wong-Gore modified Stokes kernel, cf. Forsberg and Featherstone (1998). In the method 5 bands were used in 800 x 1024 point FFT transformations, corresponding to use of 20 % zero padding. The optimal kernel modification degree turned out to be around  $n=18$ , implying that the EGM96 model is improved by the new gravity data down to about this harmonic degree.

The independent geoid control data were GPS stations along the Greenland coasts with a reasonably accurate GPS height and mean sea level height. Since no levelling exist in Greenland, the GPS-MSL heights are taken as a rough approximation of the geoid, and the noise in this estimate is likely many 10's of cm due to sea-surface topography. The GPS-MSL data covered most of the coast, including 19 observations in the fjord region of central of East Greenland (Fig. 4, same area as in Table 2), where especially large geoid discrepancies could be expected.

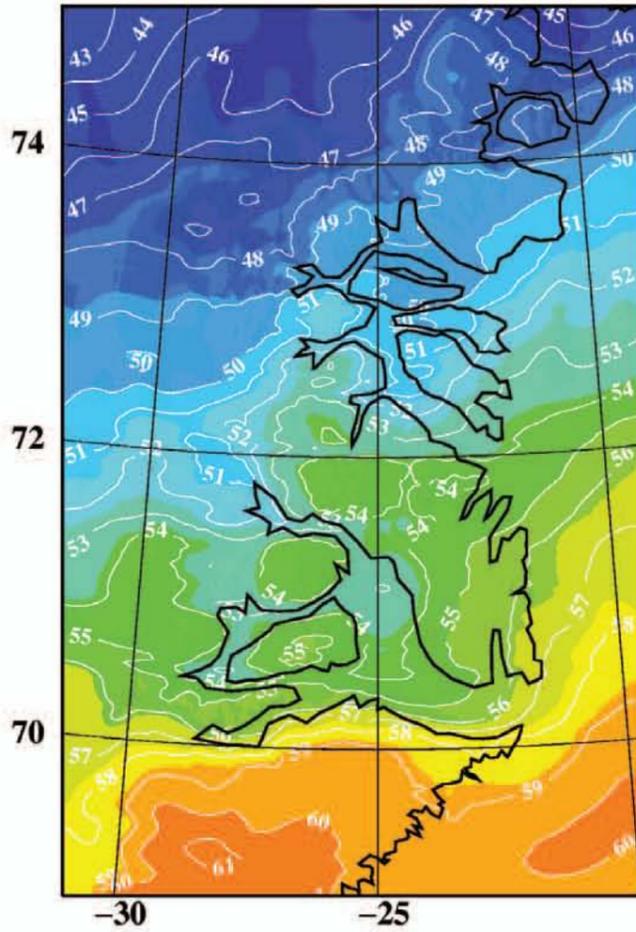


Fig. 4 : Geoid heights from downward continued airborne gravity data in East Greenland. The geoid shows a strong local dependence on topography (heights in region up to 3700 m). Contour interval 1 m.

Table 3 outlines the geoid comparison results. As it can be seen there are large differences, and especially the downward continued NRL airborne data alone are not doing well in recovering the geoid, whereas the combinations with surface data are doing better. This could point to some long-range bias problems still present in the NRL data set. An example of the geoid differences in East Greenland is shown in Figure 5.

Solution	All Greenland (64 GPS pts)		East Greenland (19 points)	
	mean	$\sigma$	Mean	$\sigma$
GPS-MSL data	35.75	13.74	52.13	3.21
EGM96 difference	.07	.64	.38	.63
Collocation geoid diff.	-.21	.45	-.11	.26
FFT "A" geoid diff (NRL airborne only)	-.02	.76	.17	.80
FFT "B" geoid diff (airborne + surf. data)	-.26	.40	-.20	.25

Table 3. Comparisons of GPS-MSL geoid heights to geoids from gravity downward continuation in Greenland. Unit: m

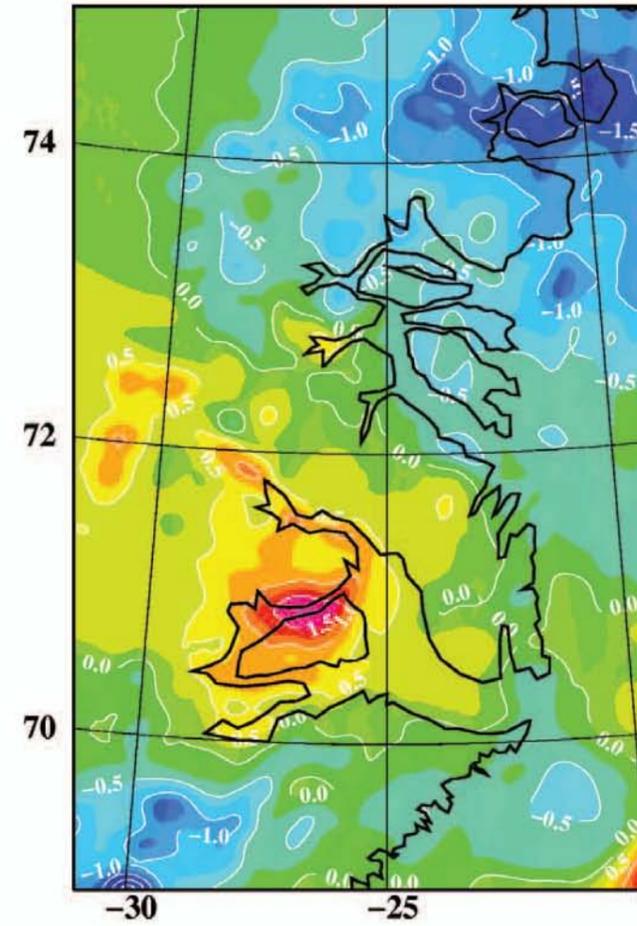


Fig. 5 : Geoid differences between collocation and "FFT A" downward continued fields. Contour interval 0.5 m. Differences both correlate with deep fjords and likely errors in airborne gravity tracks.

## VI. Conclusions

The basic principles of operational downward continuation have been outlined, and the method of choice – least squares collocation – have been applied to merging of airborne gravity data in Greenland and Svalbard for the Arctic Gravity Project. Comparisons of methods and data in Greenland show large differences in the downward continued gravity grids, and the merging of high-altitude airborne gravity with surface data, with the joint utilization of digital terrain models, seems to be essential for obtaining reasonable geoid models in the very rugged topography regions.

## VII. Bibliographical references

- [1] **Blaha, T, M. Hirsch, W. Keller, M. Scheinert, 1996.** Application of a spherical FFT approach in airborne gravimetry. *Journal of Geodesy*, 70, 663-672.
- [2] **Brozena, J. M., 1992.** The Greenland Aerogeophysics Project: Airborne gravity, topographic and magnetic mapping of an entire continent. In: O. Colombo (Ed.): *From Mars to Greenland*, proc. IAG symposia 110, Springer Verlag, pp. 203-214.
- [3] **Forsberg, R., 1984.** A Study of Terrain Reductions, Density Anomalies and Geophysical Inversion Methods in Gravity Field Modelling. Reports of the Department of Geodetic Science and Surveying, No. 355, The Ohio State University, Columbus, Ohio.
- [4] **Forsberg, R. and S. Kenyon, 1995.** Downward Continuation of Airborne Gravity Data Proc. symp. "Airborne Gravity Field Determination", IUGG XXI Gen. Assy., Boulder, Co., pp.73-81.
- [5] **Forsberg, R., 1987.** A new covariance model for inertial gravimetry and gradiometry. *Journal of Geophysical Research*, vol. 92, pp. 1305-1310.
- [6] **Forsberg, R., W Featherstone, 1998.** Geoids and Cap Sizes. In: *Geodesy on the Move - gravity, geoid, geodynamics and Antarctica*, Proceedings IAG scientific assembly, Rio de Janeiro, sept 3-9 1997, Forsberg, Feissel and Dietrich (eds.), IAG symposia 119, pp. 194-200, Springer Verlag, Berlin.
- [7] **Kenyon, S. and R. Forsberg: Kenyon, S. and R. Forsberg, 2001.** Arctic Gravity Project – a status. In: Sideris, M. G. (ed): *Gravity, Geoid and Geodynamics 2000*, International Association of Geodesy Symposia, vol. 123, pp. 391-395, Springer Verlag.
- [8] **Keller, W and M. Hirsch, 1992.** Downward continuation versus free-air reduction in airborne gravimetry. In: *Geodesy and Physics of the Earth*, IAG proceedings 112, 260-266, Springer Verlag.
- [9] **Lemoine, F.G., D. Smith, R. Smith, L. Kunz, E. Pavlis, N. Pavlis, S. Klosko, D. Chinn, M. Torrence, R. Williamson, C. Cox, K.Rachlin, Y. Wang, S. Kenyon, R. Salman, R. Trimmer, R. Rapp and S. Nerem, 1996.** The development of the NASA GSFC and DMA joint geopotential model. Proc. Symp. on Gravity, Geoid and Marine Geodesy, Tokyo, pp. 461-469.
- [10] **Li, Y., 2000.** Airborne Gravimetry for Geoid Determination. Ph.d. thesis, 161pp., Department of Geomatics Engineering, University of Calgary.
- [11] **Nash, R. A. and S. K. Jordan, 1978.** Statistical geodesy – An engineering perspective. *Proc. IEEE*, vol. 66, 532-550.
- [12] **Olesen, A., R. Forsberg, K. Keller, A. H. W. Kearsley, September 2001.** Error sources in airborne gravimetry employing spring-type gravimeter. In: K. P. Schwarz (ed): *Vistas for Geodesy in the new millenium*. Proc. IAG General Assembly, Budapest, Springer Verlag IAG series 125, pp. 205-210.
- [13] **Solheim, D., A. Gidskehaug, R. Forsberg, A. V. Olesen, March 2000.** Svalbard airborne gravity project 1998 and 1999. Session G2, EGS General Assembly, Nice.
- [14] **Tscherning, C. C. and R. H. Rapp, 1974.** Closed covariance expressions for gravity anomalies, geoid undulations and deflections of the vertical implied by degree-variance models. Rep. 208, Department of Geodetic Science, Ohio State University, Columbus.

# CALCUL DES HAUTEURS ORTHOMETRIQUES A PARTIR DES OBSERVATIONS GPS : CAS D'ETUDE : NORD DE L'ALGERIE

Par BEN AHMED DAHO Sid Ahmed

Centre National des Techniques Spatiales / Division de Géodésie,  
BP 13 - Arzew - 31200 - ALGERIE, Fax : (213) 4147 36 65,  
E-mail: d\_benahmed@hotmail.com

\*

ملخص :

في هذا العمل، سنناقش استعمال تقنية GPS مع نموذج جيويدي محدد عن طريق قياس الجاذبية، لاشتقاق الإرتفاعات الأرتومترية في الجزء الشمالي من الجزائر أين يوجد عدد محدود من محطات GPS، و بالمناسبة سنقوم أيضا بمراجعة إمكانية استبدال التسوية الدقيقة. لهذا الغرض، قد تم استعمال 114 محطة GPS بتوزيع موحد التركيب تم جمعها انطلاقا من مشروع TyrGeoNet و بعض الشبكات المحلية. قد تم التحصل على تموجات الجيويدي الصادرة من GPS / تسوية بواسطة ربط هذه المحطات بشبكة التسوية من الرتبة الأولى، فحين أن التموجات الخاصة بجيويدي قياس الجاذبية قد تم استكمالها انطلاقا من نموذجين للجويويدي محسوبين على التوالي، من طرف قسم الجيوديزيا للمركز الوطني للتقنيات الفضائية ( CNTS ) على أساس معطيات الجاذبية الموفرة من طرف BGI بسنة 1995، و البروفيسور Barriot ( مدير BGI ) بسنة 1987 على البحر الأبيض المتوسط الغربي. المقارنات المعتمدة على حملات GPS هذه تظهر أن النموذج الأول للجويويدي يضبط بصفة أفضل معطيات GPS / تسوية و أن الإرتفاعات الأرتومترية يمكن استنتاجها من ملاحظات GPS بدقة مقبولة يمكن استعمالها في تكثيف شبكات التسوية للرتب الأدنى. بالإضافة، فإن الطريقة المتبعة قد تم تطبيقها، أيضا للفحص الإرتفاعي لمستودع تخزين متواجد على بعد 40 كلم من وهران. المقارنة بين الإرتفاعات التي تم حسابها و رصدها قد سمحت بالتأكد على أن خيار التسوية عن طريق GPS هو الأفضل لهذا النوع من الفحوص. طريقة الحساب، نتائج هذه الدراسة و التوصيات كلها معروضة في هذا المقال.

## Résumé :

Dans ce travail, nous discutons l'utilisation du GPS conjointement avec un modèle de géoïde déterminé par voie gravimétrique, pour dériver les hauteurs orthométriques dans la partie nord de l'Algérie dans laquelle un nombre limité de stations GPS est disponible, et nous vérifions, par la même occasion, la possibilité de substituer le nivellement de précision. Pour cet objectif, les mesures 114 stations GPS avec une distribution homogène collectées à partir du projet TyrGeoNet et quelques réseaux locaux ont été utilisées. Les ondulations du géoïde issues du GPS/Nivellement sont obtenues en connectant ces stations au réseau de nivellement du premier ordre, tandis que celles du géoïde gravimétrique ont été interpolées à partir de deux modèles de géoïde calculés, respectivement, par la Division de Géodésie du Centre National de Techniques Spatiales sur la base des données de gravité fournies par BGI en 1995, et par le professeur Barriot (Directeur de BGI) en 1987 sur la Méditerranée occidentale. Les comparaisons basées sur ces campagnes GPS démontrent que le premier modèle de géoïde ajuste d'une façon optimale les données GPS/Nivellement et que les hauteurs orthométriques peuvent être déduites d'observations GPS avec une précision acceptable qui pourra être utilisée dans la densification des réseaux du nivellement d'ordres inférieurs.

En addition, la méthodologie adoptée a été appliquée, également, pour l'auscultation altimétrique d'un bac de stockage situé à 40 km d'Oran. La comparaison entre les hauteurs orthométriques calculées et observées ont permis d'affirmer que l'alternative de nivellement par le GPS est souhaitable pour ce type d'auscultation. La procédure du calcul, les résultats de cette étude et des recommandations sont présentés dans cet article.

**Mots clés :** GPS/Nivellement, Modèles de Géoïde, Hauteur ellipsoïdique, Projet TyrGeoNet.

## Abstract :

In this work, we discuss the use of GPS positioning, together with gravimetrically determined geoid, for deriving orthometric heights in north of Algeria in which a limited number of GPS stations with known orthometric heights are available, and we check, by the same opportunity, the possibility to substitute the classical spirit levelling. For this purpose, 114 GPS stations, which are homogeneously distributed; collected from the international TYRGEONET project and the local GPS/Levelling surveys have been used. The GPS/Levelling geoidal heights are obtained by connecting the points to the first order levelling network while gravimetric geoidal heights were interpolated from two geoid models computed respectively by Geodetic Laboratory of the National Center of Space Techniques from gravity data supplied by BGI in 1995, and by Professor Barriot (Director of BGI) in 1987 on the occidental Mediterranean. The comparisons based on these GPS campaigns proves that a good fit between the first geoid model and GPS/levelling data has been reached and that the orthometric heights can be deducted from GPS observations with accuracy acceptable for the low order levelling network densification. The computation procedure and the results of this study are presented in this paper.

In addition, the adopted methodology has been also applied for the altimetric auscultation of a storage reservoir situated at 40 km of Oran. The comparison between the computed orthometric heights and observed ones was permitted to affirm that the alternative of levelling by GPS is attractive for this auscultation. The computation procedure, the results of the study and suggestions are presented in this paper.

\* Communication présentée à la 2ième Conférence Régionale de la Fédération Internationale des Géomètres (FIG) - Marrakech, 02 - 05 Décembre 2003 et publié dans le Bulletin des Sciences Géographiques avec l'aimable autorisation de l'auteur.

## I. Introduction :

La connaissance et la détermination d'un ellipsoïde terrestre, la mesure des altitudes de la topographie, la recherche et l'élaboration d'une formule théorique de la pesanteur sur l'ellipsoïde terrestre, sont autant d'étapes sur le chemin général de la géodésie : forme de la terre et connaissance de son champ de pesanteur.

Compte tenu de son principe, la technique de nivellement direct étant très précise mais ne répondant pas aux besoins de travaux de grandes envergures à cause de la propagation des erreurs et des délais impartis à la mise en place de longs cheminements. De plus, et si on se réfère à la distribution géographique des repères de nivellement à l'échelle nationale, on constate que la couverture est bonne au niveau de la partie nord du pays et devient quasi-inexistante au niveau du Sahara. De ce fait, et vu l'étendue du territoire algérien, il va falloir trouver une autre alternative pour remédier à ces contraintes et projeter de couvrir, dans un avenir proche, l'ensemble du territoire national en points de nivellement afin de répondre aux besoins immédiats de plusieurs utilisateurs potentiels de cette information capitale. L'apport des techniques spatiales comme le GPS, qui donne un positionnement relatif de l'ordre de 1 ppm dans la définition des lignes altimétriques, peut permettre de s'affranchir de ces contraintes. Cependant, l'exploitation de ces mesures pour dériver les altitudes orthométriques exige en revanche un modèle de géoïde de même qualité.

L'objectif de ce travail est de déterminer avec quelle précision on pourra transformer une altitude ellipsoïdique, purement géométrique, issue d'observations et de traitement de données GPS en altitude orthométrique dans la partie nord de l'Algérie. Dans ce contexte, 114 points GPS nivelés collectés à partir du projet TYRGEONET et quelques réseaux locaux, ainsi que deux modèles de quasi-géoïde déterminés par voie gravimétrique ont été intégrés dans cette comparaison.

De plus, et dans ce même contexte, nous avons cherché à tester si la méthodologie adoptée et la précision obtenue peuvent être généralisées pour l'auscultation altimétrique d'un bac de stockage situé à 40 km de la ville d'Oran.

## II. Réseau national de nivellement :

L'origine du nivellement en Algérie remonte à l'époque coloniale française (1889). Il fut confié au Service Géographique de l'Armée (SGA) puis pris en charge par l'IGN. Munis d'un matériel semblable à celui du Service du Nivellement Général de France (NGF), ses opérateurs élaborèrent à partir de 1887 un réseau de nivellement géométrique de précision limité aux premier et second ordre, basé sur le médiamarètre de la Goulette (Tunisie).

Entre 1953 et 1954, les travaux de nivellement furent menés en parallèle avec la réobservation du parallèle Nord et du 1er ordre complémentaire du littoral.

Vers 1968, les travaux de géodésie, de cartographie et de nivellement ont été pris en charge par l'Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT). Les lignes de nivellement de précision exécutées depuis 1975 ont suivi en parallèle les travaux de la géodésie par la densification du parallèle Nord.

Actuellement, le réseau altimétrique Algérien comporte quelques 6500 km de nivellement de 1er ordre essentiellement dans la partie nord du pays et quelques 18000 km de différents ordres, lié à la référence altimétrique de la Goulette en Tunisie.

Cette couverture reste insuffisante pour la majorité des régions du pays particulièrement dans la partie sud où des nouvelles mesures sont nécessaires pour accomplir une couverture homogène.

## III. Réseau GPS :

L'utilisation du GPS en géodésie est aujourd'hui une évidence. Dès le lancement des premiers satellites GPS, les géodésiens ont essayé d'utiliser au mieux les potentialités de ce système pour les applications de haute précision. Conscient des avantages qu'offre ce système notamment dans la précision relative et la réduction considérable des délais de réalisation des réseaux, l'INCT s'est équipé de récepteurs GPS et a élaboré un programme de mise en place d'un réseau GPS couvrant tout le territoire et en particulier sa partie sud.

Dans ce domaine, et saisissant l'opportunité technique et scientifique du projet TYRGEONET, l'INCT s'est adhérent pour commencer à observer son réseau d'ordre zéro simultanément avec la compagnie d'observation de ce dernier. Le projet TYRGEONET (TYRhenian GEOdetic NETwork) est initialement monté pour l'océanographie et la surveillance géodynamique de la péninsule italienne avant de connaître une extension vers plusieurs pays riverains de la Méditerranée : France, Tunisie, Grèce, Albanie, Slovaquie, Croatie et Algérie. Dans ce cadre, douze points ont été observés en 1998 pendant 72 heures en utilisant des récepteurs bi-fréquences ASHTECH Z12 et TRIMBLE 4000 SSE, et traités par la suite, avec des éphémérides précises au moyen du logiciel BERNESE. Ce réseau sert à l'unification, la densification et à la détermination des paramètres de passage entre le système WGS-84 et notre système local Nord-Sahara.

Par la suite et depuis 1998, l'INCT a entamé une opération de densification par GPS visant à étendre le réseau géodésique national vers le sud. Cette dernière consiste aussi à équiper les vastes zones au sud en réseaux secondaires. Ce réseau comporte 1600 points nouveaux est composé de points distants de 20 à 30 km et appuyé de proche en proche par des points anciens, rattachés au réseau d'ordre zéro (0).

## IV. Données disponibles :

### IV. 1 Présentation des modèles de géoïde utilisés :

L'Algérie a récemment orienté une partie de ses programmes de recherche vers les déterminations précises du géoïde en utilisant différentes méthodes. Cette surface de niveau connaît un regain d'intérêt depuis l'avènement du positionnement précis par satellite, en particulier pour réaliser du nivellement par GPS. En d'autres termes, pour pouvoir transformer une hauteur ellipsoïdique purement géométrique, issue d'observation et de traitement de données GPS, en altitude orthométrique, il suffit de disposer d'un modèle de géoïde. Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes intéressés qu'aux modèles de géoïde dont l'emprise couvrait au moins la partie nord de l'Algérie. Il s'agit des modèles **QGALG2000** et **EANG1**.

**QGALG 2000** est un modèle de quasi-géoïde réalisé au Laboratoire de Géodésie du Centre National des Techniques Spatiales (Arzew/Algérie) à partir des données gravimétriques terrestres validées et fournies par le Bureau Gravimétrique International (B.G.I.). Ces mesures dont la précision a priori est de l'ordre de 5mGals ont été rattachées au Système de Référence Géodésique GRS67 par le B.G.I.

Toutes ces données ont été transformées du système GRS67 au système GRS80. La répartition géographique de ces mesures est représentée sur la figure 1. On peut constater de graves lacunes dans la couverture gravimétrique du pays qu'il faudrait les combler pour satisfaire les besoins des géodésiens et des géophysiciens. Ce quasi-géοide de résolution 5"x5" a été calculé par la méthode de collocation rapide sur le territoire national entre les limites [20°, 37°] en Latitudes et [-10°, 7°] en Longitude en utilisant la technique de retrait-restauration. Le modèle géοpotentiel OSU91A développé jusqu'au degré et ordre 360 a été utilisé comme modèle de référence pour retirer et restaurer respectivement les contributions de grandes longueurs d'onde sur les anomalies de gravité et les ondulations du géοide. Cependant, le calcul des effets de la topographie en accordant la réduction RTM est basé sur deux grilles d'élévations; un MNT de résolution 1km x 1km pour la partie Nord du pays, et le modèle topographique global ETOPO5 de résolution 10km x 10km pour la partie restante du territoire, lequel est utilisé jusqu'à une distance de 200 km. La surface de référence de résolution 15' x 15'; nécessaire pour la réduction RTM, a été formée à partir de ETOPO5. Le logiciel GRAVSOFIT (Tscherning, 1994) et des programmes développés au CNTS ont été mis en œuvre (Ben Ahmed Dahou, 2000).

**EANG1** (Europe - Afrique du nord Géοide N°1) est une réalisation du Bureau Gravimétrique International (Barriot, 1987) qui couvre largement la Méditerranée Occidentale; zone comprise entre -15°E à 28°E et 25°N à 55°N, avec un pas de 6' en Latitude et 10' en Longitude. Les anomalies gravimétriques à l'air libre intégrées dans cette solution ont été obtenues à partir de données gravimétriques terrestres, maritimes et de données d'altimétrie satellitaire. Pour sa partie Algérienne, les données sont identiques à celles de **QGALG2000**. Le modèle OSU81 développé jusqu'au degré et ordre 180 a été adopté comme modèle de référence. La méthode de traitement est une variante de la méthode du terrain résiduel dans laquelle la combinaison de la gravimétrie et du modèle de champ est réalisée par l'intégration numérique de la formule de Stokes à noyau régularisé et tronqué jusqu'à une distance sphérique maximale de 6°. La précision absolue sur la hauteur du géοide est estimée à 1 mètre, tandis que l'erreur relative est de l'ordre de 10 cm avec une résolution d'au plus 500 km, pour une erreur de ±1 mGal sur les Δg connus sur une grille 6' x 10' et pour un rayon de troncature de 6° (Barriot, 1987).

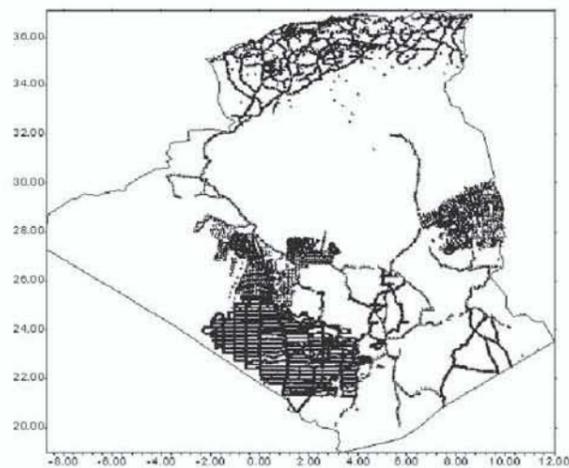


Fig 1 : Répartition géographique des mesures de gravité, fournies par le B.G.I.

La comparaison de ces deux solutions sur la partie nord du pays montre un écart maximum de l'ordre de 1.5 m avec une moyenne de 0.5 m et un écart type de 1.3 m. Il est de 6.6 m sur la Méditerranée. L'origine de ces différences est due principalement aux sources données intégrées dans le calcul de ces deux modèles de géοide et aux méthodes utilisées pour leurs déterminations.

#### IV. 2 Données GPS / Nivellement :

Dans cette étude, 114 stations GPS nivelées ont été utilisées parmi lesquels une dizaine de points font parti du réseau de nivellement de premier ordre. Tous ces points sont situés au nord de l'Algérie dont la plupart sont proches de la station d'Arzew. Cependant, et afin de rendre possible l'estimation de l'ondulation du géοide en ces points, toutes ces stations ont été connectées au réseau national de nivellement NGA à travers le nivellement traditionnel. La distribution géographique des stations GPS nivelées est représentée sur la figure 2.

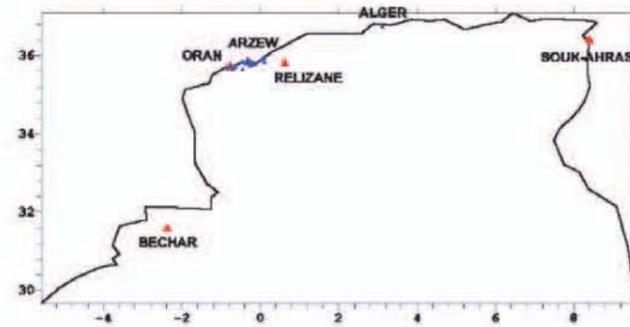


Fig 2 : Répartition géographique des points GPS nivelés (▲ : point d'appui, △ : point de contrôle).

#### V. Comparaison des modèles de Géοide avec les données GPS / Nivellement :

Parmi ces 114 stations, cinq points bien distribués (voir Figure 2), ont été choisis comme points d'appuis tout en assurant la meilleure configuration possible parmi les données disponibles, tandis que le reste a été utilisé pour évaluer la précision réelle de l'adaptation des deux modèles de géοide aux données GPS/nivellement. La table 1 regroupe les statistiques des différences aux points d'appui entre les hauteurs du géοide prédites à partir des deux modèles de géοide en utilisant une interpolation bilinéaire implementée dans le programme GEOIP du logiciel GRAVSOFIT (Tscherning, 1994) et les ondulations du géοide obtenues par collocation GPS/Nivellement.

L'analyse des statistiques montre l'existence des écarts importants d'ordre métrique, supérieurs aux précisions à la fois du GPS / nivellement et interne du géοide gravimétrique. Ces écarts sont trop importants pour permettre d'utiliser directement ces modèles pour des applications géοdésiques et topographiques.

L'origine de ces écarts est diverse. Elle est due à la différence des origines des deux systèmes de référence qui ne sont pas toujours bien connues, à la réalisation du 0 du nivellement par un marégraphe qui ne permet pas de garantir que ce 0 est sur un modèle de géοide donné, aux erreurs systématiques et manques de données affectant la gravimétrie, et enfin aux effets troposphériques sur les mesures GPS produisant des erreurs corrélées sur la hauteur ellipsoïdale.

La distance de corrélation peut dépasser 20 km, en fonction des longueurs de base et du nombre de récepteurs. D'autres erreurs et fautes dans le réseau GPS ont des effets non corrélés.

	Moyenne	Min.	Max.	EMQ
QGALG2000	-0.965	-2.144	0.306	1.044
EANG1	-0.447	-1.854	1.552	1.322

**Table 1.** Résultats de comparaison avant ajustement entre les hauteurs du géoïde gravimétrique et les hauteurs déterminées par GPS / nivellement (en mètres).

Cependant, pour conserver la référence d'altitude NGA dans les opérations de nivellement par GPS, il a donc été nécessaire de basculer les deux modèles de géoïde pour les adapter aux hauteurs géoidales géométriques obtenues aux points GPS nivelés. Pour ce faire, on utilise une transformation de similitude à quatre paramètres (Trois translations et un facteur d'échelle) ou autre technique adéquate. Les valeurs de ces paramètres n'ayant pas de signification particulière. Pour autant que les points GPS nivelés soient de qualité, en nombre suffisant et bien répartis, les géoïdes gravimétriques ainsi adaptés peuvent être utilisés directement pour effectuer du nivellement par GPS.

Si on désigne par  $\zeta_{\text{GRAV}}$  la hauteur du quasi-géoïde gravimétrique au-dessus de son ellipsoïde de référence et par  $\zeta_{\text{GPS-Niv}}$  la hauteur obtenue par la combinaison des données GPS et nivellement, alors en chaque point d'appui de coordonnées  $(\lambda, \varphi)$ , l'écart peut être modélisé en utilisant une similitude spatiale à quatre paramètres explicitée par la formule suivante :

$$\zeta_{\text{GPS-Niv}} - \zeta_{\text{GRAV}} = X_0 + X_1 \cos(\varphi) \cos(\lambda) + X_2 \cos(\varphi) \sin(\lambda) + X_3 \sin(\varphi) + v_i \quad (1)$$

L'adaptation des deux surfaces a été réalisée par un programme nommé **ADJ\_GLG** élaboré au niveau de la division de la Géodésie du CNTS et qui met en application la méthodologie développée par le professeur Sideris de l'université de Calgary relative à l'ajustement combiné des réseaux de GPS, nivellement et géoïde par l'approche de Collocation (Kotsakis & al., 1999). Les statistiques des écarts après adaptation sont résumées dans la table 2 et montrent que le modèle de géoïde **QGALG2000** ajuste d'une façon optimale les données GPS/nivellement intégrées dans cette comparaison. On constate qu'après correction par la surface définie par la relation (1), le quasi-géoïde **QGALG2000** présente un écart quadratique moyen aux points d'appui du NGA de 7.5 cm contre 20.6 cm pour EANG1.

	Moyenne	Min.	Max.	EMQ
QGALG2000	0.000	-0.043	0.059	0.075
EANG1	0.000	-0.120	0.162	0.206

**Table 2.** Résultats de comparaison après ajustement entre les hauteurs du géoïde gravimétrique et les hauteurs déterminées par GPS / nivellement (en mètres).

Cependant, l'écart quadratique moyen obtenu signifie uniquement que l'ajustement est optimum au sens des moindres carrés entre les hauteurs du géoïde gravimétrique et celles obtenues par la collocation GPS / Nivellement et ne laisse à aucun cas penser que les altitudes orthométriques peuvent être déduites des observations GPS avec une précision de 7.5 cm.

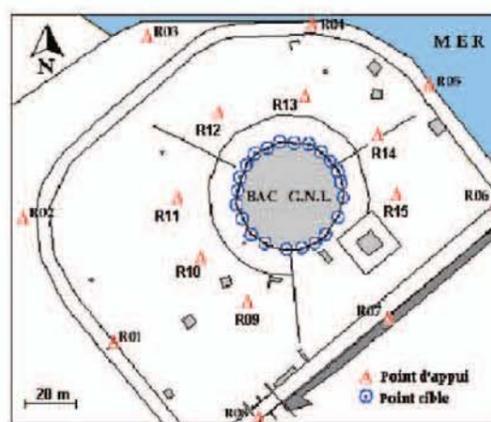
A cet effet, et afin d'évaluer la précision réelle de l'ajustement, les altitudes orthométriques observées de 109 points de contrôle ont été comparées avec leurs homologues ajustées ; dérivées à partir de la combinaison des ondulations corrigées du modèle optimal en l'occurrence **QGALG2000** et les altitudes ellipsoïdiques en utilisant les valeurs des paramètres d'ajustement calculés précédemment. Les statistiques des ces écarts sont résumées dans la table 3. L'analyse de ces statistiques montre, qu'on faisant abstraction des valeurs extrêmes, des forts pourcentages (plus de 89%) des écarts se trouvent situer dans l'intervalle [-5 à +5] cm.

Moyenne	Min.	Max.	EMQ
0.009	-0.167	0.499	0.075

**Table 3.** Statistiques des écarts aux points de contrôle.

## VI. Auscultation par GPS d'un bac de stockage :

Motivé par la précision obtenue et par les avantages du point de vue scientifique et économique offerts par le GPS, nous avons cherché à tester si la méthodologie adoptée, dans le cadre de ce travail, pourra être utilisée pour l'auscultation altimétrique d'un bac de stockage situé à 40 km de la ville d'Oran. Ce réservoir en sol gelé du terminal méthanier du complexe SONATRACH GL4/Z d'Arzew construit en 1965 est le seul bac de stockage souterrain toujours en exploitation dans le monde (Gourine, 1999).



**Fig. 3 :** Réseau d'auscultation du bac de GNL en sol gelé (GL4/Z - Arzew).

La caractéristique principale de ce type de stockage est l'absence d'isolation et de barrière d'étanchéité sur les parois verticales et le fond. Seul le gel de l'eau contenue dans le sol assure son imperméabilité. Ce type de stockage ne peut être réchauffé sans se détruire.

L'auscultation du bac de stockage a été réalisée en suivant les étapes suivantes :

Dans une première étape, nous avons commencé par l'établissement d'un réseau d'auscultation composé de 15 points d'appuis (bornes en béton) éloignés de quelques dizaines de mètres du bac et de 42 points cibles (plaques en aluminium) répartis sur l'ossature du bac. Pour le voisinage immédiat, des repères en béton, en nombre de 57, ont été construits et implantés sur le terrain selon des profils en long (Voir Figure 3).

Ensuite une campagne d'observation GPS en modes statique pour le réseau d'appui et statique rapide pour les points cibles utilisant des récepteurs bi-fréquences ASHTECH Z12 disponibles à la Division de Géodésie, a été effectuée. Elle est composée de plusieurs sessions d'observations et chaque session d'observations comprend au minimum 03 stations. Le taux d'échantillonnage des observations est de 20 secondes et la durée de chaque session d'observation est comprise entre 15 et 45 minutes. Les traitements des différentes lignes de base ont été exécutés par le logiciel WIN PRISM en utilisant des éphémérides précises. La précision obtenue sur les coordonnées des points du réseau d'auscultation est millimétrique.

Parallèlement à cette campagne d'observation GPS, nous avons procédé au nivellement de l'ensemble des points constituant le réseau. Ces points ont été rattachés par la suite au réseau national de nivellement de premier ordre.

La table 4 regroupe les écarts sur les points d'appuis entre les altitudes orthométriques observées par le nivellement de précision et celles calculées à partir de la combinaison des données GPS et du modèle du quasi-géοide **QGALG2000** ajusté. Les statistiques des écarts sont résumées dans la table 5. L'analyse de ces statistiques permet de conclure que les altitudes orthométriques sur les points d'appuis peuvent être déduites des observations GPS avec une précision mieux que de 2 cm, et elle est de 3 cm en moyenne sur les autres points du réseau. A noter que, hormis les points d'appui, le niveau d'Ingénieur a été utilisé pour niveler le reste des points du réseau d'auscultation.

Point d'appui	H_Observé (m)	H_Calculé (m)	Différence(m)
R01	2.977	2.972	-0.005
R02	2.930	2.924	-0.006
R03	4.275	4.265	-0.010
R04	4.490	4.482	-0.008
R05	4.277	4.274	-0.003
R06	3.105	3.102	-0.003
R07	2.770	2.758	-0.012
R08	3.963	3.961	-0.002
R09	2.727	2.725	-0.002
R10	3.366	3.360	-0.006
R11	3.848	3.855	.007
R12	3.553	3.557	.004
R13	4.315	4.312	-0.003
R14	3.235	3.236	.001
R15	4.284	4.286	.002

**Table 4.** Ecart entre les altitudes observées et celles calculées aux points d'appuis.

Moyenne	Min.	Max.	EMQ
-0.003	-0.012	0.007	0.006

**Table 5.** Statistiques en mètre des différences aux points d'appuis.

## VII. Conclusion :

Les valeurs obtenues dans cette étude reposent encore sur un échantillon trop restreint pour tirer des conclusions catégoriques. Néanmoins, les résultats assez prometteurs montrent que la méthode GPS offre la possibilité de déterminer des altitudes avec une qualité se rapprochant des exigences de la Mensuration Officielle si certaines conditions essentielles sont respectées sur la planification, la durée des mesures,

le mode de post-traitement et la topographie de la région concernée.

L'objectif principal de ce travail était d'évaluer avec quelle précision on pourra transformer une altitude ellipsoïdique, purement géométrique, en altitude orthométrique dans la partie nord de l'Algérie ?. Cette étude a démontré clairement que l'utilisation conjointe des mesures GPS et du modèle de géοide **QGALG2000** est capable de fournir des altitudes orthométrique avec une précision acceptable mais jamais assez bonne pour concurrencer le nivellement de précision ni même suffisant pour servir de contrôle indépendant et que cette alternative reste le seul moyen à envisager pour couvrir, dans un avenir proche, l'ensemble de territoire national en repère de nivellement compte tenu de l'état actuel du réseau national.

En outre, la comparaison des ondulations du géοide prédites à partir des modèles de géοide **QGALG2000** et **EANG1** avec celles obtenues par colocation GPS/Nivellement a fourni, après adaptation en utilisant le modèle de transformation spatiale à quatre paramètres, des EMQ de 7.5 et 20.6 cm respectivement, et prouve que le modèle **QGALG2000** ajuste d'une façon optimale les données GPS/nivellement et ceci malgré l'imperfection des données de gravité et la qualité des modèles numériques de terrain (MNT) intégrés dans sa détermination.

Enfin, les résultats obtenus restent tributaires de la qualité et de la densité des données utilisées, particulièrement les données GPS nivelés dont leur configuration actuelle constitue un handicap majeur qui ne permettra pas de généraliser la précision obtenue sur toute la partie nord du pays.

## VIII. Remerciements :

L'auteur tient à remercier le Prof. C. C. Tscherning (secrétaire général de l'A.I.G.) et le Prof. R. Forsberg de l'université de Copenhague pour lui avoir fourni le logiciel GRAVSOFT, et les Professeurs G. Balmino et J.P. Barriot (Directeur du B.G.I.) pour avoir mis, respectivement, à ma disposition les données gravimétriques sur l'Algérie et la grille du modèle de géοide sur la Méditerranée occidentale (EANG1).

## XI. Références bibliographiques :

- [1] **Barriot J. P. (1987)** : La détermination du géοide par altimétrie océanique et gravimétrie. Thèse de Doctorat. Université des sciences et techniques du Languedoc.
- [2] **Ben Ahmed Daho S. A., Fairhead J. D., Kahlouche S., Zeggai A. (2003)** : Accuracy assessment of the available geoid models in Algeria. G1. Open session on geodesy – EGS-AGU-EUG Joint Assembly – Nice - du 06 au 11 Avril 2003.
- [3] **Ben Ahmed Daho S. A., Zeggai A. (2002)** : A new computation of quasi-geoid from gravity and GPS/Levelling data in Algeria. – G11. Regional and local gravity field modelling – EGS General Assembly – Nice - du 21 au 26 Avril 2002.
- [4] **Ben Ahmed Daho S. A. (2000)** : The new gravimetric geoid in Algeria. IGeS Bulletin N°10 – ISSN 1128-3955 – [pp 85-90].
- [5] **Dursun Z., S., Abdullah Y. Stig-Coran M. (2002)** : Orthometric height derivation from GPS observations. FIG XXII International congress – Washington, D. C. USA, April 19-26 2002.

[6] **Gourine B., Ghezali B., Taibi H., Sahel C. (1999)** : Surveillance des sites industriels par technique GPS : Cas du bac de stockage de GNL (GL4/Z - Arzew). Poster présenté au 2ème symposium biennal de l'Association de l'industrie du Gaz – Alger.

[7] **Kotsakis C., Sideris M. (1999)** : on the adjustment of combined GPS/levelling/geoid networks. *Journal of Geodesy* 73: 412-421.

[8] **Rapp R. H., Sanso F. (1995)** : Determination of the geoid present and future. *International Association of Geodesy symposia*, N° 106.

[9] **Stig-Coran M. (2002)** : Height Determination by GPS – Accuracy with respect to different geoid models in Sweden. FIG XXII International congress – Washington, D. C. USA, April 19-26 2002.

[10] **Tscherning C.C. (1994)** : Geoid determination by Least Squares Collocation using GRAVSOFT. Lecture notes for the international school for the determination and use of the geoid, Milano.

[11] **Vergos G. S., Sideris M. G. (2002)** : Evaluation of Geoid models and validation of Geoid and GPS/Levelling undulations in Canada. *IGeS Bulletin* N°12.

[12] **Wenzel G. (1999)** : Global models of the gravity field of high and ultra-high resolution. Lecture notes for the international school for the determination and use of the geoid, Milan, February 15-19, 1999.

# APPORT DE LA MORPHO – GEOLOGIE DANS LA CONNAISSANCE DE LA NEOTECTONIQUE ET DU RISQUE SISMIQUE DANS LA REGION DE CONSTANTINE

Par Chaouki BENABBAS

Laboratoire « Géologie et Environnement »  
Département des sciences de la terre, Université de Constantine  
E-mail : chaoukibenabbas@caramail.com

## ملخص :

ينتمي التل القسنطيني إلى السلسلة الألبية لشمال أفريقيا التي تتميز بجيولوجية جد معقدة و لقد لعبت التكتونية الألبية دورا كبيرا و مميزا في تاريخ التطور الجيولوجي للمنطقة المكونة من أغشية تكتونية وانكسارات عكسية واسعة الانتشار. و مع ذلك فان معظم مواقع التل القسنطيني غير مصنفة كمناطق نشطة أو مناطق خطر مرتبطة بالنشاطات الزلزالية لان المقاربة الكلاسيكية تعتمد أساسا على التاريخ الزلزالي في تقييم و تحديد الأخطار. و لأن التدوين العلمي للتاريخ الزلزالي للتل القسنطيني كل شمال أفريقيا يبقى ضعيفا فإنه يستوجب علينا البحث عن مقاربة أخرى تعتمد على دراسة عناصر طبيعية أخرى. إن أهداف هذه الدراسة هي تحديد و وصف للفوالق و البنيات النشطة التي بإمكانها إعطاء زلازل عنيفة وذلك بفضل دراسة مفصلة لكل الآثار التي تركتها الزلازل القديمة ( الغير مصنفة تاريخيا ) على السطح.

## Résumé :

La région de Constantine n'est pas classée comme zone active ou zone à risque, car la démarche classique se base essentiellement sur l'histoire sismique dans les évaluations « d'aléa ».

Cependant, ceci pourrait être justifié si l'échantillon de séismes historiquement recensés dans la région est réellement représentatif de son activité sismique par la période de temps considérée, ce qui n'est pas le cas pour le Constantinois.

Les objectifs de cette étude sont de repérer des failles actives susceptibles de produire des séismes destructeurs par l'étude des traces et empreintes laissées dans le paysage.

**Mots clés :** Morphogéologie, Néotectonique, Failles actives, Risques sismiques, Algérie nord orientale.

## Abstract :

The area of Constantine is not classified like active zone or risk zone, because the classical step is based primarily on the seismic history in the evaluations "of risk". However, this could be justified if the sample of historically seisms listed in the area is really representative of its seismic activity by the period of time considered, which is not the case for the constantinois. The objectives of this study are to locate active faults likely to produce destroying seisms by the study of the traces and prints left in the landscape.

## I. Introduction

La grande majorité des travaux géologiques antérieurs présente l'inconvénient d'être lacunaires concernant la tectonique récente et actuelle de la région de Constantine, aussi la pauvreté des documents géocartographiques et l'absence de travaux sur les formations superficielles ne facilitent guère l'évaluation du risque sismique et l'inventaire des structures actives.

L'approche proposée se base sur l'étude et l'analyse des particularités et anomalies morphologiques et géologiques.

C'est une méthode rapide permettant de faire le bilan et la caractérisation des structures actives susceptibles de présenter des risques lors d'un séisme.

## II. Cadre géologique

La région de Constantine qui appartient à la chaîne alpine d'Afrique du Nord ( Maghrébides ) a connu une histoire géologique extrêmement complexe, elle est formée par un empilement de nappes et de chevauchements de grande envergure. L'âge de ces nappes va du Crétacé au Miocène inférieur, les formations post nappes sont formées par une puissante série continentale de conglomérats et d'argile sableuse.

## III. Photo-interpretation et analyse structurale

Le but de cette étude, a consisté au départ à l'établissement de la carte morphostructurale de la feuille de Constantine au 1/50 000 sur la base de l'analyse des cartes topographiques et géologiques, ainsi que du déchiffrement des photographies aériennes (échelles 1/20 000 et 1/40 000) qui ont été systématiquement exploitées en relief.

### III.1 Les données morphologiques

#### - Les mouvements de masse :

Ces formes occupent d'importantes surfaces sur toute la carte morphostructurale de Constantine (Benabbas C et al 2001), mais c'est dans sa partie méridionale et occidentale que leur concentration reste importante.

Les déplacements de ces masses le long d'une surface dépend de plusieurs facteurs tel que : topographie, lithologie et teneur en eau. Le contexte structural semble limiter et/ou contrôler ces mouvements de masse. Ces corps qui sont souvent anciens sont réactivés par le jeu récent de failles qui déstabilisent les versants.

On observe plusieurs zones instables, leur répartition spatiale d'Est en Ouest et du Nord au Sud est la suivante :

- Au niveau du versant NW de Djebel Bergli on note une série de glissements de dimensions relativement moyennes (ils seraient contrôlés par des accidents de direction NW-SE et NE-SW).

- Au Sud immédiat de l'Oasis du Hamma, s'observent deux zones instables (Contrôlées elles aussi par des accidents de direction NW-SE et NE-SW).

Près de Oued M'gharouel, on observe des versants à solifluxion qui montrent une prédisposition à évoluer en glissements actifs et présentant des risques pour la cité Boussouf.

Le versant Nord du Djebel Nougra est limité par une série de zones instables ( le haut degré de fracturation de ce massif aurait très probablement contribué à la mise en place de ces phénomènes )

- Une importante paléo-coulée couvrant une superficie d'environ 1,04 km<sup>2</sup> vient se mettre en place sur le versant NW du Djebel Zouaoui ( apparemment contrôlée par deux accidents de direction : NW-SE ).

- Au SE de Kef En Nsour, nous remarquons deux versants instables de tailles relativement moyennes ( ces deux versants sont traversés par deux grandes failles de direction NE-SW ).

- Au SW de Djebel Nougra, d'autres zones instables s'observent, elle sont de dimensions réduites ( certaines sont en relation avec un accident probable de direction N-S ).

- Au Nord de Ain Barbara, deux zones de glissements couvrent une importante surface ( limitée par des accidents de direction: NE-SW ).

- Dans la partie nord orientale du Djebel Akral, on remarque une paléo-coulée faisant 0,48 km<sup>2</sup> ( limitée par deux accidents de direction : NW-SE ) ; à l'Est de cette dernière deux zones instables s'observent ( l'une d'entre elle est bordée par un accident de direction : N-S, l'autre par un accident NE-SW ).

- Des glissement se localisent au Nord immédiat de Ain Mtouane , ils couvrent une superficie d'environ 3 km<sup>2</sup> ( une faille semble les traverser, elle est de direction NW-SE ).

- A l'Ouest de Douar Baba Ali, deux versants instables (limités par des accidents de directions : NW –SE et NE-SW ).

- Au Kef Bonano, une importante paléo- coulée atteignant une dimension de 1,04 km<sup>2</sup>.

*Tous ces mouvements de masse semblent, dans la plupart des cas être contrôlés par un réseau de failles.*

#### - Eboulements, éboulis et coulées à blocs :

Le détachement de blocs et leurs chutes sur les versants sont souvent provoqués par des déformations néotectoniques qui s'exercent sur les escarpements raides, ces blocs dévalent les versants jusqu'à l'adoucissement de leurs pentes ou ils s'arrêtent.

Les éboulis ont été rencontrés à l'Est et à l'Ouest de Ain Mtouane ; au Kef Banano ; à l'Ouest de Ain Mzaoura et au Sud de l'oasis du Hamma. Les coulées à blocs, quant à elles n'ont été rencontrées que dans la partie nord-orientale de Djebel Akral.

#### - Les formes karstiques :

Le rocher de Constantine présente une Karstification très développée, par ailleurs nous remarquons une grande concentration de dolines au niveau de Djebel Aougueb et au Sud de Ain Barbara, disposées de façon chaotique, sans doute en relation avec le grand degré de fissuration .

#### - Le réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique a subi une désorganisation importante liée aux mouvements tectoniques récents.

### III.2 L'analyse structurale

La carte morphostructurale de la région de Constantine ( Benabbas C et al 2001), laisse apparaître un système complexe de fractures, qui se regroupent en quatre grandes familles directionnelles.

- **La famille E-W** : elle est présentée pratiquement partout et se distingue par une extension (étendue) le plus souvent supérieure à 1 Km. La plupart des accidents E-W présentent une cinématique décrochante ( dextre). Le massif du Djebel Akral est limité par un grand accident E-W. La nature néoactive de cette famille est confirmée par plusieurs arguments ou révélateurs. En effet, tout segment d'oued ou ravin traversé par ces accidents présente des perturbations (angularités-changements brutaux dans les directions); exemples : Oued Mekraoud, Oued El Maleh, Oued Rhumel ...

Par ailleurs à l'Est immédiat de notre terrain, une dislocation affecte la crête de Bordj Ben Terzi, elle serait d'origine sismique.

Dans sa thèse soutenue en 1992, Coiffait P.E attribue à cette famille un grand rôle dans la mise en place du horst du rocher de Sidi M'Cid, il associe les plis E-W du sud de Constantine à un épisode compressif N-S ( N 170° ).

- **La famille N-S** : La majorité des accidents N-S semblent présenter une allure en relais, ces accidents sont parfois perturbés par d'autres familles directionnelles .

La majorité des accidents N-S présente des mouvements coulissants sénestres. Les calcaires lacustres du Quaternaire ancien de Bekeira sont affectés par des accidents de direction N-S. La carrière d'Onyx ( à l'Est de Ain S'Mara) exploite un remplissage d'une faille de direction N-S séparant des calcaires crétacés et des terrains pliocènes.

- **La famille NE-SW** : Les accidents appartenant à cette famille sont bien représentés dans la partie centrale de la région et on remarque deux structures intéressantes :

- un faisceau d'accidents parallèles longe l'ensemble du Djebel Aougueb-Zouaoui et va au moins jusqu'au Djebel Bergli, ce faisceau est directement lié à la mise en place de l'ensemble du massif Chettaba, ainsi qu'à l'apparition du Trias, l'extension de cette structure serait régionale.

- Un autre faisceau s'observe plus à l'Ouest et va du versant méridional du Djebel Akral jusqu'au Djebel Kheneg en passant par Kef En Nsour, il semble décaler un accident E-W et son mouvement serait sénestre.

A noter que la fossé Plio-Quaternaire du Chettaba (zone comprise entre le massif du Chettaba et Djebel Felten) est délimitée par des failles normales NE-SW et seraient dues à une distension N150°-N140°E.

- **La famille NW-SE** : Les accidents appartenant à cette famille sont très visibles au niveau des escarpements des massifs calcaires ( Djebel Akral – Aougueb – Zouaoui – Bergli-Salah ) ou la cinématique est toujours dextre.

### III.3 Exemples de structures morpho-géologiques particulières et indices de néotectonique

#### - le rocher :

La forme géométrique du rocher au niveau de la vieille ville attire le regard du photo-interprète, les limites sont nettes, le losange ressort parfaitement. Lors de nos sorties sur terrain, nous avons observé des failles et des diaclases difficiles à déchiffrer sur photos aériennes.

Notre travail sur le terrain a consisté en une identification et une caractérisation de certaines structures tectoniques rencontrées. Parmi ces structures, certaines mériteraient plus d'attention à notre avis, car elles semblent importantes dans leurs ampleurs et leurs orientations ; on peut citer :

- La zone tectonisée de Sidi M'cid. Cette zone très perturbée, est fortement tectonisée. Large d'au moins 50 m. Elle présente un grand nombre de plans de failles décrochantes. E-W, probablement dextres, on y rencontre de nombreuses cavités karstifiées qui correspondent à la zone d'émergence de la source thermique qui alimente la piscine de Sidi M'cid, au niveau de laquelle les formations conglomératiques du Mio -Pliocène sont déformées et présentent un pendage assez important ( $>35^\circ$ ).

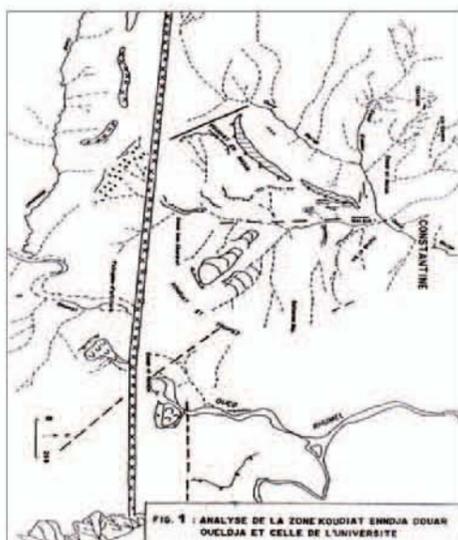
- sur la rive gauche du Rhumel, en contre bas de la rue Thiers ( Charaa), nous avons observé une faille à composante normale impressionnante, faille que nous avons pu suivre sur les photos aériennes et dont la direction est sensiblement N- S, sur terrain, nous avons constaté que les maisons construites en surface sont soit en ruine, soit elles présentent des fissures importantes, ce qui nous pousse à penser que cette faille serait active ; mais ceci reste une simple hypothèse qu'il faudrait argumenter.

**- la zone de "Coudiat En Nadja- Douar El Ouldja ( SW de Constantine ) (Fig. 1)"**

Cette zone qui comprend le site urbanisé de Boussouf présente un ensemble de particularités tel que :

- un grand accident déchiffré pour la première fois, et qui va du Douar El Ouldja, jusqu'à Mechta Kellouta en passant par la limite méridionale du Douar Ben Charet, son étendue dépasserait les 6,5 Km., sa direction générale est  $N 95^\circ E$ . Les arguments utilisés pour le déchiffrement de cette structure sont les suivants :

- \* Déformation des crêtes de part d'autre de cet accident et/ou disparition brutale de ces éléments du relief, à noter que ces crêtes représentent de bons niveaux repères ( niveaux gréseux ) .
- \* Changement brutal au niveau de Chaabet Habet au passage de l'accident .
- \* Surcreusement de toute la partie amont de cette Chaabet.
- \* Angularité impressionnante au niveau de Oued Rhumel vers l'Est.



**Fig. 1:** Analyse de la zone Koudiat Enndja Douar Ouldja et celle de l'Université

La continuité vers l'Est de cet accident est assez intéressante, en effet il semble s'arrêter au Sud de l'Université Mentouri ( Ain El Bey ), pour être repris en relais par une faille NE-SW, ce segment de faille est net sur photo-aérienne. Il limite les niveaux miocènes et les formations maestrichtiennes de Chaabet Errassas. Vers l'Ouest, on a pu suivre cette structure au moins jusqu'à l'ennoyage méridional de Djebel Kerker.

Nous pensons qu'une étude plus poussée de cet accident pourrait révéler d'intéressantes choses sur le double plan paléogéographique et tectonique.

**- La zone d'El Menia – Oued Ziad (Fig. 2)**

Au niveau d'El Menia ( zone à versants très instables ), un grand linéament d'origine tectonique et de direction NW - SE serait la cause principale de la déformation de la route d'El Menia; cet accident présente au moins une composante normale, son étendue est de 3,5 Km. Sa nature tectonique est évidente, elle a attiré notre attention car elle porte deux grands glissements actifs : glissement du Bardo et celui d'El Menia.

Un peu plus au Nord, Oued Ziad, un oued à débit peu important empreinte pour son écoulement un segment de faille, et si la composante horizontale de cette faille est difficile à déterminer, la composante verticale, elle est évidente. Par ailleurs, on y décèle plusieurs anomalies au niveau de cet accident, telles que :

- \* Changement brutal du cours de l'Oued, ce dernier qui a une direction NE- SW au Sud de Djebel Salah, prend brutalement une orientation E- W.
- \* Présence de mouvements de terrain au niveau de la rive droite ( solifluxion).
- \* Dans le segment E-W de Oued Ziad, la vallée devient étroite et présente d'importants surcreusements.
- \* La présence de replats structuraux sur la rive gauche légèrement inclinés vers l'Ouest .



**Fig. 2 :** Analyse de la zone d'El Menia - Oued Ziad

**- La Région de Bekeira (Fig. 3)**

Un escarpement de faille de direction N-S semble limiter Djebel Salah, le pied de cet escarpement est marqué par une rupture de pente correspondant à l'affleurement du miroir de faille, l'absence de régularisation indique soit que l'escarpement de faille est très récent soit que des rejeux tectoniques et l'instabilité sismique ont entravé l'établissement d'un profil d'équilibre .

Le plateau de Bekeira ( calcaires pliocènes) est traversé par un ensemble d'accidents de direction NW-SE; aux abords immédiats de ce plateau, d'intéressants phénomènes tectono – gravitaires sont visibles.



Fig. 3 : Analyse du plateau de Bekeira

**- L'accident de Oued Hamimine (Fig. 4)**

Cet accident non cartographié a été évoqué par plusieurs auteurs ( COIFFAIT P.E , BENABBAS C ), son étendue est de 03 Km. Une dénivellée de plus de 40 m, entre les deux rives décale le Pléistocène inférieur et moyen. Nous pensons que cette structure aurait un prolongement important vers le Sud, au moins jusqu'à Ouled Rahmoune en passant par Oued Boumerzoug, ou on note un coulisage sénestre dans les formations tertiaires le long du Boumerzoug.

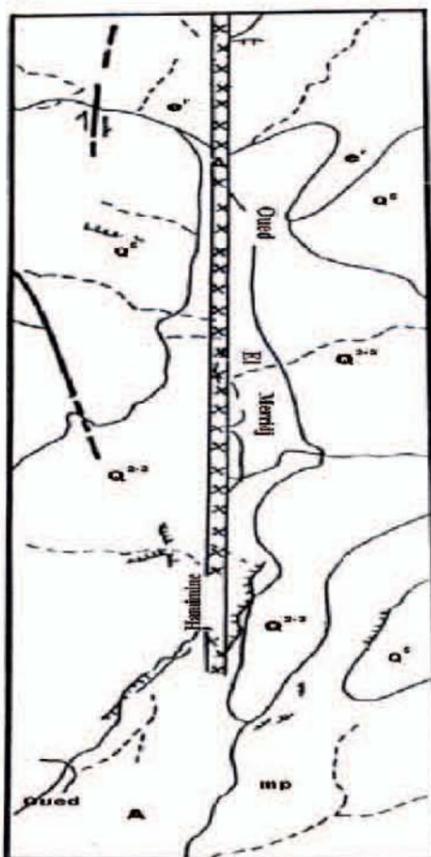


Fig. 4 : Analyse de la zone d'Oued Hamimine

0 A 250

**- L'accident de Oued kleb (Fig. 5)**

L'accident de Oued Kleb délimite des formations du Pléistocène ( rive droite ) et des formations priaboniennes ( rive gauche ). Cet accident qui passe dans l'oued n'est pas cartographié par contre une faille qui lui est parallèle figure sur la carte d'El Aria au 1/ 50 000<sup>ème</sup>

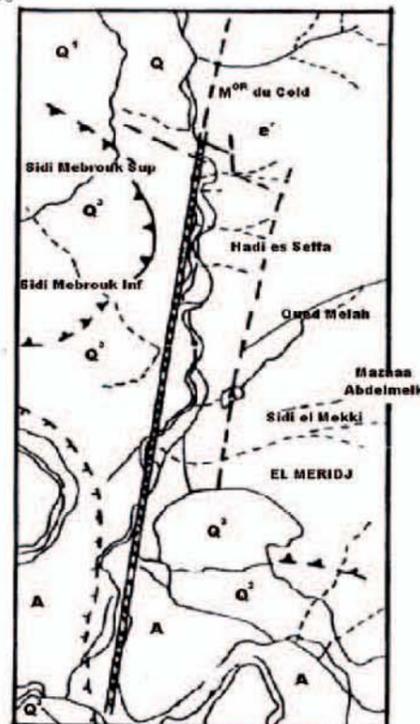


Fig. 5 : Analyse de la zone d'Oued el Kleb

0 A 250

**- La Dislocation de Bordj Ben Tarzi**

On distingue un drôle de cisaillement de direction E-W long de 1.7 Km, qui affecte la crête. Ce linéament jamais cartographié auparavant serait une dislocation d'origine sismique.. L'allure du réseau hydrographique de part et d'autre nous donne un aperçu sur la cinématique de cet accident qui serait une faille décrochante sénestre.

**- Région Est de Ain Mtuane (Fig. 6).**

La relation entre la répartition des accidents et l'instabilité des versants est évidente au niveau de la région située entre Ain Mtuane et Ain Mzouara, ou on remarque une grande concentration de fractures. D'énormes blocs dévalent les versants à partir des corniches.

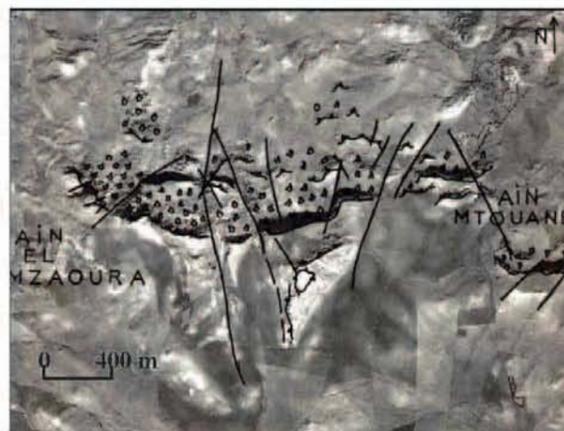


Fig. 6 : Région est de Ain Mtuane (instabilité des versants)

#### - Dislocation tectono-gravitaire de Kef En Nsour (Fig. 7)

Dans la région de Kef En Nsour, on a pu mettre en évidence une dislocation d'origine tectono-gravitaire, ou on note un détachement important d'une grande partie de la terminaison nord de Kef En Nsour, cette néo-structure est délimitée par deux grands accidents : l'un de direction N-S et l'autre de direction NW- SE.

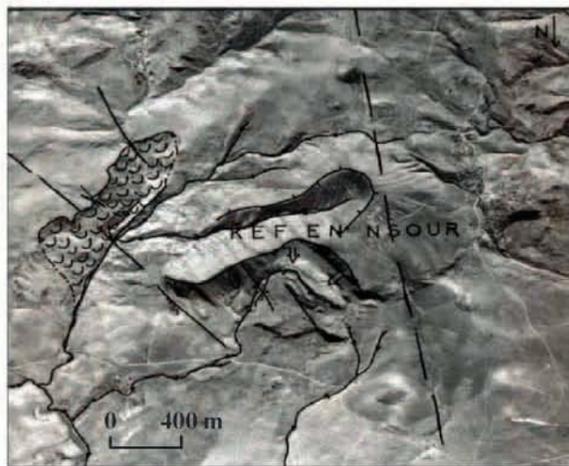


Fig.7 : Dislocation tectono-gravitaire de Kef En Nsour

#### IV. Conclusion

L'analyse des cartes topographiques, des différents levés géologiques, l'analyse morpho-structurale et photo-interprétation ainsi que les observations sur terrain montrent une multitude de particularités morpho géologiques au niveau de cette région qui nous amènent à penser que cette dernière a dû connaître des périodes d'activités tectoniques et sismiques assez importantes dans un passé récent pas très lointain.

Certaines failles ont visiblement gardé une activité sismique au Plio-Quaternaire et probablement jusqu'à la période actuelle si l'on juge par les traces et les empreintes laissées dans le paysage.

Ainsi la tectonique récente et actuelle se présente comme un facteur essentiel de la morphogénèse :

- Par la facilité qu'elle offre à la karstification.
- Par les faciès et modèles d'instabilité qu'elle engendre.
- Par la désorganisation du réseau hydrographique.

Au total, il ressort que la sismicité actuelle de la région de Constantine n'est pas un phénomène à part mais que le géologue, le géomorphologue et l'aménagiste doivent la considérer comme la manifestation actuelle de la néotectonique et de la prendre en considération dans les études d'aménagements et de prévention du risque sismique.

#### V. Références bibliographiques

- [1] - **ARRIS Y. (1994)**: Etude tectonique et micro tectonique des séries jurassiques et Plio-Quaternaires du constantinois centrale Algérie nord orientale; Thèse d'Université -Nancy (France)
- [2] - **BENABBAS C. AMIRECHE H (1998)**: Linéaments, néotectonique et glissements de terrain dans la région de Constantine . séminaire sur les glissements de terrain I.S.T 02-03 Novembre 1998 . Constantine.
- [3]- **BENABBAS C et AL (2001)**: Etude morpho structurale de la région de constantine. 1er séminaire sur la Géologie du grand Constantinois 06-07 Novembre 2001. Constantine.
- [4]- **COIFFAIT P.E (1992)**: Un bassin post nappe dans son cadre structural : L'exemple du bassin de Constantine (Algérie nord orientale) Thèse science, Nancy (France) .

# CONCEPTION ET REALISATION D'UN SYSTEME D'AIDE A LA DECISION POUR L'INTERVENTION OPERATIONNELLE EN MILIEU URBAIN

Par A. KESRAOUI, T. OULD ALI, H. TAKKA

SGT / Service Géographique et de Télédétection de l'ANP

## ملخص:

إن تدخل مصالح الأمن في الأوساط الحضرية يستلزم استعمال طرق، تقنيات و وسائل تحليل قوية لاتخاذ القرار الأفضل. طرق التحليل الكلاسيكية قد أظهرت محدوديتها في هذا المجال. من جهة أخرى، فإن البرامج المعلوماتية الخاصة بأنظمة الإعلام الجغرافي تقدم إمكانيات كبيرة في عملية معالجة الأنظمة الجغرافية و في اتخاذ القرار على المستوى العملي. غير أن هذا النوع من البرامج لا يزال ناقصا في المساعدة على اتخاذ القرار بالمستوى الإستراتيجي، مما يستلزم إثرائه بإدماج طرق جديدة لتطوير هذه البرامج نحو نظام تفاعلي للمساعدة في اتخاذ القرار بالمرجع الفضائي (S.I.A.D.R.S). مساهمتنا من خلال عرض هذا العمل تتمثل في اقتراح حلول تصورية لهذا الإدماج ووضع حيز التطبيق نظام S.I.A.D.R.S الموجه لتسيير تدخلات مصالح الأمن في الوسط الحضري.

## Résumé:

L'intervention des services de sécurité en milieu urbain nécessite l'utilisation de méthodes, de techniques et d'outils d'analyse puissants pour une meilleure prise de décision. Les méthodes d'analyse classiques ont montré leurs limites dans ce domaine. Par ailleurs, les logiciels S.I.G offrent d'énormes potentialités dans le traitement de l'information géographique et de prise de décision au niveau opérationnel. Cependant, ce type de logiciel reste incomplet dans l'aide à la décision de niveau stratégique, d'où la nécessité de son enrichissement par l'intégration de nouvelles méthodes pour faire évoluer ces logiciels vers un Système Interactif d'Aide à la Décision à Référence Spatiale (S.I.A.D.R.S). Notre contribution à travers ce travail consiste à proposer des solutions conceptuelles pour cette intégration et la mise en pratique d'un S.I.A.D.R.S destiné à la gestion des interventions des services de sécurité en milieu urbain.

**Mots clés :** Système d'information géographique, Système interactif d'aide à la décision à référence spatiale, Base de données urbaines, Intervention opérationnelle.

## Abstract:

The intervention of the security services in urban environment requires the use of methods, techniques and of powerful tools of analyses for a better decision-making. The classical methods of analysis showed their limits in this domain. Otherwise, the G.I.S software offers enormous potentialities in the processing of the geographical information and decision making to the operational level. However, this kind of software remains incomplete in help to the strategic level decision, hence the necessity of its enrichment by the integration of new methods to make evolve these software toward an Interactive System of help to the Decision with Spatial Reference (S.I.A.D.R.S). Our contribution through this work consists in proposing conceptual solutions for this integration and the setting in practice of an S.I.A.D.R.S intended to the management of the interventions of the security services in urban environment.

## I. Introduction :

L'intervention des services de sécurité dans le milieu urbain est d'une grande complexité, due essentiellement aux fortes densités de population et du tissu urbain, notamment dans les quartiers populaires caractérisés par des fléaux sociaux tels que le chômage et la délinquance. Les interventions des services de sécurité dans ce type de milieu pour la lutte contre le crime (trafic des stupéfiants, vol, agressions, etc.) sont très fréquentes. Une meilleure intervention nécessite des outils d'aide à la décision, basée sur trois aspects :

1- La cartographie, qui est d'un grand apport pour les services de sécurité. Elle fournit différentes sources d'informations à référence spatiale (plans de villes, photographies aériennes, etc.) qui permettent au responsable de l'unité opérationnelle d'établir une stratégie d'intervention et de prévention situationnelle, tout en cherchant à faire participer les autorités locales en vue d'une action concertée dans la zone d'intérêt.

2- L'analyse statistique des délits permet de dégager des modèles mathématiques de prévisions des lieux d'infraction afin de mieux gérer la prévention et la répression des actes, en exploitant les historiques des activités criminelles.

3- La recherche opérationnelle et les méthodes d'optimisation permettent de déterminer une meilleure répartition des troupes et un meilleur acheminement des moyens.

Les logiciels SIG actuels constituent un ensemble d'outils issus de ces trois disciplines (cartographie, statistiques, recherche opérationnelle) et peuvent être d'un grand apport pour les services de sécurité durant le processus de prise de décision pour des interventions efficaces en milieu urbain. Cependant, l'aide à la décision avec ce type de logiciels est privée d'une approche décisionnelle propre à ce cas d'application, d'où l'idée de développer le S.I.G en matière d'aide à la décision au niveau d'un S.I.A.D.R.S.

## II. Méthodologie :

La démarche consiste à mettre en place une base de données urbaine (B.D.U), dédiée à l'intervention opérationnelle, sous le logiciel S.I.G MapInfo. La base de données est de type relationnelle, conçue selon la méthode MERISE. Après implémentation de la B.D.U, on passe à la conception d'une logique de processus décisionnel sous la forme d'un Système Interactif d'Aide à la Décision S.I.A.D. La dernière étape est l'intégration du SIG et du S.I.A.D afin d'avoir un S.I.A.D.R.S (voir figure 1). Ce dernier sera présenté sous la forme d'un logiciel prototype, programmé en langage Visual Basic 6 et le langage de personnalisation de MapInfo, MapBasic, destiné aux gestionnaires de la sécurité en milieu urbain.

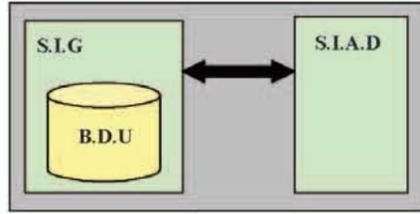


Fig1. Combinaison SIG et SIAD

## III. La base de données urbaine :

En milieu urbain, l'intervention des services de sécurité est basée sur quatre thèmes de renseignement principaux :

- 1- Thème routier : Représente le réseau routier avec ses infrastructures tels que les ponts, les tunnels, les passerelles, les carrefours, etc. Ce thème sera exploité à des différentes fins (l'acheminement des moyens, le blocage des issues, etc.)
- 2- Thème immobilier urbain : Représente les différentes zones d'activités, les différents îlots, l'ensemble des constructions, les infrastructures électriques et le réseau d'éclairage.
- 3- Thème des subdivisions administratives: Représente les limites de wilayas, daïras et communes et sert à délimiter les secteurs d'activité pour chaque unité d'intervention.
- 4- Thème criminalité: Représente l'ensemble des données descriptives, des statistiques et de l'historique des activités criminelles réparties géographiquement.

La conception de la B.D.U selon la méthode MERISE a dégagé le modèle conceptuel schématisé en figure 2. L'implémentation de la B.D.U est réalisée selon la méthodologie illustrée en figure 3

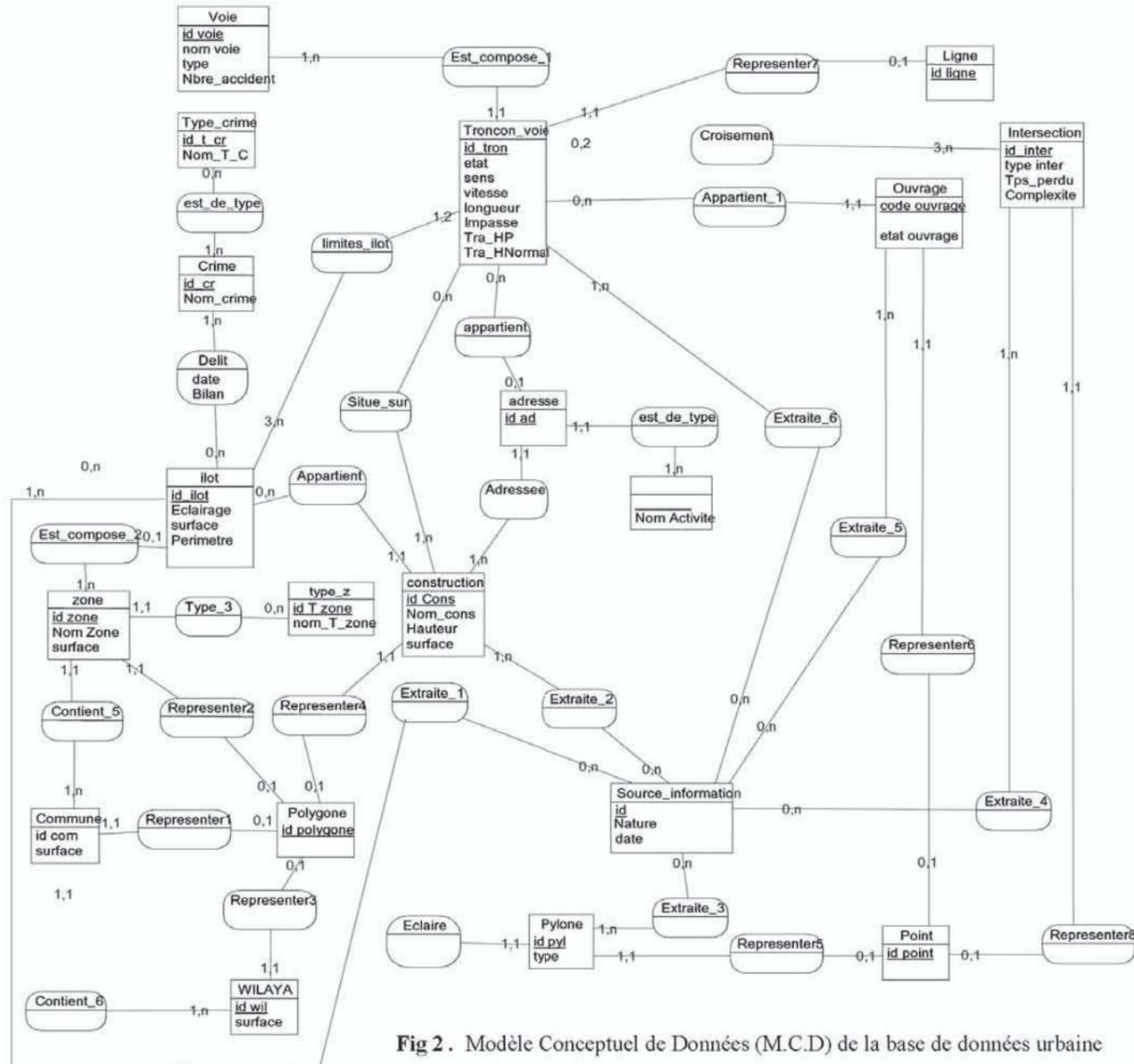


Fig 2. Modèle Conceptuel de Données (M.C.D) de la base de données urbaine

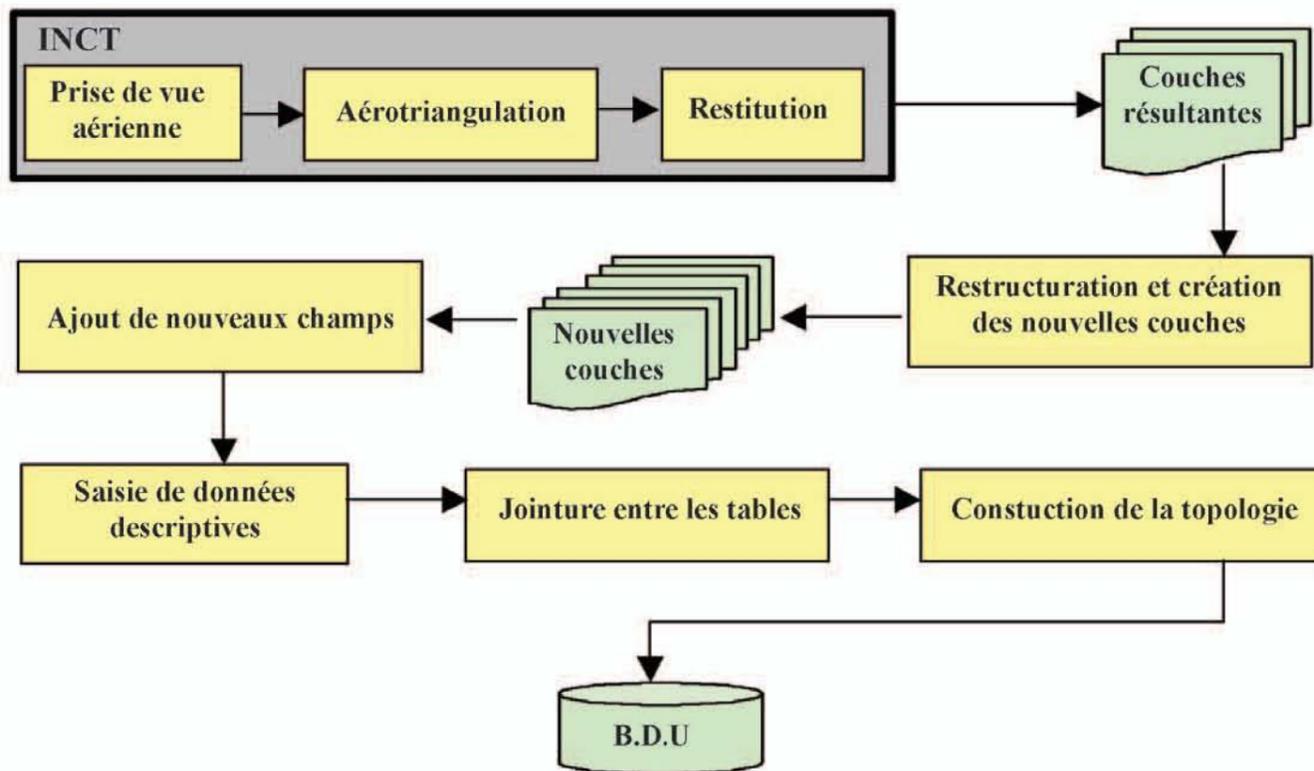


Fig 3 . Méthodologie de l'implémentation de la B.D.U

Les données utilisées sont des produits de l'Institut National de Cartographie et de Télédétection (I.N.C.T) issus de la prise de vue aérienne, de l'aérotriangulation et de la restitution. Ces données sont structurées en cinq couches qui représentent :

- 1- le réseau routier par des polygones ;
- 2- l'ensemble des édifices par des polygones ;
- 3- les détails linéaires (murs, trottoirs, etc.) par des lignes ;
- 4- les détails ponctuels (arbres isolés, lampadaires, etc.) par des points ;
- 5- la toponymie en texte.

Cette structuration est faite selon la nature géométrique des objets et non selon leur sémantique et la thématique qu'ils représentent.

Une nouvelle restructuration selon le M.C.D développé est imposée. Cette restructuration dégage huit couches :

- 1- les tronçons de voies;
- 2- les constructions;
- 3- les îlots;
- 4- les lampadaires et les poteaux électriques ;
- 5- les infrastructures routières (pont, tunnels, intersection, rond point, etc.) ;
- 6- les points adresses ;
- 7- les zones (commerciale, industrielle ou d'habitation) ;
- 8- les limites administratives.

Un autre aspect important dans l'implémentation des bases de données géographiques est la construction de la topologie. Elle sert à définir les relations géométriques entre les objets.

Lors du tracé des couches, les relations d'intersection et de voisinage ne sont pas visibles, ce qui engendre des erreurs dans les requêtes spatiales. Nous y remédions par:

- le rattachement entre tronçons ;
- le rajout des noeuds aux intersections ;
- la vérification de la continuité des polygones;
- la vérification de l'inclusion des constructions dans les îlots ;
- la vérification de l'inclusion des pylônes dans les îlots.

Une partie des données descriptives saisies dans la B.D.U est fictive.

#### IV. S.I.A.D.R.S:

Le S.I.A.D.R.S est un système composé d'un S.I.G et d'un S.I.A.D présenté comme une approche décisionnelle orientée vers l'utilisateur. Ces deux sous systèmes sont communicants et indépendants l'un de l'autre (voir figure 1). Le logiciel S.I.G aura comme fonction au sein du S.I.A.D.R.S de fournir les données spatiales au S.I.A.D, d'afficher les solutions et de les stocker dans la B.D.U. La logique du processus décisionnel est implémentée dans le S.I.A.D. Considéré comme le cerveau du S.I.A.D.R.S, il se charge de la structuration du problème, de l'exécution des algorithmes et de la visualisation des résultats. L'architecture du S.I.A.D.R.S dégage trois niveaux d'abstraction :

1. Niveau de données : regroupe toutes les données nécessaires au fonctionnement du système, qui sont stockées dans une base de données géographiques ;
2. Niveau de traitement : il est considéré comme le moteur du S.I.A.D.R.S. C'est à ce niveau que tous les traitements seront effectués ;
3. Niveau interfaces : C'est la partie visible du système qui fournit les outils nécessaires à son exploitation.

Le modèle d'intégration et de fonctionnement du S.I.A.D.R.S. est décrit dans la figure 4 :

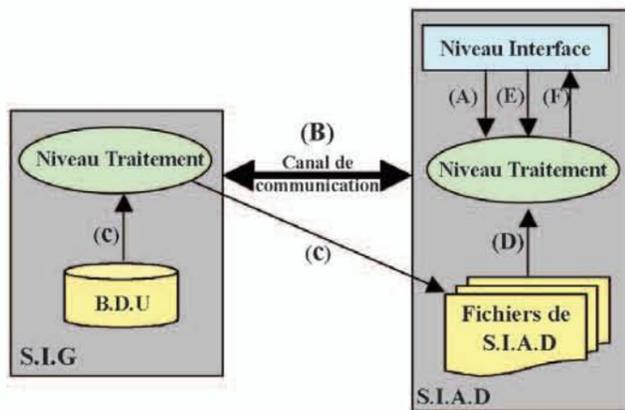


Fig 4. Fonctionnement du S.I.A.D.R.S

(A): L'utilisateur sélectionne les données qu'il souhaite exploiter à partir de l'interface du S.I.A.D. ;

(B): Le niveau traitement du S.I.A.D génère des requêtes et les transmet vers le niveau traitement du S.I.G via le canal de communication

(C): L'extraction et l'exportation vers un fichier du S.I.A.D seront faites par les fonctionnalités du logiciel S.I.G. ;

(D): Le niveau traitement du S.I.A.D accède à ce fichier pour récupérer les données et les structurer ;

(E): L'utilisateur, à travers l'interface du S.I.A.D, lance le scénario d'analyse associé au type d'intervention ;

(F): Les résultats sont transmis au « viewer » au niveau interface du S.I.A.D pour la visualisation.

Un ensemble de scénarios d'analyse destiné à l'intervention en milieu urbain sont implémentés sous format d'assistants. Parmi ces scénarios d'analyse on trouve :

- La localisation des objectifs : sert à localiser les bâtiments d'une manière précise et rapide (voir figure 5).
- L'analyse de voisinage : offre la possibilité de connaître les voisins d'un site d'objectif situé à l'intérieur d'un cercle de rayon donné (sites voisins mis en danger lors du désamorçage d'un engin explosif) (voir figure 6).
- L'analyse thématique : concerne quatre types d'analyse thématique qui sont les plus répandus en ville tels que le vol, l'assassinat, le trafic, l'usage de stupéfiants et les agressions.
- La recherche du meilleur chemin : sert à la recherche d'un meilleur itinéraire pour l'acheminement des forces et des moyens (voir figure 7).
- La gestion d'une visite officielle : sert à répartir le personnel d'intervention tout au long de l'itinéraire concerné par la visite d'une manière optimale.
- Gestion d'une manifestation : sert à la distribution rationnelle des forces de l'ordre lors de manifestations, en fonction des sites jugés sensibles.

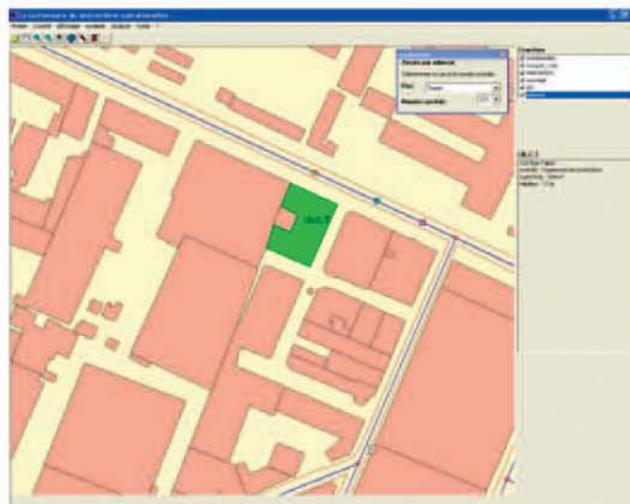


Fig 5. Localisation d'objectif

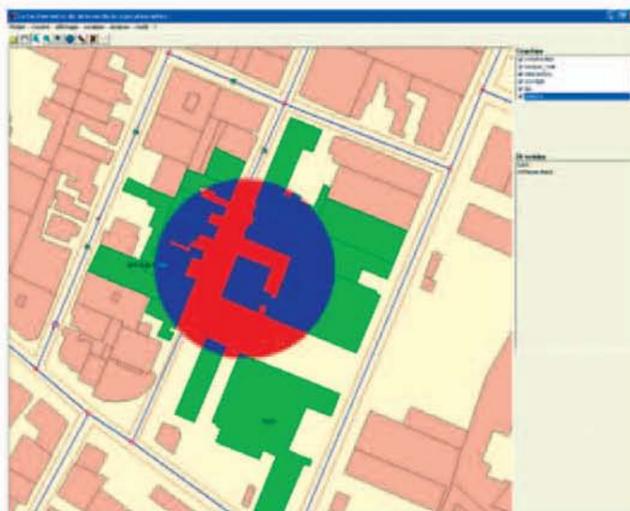


Fig 6. Voisins à 30 m

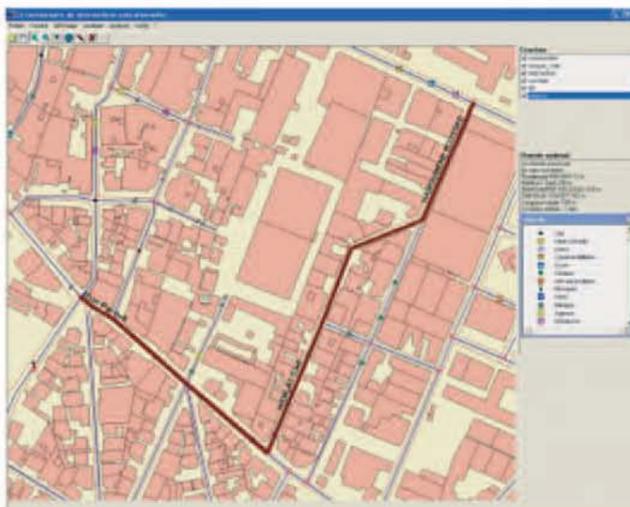


Fig 7. Meilleur chemin

## V. Conclusion :

Ce présent travail rentre dans le cadre de développement d'outils d'aide à la décision pour les services de sécurité opérant en milieu urbain, afin de rendre leurs interventions plus efficaces et rationnelles.

Les solutions proposées se présentent sous la forme d'un S.I.A.D.R.S qui constitue un outil puissant capable d'éclairer, d'orienter et d'assister le décideur durant la prise de décision. Dans ce travail, notre effort a porté sur la proposition de solutions conceptuelles d'une base de données géographiques urbaine et des solutions méthodologiques d'automatisation des différents traitements rencontrés durant le processus de prise de décision au niveau opérationnel et stratégique. Cet outil constitue un support appréciable aux différentes unités des services de sécurité intervenant en milieu urbain.

## VI. Références bibliographiques :

- [1] **ADMANE F., BENAMARA F., EL-MAOUEB A., DJEZZAR, (1999)** : « Conception et réalisation d'un système d'aide à la décision pour la gestion des ressources naturelles », RIST, Vol. 9 N°01, p11-24., CERIST, Alger.
- [2] **CHOLVY B., (1997)** : « Etude préalable à la mise en place d'un S.I.G ». Thèse de (P.H.D.), E.S.G.T.
- [3] **LAARIBI, (1995)** : « Systèmes d'information géographique et analyse multicritère. Intégration pour l'aide à la décision à référence spatiale », Thèse (P.H.D.), Département de géographie Université Laval, Québec.
- [4] **PEREZ P., (2002)** : « Un outil d'analyse et un outil d'intervention pour les forces de sécurité publique ». Séminaire ESRI.
- [5] **REYMOND H., CAUVIN C., KLEINSHMAGER R, (1998)** : « L'espace géographique des villes », Economica, France.
- [6] **TAKKA H., (2004)** : «Intégration des méthodes d'analyse multicritère dans un SIG : Application à la planification routière dans la wilaya d'Alger ». Thèse de mastère, C.R.A.S.T.E-L.F, Maroc.

**ملخص :**

في الوقت الحاضر، يتزايد الطلب على صور الأقمار الصناعية ذات الدقة العالية بحيث أصبح ممكنا إنجاز تطبيقات مختلفة. إلا أنه يصعب في بعض الأحيان الحصول على هذه الصور بالاقتران على استعمال آلات تصوير ذات دقة عالية على أساس CCD و قد يعود هذا للتكلفة الباهظة لهذه الآلات أو إلى تحديات بنوية في عملية تصميمها. في هذه الحالة، يمكن استعمال التقنيات الجد عالية الدقة للحصول على صورة ذات دقة عالية انطلاقا من سلسلة متتابعة من الصور المنخفضة الدقة، متفاوتة في الزمن و مأخوذة على نفس الصورة. تعرض هذه المنشورة مقارنة أخرى للدقة الجد عالية لصور الأقمار الصناعية معتمدة على وظائف Walsh. هذه المقاربة الجديدة، التي سبق عرضها بالنسبة لـ I-D في ملتقيات دولية أخرى، تعرض فوائد عديدة أي الصلابة ومدة الحساب القصيرة بعض التجارب الاختبارية تم عرضها في هذه المنشورة لتوضيح إنجازات هذه الطريقة الجديدة.

**Résumé :**

De nos jours, les images satellitaires à haute résolution sont de plus en plus demandées permettant ainsi des applications diverses. Cependant, il est parfois difficile d'obtenir ces images en utilisant seulement des caméras à haute résolution à base de CCD et ceci peut être dû au coût élevé de ces caméras ou bien à des limitations physiques dans leur conception. Dans ce cas, les techniques de Super-Résolution peuvent être utilisées pour obtenir une image haute résolution à partir d'une séquence d'images, à basse résolution, décalées dans le temps et prises sur la même scène. Cette publication présente une nouvelle approche pour la Super-Résolution d'images satellitaires basée sur les fonctions Walsh. Cette nouvelle approche, déjà présentée pour le cas 1-D dans d'autres rencontres internationales, présente plusieurs avantages à savoir robustesse et temps de calcul moindre. Quelques expériences expérimentales sont présentées dans cette publication pour illustrer les performances de cette nouvelle méthode.

**Abstract :**

Nowadays, the satellite images at high resolution are more and more requested thus permitting various applications. However, it is sometimes difficult to get these images while using only some cameras at high resolution to the basis of CCD and this can be due to the high cost of these cameras or to the physical limitations in their conception. In this case, the techniques of Super-Resolution can be used to get a high-resolution image from a sequence of images, to low resolution, baffled in the time and taken from the same scene. This publication presents a new approach for the Super-Resolution of satellite images based on the Walsh functions. This new approach, already presented for the 1-D case in other international meetings, presents several advantages as hardness and least calculation time. Some experimental experiences are presented in this publication to illustrate the performances of this new method.

**I. Historique**

Tsai et Huang [1] étaient les premiers à proposer une méthode pour la Super-Resolution d'images à partir d'une séquence d'images à basse résolution non bruitées. Les images utilisées étaient celles de Landsat qui capturerait des images de la même scène chaque 18 jours.

Cet algorithme fréquentiel, visait à estimer l'image haute résolution dans le domaine fréquentiel et basé sur les propriétés de la transformée de Fourier. Ur et Gross [2] assumaient que le modèle de la prise de vue est connu ainsi que le décalage entre les images. Après interpolation des images à basse résolution dans une grille supérieure, ces dernières sont contrastées avec un filtre de restauration. Peleg et co-auteurs [3] estimaient une image initiale et simulaient les images basse résolution. L'erreur entre les images simulées et les images réelles, qu'on minimise par itération, nous permet d'obtenir une meilleure estimation de l'image haute résolution. D'autres approches détaillées ont été proposées dans ce sens dans la littérature pour résoudre ce problème et qui peuvent être trouvées dans [4-10].

**II. Introduction**

Le problème concerné dans ce travail est la reconstruction d'une image haute résolution à partir d'une séquence d'images basse résolution décalées relativement entre elles. Dans un premier temps, nous assumons que les images ne sont pas bruitées. La Figure 1 schématise ce problème.

Les techniques de Super-Resolution peuvent être définies par une famille de méthodes pour la création d'image haute résolution à partir d'une séquence d'images décalées dans le temps sur une même scène. Ces images sont généralement prises à partir de points différents. Cet aspect d'amélioration de la résolution d'images, constitue sans doute un domaine attracteur vu les différentes applications qui peuvent se découler par la suite.

L'imagerie médicale, la surveillance et la reconnaissance des objets sont quelques exemples d'application de la Super-Resolution.

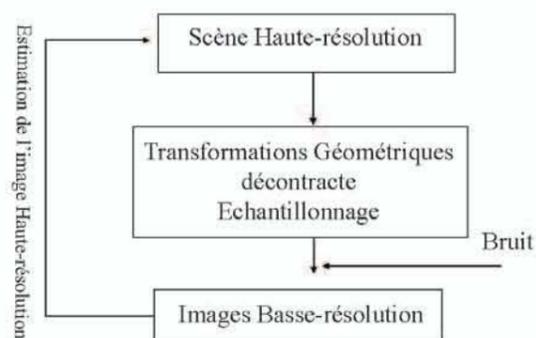


Fig. 1 : Le processus de Super-Resolution

La Super-Resolution est rendue possible grâce à l'information présente dans la séquence d'images basse résolution. Les détails perdus lors d'acquisition de l'image et l'effet du bruit, peuvent être retrouvés grâce à cette approche. La figure 2 montre le principe de la Super-Resolution pour le cas 1D.

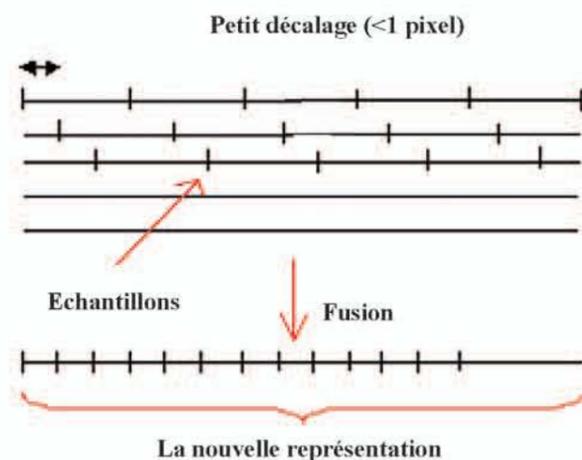


Fig. 2 . Principe de la Super-Resolution

Dans cette publication, un rappel du modèle mathématique déjà présenté dans ce sens [11,12], est présenté pour le cas 1D et qui sera généralisé pour les images 2D. Une expérience est présentée en utilisant des images satellitaires réelles. La dernière section présente la conclusion et les axes de recherche qui en découlent de ce travail.

### III. Description du modèle

Le problème discuté ici concerne la reconstruction d'une image à résolution améliorée à partir d'une séquence d'images décalées à l'ordre de sub-pixel. Cette nouvelle approche est basée sur la représentation d'un signal par la superposition de membres d'un ensemble de fonctions faciles à générer, dans notre cas, les fonctions orthogonales Walsh. Un des avantages de cette représentation est la facilité d'identifier n'importe quel composant et la facilité de générer ces fonctions. Les fonctions Walsh forment un ensemble ordonné d'ondulations prenant les amplitudes +1 et -1. Une définition détaillée de ces fonctions peut être trouvée dans [13]. La figure 3 présente un exemple des 16 premières fonctions de Walsh.

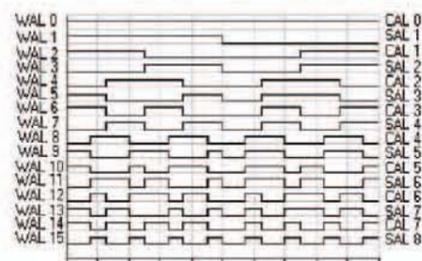


Fig 3 . 16 premières fonctions de Walsh

La scène originale  $f(x)$  représente l'image à grande résolution et nous définissons par  $P_M(f)$  la projection de l'image sur  $2^M$  pixels en utilisant les séquences  $W_0$ . Dans ce cas l'intensité d'un pixel  $n$  dans une image de résolution  $M$  est donnée par :

$$f^{(M,n)} = 2^M \int_{2^{-M}n}^{2^{-M}(n+1)} f(x) dx \quad (1)$$

Ceci peut être simplifié par :

$$f^{(M,n)} = 2^{M/2} \langle f, W_0^{(M,n)} \rangle \quad (2)$$

avec:

$$\langle f, W_0^{(M,n)} \rangle = \int_{2^{-M}n}^{2^{-M}(n+1)} f(x) W_0^{(M,n)} dx \quad (3)$$

Donc, la projection de  $f$  avec  $2^M$  pixels peut être définie par:

$$P_M(f) = 2^{-M/2} \sum_{n=0}^{2^M-1} f^{(M,n)} W_0^{(M,n)}(x) \quad (4)$$

Dans [11,12], il a été prouvé mathématiquement que la différence entre les deux projections est donnée par:

$$P_M(f) - P_{M-1}(f) = \sum_{n=0}^{2^M-1} \langle f, W_1^{(M-1,n)} \rangle W_1^{(M-1,n)}(x) \quad (5)$$

De l'autre côté, on a proposé dans la même référence une idée pour estimer les coefficients inconnus  $\langle f, W_1 \rangle$ . Si on désigne par  $f^{(M,n)}$ ,  $f^{(M,n)}$  et  $f^{(M,n)}$  les intensités respectivement du pixel  $n$ ,  $n+1$  de l'image de référence et le pixel  $n$  de l'image décalée, on a :

$$f_{\Delta}^{(M,n)} = 2^M C_0 f^{(M,n+s)} + 2^M C_1 \langle f, W_1^{(M,n+s)} \rangle + 2^M D_0 f^{(M,n+s+1)} \dots + 2^M D_1 \langle f, W_1^{(M,n+s+1)} \rangle$$

avec,

$$C_k = \int_{2^{-M}(n)}^{2^{-M}(n+1)} h_{\rho}^{(M,n)}(x) W_k^{(M,n)} dx \quad (6)$$

et,

$$D_k = \int_{2^{-M}(n)}^{2^{-M}(n+1)} h_{\rho}^{-(M,n)}(x) W_k^{(M,n)} dx \quad (7)$$

La reconstruction peut donc être faite ligne par ligne à partir de deux images décalées selon un seul axe en débutant la reconstruction du dernier pixel en procédant par récurrence. On note ici, que pour le cas du dernier pixel d'une ligne, nous assumons que l'image est constante et de ce fait la valeur de  $\langle f, W_i^{(M, I+1)} \rangle$  est nulle d'après la définition de  $W_i$ .

#### IV. Cas deux-dimensions

Le modèle 1D proposé dans cette approche peut être généralisé directement pour le cas d'images à deux dimensions. Dans ce cas, on définit l'intensité d'un pixel  $(i,j)$  dans une image de résolution  $2^{2M}$  par :

$$f^{(M,i,j)} = 2^{2M} \int_{2^{-M}(i)}^{2^{-M}(i+1)} \int_{2^{-M}(j)}^{2^{-M}(j+1)} f(x,y) dx dy \quad (8)$$

Afin de simplifier l'implémentation de cette approche et en analysant le modèle déjà proposé pour le cas 1D, on peut assumer que le 2D peut être considéré comme étant une combinaison de deux modèles 1D. Figure 4 présente schématiquement ce principe. Dans ce cas, la reconstruction d'une image de meilleure résolution à partir d'une séquence d'images décalées se fera suivant les deux axes  $x$  et  $y$  et s'effectue en deux étapes suivant chaque axe.

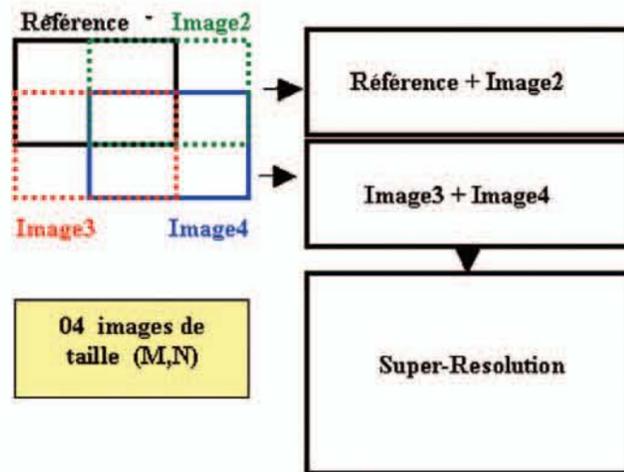


Fig 4 . Le processus de Super-Resolution pour le 2D

#### V. Expérimentation

Dans ce qui suit, une image, couvrant Istanbul, acquise par IKONOS de taille 383x423 a été utilisée pour dériver 04 images à résolution moindre (la moitié) décalées d'un demi pixel dans toutes les directions. Le facteur de sous-échantillonnage utilisé est de deux. Le vecteur de décalage utilisé est donc  $[(0,0), (0,5,0), (0,0,5), (0,5,0,5)]$  pour les images de basse résolution. Le résultat d'interpolation d'une des images à moindre résolution en utilisant l'interpolation bi-cubic est montrée dans la figure 5. Le résultat obtenu par la Super-Résolution est montré dans la figure 6. En comparant visuellement ces deux résultats, on peut voir que l'apport de la Super-Résolution est très clair grâce aux détails qu'on peut retrouver grâce à cette technique et qu'on a probablement perdu lors de l'acquisition de ces images.

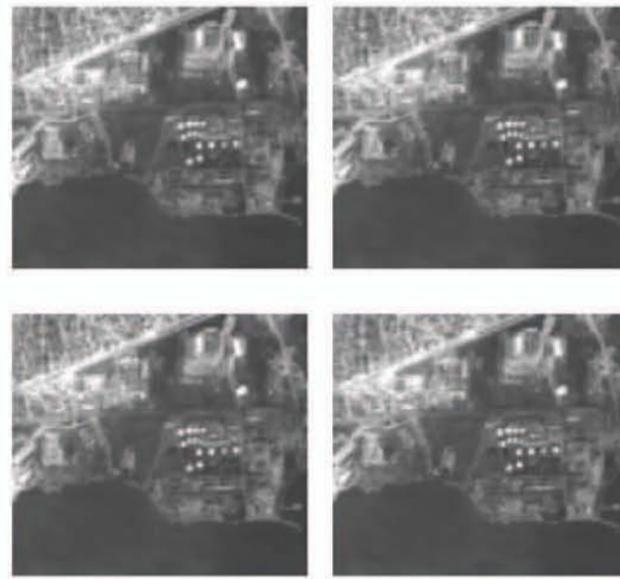


Fig 5 . Séquence d'images utilisée



Fig 6 . haut (résultat Bi-cubic, bas) résultat Super-Resolution

## VI. Conclusion

Dans ce travail, une généralisation de l'approche de Super-Resolution en utilisant les fonctions Walsh, au cas deux dimensions a été proposée. Cette méthode présente l'avantage de simplicité ce qui la rend facile à implémenter. Les travaux actuels concernent essentiellement la prise en compte de l'effet du bruit sur cette méthode ainsi que sur les moyens de le réduire lors de l'acquisition de séquences décalées directement à partir d'un satellite.

## VII. Références bibliographiques

- [1] **R.Y. Tsai and T.S., 1984:** Huang, Multiframe image restoration and registration, in advances in Computer Vision and Image Processing, R.Y. Tsai and T.S. Huang, eds, vol.1, pp 317-339. JAI Press Inc.
- [2] **H. Ur and D. Gross, Mar. 1992:** Improved resolution from subpixel shifted pictures. CVGIP: Graphical models and Image Processing, 54:181-186.
- [3] **M. Irani and S. Peleg, Dec 1993:** Motion analysis for image enhancement: Resolution, occlusion and transparency. Journal of Visual Communications and Image Representation. 4:324-335.
- [4] **P.Cheeseman, B.Kanefsky, R.Kruff, J.Stutz, and R.Hanson, Dec, 1994:** Super resolved Surface Reconstruction From Multiple Images, NASA Technical Report FIA-94-12.
- [5] **P.E. Eren, M.I. Sezan, and A.Tekalp, 1997:** Robust Object-Based High-Resolution Image Reconstruction from Low-Resolution Video. IEEE Trans. IP, 6(10): 1446-1451.
- [6] **S. Borman, R. Stevenson, July 1998:** Spatial Resolution Enhancement of Low-Resolution Image Sequences: A comprehensive Review with Directions for Future Research. (<http://citeseer.nj.nec.com/393340.html>).
- [7] **L. G. Brown, December 1992:** A survey of image registration techniques. Department of Computer Science, Columbia University. ACM Computing Surveys, vol 24, N°04, pp325-376.
- [8] **Brian C. Tom and Aggelos K. Katsaggelos:** Reconstruction of a high-resolution image by simultaneous registration, restoration, and interpolation of low-resolution images. Northwestern University. Department of Electrical Engineering and Computer Science. (<http://citeseer.nj.nec.com/tom94reconstruction/>).
- [9] **S. P. Kim, N. K. Bose and H. M. Valenzuela, 1990:** Recursive reconstruction of high resolution image from noisy undersampled multiframe. IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing, vol 38(6), pp 1013-1027.
- [10] **K. G. Beauchamp, 1975:** Walsh functions and their applications. Academic Press Edition.
- [11] **Naceur OMRANE, Phil PALMER, September 2003:** Super-Resolution using the Walsh functions: A new algorithm for image reconstruction. IEEE International Conference on Image Processing, Barcelona, Spain.
- [12] **Naceur OMRANE, Phil PALMER, September 2003:** Super-Resolution for translated satellite images using the Walsh functions. SPIE Remote Sensing 2003, Image and Signal Processing for Remote Sensing IX, vol. 5238, Barcelona.
- [13] **M. Petrou, P. Bosdogianni, 1999:** Image Processing : The fundamentals. Wiley Edition, pp47-59.

# CONTEXTUAL CLASSIFICATION OF REMOTELY SENSED DATA USING MAP APPROACH AND MRF

Par R. Khedam, A. Belhadj-Aissa

Image Processing Laboratory, Electronic and Computer Science Faculty, Technology and Sciences University  
(USTHB), B.P. 32, El Alia, Bab Ezzouar, 1611, Algiers, Algeria.  
radjakhedam@lycos.com, h.belhadj@lycos.com

\*

## ملخص

يعد تصنيف استغلال الأرض من الأعمال الأكثر أهمية و واحدا من الأهداف الأساسية في عملية تحليل المعطيات المستكشفة عن بعد. يجب التذكير أن الهدف من عملية التصنيف هو نسب كل بيكسل للصورة المحللة إلى صنف خاص ذو أهمية، كالمناطق الحضرية، الغابة، الماء، الطرقات، إلخ. الصورة الناتجة عن ترتيب كل البيكسلات هي معروفة بعد ذلك "بالخريطة الموضوعية". هذا النوع من الخرائط يستفاد منها كثيرا في تطبيقات كثيرة للاستكشاف عن بعد خاصة تلك المتعلقة بمراقبة المنتوج الزراعي، تغير استغلال الأرض و حماية المحيط. طرق التصنيف المتفق عليها المسماة عادة " الطرق المنتظمة " تصنف عن حدى كل بيكسل باعتبار فقط اتجاه الشدة الملاحظ. نتيجة هذا النوع من الطرق يكون لها في معظم الأحيان " مظهر أبيض و أسود " الذي يعتبر ميزة أساسية في عملية عدم التصنيف. خاصية المعطيات الناتجة عن صور الأقمار الصناعية هي أن البيكسلات المجاورة تكون مرتبطة أو متصلة لأن كاشفات النقاط الصور تكتسب أجزاء معتبرة من الطاقة من البيكسلات المتاخمة و كذا يكون مناطق الأرض المغطاة هي أكبر مقارنة مع حجم البيكسل. يتبين جليا أن المعلومة الصادرة من البيكسلات المتجاورة من واجبها الرفع من قدرات التمييز للمعطيات التي تم قياسها على أساس البيكسلات و بهذه الصفة تحسن من دقة التصنيف و من فعالية التأويل.

تعرف هذه المعلومة باسم معلومة المضمون الفضائية. في السنوات الأخيرة، قد برهن الكثير من الباحثون أن أفضل هيئة متودولوجية تمكن من إدماج معلومة المضمون الفضائية في تصنيف الصور هي Markov Random Field (MRF). في هذا المقال، سنعرض طريقة مضمون معتمدة على مقارنة (MAP) maximum a posteriori و على (MRF). يطرا مشكل التحسين يتم حله باستعمال لوغاريتم تحسين مثل Iterated Conditional Modes (ICM) الذي يظهر تعريف و مراقبة بعض الأبعاد التقنية: حجم الملاصق، قيمة بعد التسوية و معيار التقارب. تجارب المعطيات المتوفرة تتمثل في صورة SPOT لمنطقة البلدية المتواجدة على بعد 40 كلم من جنوب غرب العاصمة - الجزائر. الصورة المستعملة تم اكتسابها في شهر فيفري 1986، تشمل على سبعة أصناف أساسية. نتيجة عملية تصنيف المضمون التابعة لنا هي خريطة موضوعية يمكن تأويلها و سهولة الاستغلال.

## Résumé :

La classification de l'occupation du sol est l'une des plus importantes tâches et l'un des objectifs fondamentaux dans l'analyse des données de télédétection.

Rappelons que le but du processus de classification est d'assigner chaque pixel de la scène analysée à une classe d'intérêt particulière, telle que la zone urbaine, la forêt, l'eau, les routes, etc. L'image qui résulte du classement de tous les pixels est désormais connue sous le nom de "carte thématique."

De telles cartes sont très utiles dans plusieurs applications de télédétection surtout celles concernées par la surveillance de la production agricole, le changement dans l'occupation du sol et la protection de l'environnement. Les méthodes de la classification conventionnelles appelées communément " méthodes ponctuelles ", classifient indépendamment chaque pixel en considérant seulement son vecteur d'intensité observé. Le résultat de telles méthodes a souvent "une apparence de sel et de poivre" qui est une caractéristique principale de la non classification. La particularité des données issues de l'imagerie satellitale, c'est que les pixels adjacents sont liés ou mis en corrélation, et que les capteurs d'images acquièrent des portions considérables d'énergie des pixels adjacents ainsi que le fait que les zones de terrain couvertes sont plus grandes comparées à la dimension d'un pixel. Il paraît clair que l'information à partir des pixels voisins devraient augmenter les capacités de discrimination des données mesurées sur la base de pixels, et ainsi, améliore l'exactitude de la classification et l'efficacité de l'interprétation.

Cette information est connue comme une information spatiale contextuelle. Ces dernières années, beaucoup de chercheurs ont prouvé que le meilleur procédé méthodologique qui permet d'intégrer de l'information spatiale contextuelle dans la classification des images est Markov Random Field (MRF). Dans cet article, nous présenterons une méthode de classification contextuelle basée sur l'approche maximum a posteriori (MAP) et sur MRF. Un problème d'optimisation survient et il sera résolu en utilisant un algorithme d'optimisation tel que (ICM) « Iterated Conditional Modes » qui met en évidence la définition et le contrôle de quelques paramètres techniques: taille du voisin, valeur du paramètre de régularisation et critère de convergence. Les test de données disponibles consistent en une scène SPOT de la région de "Blida" située à 40km au sud ouest d'Alger (Algérie).

L'image utilisée a été acquise en février 1986, elle contient sept classes principales. Le résultat de notre processus de classification contextuelle est une carte thématique interprétable et plus facilement exploitable.

\* Article publié dans le Bulletin des Sciences Géographiques avec l'aimable autorisation de l'auteur.

## Abstract :

Classification of land cover is one of the most important tasks and one of the primary objectives in the analysis of remotely sensed data. Recall that the aim of the classification process is to assign each pixel from the analyzed scene to a particular class of interest, such as urban area, forest, water, roads, etc. The image resulting from the labelling of all pixels is henceforth referred to as "a thematic map". Such maps are very useful in many remote sensing applications especially those concerned with agricultural production monitoring, land change cover and environmental protection. Conventional classification methods commonly named "punctual methods", classify each pixel independently by considering only its observed intensity vector. The result of such methods has often "a salt and pepper appearance" which is a main characteristic of misclassification. In particular of remotely sensed satellite imagery, adjacent pixels are related or correlated, both because imaging sensors acquire significant portions of energy from adjacent pixels and because ground cover types generally occur over a region that is large compared with the size of a pixel. It seems clear that information from neighboring pixels should increase the discrimination capabilities of the pixel-based measured data, and thus, improve the classification accuracy and the interpretation efficiency. This information is referred to as the spatial contextual information. In recent years, many researchers have proven that the best methodological framework which allows integrating spatial contextual information in images classification is Markov Random Fields (MRF). In this paper, we shall present a contextual classification method based on a maximum a posteriori (MAP) approach and MRF. An optimization problem arises and it will be solved by using an optimization algorithm such as Iterated Conditional Modes (ICM) which occurs the definition and the control of some critical parameters : neighboring size, regularization parameter value and criterion convergence. Test data available is SPOT image of "Blida" region sited at 50km on the south west of Algiers (Algeria).

This image acquired on February 1986, contains seven main classes. The result of our contextual classification process is an interpretable and more easily exploitable thematic map.

## I. Introduction

In the current decade, global environmental change has reached beyond the research domain and become a major national and international policy issue. The project "Analysis of multitemporal remotely sensed data ; multispectral and interferometric SAR imagery for land cover change in northern Algeria" was established in our laboratory on January 2004. The project has the objective of analysing the spatial characteristics, temporal dynamics, and environmental consequences of land-use and land-cover changes which have occurred in northern Algeria over the period of 1980 and 2004 as a result of a range of socio-economic, biogeophysical and natural driving forces. Especially, over the last three years, northern Algeria has known two natural catastrophes ; flood and mudflows of Bab El Oued city happened on November 10, 2001 and a strong earthquake which struck Boumerdes city on May 21, 2003. These two events have caused land cover changes, land degradation and serious materials damage. The data analysis is used to project plausible future changes in land use and land cover under different assumptions of future natural, demographic, economic, technological, social and political development. Given the current techniques available, remote sensing is recognized as an efficient tool for earth watching and land monitoring and provides the most feasible approach to land surface change detection at regional, continental or global scales. Remote sensing is a collective name for several techniques which study at distance the ground surface or the atmosphere. Sensors installed on satellites or airplanes receive and/or send radiation to the earth. The variation in amount and wavelength of the reflected energy between studied objects or phenomena gives the object its spectral signature and makes it possible to distinguish between different types of land use, vegetation, soils etc. Remotely sensed data are being and will continue to be used to retrieve information on a land cover map which hold an important place at each step of a territory planning project. For a better characterization of land cover mapping, data classification approaches are generally proposed to obtain also a robust objects or classes identification.

Conventional automatic classification techniques called also "punctual classifications" classify each pixel independently without tacking into account information given by its context which a very helpful information because the response and class of two or more spatially neighboring pixels are highly related. Different approaches have been taken to incorporate context in classification of remote sensing data and have named "contextual classification" (Kartikeyan et al., 1994). We find approaches based on clustering pixels of the image according to the similarity of their response (Amadarn et al., 1988, Kettig et al., 1976), relaxation techniques where probabilities of neighboring pixels are used iteratively to update the probability of a given pixel (Richards et al., 1981) and approaches known as "sequential compound decision theory" and which attempts to decide the label for one pixel based on the observation at all other pixels in the image (Khazenie et al., 1990). More recently, another type of approaches called "global approaches" have been evolved (Braathen et al., 1993, Pieczynski, 2000). These new approaches are two types ; MAP (maximum a posterior probability) and MPM (maximum of posterior marginal probability) and both present a classic case of an ill-posed problem (Maroquin et al. 1987) and their solution must be given through stochastic or deterministic optimization algorithms. In this paper, we shall solve a MAP problem according to a Markov Random Field (MRF) model which provides a methodological framework to avoid combinatorial problem and effectively incorporate contextual information through ICM (Iterated Conditional Modes) which is a deterministic optimization algorithm. The supervised contextual classifier is applied on data set of SPOT multispectral image acquired on February 1986 covering initially, an agricultural region sited in northern of Algeria and contains the famous city of Blida. Our objective is to obtain an exploitable land cover map to use it later for change detection process.

## II. Notation

We assume that a classified image  $X$  and observed data  $Y$  are realisations of stochastic processes  $\mathbf{X}$  and  $\mathbf{Y}$ , respectively.

$Y = \{Y^1, Y^2, \dots, Y^k\}$  are multispectral data observed through  $K$  spectral bands and are supposed to be acquired on a finite rectangular lattice  $W = \{s=(i,j): 1 \leq s \leq S\}$ ,  $s$  is the site of the  $ij$ th pixel and  $S$  is lattice's area. The set  $Y^k = \{y_s^k, \dots, y_s^k\}$  where  $k = 1, 2, \dots, K$ , denotes the data taken at the  $k$ th wavelength,

where  $Y_s^k \in \{1, 2, \dots, NG\}$  and  $NG$  is the number of observable grey levels. It is also possible to describe the multispectral data with  $Y = \{y_s, I \leq s \leq S\}$  where  $y_s = \{y_s^1, y_s^2, \dots, y_s^k\}$  is a feature vector observed on the site  $s$  called also a spectral signature on site  $s$ .

## III. Punctual Classification Approach

Image classification can be done visually, by visual interpretation of the data, or digitally where numerical procedures, usually statistically based decision rules, automate the classification process. While a visual classification is superior in the interpretation of spatial information (textural and contextual information), computers can handle the spectral information more efficiently. Conventional digital classifiers, called also punctual classifiers, are entirely based on spectral pattern recognition.

Indeed, in punctual classification, the spectral signature  $y_s$  which represents the observed intensity vector is the only aspect used to classify a pixel on site  $s$ . The parameters of the distribution are learnt from training samples in a supervised classification approach, and from test image pixels by suitable clustering method in an unsupervised approach. The pixels of the image are then classified by calculating, from their observed response, the likelihood that they have come from different classes. By this procedure, it can be seen that the decision taken for a pixel is based solely on the response to that pixel. For this reason, techniques based on this approach have been called "punctual or blind approaches" (Braathen et al., 1993). These approaches have been widely used for classification and have given fairly good results for a wide variety of images (Desachy, 1991). The most used supervised punctual method is a maximum likelihood method where the analyst supervises the classification by identifying representative areas, so called training zones. These zones are then described numerically and presented to the computer algorithm which classifies the pixels of the entire scene into the respective spectral class that appears to be most alike. In a maximum likelihood classification, the distribution of the response pattern of each class is assumed to be normal (gaussian). It means that the feature vector observed  $y_s$  is drawn from a "gaussian distribution". So, the likelihood probability to assign a pixel  $y_s$  to the class  $x_s$  is given as follows:

$$P(x_s/y_s) = \frac{1}{2\pi} (y_s - \mu_{x_s})^T \cdot \Sigma_{x_s}^{-1} \cdot (y_s - \mu_{x_s}) - \frac{1}{2} \ln \left\{ |\Sigma_{x_s}| \right\} \quad (1)$$

Where  $\mu_{x_s}$  and  $\Sigma_{x_s}$  are statistic parameters of class  $x_s$  estimated during training step process. The decision to assign one pixel from the analysed scene to a particular class is then given as follows:

$$y_s \in x_i \text{ if } P(y_s/x_i) > P(y_s/x_j) \text{ for each } j \neq i \quad (2)$$

The accuracy of such methods is very much affected by a "salt and pepper" appearance characterizing misclassification of some pixels. It means that intensity vector is insufficient and then leads to incorrect classification of pixels. In particular of remotely sensed data, adjacent pixels are related or correlated, both because imaging sensors acquire significant portions of energy from adjacent pixels and because ground cover types generally occur over a region that is large compared with the size of a pixel. Using coherent contextual information for classification efficiency and accuracy in remote sensing has long been desired. Contextual information is important for the interpretation of a scene. When a pixel is considered in isolation, it may provide incomplete information about the desired characteristics. However, the consideration of the pixel in its context, more complete information might be derived. We can define three kinds of context: 1) spectral context, 2) spatial context and 3) temporal context (Khedam et al.; 2001). The basic philosophy in non punctual approaches is that the response and class of two spatially adjacent pixels are highly related. For example, if  $(i, j)$  and  $(m, n)$  are two neighbouring pixels and if  $(i, j)$  belongs to class  $k$ , then there is a high possibility that pixel  $(m, n)$  also belongs to the same class  $k$ . Therefore, the decision for a pixel is taken based not only on the observation at  $(i, j)$  but also on all observations at  $(m, n)$  where  $(m, n)$  is neighbour of  $(i, j)$ . Non punctual approaches can be contextual or global (MAP and MPM) approaches. We are interested in this paper on MAP approach.

## IV. MAP Classification Approach

In term of global approach where the class assigned to a site depends not only on the spectral feature of the site itself, but also on the spectral feature of all pixels in the image, our goal is to find the optimal classified image  $X^* = \{x_s, \dots, x_s\}$  based on the observed data  $Y$ . Each site of the segmented image is to assigned into one of  $M$  classes; that is  $x_s = \{1, 2, \dots, M\}$  where  $M$  is the number of classes assumed to be known in supervised classification process. This optimisation is executed from the view point of the maximum a posterior (MAP) estimation as follows:

$$X^* = X_{MAP} = \underset{X \in \Omega}{\operatorname{argmax}} \{P(X/Y)\} \quad (3)$$

Where  $\Omega$  is labelled configurations set. Following Bayes theorem, equation (3) becomes:

$$X_{MAP} = \underset{X \in \Omega}{\operatorname{argmax}} \left\{ \frac{P(Y/X)P(X)}{P(Y)} \right\} \quad (4)$$

The modelling of both class conditional distribution  $P(Y/X)$  and prior distribution  $P(X)$  becomes an essential task (Khedam et al., 2001).  $P(Y)$  is the probability distribution of the observed data and doesn't depend on the labelling  $X$ . Note that the estimate (4) becomes the pixel-wise non-contextual (punctual) classifier if the prior probability doesn't have any consequence in formulating (4).  $P(Y/X)$  is the conditional probability distribution of the observation  $Y$  given the labelling  $X$ . A commonly used model for  $P(Y/X)$  is that the feature vector observed  $Y_s$  is drawn from a "gaussian distribution".

For a Markov Random Field (MRF) of field labelled  $X$  and so, according to the Hammerslay-Clifford theory,  $P(X)$  can be expressed as a Gibbs distribution with "Potts model" as energy function model. The global MAP estimate given by equation (3) is equivalent to the minimisation of the followed a posterior global energy function (khedam et al., 2002):

$$X_{MAP} = \arg \min_{X \in \tilde{U}} \{ U(X/Y) \} \quad (5)$$

where:

$$U(X/Y) = \left\{ \sum_{s \in S} \left[ \frac{1}{2} (y_s - i_{x_s})^2 \cdot \sum_{x_s}^{-1} (y_s - i_{x_s}) + \frac{1}{2} \ln \left\{ \left| \sum_{x_s} \right| \right\} \right] + \sum_{q \in Q} \hat{a} \sum_{r \in V_s} (1 - \hat{a}(x_s, x_r)) \right\} \quad (6)$$

Where  $\mu_{x_s}$  and  $\Sigma_{x_s}$  are statistic parameters of class  $x_s$  estimated during training step process and  $\beta$  is parameter regularisation and is frequently user specified.  $\hat{a}$  is Kroenker function calculated on the neighbourhood  $V_s$  of site  $s$  on all clique  $q$  from set clique  $Q$  (figure 1). Neighbourhood system  $V_s$  can be 4-connexivity given by equation 7 or 8-connexivity given by equation 8.

$$V_{(i,j)}^4 = \{ (k,l) \in S, 0 < (i-k)^2 + (j-l)^2 \leq 1 \} \quad (7)$$

$$V_{(i,j)}^8 = \{ (k,l) \in S, 0 < (i-k)^2 + (j-l)^2 \leq 2 \} \quad (8)$$

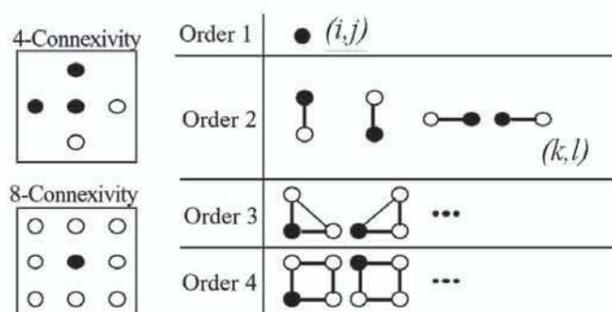


Fig 1. Neighbourhood and cliques

Once MAP classification problem is formulated as an energy minimisation problem, it can be solved by an optimization algorithm. Among the most effective algorithms for optimisation in the framework of image MRF modelling are Simulated Annealing (SA) (Geman et al., 1984) whose the computational demands are well known and Iterated Conditional Modes (ICM) (Besag, 1986) which is a computationally feasible alternative of the SA with a local minimum convergence of the energy function. To use ICM algorithm, global minimisation energy function of equation (6) must be transformed on the followed local minimisation energy function under the assumption of the independence of conditional probabilities:

$$U(x_s/y_s) = \left\{ \left[ \frac{1}{2} (y_s - i_{x_s})^2 \cdot \sum_{x_s}^{-1} (y_s - i_{x_s}) + \frac{1}{2} \ln \left\{ \left| \sum_{x_s} \right| \right\} \right] + \hat{a} \sum_{r \in V_s} (1 - \hat{a}(x_s, x_r)) \right\} \quad (9)$$

The first term on the right hand of (9) called data attach term, can be considered as the potential function of one-order clique and is often used to provide an initial configuration for the contextual classification process. The second term called regularisation term, defines pair-cliques potential function which explicitly describes local spatial interactions in neighbourhood  $V_s$ . ICM flow chart is presented on figure 2. It can be resumed on five steps as follows:

**Step 1:** Estimate statistic parameters set  $(\mu_{x_s}, \Sigma_{x_s})$  from the training samples of each class from classes set  $A$ .

**Step 2:** Based on  $(\mu_{x_s}, \Sigma_{x_s})$ , estimate an initial classification using the non-contextual pixel-wise maximum likelihood decision rule. We use first term of equation (9).

**Step 3:** Choose an appropriate value of  $\hat{a}$ , an appropriate shape and size of neighbourhood system  $V_s$  and an appropriate convergence criterion.

**Step 4:** Perform the local minimisation defined by equation (9) at each pixel in specified order: update  $y_s$  by the class  $x_s$  that minimises equation (9).

**Step 5:** Repeat step (3) until convergence. Iterative algorithms often pose convergence problem. Convergence criterion which we have adopted in this study is a zero number of pixels changing classes between two consecutive iterations. This number of pixels is calculated on the whole image and thus for all classes. We have thought of a local criterion convergence which can be regarded as a zero number of pixels which change state on each class, other classes being masked. This procedure can be seen as the decomposition of ICM process on a number of under-processes. Each under-process relates to one class and is slow or fast according to the heterogeneity of this class (Khedam et al., 2002).

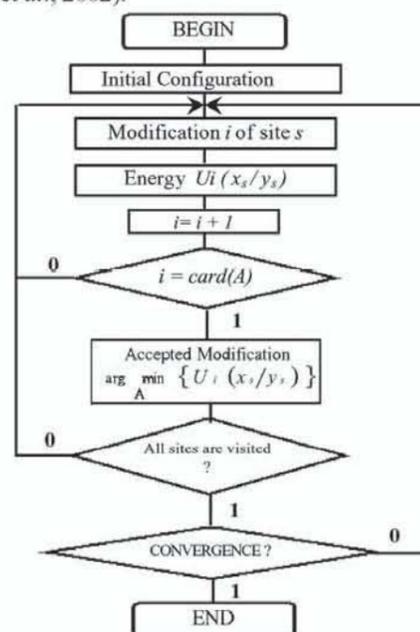


Fig 2. ICM flow chart

ICM algorithm is looked as a regularisation process of an initial labelled configuration. The regularisation is operated through Potts model which is a function of regularisation parameter  $\beta$  and a neighbourhood topology adopted in the image (4-connexivity or 8-connexivity).

ICM Development consists to sweep the whole of sites image (initial configuration) and to choose for each site the class which minimises the energy function given by expression (9).

This operation must be repeated a number of times to reach a stationary state following the selected convergence criterion. This relaxation technique is fast, but strongly depends on the initial configuration and regularisation parameters. A stochastic algorithm like a simulated annealing or genetic algorithm (Khedam et al., 2003) can be operated in the same way but using a random initial configuration and allowing local energy increasing. Optimal convergence is obtained after a great number of iterations.

## V. Experimental results

We have tested the presented classification process on SPOT image acquired on February 23, 1986. It contains three spectral bands covering Blida region located at 50km in the south-west of capital Algiers ( north of Algeria) as shown on figure 3. Our data set of size 256x256 is presented on figure 4. A composite color have be done on this set. The aim of this pre-processing is to have a better visual interpretation of the scene and to be able to identify representative areas which will constitute a training base for the supervised process. Recall that prior to supervised classifications an unsupervised cluster classification can be applied to uncover the major land cover classes that exist in the image, without prior knowledge of what they might be. Seven discriminating classes have been defined and presented on table 1. According to these classes, we define a training samples image (figure 5.(a)) which will be used for classification and ground truth image (figure 5.(b)) which will be used for assessing classification accuracy. The training stage is important since its characteristics determine the outcome of the classification. In theory, a statistically based algorithm requires a minimum of  $n+1$  pixels for training in each class (Brogaard et al., 1998), where  $n$  is the number of wavelength bands. However, in practice, the use of a minimum of  $10n$  to  $100n$  is advised by Lillesand and Kiefer (1994). Numbers of pixels used for classification and those used for assessing classification are given on table 2. To applied ICM algorithm, a good initial configuration is required. For our study, we first execute the gaussian maximum likelihood algorithm to product a punctual classification (figure 6. (a)) which may be non-optimal and need so to be improved. Secondly, we execute a regularisation process with taking a punctual classification result as the initial configuration. Generally, regularisation parameter  $\beta$  is selected in an empirical way. In the present study,  $\beta$  is taken 0,8 and a 8-connexivity is adopted. ICM classification result is presented on figure 6.(b). A statistical classification assessing is carried out by means of confusion matrix established between truth ground and obtained classifications. From this matrix, is calculated the statistical parameter "kappa" (Congalton, 1991) which is a global indicator of classification accuracy. Let be  $X_{ij}$  the confusion matrix elements,  $X_{i+}$  the total sum of elements in lines,  $X_{+i}$  the total sum of elements in columns,  $X_{ii}$  the diagonal elements,  $N$  the total number of the pixels of the matrix and  $M$  the number of considered classes "Kappa" is given by the following expression:

$$\hat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^M X_{ii} - \sum_{i=1}^M (X_{i+} \times X_{j+})}{N^2 - \sum_{i=1}^M (X_{i+} \times X_{j+})} \quad (10)$$

Note that if a confusion matrix is established between the classified image and a truth ground representing only some homogeneous pieces of the scene, then expression (10) represents statistical parameter called "Khat". There is another more significant criterion introduced recently by Shabah (Shabah et al., 2001). It is a local kappa calculated for each class  $i$  and given by the following expression:

$$\hat{K}_i = \frac{NX_{ii} - (X_{i+} \times X_{j+})}{NX_{i+} - (X_{i+} \times X_{j+})} \quad (11)$$

The next section deals on the discussion of the experimental results.

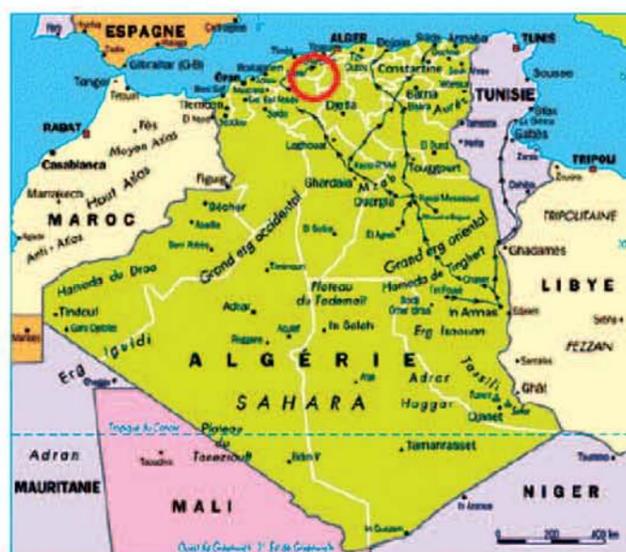


Fig 3. The position of the study area, in the northwestern part of Algeria,

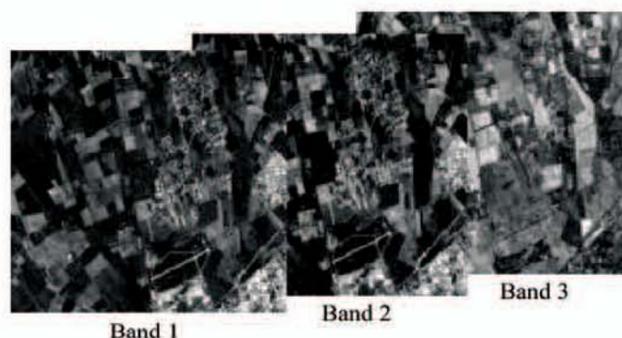


Fig 4. Data set study

CLASS	Object
1	Less dense urban
2	Less dense vegetation
3	Blida airport
4	Non cultivate fields
5	Dense urban (Blida city)
6	Cultivate fields
7	Dense vegetation

Table 1. Classes of study zone

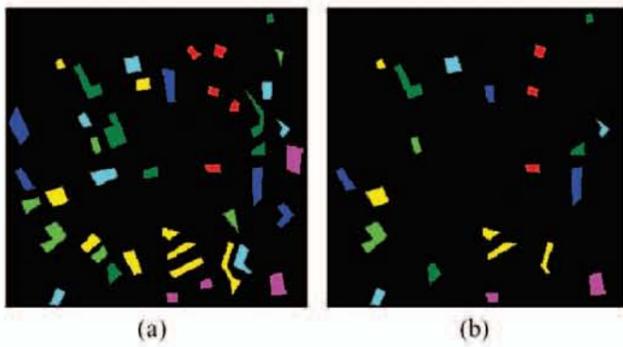


Fig 5. (a) Training samples image – (b) Truth ground image

Classes	Training pixels	Ground truth pixels
1	357	220
2	1052	483
3	1348	620
4	773	378
5	643	290
6	984	349
7	1100	519

Table 2. Numbers of training pixels and ground truth pixels

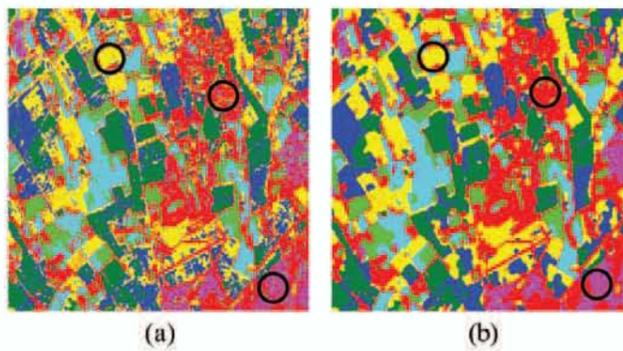


Fig 6. (a) Punctual classification (initial configuration) – (b) ICM classification ( $\beta = 0,8$  and 8-connectivity)

## VI. Discussion

We have presented the optimisation algorithm we used to obtain Maximum a posterior (MAP) classification of remotely sensed data. This iterative algorithm is based on Markov Random Field (MRF) and exploits spatial class dependencies between neighbouring pixels in an image. It is a simpler and faster version of Geman's algorithm (Geman et al., 1984). Applied on the data set of size  $256 \times 256$ , ICM convergence is reached after 13 iterations only. For this reason, ICM classification algorithm is selected to keep the computational complexity of MAP approach at an acceptable level. Performance of the obtained classifications is evaluated by calculating kappa parameters derived from confusion matrix and given by equation 10 and 11. The resulted classified imagery using context is found to reveal globally and locally more patch-like and meaningful patterns. This visual interpretation is confirmed by statistics given on table 3 and by graph of figure 7.

It is shown that the incorporation of contextual information leads to impressively improved results, up to 84% of global accuracy is achieved in comparison with the output derived from traditional punctual maximum likelihood (MLLH) classifier where only around 70% of global accuracy is obtained. Also, the classification accuracy is improved for each class.

Approach	Kappa (%)
Punctual (MLLH)	72.6
MAP (ICM)	84.23

Table 3. Global classification accuracy

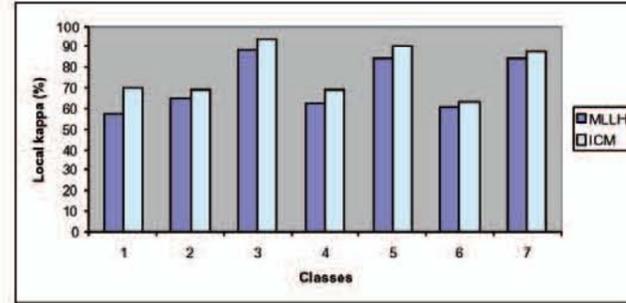


Fig 7. Local classification accuracy

## VII. Conclusion

The purpose of this work is to design robust algorithm for classification of remotely sensed images. Our experience confirms that context information plays an important role in the task of scene interpretation. At the pixel level, context information provides neighbourhood information around a pixel, and helps to increase the reliability of each detect object. Discrete random fields, especially the Gibbs Random Fields (GRF) and Markov Random Fields (MRF) provide a methodological framework which allows the integration of context information in satellite data classification. A powerful of these models is that the prior probability density function modelled by the use of the contextual information and the class conditional probability density function modelled by the use of the observed data from one or more sensors, can be easily combined through the use of suitable energy function. Once the posterior energy model and the associated parameters have been defined, pixel labelling is found out by using the MAP estimate which is equivalent to a minimum energy function in terms of GRF-MRF modelling. For a non-convex energy function, the solution space may contain several local minimum. To find a global minimum which is a truly MAP estimate, the solution is to use an optimisation algorithm among which ICM is the most know and used. The ICM algorithm is sub-optimal and converges only to a local minimum of the energy function. However, classification result of such algorithm is acceptable and shows that the incorporation of contextual information successfully improves classifier performances by more than 10% in terms of global accuracy. However, algorithms and methods to construct more complex models and to efficiently integrate context (context at object level which is useful for obtaining a coherent interpretation of the whole scene) in order to achieve higher classification accuracy, are still significant issues worthy of further investigation.

## VIII. Bibliographical references

- [1] **Amadarn, M., and King, R.A., 1988:** Low level segmentation of multispectral images via agglomerative clustering of uniform neighborhoods. *Patterns recognition*, 21, pp. 261-268.
- [2] **Besag, J., 1986:** On the Statistical Analysis of Dirty Pictures. *Journal Royal of Statistics: Soc. B*, 48, 3, pp. 259-302.
- [3] **Braathen, B., Pieczynski, W., and Masson, P., 1993:** Global and local methods of unsupervised Bayesian segmentation of images. *Machine Graphics and vision*, vol. 2, no. 1, pp. 39-52.
- [4] **Brogaard, S., Prieler, S., 1998:** Land cover in the Horqin Grasslands, North China. Detecting changes between 1975 and 1990 by means of remote sensing. Interim report on work of IIASA, IR-98-044/July.
- [5] **Congalton, R. G., 1991:** A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. *Remote Sensing of Environment*, no. 37, pp. 35-46.
- [6] **Desachy, J., 1991:** Interprétation automatique d'images satellitaires : le système ICARE. Thèse de Doctorat en informatique, Université Paul Sabatier, Toulouse, France.
- [7] **Geman, S. and Geman, D. 1984:** Stochastic Relaxation, Gibbs Distribution, and the Bayesian Restoration of Images. *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, PAMI-6, pp. 721-741.
- [8] **Kartikeyan, B., Gopalakrishna, B., Kalubarme, M. H., and Majumder, K. L., 1994:** Contextual techniques for classification of high and low resolution remote sensing data. *IJRS*, 1994, vol. 15, No. 5, pp. 1037-1051.
- [9] **Kettig, R. L., and Landgrebe, D. A., 1987:** Classification of multispectral image data by extraction and classification of homogenous objects. *IEEE. Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, GE-14, pp. 17-26.
- [10] **Khedam, R., Belhadj-Aissa, A., 2001:** General Multi-source Contextual Classification Model of Remotely Sensed Imagery based on MRF. *IEEE / ISPRS Workshop on Remote Sensing and Data Fusion Over Urban Areas*, Rome, Italy, November 8-9 th 2001. IEEE Catalog Number 01EX482C. ISBN 0-7803-7060-0.
- [11] **Khedam, R., Belhadj-Aissa, A. and Ranchin, T., 2002:** Study of ICM parameters influence on images satellite contextual classification. In proceedings of the 22 nd symposium of the European association of remote sensing laboratories, Prague, Czech, 4-6 june, pp. 79-85.
- [12] **Khedam, R., Belhadj-Aissa, A., 2003:** Contextual fusion by genetic approach applied to the classification of satellite images. *Remote sensing in transition*, Goossens (ed.), 2004 Millpresse, Rotterdam, ISBN 90 5966 007 2.
- [13] **Lillesand, T. M., and Kiefer, R. W., 1987:** Remote sensing and image interpretation. John Wiley and sons: New York.
- [14] **Marroquin, J., Mitter, S., Poggio, T., 1987:** Probabilistic solution of ill-posed problems in computational vision. *Journal of the American Statistical Association*, no. 82, pp. 76-89.
- [15] **Pieczynski, W., 2000:** Segmentation Statistiques d'Images. Notes de cours, Institut National des Télécommunications, France, 95 p.
- [16] **Shabah, M.A., Dikshit, O., 2001:** Improvement of classification in urban areas by the use of textural features: the case study of Lucknow city, Uttar Pradesh. *IJRS*, 22, 4, pp. 565-593.
- [17] **Richards, J. A., Landgrebe, D. A., and Swain, P. H., 1981:** Pixel labelling by supervised probabilistic relaxation. *IEEE. Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, PAMI-3, pp. 188-191.
- [18] **Toussaint, G. C., 1978:** The use of context in pattern recognition. *Pattern Recognition*, 10, pp. 189-204.

## ■ Hitachi Software annonce la disponibilité de la version 3.5 de Any\*GIS™

La Division SIG (Système d'Information Géospaciale) d'Hitachi Software Engineering annonce la sortie de la version 3.5 d'Any\*GIS, sa solution ouverte d'intégration des données spatiales. Cette nouvelle version s'enrichit d'une extension de gestion de documents, du support GPS fonctionnant sur le client mobile Any\*GIS, ainsi que de plusieurs nouvelles fonctions au sein des modules SIM (Spatial Information Module) et NIM (Network Information Module).

Any\*GIS est un système d'information géographique permettant aux entreprises d'adopter des standards ouverts tout en préservant leurs données spatiales et processus existants. Any\*GIS s'appuie sur les spécifications du consortium OpenGIS®, à savoir SFS (Simple Feature Specification), CT (Coordinate Transformation Services) et GML (Geographic Markup Language). Il fait également appel aux standards ouverts du marché, notamment J2EE, CORBA, XML et SQL.

Parmi les principales nouveautés d'Any\*GIS version 3.5 on peut citer:

une robuste extension de gestion de documents permettant de lier des objets géographiques à de multiples types de documents (documents Office, fichiers de CAO, dessins ou images numérisés), un système GPS pour client mobile Any\*GIS avec suivi de position et orientation automatique de la carte en fonction du cap suivi, un perfectionnement du module d'information réseau (NIM), qui utilise l'interface SIG de la spécification MultiSpeak v. 2.2, etc.

(Source : XYZ)

## ■ SPOT-Image : le SPOT DEM - Une nouvelle dimension pour les bases de données Géographiques

Les Modèles Numériques d'Élévation, les MNE, ont pris une grande place dans la Cartographie Numérique. Ils sont utilisés dans les SIG pour une gamme d'applications liées à la gestion du territoire et à la modélisation du terrain.

Le SPOT DEM est un modèle numérique d'élévation (DEM en anglais), réalisé par corrélation automatique de couples stéréoscopiques acquis par l'instrument HRS du satellite SPOT 5.

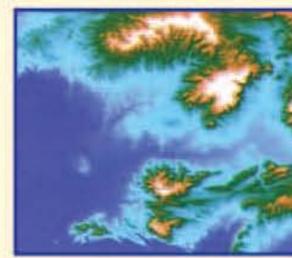
C'est un fichier maillé des altitudes qui se présente sous forme d'une grille régulière. A la différence du MNT, qui décrit le relief nu du sol, le MNE prend en compte le SUR-SOL.

L'archive de couples HRS validés de SPOT5 a dépassé 55 millions de km<sup>2</sup> au cours des 18 premiers mois d'exploitation. Cette archive est constituée dans le cadre du programme Référence 3D pour la création d'une base de données mondiale géocodée en partenariat avec L'IGN/France. Cette archive permet de réaliser le SPOT DEM qui répond à des besoins dans quelque zone que ce soit. Produit à partir d'images rigoureusement contrôlées par corrélation, ce procédé permet d'optimiser la sélection des couples et offre la garantie de disposer du meilleur MNE possible la qualité géométrique intrinsèque des données HRS, combinée avec la production par grands blocs de Spot DEM, permet d'atteindre sans points d'appui des précisions planimétriques (30 mètres pour un couple isolé, à 15 mètres pour une grande zone-100 000 à 150 000 km<sup>2</sup>), et altimétriques (20 mètres pour un couple isolé,

à 10 mètres pour grande zone-100 000 à 150 000 km<sup>2</sup>), qui sont inégalées à ce jour.



Marseille 2,5 m couleurs



Marseille MNE

Référentiel de coordonnées géographiques : WGS84, cartographiques : UTM WGS 84 ou autres systèmes sur demande. Le découpage se fait au km selon la zone d'intérêts. Sur CD-Rom ou DVD selon la surface, possibilité de livraison par réseau numérique (FTP).

## ■ Référence3D

L'archive HRS est constituée dans le cadre du programme Référence 3D pour la création d'une base de données mondiale géocodée. Référence 3D comporte 3 couches d'informations: MNE HRS, Orthoimages HRS, Métadonnées de qualité et traçabilité. Elle constitue l'ossature pour toute application nécessitant des précisions planimétriques et altimétriques de très haute précision.

(Source : XYZ)

## ■ EADS présente ses solutions de réception et de traitement d'images



A l'occasion du 16ème salon Géo Evénement (30 mars/1 avril), EADS Défense and Communication Systems (DCS), qui est un acteur majeur dans le domaine aérospatial et de la défense, a présenté ses solutions de réception et de traitement d'images dans la géomatique, applicables dans le

cadre d'applications en cartographie, renseignement, gestion des risques, sécurité publique, environnement. Plusieurs projets significatifs en géomatique ont été évoqués :

**GEOGRID** : visualise des données cartographiques très détaillées (cartes raster et vecteur, données d'altitude et de lieux, calcul d'itinéraires, etc.) utilisables dans le domaine civil et militaire.

**BRIDGE-IT** : techniques innovantes, développé pour la Commission européenne. Facilite l'accès aux données géographiques et améliore leur utilisation.

**WORLDS Studio** : cofinancé par la Commission européenne, vise à développer une plate-forme pour la production et l'exploitation d'interfaces 3D interactives.

Rappelons que EADS englobe Airbus et Eurocopter, est maître d'œuvre du lanceur Ariane, développe l'avion de transport militaire A400M et est partenaire industriel de Galileo.

Sa division DCS propose des solutions intégrées aux nouveaux défis auxquels sont confrontées les forces armées et de sécurité (avions militaires, missiles, renseignements, surveillances et reconnaissances).

(Source : XYZ)

## ■ Carto Web

La société Camptocamp a mis au point une solution destinée à l'exploitation des informations géographiques par Internet, CartoWeb, un Web-SIG interactif pour un large éventail de sites internet, intranet et extranet. CartoWeb est utilisable pour :

- Diffuser sur le web des informations géographiques thématiques sur fond de cartes, de plans ou de photos aériennes;
- Lier des informations spatiales au contenu informationnel de bases de données;
- Collecter (saisie et modification) de l'Information géographique en ligne, par l'édition d'objets de type point, ligne ou surface.

Cette solution est basée sur des technologies et des standards reconnus (format XML, moteur cartographique UMN Mapserver). Il répond aux normes édictées par l'Open Gis Consortium (OGC). Il est compatible avec les produits clients/serveurs existants comme ESRI, MapInfo ou GeoConcept. Il permet d'accéder directement aux données géographiques stockées dans les bases de données spatiales (EsriArcSDE, Oracle spatial et PostgreSQL/postGis).

C'est une solution générique indépendante du secteur d'activité, environnement, cadastre, tourisme, urbanisme, réseaux, marketing, etc. (Source : XYZ)

## ■ Thales Navigation annonce le lancement du récepteur OEM GPS

Le récepteur OEM GPS à 12 canaux AC12™, offre à des clients de tous horizons la combinaison la plus puissante en termes de précision de phase porteuse, consommation d'énergie et compatibilité WAAS, le tout dans une carte compacte très avantageuse.

L'AC12 est la seule carte OEM GPS dans sa gamme de prix à offrir une précision à trois mètres grâce à la technologie SBAS (WAAS/EGNOS/MSAS), une précision DGPS au mètre près grâce aux corrections locales et une précision de phase porteuse à trois millimètres (RMS). Idéal pour toutes sortes d'applications, l'AC12 offre des avantages indéniables dans les domaines de la navigation terrestre et maritime, du suivi des actifs et du personnel de terrain, du contrôle de la déformation, de la navigation relative, des systèmes de cap et d'altitude, de la gestion automobile, militaire et relative à d'autres secteurs pour lesquels la facilité d'intégration et les coûts sont primordiaux.

L'AC12 est également tout à fait adapté à l'agriculture, le SIG et la cartographie, et offre une solution GPS flexible.



## ■ Vu au GéoEvénement 2004

### Terminal Trimble RECON

Doté d'un écran tactile couleur, il est une alternative quand le niveau de durcissement des PDA classiques est insuffisant (pluie, température, chocs, connectique). Avec ou sans récepteur GPS associé, bonne solution SIG nomades.



### Arpent GIS



Logiciel de collecte de données géographiques. Compatible avec tous les types de récepteur GPS et fonctionnant sous environnement Windows CE, il permet l'enregistrement d'objets Point, Ligne et Surface et les attributs associés, entièrement paramétrable par l'opérateur.

Toutes les données sont sauvegardées sous forme de fichiers au format AGI (format texte propriétaire) ou Shapefile (SPH) et sont utilisables par le logiciel ArpentGIS PC qui s'installe sur ordinateur et permet de consulter, visualiser et imprimer les données levées, dans différents systèmes de projection.

### Geoconnect

Une solution pour le suivi de mobiles et la gestion de flotte de véhicules développée par la société ME Electronique en partenariat avec 2BSoftware (pour des flottes comprises entre quelques dizaines et plusieurs milliers de véhicules).

Les transmissions de données s'appuient sur le réseau de communication GPRS (balise GPS/GPRS Eclairer IV). Suivi en continu et en temps réel depuis des postes de travail en accès avec Internet. Avec une architecture ouverte et évolutive, ce système peut s'adapter à des besoins spécifiques ou s'intégrer dans un environnement informatique existant.

(Source : XYZ)

## ■ ESRI-France : ArcGIS 9, nouveauté 2004

Lancé le 1<sup>er</sup> mai, ArcGIS 9 est une nouvelle version de la technologie ESRI. Il propose de nouvelles architectures et de nouvelles opportunités pour les développeurs d'applications. Cinq produits basés sur les mêmes fondations :



- **ArcGIS Desktop** : ensemble intégré d'applications SIG bureautiques permettant les fonctions d'un SIG géographique (ArcView, ArcEditor, ArcInfo et leurs extensions).

- **ArcGIS Engine** : pour les développeurs qui veulent intégrer dans leurs applications une dimension spatiale, tout l'intérêt de la technologie ArcGIS à travers un kit de développement basé sur les fondations ArcObjects (disponible sous Windows, Linux et Solaris pour le développeur Java, Net, COM et C++).

- **ArcGIS Server**: serveur d'application SIG permettant la mise en place de fonctions SIG au sein des applications critiques des organisations. Basé sur les fondations ArcObjects, il innove par la mise en place de logiques métiers spatiales au cœur des systèmes d'information. Il supplémente à la fois dans les environnements .Net et Java sur les plates-formes Windows, Linux et Solaris.



- **ArcIMS** : solution dédiée à la mise en place de services Web SIG pour la publication de cartes, de données et de métadonnées par le biais de protocoles Internet ouverts.

ArcIMS 9 dispose ainsi d'un environnement de mise en place de portail SIG, porte d'entrée sur les infrastructures de données spatiales. Il s'appuie sur les récents efforts de normalisation de l'ISO et de l'OpenGIS Consortium dans ce domaine.

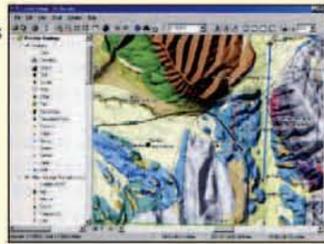
- **ArcSDE** : passerelle permettant aux produits de la gamme ArcGIS d'implémenter la dimension spatiale dans un système de gestion de base de données du marché (notamment la possibilité de gérer de grandes quantités d'images aériennes ou satellitaires au format JPEG2000 dans une base de données Oracle, SQLServer, Informix ou DB2). (Source : XYZ)

## ■ ESRI et l'interopérabilité

L'interopérabilité et les normes occupent une place prépondérante dans le développement des logiciels d'ESRI qui participe à l'Open GIS Consortium, à l'International Standards Organisation au World Wide Web Consortium.

La société fournit des logiciels permettant à ses utilisateurs de créer, d'alimenter et de partager facilement les données géographiques avec les autres auteurs de la géomatique.

Dans ce cadre, ESRI-France annonce le support des sources de données géographiques répondant aux normes OGC qui permet aux utilisateurs d'exploiter les serveurs publiant des services Web utilisant les spécifications Web Map Service, (WMS),



Web Feature Service (WFS), et les données au format Geographic Markup Language (GML). Disponibles gratuitement pour les solutions ArcGIS 8.3 et ArcExplorer Java Edition 4.0.1 d'ESRI, ainsi que pour ArcExplorer Web Services Edition, une application accessible en ligne. L'extension d'interopérabilité OGC pour ArcGIS, pour les produits de la gamme bureautique ArcGIS8.3 (ArcView, ArcEditor et ArcInfo), supporte les services Web Map Service (version 1.0.0, 1.1.1) et Web Feature Service (version 1.0.0). Cette extension permet aussi l'exportation et l'importation de documents GNIL dans l'environnement ArcGIS. Les deux extensions pour ArcGIS et ArcExplorer, Java Edition 4.0.1, sont disponibles gratuitement et peuvent être téléchargées sur le site du support d'ESRI-France. La mise en place de services Web interopérables répondant aux spécifications WMS et WFS de POGC est rendue possible avec ArcIMS, la solution de publication de services Web géographiques d'ESRI. Les connecteurs WMS pour ArcIMS sont disponibles et téléchargeable gratuitement sur leur site.

(Source : XYZ)

## ■ Nouveau Concept DC Grand-format



DiMAC Systems (Luxemburg) offre une Camera Modulaire Aérienne exclusivement désignée pour convenir aux besoins photogrammétriques et de l'orthophoto. Basée sur un capteur de matrice CCD se caractérisant par 22 Mega pixels (5,440x4,080), cette DiMAC permet de faire une cartographie de petite, moyenne et de grande échelle.

Le modèle modulaire permet la combinaison d'un de deux de trois ou de quatre modules de camera qui produisent simultanément une vraie couleur et des images IR. De plus, la camera DiMAC a mis en œuvre un FMC réel, une compensation électrique du filé qui agit directement sur le capteur pour assurer la précision de l'image.

(Source : GIM)

## ■ SPOT IMAGE s'installe en Amérique Latine

Dans le cadre de son expansion et de sa volonté de prendre en compte les besoins spécifiques de chaque marché, Spot Image a ouvert deux nouveaux bureaux de représentation commerciale. Un bureau au Mexique apportera tout particulièrement son support au ministère de l'agriculture Mexicain SAGARPA qui au travers de son institution ASERCA a récemment acquis une station de réception Spot. Il aura également la responsabilité du développement des actions commerciales en Colombie, au Pérou, dans les pays d'Amérique centrale aux Caraïbes.

Les responsabilités territoriales du bureau ouvert au Brésil s'étendent au Chili, à l'Argentine, à la Bolivie, au Paraguay, à l'Uruguay et au Venezuela. Au Brésil même, il travaillera en synergie avec: IMAGEM, partenaire commercial exclusif, Spot Image sur ce territoire, afin de développer l'utilisation des images dans de nombreuses applications thématiques.

(Source : Spot magazine)

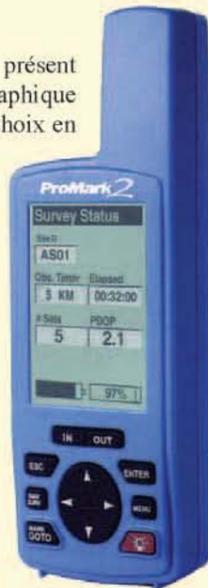
## ■ La Chine lance un deuxième satellite de recherche en coopération avec l'ESA

La Chine a lancé le 25 juillet 2004 un deuxième satellite de recherche dans le cadre d'un projet destiné à étudier le champ magnétique terrestre en collaboration avec l'Agence spatiale européenne (ESA). Le lancement a eu lieu à 15h05 locales (7h05 GMT) depuis la ville de Taiyuan (nord) à l'aide d'une fusée chinoise Longue Marche. (Source: AFP)

## ■ Le système ProMark2 de Thales offre désormais une couverture cartographique mondiale et améliore la productivité des géomètres grâce à ses nouvelles fonctionnalités

Les utilisateurs du ProMark2 peuvent à présent aisément étendre leur couverture cartographique ProMark2 à la région du monde de leur choix en ajoutant tout simplement une MapSend® Worldwide Basemap.

En effet, le logiciel MapSend® Worldwide Basemap permet aux géomètres de disposer d'une carte de base pour la région du monde de leur choix et de la charger vers leur récepteur ProMark2. Ces nouvelles cartes de base sont transférables depuis un PC vers le ProMark2 au moyen d'un câble PC-GPS. Chaque région de la carte définie par l'utilisateur contient les entités cartographiques de base essentielles (villes, autoroutes, voies navigables, voies ferrées, frontières nationales,



De plus, Worldwide Basemap comprend des contours topographiques basiques qui peuvent aider les géomètres à s'orienter dans leur environnement et à trouver des points d'intérêt. En plus de la représentation visuelle sur la carte, les entités peuvent être repérées à l'aide de fonctions de recherche, que ce soit sur le GPS ou sur l'application PC.

Enfin, le ProMark2 offre maintenant 50 points de contrôle contre 16 dans sa précédente version. Il est vendu conjointement avec le logiciel Ashtech® Solutions, qui permet aux utilisateurs de modifier eux-mêmes les paramètres du système de coordonnées prédéfini, et ce de manière rapide et efficace.

Pour les clients actuels de ProMark2, ces améliorations sont disponibles via un téléchargement de firmware gratuit, à l'adresse [ftp.thalesnavigation.com/firmware](http://ftp.thalesnavigation.com/firmware).

Les nouveaux clients bénéficieront automatiquement de tous ces avantages au moment de l'achat d'un nouveau système ProMark2. (Source: XYZ)

## ■ Hitachi software engineering annonce la disponibilité d'Image Séries 7.1

D'une part, la nouvelle version d'Image Séries 7.1 est désormais compatible avec AutoCAD R14/2002/2004 et 2005 et fonctionne avec Windows NT/2000 et XP. D'autre part, elle offre à l'utilisateur des fonctions d'édition d'images, de suivi de lignes, de reconnaissance automatique de textes, graphiques et symboles, par le biais de 4 puissants modules permettant d'optimiser les conversions raster-vecteur : Image Edit, Image Tracer, Image AutoTLX et Image AutoSymbol.

• **Image Edit** permet la lecture et l'écriture d'images géoréférencées (TIFF, BMP, GIF et SPG), l'édition d'images (avec fonctions de dessin, d'effacement, de copie, de déplacement), la conversion des entités vecteur en raster et le nettoyage du raster sous le vecteur, le détournement et le recadrage d'images, etc.

• **Image Tracer** permet de vectoriser des entités raster avec un suivi automatique des lignes raster et la création de polygones avec altitude, d'ajuster des critères de paramétrage, de sauvegarder des fichiers de paramétrage, etc.

• **Image AutoTLX** permet de reconnaître des textes et/ou Ugnés à l'intérieur d'une zone ou d'un fichier complet, de configurer les paramètres de reconnaissance des textes et graphiques selon la couche, la police de caractères et la taille, de vérifier et d'éditer automatiquement des textes vectorisés, etc.

• **Image AutoSymbol** regroupe plusieurs fonctions: la reconnaissance des symboles raster par "comparaison d'échantillon", la reconnaissance des textes et des nombres, la création des symboles raster associés aux couches et aux blocs, la suppression automatique des symboles vectorisés, etc. Ces modules peuvent être vendus en bundle ou seuls en fonction des besoins spécifiques de chaque utilisateur. (Source: XYZ)

## ■ Cadden enrichit son offre SIG et lance le logiciel SigmaX



Avec SigmaX, Cadden parvient à réunir trois éléments clés pour optimiser les opérations sur le terrain menées dans le cadre des projets SIG: la précision des

mesures GPS, la facilité d'utilisation des fonctions de géoréférencement, et l'ouverture à toutes les bases de données SIG. Le nouveau produit se compose de deux modules intégrés qui accompagnent alternativement l'utilisateur à chaque étape du projet :

**Le module SigmaX Nomade** s'utilise sur "ordinateur de poche" sous Windows CE et s'interface avec tout récepteur GPS disposant d'une interface NMEA ou Thales. Il s'agit du premier logiciel qu'un opérateur sur le terrain puisse utiliser même avec des gants, grâce notamment à de grandes icônes sur écran tactile et à une réelle simplification des menus. L'opérateur réalise, via cette interface conviviale, tous les travaux de levé, de trajectographie et d'implantation utiles à sa mission, ceci avec une précision métrique ou sub-métrique en temps réel en fonction de la version SigmaX choisie. C'est également avec SigmaX Nomade qu'il associe un ensemble d'attributs à tout point de sa base, qu'il calcule en temps réel les distances, aires et trajectoires qui l'intéressent, et qu'il visualise graphiquement toutes ces informations.

**Le module SigmaX Office** est un logiciel pour PC opérant sous Windows (95/98, NT et 2000); il permet, dans un premier temps, de préparer l'environnement de collecte des informations, puis, une fois la mission sur le terrain terminée, de transférer les informations collectées vers la base de données SIG utilisée pour le projet. L'un des premiers clients de Cadden pour SigmaX est le Conseil Général de l'Eure-et-Loir, qui doit réaliser de nombreux projets dans le cadre d'applications SIG.

La collectivité territoriale utilise le nouveau logiciel pour relever, à partir d'un véhicule en marche, la position et les caractéristiques des panneaux de signalisation implantés le long de ses routes départementales, et ainsi mieux gérer ce parc. Le contrôle et la maintenance de la voirie ou des réseaux de distribution, la protection de l'environnement ou encore la mise à jour du cadastre figurent parmi les applications les plus courantes de SigmaX. (Source: XYZ)

■ **Le Système Camera Aérienne Numérique de Wehrli**

Wehrli & Associates (NY, USA) a introduit la Camera Aérienne Numérique 3-DAS-1 et la Plate-forme Stabilisée ASP-1.

La 3-DAS-1 est basée sur un principe de scannage linéaire, avec des capteurs tri linéaires regardant en avant, en nadir et en arrière. La ASP-1 est d'une construction robuste et cinématique qui accomode tous les types de caméras et de systèmes Lidar. Elle compense pour la convergence, le roulis et le déversement et elle possède la plus grande précision. La ASP-1 offre une compensation électrique du filé intégrée et une interface aux systèmes IMU/GPS.

(Source:GIM)



■ **ERDAS IMAGINE Supporte Oracle 10g**

Leica Geosystems GIS & Mapping (GA,USA) et Oracle Corporation (CA,USA) se sont associés dans l'extension d'ERDAS IMAGINE pour accéder aux données raster enregistrées et manipulées dans la Base de données Oracle 10g, un DBMS qui inclut la nouvelle caractéristique GeoRaster dans Oracle 10g spatial.

Ce logiciel permet que les données vecteur, l'imagerie raster géoréférencée et les données quadrillées soient enregistrées, indexées, et analysées dans le même système de traitement.

Le support pour Oracle 10g Spatial et GeoRaster sera une caractéristique standard dans tous les produits de traitement d'image de Leica Geosystems, incluant d'autres lancements de ERDAS IMAGINE et de Leica Photogrammetry Suite (LPS).

(Source:GIM)

■ **Nouveau Système AIC Rollei**

Rollei (Allemagne) a lancé le AIC Integral, un nouveau système de camera industrielle aérienne basé sur le rollei-flex 6008 Integral.

Ce AIC Integral est désigné pour les levés aéroportés des caractéristiques linéaires et pour la cartographie à partir de basses altitudes.

Il se caractérise par des résolutions allant de 6 à 22 megapixels et par des lentilles échangeables de 50 à 120 mm de distance focale. La camera peut être connectée à un scanner laser aéroporté, un système de gestion de vol et un système GPS/IMU. Le poids et le volume du modulaire AIC sont réduits au minimum pour le rendre convenable à l'usage dans les avions et les hélicoptères contrôlés à distance.

(Source:GIM)



■ **Prévisions des séismes: mise en orbite du satellite français**



Une fusée russo-ukrainienne Dnepr lancée le 29 juin 2004 depuis le cosmodrome de Baïkonour, au Kazakhstan, a mis en orbite avec succès huit satellites étrangers dont un appareil scientifique français, Demeter, chargé de prévoir les séismes, ont indiqué les Forces spatiales russes. La fusée Dnepr, dérivée d'un missile balistique intercontinental RS-20 (SS-18, "Satan" selon la classification de l'Otan), a également mis en orbite trois satellites américains, trois saoudiens et un italien, a précisé le service de presse des Forces spatiales. Le satellite scientifique français Demeter (Detection of Electro Magnetic Emissions Transmitted from Earthquake Regions) a pour objectif de détecter et mesurer dans l'ionosphère les perturbations électromagnétiques associées aux tremblements de terre, éruptions volcaniques ou raz-de-marée (tsunamis), a indiqué le Centre national d'études spatiales (CNES)/France. La mission de Demeter, qui inaugure la filière de microsats Myriade développée par le CNES/France, devrait permettre de mieux comprendre voire d'anticiper les tremblements de terre. Placé en orbite à environ 710 km d'altitude, cet appareil a une durée d'exploitation d'un an. Les satellites américains LatinSat-C, LatinSat-D et AMSat-Echo, ainsi que les appareils saoudiens SaudiComsat-1, SaudiComsat-2 et SaudiSat-2 mis en orbite par le Dnepr sont des satellites de communications. L'italien UniSat3 est un satellite scientifique.

(Source : AFP)

■ **Prévision des séismes**

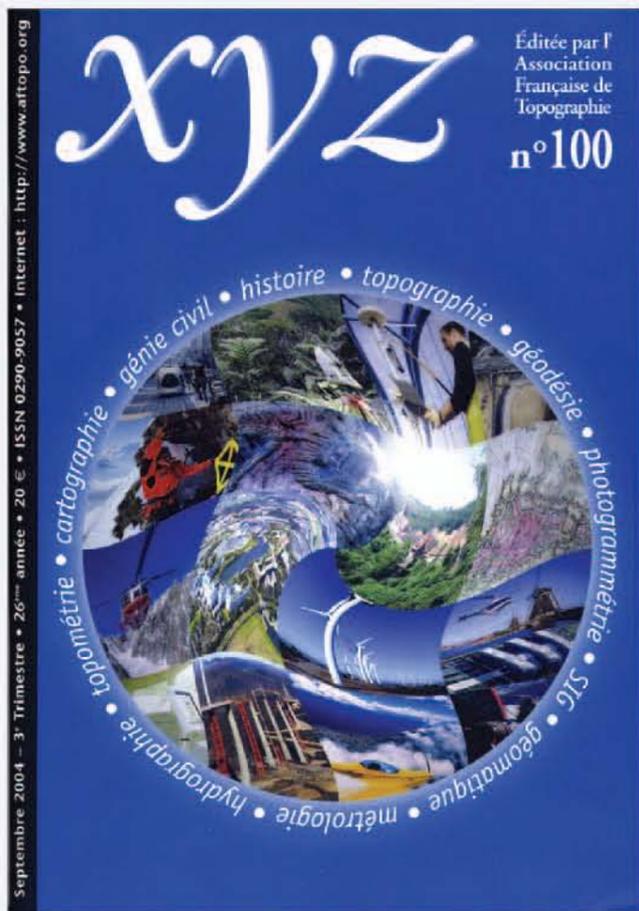
Des géologues suédois ont annoncé qu'ils pourraient avoir trouvé le moyen de prédire les tremblements de terre plusieurs semaines à l'avance. La mesure de la quantité de métaux dans les eaux souterraines, avoisinant les régions sensibles, serait la solution.

Les chercheurs ont effectué des prélèvements d'eau à 1.500 m de profondeur dans le nord de l'Islande. Ceux-ci montrent que les taux de plusieurs métaux ont fortement augmenté (parfois multipliés par 10) avant un séisme de magnitude 5,8, avant de revenir à des valeurs normales par la suite. Cette augmentation serait due au réchauffement des roches souterraines. Celles-ci libéreraient alors leur métal dans l'eau des nappes souterraines. Bien entendu, cette méthode sera étudiée par des observations avant des séismes avant d'être confirmée.

(source :AFP)

La Bibliothèque de l'INCT a reçu plusieurs périodiques de différents pays. Voici le sommaire de certaines d'entre elles, les plus importantes.

■ XYZ  
N° 100



Sommaire :

- Info-Topo : Les informations de la profession.
- XX<sup>e</sup> Congrès de la Société Internationale de Photogrammétrie et de Télédétection : bilan et projets (*Pierre GRUSSENMEYER*).
- La DMC de Z/I Imaging : une conception innovante au service de la précision (*Isabelle POUX et Dave DIONNE*).
- Intégration de relevés topographiques et de mesures GPS en mode cinématique pour l'analyse des performances de cyclistes sur piste. Par *Mathieu LAMBERT et Rock SANTERRE*.
- Navigation pédestre dans un environnement construit. Par *Pierre-Yves GILLIÉRON et Dr. Quentin LADETTO*.
- Le système GALILEO, une technique d'avenir pour la géodésie spatiale de très haute exactitude. Par *Florent DELEFLIE, François BARLIER et Pierre EXERTIER*.
- Les repères topographiques de 1896 ou à la recherche du plan dans la ville (*Marc LE FLOUR et Olivier NAMIAS*).
- Méchain géodésien (*Suzanne DÉBARBAT*).
- La géodésie française et mondiale : une évolution considérable en 25 ans (*Michel KASSER*).
- Un SIG pour les sapeurs-pompiers de Paris (*Jean-Luc RUBOD, Bernard BAULERY et Emmanuel NATCHITZ*).
- Suivi automatisé des piles du pont de Fleury-Mérogis lors des opérations de poussage (*Frédéric DADOUN et Didier DUPUIS - François LEBLANC et Sylvain SABINI*).
- Géomatique, la chenille ou l'imago ? Question de définition... Par *Tania NEUSCH et Hans-Peter BÄHR*.
- La génération automatique de spatio-cartes. Par *Simon BAILLARIN et Marc BERNARD*.
- MAGMA : l'expédition de l'ENSG au Mont-blanc. Par *Julien VARJABETIAN et Jérôme VERDUN*.
- Les pays du sourire... (*Pierre RODRIGUEZ, Paul COURBON et Philippe PELLEGRINI*).
- Jean Dewasne : De l'art à l'hectare. Par *Adriana MIRI et Jean-Pierre MAILLARD*.

■ La Lettre du CRAAG  
N° 21

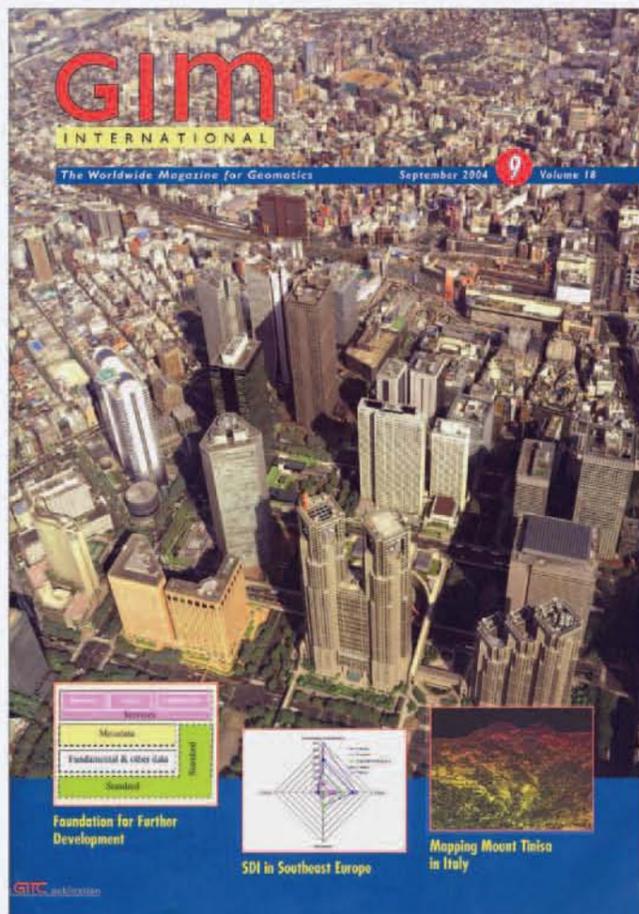
Le sommaire du 21<sup>ème</sup> numéro de ce bulletin traite de plusieurs sujets entre autres :

- Lancement réussi d'Aura, un satellite qui étudiera notre atmosphère.
- La sonde Cassini découvre une nouvelle ceinture de radiations autour de Saturne et observe les orages sur la planète.
- La météorite Savh al Uhaymir.
- La Chine lance un deuxième satellite de recherche en coopération avec l'ESA.
- Préviation des séismes.
- Séisme dans le sud-est de la Turquie.
- Séisme de magnitude 4,5 à Athènes en plein JO.

Ainsi qu'un article sur la GEOSTATISTIQUE : Nouvelle approche pour l'étude du sous sol Par *Fayçal Chafiheddine MOUHOUB* Chargé d'Etudes, Département de Géophysique, CRAAG.



■ GIM  
INTERNATIONAL  
Volume 18 - Number 9



Contents :

FEATURES

- **Foundation for Further Development.**

Geospatial Data Infrastructure for Nigeria.  
*By Adewale Akingbade and Christiaan Lemmen.*

- **SDI in Southeast Europe.**

A Broad Survey of Status and Awareness (*Ulrich Boes*).

- **Mapping Mount Tinisa in Italy.**

Merging Airborne and TLS Datasets (*Dario Conforti*).

• **Features**

- **Russian Real-time Mapping with Laser Scanning.**

Combining Traditional and TLS Datasets.

*By Sergey Mechnikov and Eugeny Medvedev.*

- **The Timelessness of Exploring the Unknown.**

Italian Space Activity in Kenya (*Jacques Sipkes*).

- **Desktop to Enterprise : Ever-evolving GIS.**

Geospatial Standards for Interoperability (*Felecia Semple*).

• **Interview**

- **Maturation of the DMC.**

GIM International Interviews Dr Terry Keating, chairman, Z/I Imaging and executive vice-president, Intergraph.

• **Company's View**

- **Ongoing Need for Wireless Solutions.**

SATEL OY.

• **Review**

- **Geo-Imagery Bridging Continents.**

XXth ISPRS Congress, Istanbul, Turkey.

NEWS

COLUMNS

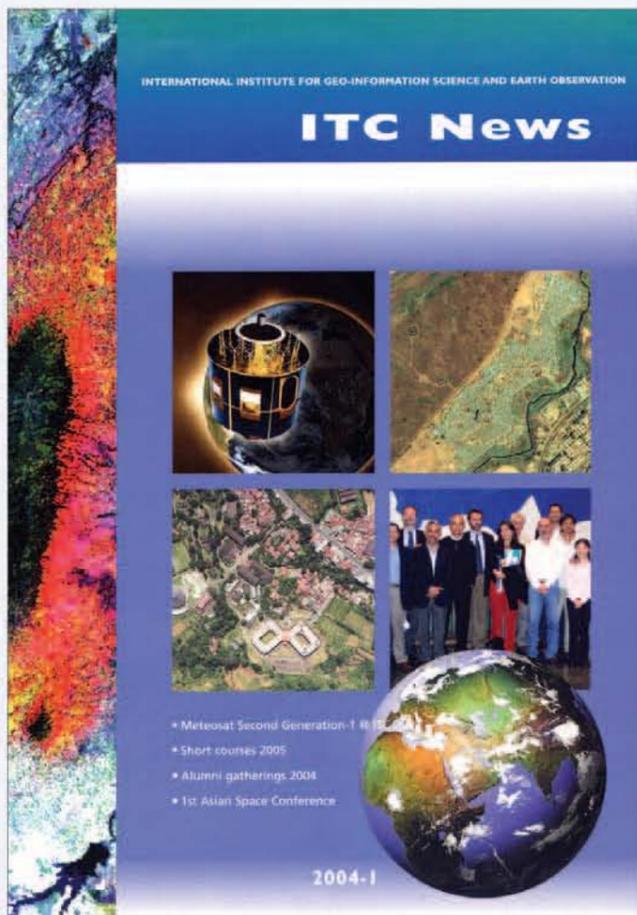
Sommaire :

- Les stratégies parentales dans l'espace de l'école : Secteurs, zones et paysages scolaires à Créteil.  
*Par B. Durand*
- Énergie et paysages en Allemagne : les enjeux environnementaux.  
*Par M. Deshaies*
- Forêts et construit social au Canada. Approche géographique.  
*Par É. Glon*
- La suppression du marché du Zoma à Tananarive : perte de l'un des fondements traditionnels de la citoyenneté ou revanche de la ville ?  
*Par Fournet-Guérin*
- Associations et nouvelles ruralités. Une approche à partir des espaces aveyronnais et provençaux.  
*Par E. Regourd*
- Le livre de géographie, une espèce menacée ?  
*Par J.-C. Boyer*
- Comptes rendus.

■ Annales de Géographie  
N° 637



■ ITC News  
Number 1



Content :

- **Main features**
  - Meteosat
  - Second Generation-1 @ ITC
- **Announcements**
  - Alumni Survey
  - 1 st Asian Space Conference
  - MoU UNAM and ITC
  - Award from the Survey of Kenya
  - Kite Aerial Photography
  - Short courses 2005
  - Proceedings IT Renewal Strategy for Land Registry and Cadastre.
- **Staff News**
- **Research News**
  - Workshop
  - Nizamabad District, India
- **Project News**
  - Special course
  - Makerere University
  - Technical Study Programme
  - Land Administration Guatemala
  - Global Urban Observatory
  - Closing Workshop CASITA project
  - Training Course GIS and RS for Coastal Zone Management.
  - AUNP project
- **Life after ITC**
  - Alumni meetings Guatemala and Mexico
  - Alumni gatherings 2004
  - Greetings from Burkina Faso
  - Letter to the Editor
  - Alumni Associations

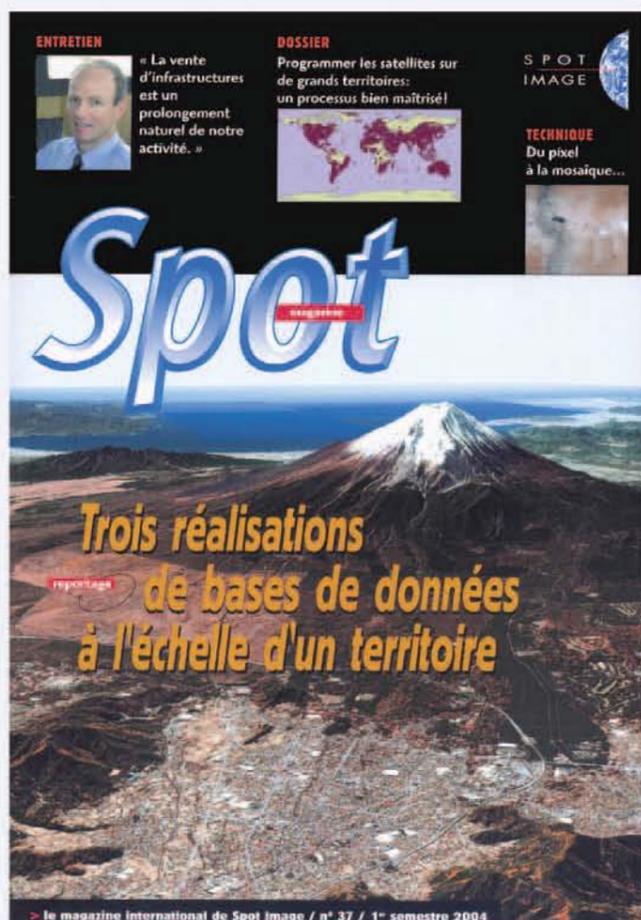
Sommaire :

- Short Note : Spherical harmonic analysis of the CRUST 2.0 global crustal model (*Tsouli D*).
- A technique for modelling the Earth's gravity field on the basis of satellite accelerations (*Ditmar P, van Eck van der Sluis AA*).
- The effect on the geoid of lateral topographic density variations (*Sjöberg LE*).
- Transformation of coordinates using piecewise conformal mapping (*Lippus J*).
- First-order design of geodetic networks using the simulated annealing method.  
By *Berné JL, Baselga S*.
- A comparison of methods for the inversion of airborne gravity data.  
By *Alberts B, Klees R*.
- Two-step procedures for hybrid geoid modelling.  
By *Sjöberg LE, Featherstone WE*.
- Short Note : Asymptotic theory for calculating deformations caused by dislocations buried in a spherical earth – gravity change (*Sun W*).
- Prediction of earth rotation parameters by fuzzy inference systems.  
By *Akyilmaz O, Kutterer H*.
- Computing geodetic coordinates from geocentric coordinates (*Vermeille H*).
- The Null method applied to GNSS three-carrier phase ambiguity resolution.  
By *Fernández-Plazaola U, Martín-Guerrero TM, Entrambasaguas-Muñoz JT, Martín-Neira M*.
- Integrated adjustment of CHAMP, GRACE, , and GPS data.  
By *Zhu S, Reigber Ch, König R*.

■ Journal of geodesy  
Volume 77 Number 12



■ SPOT Magazine  
N° 37



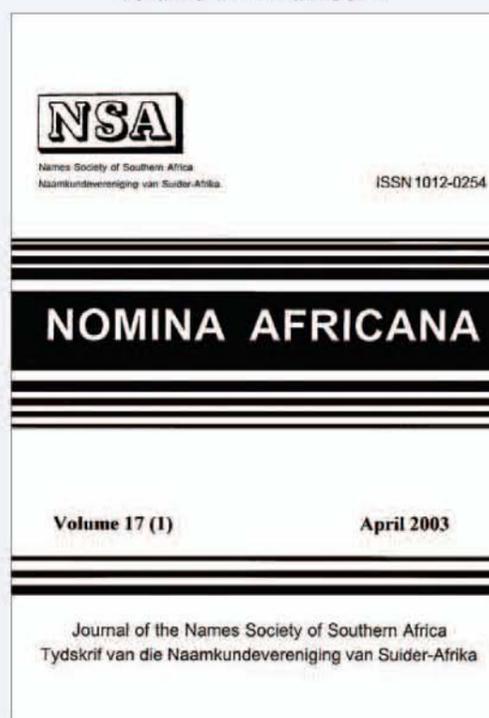
Sommaire :

- Spot Image maintient le cap de la Qualité.
- Une nouvelle station de réception Spot au Canada.
- Pléiades-HR, un futur observateur... très agile.
- Spot Image devient agent exclusif pour la commercialisation des produits et services TerraSAR-X.
- De nouveaux produits une nouvelle liste de prix.
- Spot Image s'installe en Amérique latine
- **TROIS QUESTIONS À ...**  
*Par François Bégaud, directeur des opérations Asie.*
- **DOSSIER**  
PROGRAMMER LES SATELLITES SUR DE GRANDS TERRITOIRES :  
Un processus bien maîtrisé.
- **ENTRETIEN**  
« LA VENTE D'INFRASTRUCTURES EST UN PROLONGEMENT NATUREL DE NOTRE ACTIVITÉ » :  
Acquérir une station de réception répond à des préoccupations économiques et politiques.
- **TECHNIQUE**  
DU PIXEL À LA MOSAÏQUE :  
La gestion et le traitement de gros volumes de données.
- **REPORTAGE**  
TROIS RÉALISATIONS DE BASES DE DONNÉES L'ÉCHELLE D'UN TERRITOIRE :  
Japon, Canada, Chine, trois problématiques différentes.
- **ANALYSE**  
L'IMPORTANCE DE L'ACCÈS AUX DONNÉES :  
L'évolution des technologies a modifié l'accès à l'information.

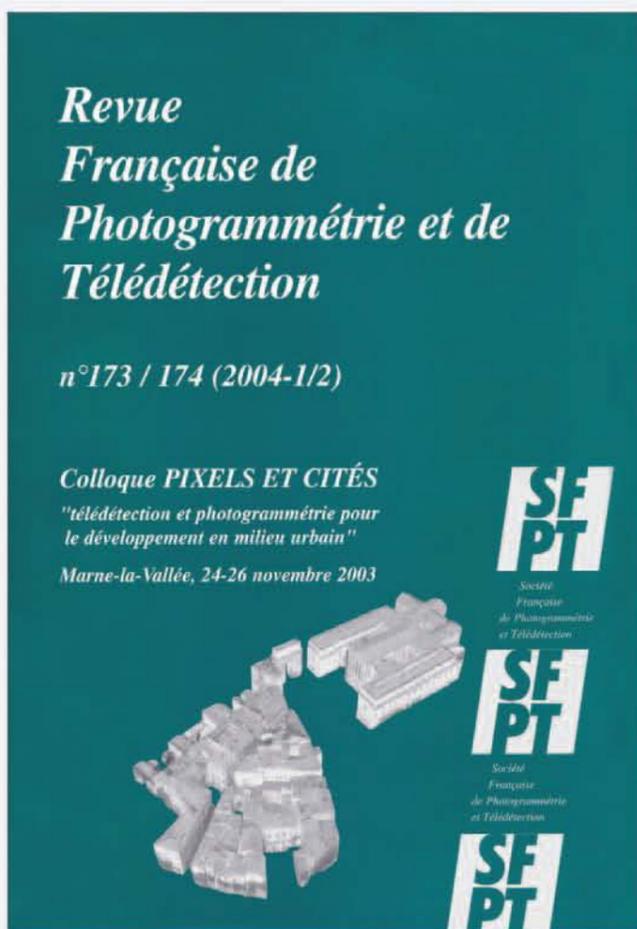
Contents :

- Van Heilige Tot Ikon : Die Geskiedenis van die Naamgewing van een van Bloemfontein se Strate (*Johan Lubbe*).
- Naming and Renaming as Disguise : Vices in Rhetoricians' Drama (*Margaret Raftery*).
- Duiwelskloof (*André P. Brink*) se mense : 'n onomastiese verkenning (*Bertie Neethling*).
- Naming, Heritage and Identity in Post-Apartheid South Africa.  
*Par Mbali Machaba*
- Address to the 12th Names Congress, Bloemfontein, May 2002, this being the 21th Anniversary of the Names Society of Southern Africa (*Peter E. Raper*).
- Report on the 21th Conference of the International Council of Onomastic Sciences (ICoS), Uppsala, Sweden. Aug 19th to 24th 2002 (*Adrian Koopman*).
- Letter to the Editor (*Joh Groenewald*).
- Onomastic Snippets.
- Review of Zulu Names.  
*Par Bertie Neethling*

■ NOMINA AFRICANA  
Volume 17 - Number 1



■ Le Bulletin de la SFPT  
N° 173-174



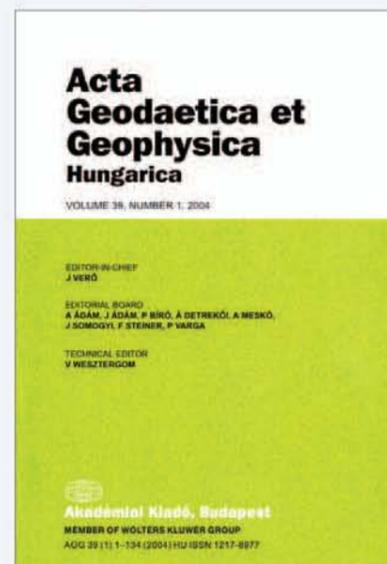
## Sommaire :

- Observation de la Terre : les débuts difficiles mais prometteurs de la résolution sub-métrique optique.  
*par A. Dupéret, M. Kasser, J. - Y. Bacon, M. Bernard, A. Podaire*
- Méthode d'acquisition, d'organisation, et d'exploitation des images texturant des bâtiments modélisés en 3D (*F. Perdrizet*).
- HYEMALIS : un simulateur d'images de paysages tridimensionnels complexes (*J. Helbert, B. Berthelot, C. Soler*).
- Confrontation du relevé laser 3D aux techniques de relevé conventionnelles et développement d'outils numériques pour la restitution architecturale.  
*par A. Fuchs, E. Alby, R. Begriche, P. Grussenmeyer, J-P. Perrin*
- De SPOT à Pléiades : des satellites qui peuvent aussi fournir des informations utiles à la connaissance du milieu urbain et de son évolution (*A. Baudoin*).
- Etude sur l'adéquation des futures images du capteur pléiades HR à des thématiques de risques naturels.  
*Par S. Mathieu-Marni, P. Blanc, L. Rognant*
- Potentiel altimétrique des images Spot 5 et Pléiades-HR : Bilan des études techniques pilotées par le CNES (*J.-P. Cantou*).
- Modélisation 3D des milieux urbains à partir d'images aériennes stéréoscopiques : approche manuelle vs semi-automatique.  
*par C. Baillard*
- Extraction automatique de caricatures de bâtiments à partir de Modèles Numériques d'Élévation par utilisation de processus ponctuels spatiaux (*M. Ortner, X. Descombes, J. Zerubia*).
- Reproductibilité des procédures d'extraction de l'espace urbain.  
*par A. Bianchin, L. Bravin*
- Etude de l'extension du bâti sur le littoral sénégalais à partir des paramètres texturaux de Haralick.  
*Par G. Ackermann, O. Tournaire, C. Mering*
- Cartographie de la densité du bâti par analyse granulométrique des images de télédétection (*F. Chopin, C. Mering*).
- Démarche orientée « objets-attributs » et classification d'images THRS (*A. Puissant, C. Weber*).

## Contents :

- Lithosphere in the Western Carpathians and its surrounding tectonic units - Geophysical study (*Bielik M, Sefara J, Kovac M, H6k J, Vozar J, Zeyen H*).
- Seismic hazard assessment and site-dependent response spectra parameters of the current seismic design code in Albania (*Duni LI, Kuka N*).
- Seismic microzonation with the use of GIS - Case study for Debrecen, Hungary.  
*Par Gribovszki K, Panza G F*
- Transport and lifeline structures versus accidental and natural hazard actions (*JuhasovaE*).
- Earthquake prediction : basics, achievements, perspectives - Kossobokov V G A view to the intermediate-depth Vrancea earthquake of May 30, 1990 - Case study in NE Bulgaria.  
*Par Kouteva M, Panza G F, Paskaleva I, Romanelli F*
- Seismic strengthening of buildings and seismic instrumentation - Two priorities for seismic risk reduction in Romania (*Lungu D, Aldea A, Demetriu S, Craifaleanu I*).
- Seismic zoning characterization for the seismic hazard assessment in south-eastern Romania territory.  
*Par Marmureanu G, Popescu E, Papa M, Moldovan AI, Placintii AO, Radulian M*
- Deterministic modelling for microzonation of Sofia - An expected earthquake scenario.  
*Par Paskaleva I, Panza G F, Vaccari F, Ivanov P*
- Real-time estimation of strong motion seismic waves.  
*Par Radeva S, Scherer R J, Radev D, Yakov V*
- Seismic hazard of Romania due to Vrancea earthquakes - How asymmetric is the strong ground motion distribution (*Radulian M, Papa M, Grecu B, Popescu E, Panza G F*).
- Seismic ground motion estimates for the M6.1 earthquake of July 26, 1963 at Skopje, Republic of Macedonia (*Suhadolc P, Sandron D, Fitzko F, Costa G*).
- Study of the temporal variation in seismic activity within the Pannonian Basin.  
*Par Varga P, Kiszely M, Bus Z*

■ Acta Geodaetica et  
Geophysica Hungarica  
Volume 39 - Number 1



**Sommaire :**

• **Focus**

- Federal gis
- Federal GIS.
- New Era in Land Use Planning.
- Building a GIS Foundation.
- Fourth Annual FedUC Draws Record Numbers.
- Dealing With Risk Spatially.
- Modernizing the Geographic Data Infrastructure.
- Developing Imagery Solutions.

• **Features**

- Now Open for Business.
- Exploring the Karst Landscape of Cockpit Country.
- Harnessing Geography Improves Outcomes.
- Study Yields Robust Carrying Capacity Model.

• **Special Section**

- Mapping mars
- Mapping the Mars Rovers' Landing Sites.
- Astrogeology program Maps Planets.

• **Departments :**

**SOFTWARE**

- Software Updates.
- ArcGIS 9 Offers a Complete GIS.

**DEVELOPER'S CORNER**

- ArcIMS Java Client Supplies Mapping to Phones.
- What Is J2ME?

**HANDS ON**

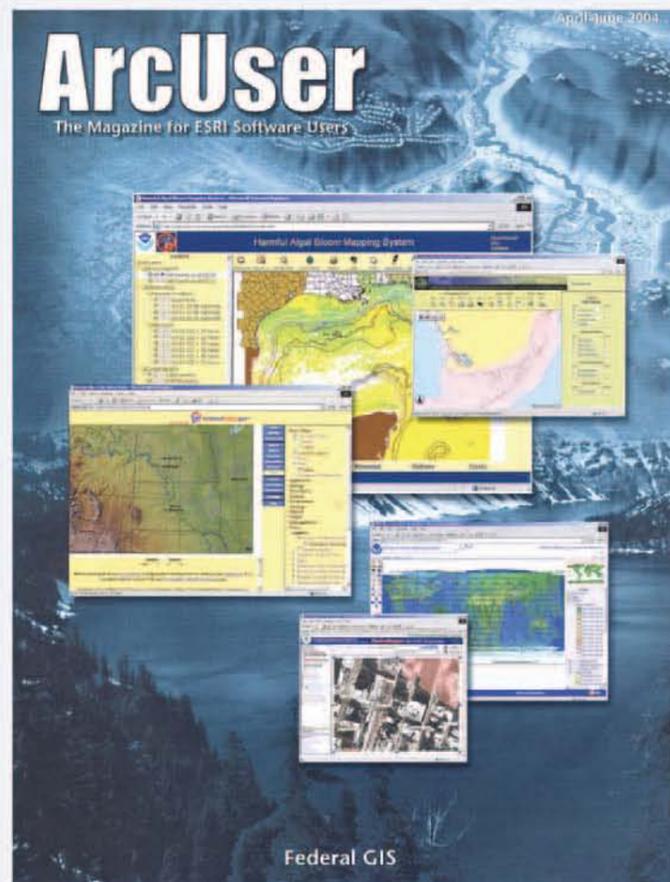
**BOOKSHELF**

**USERS**

**EDUCATION**

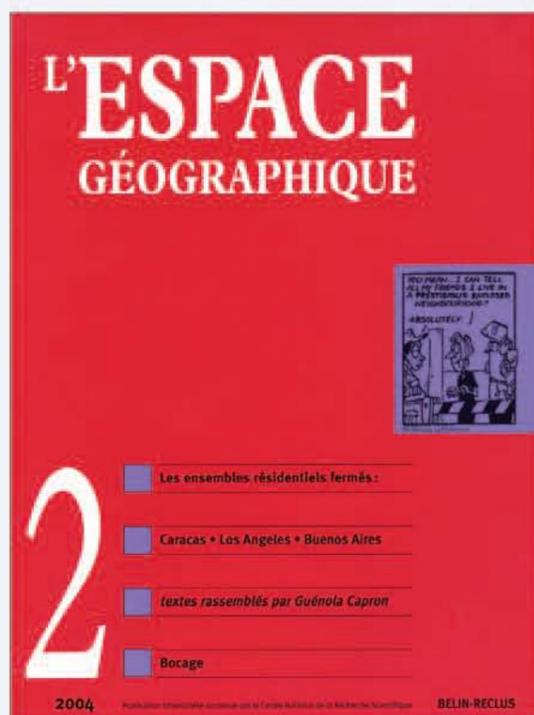
**END NOTES**

■ **ARCUSER**



■ **L'ESPACE GEOGRAPHIQUE**

N° 2 -2004



**Sommaire :**

• **Ensembles résidentiels fermés**

Textes rassemblés par **Guénola Capron**

- Les ensembles résidentiels sécurisés dans les Amériques : une lecture critique de la littérature.

Par *Guénola CAPRON*

- La forme privative de l'urbanité : emprise sécuritaire et homogénéisation socio-spatiale à Caracas.

Par *Pedro José GARCIA SANCHEZ*

- Homogénéisation résidentielle et indépendance politique : de la sécession urbaine et autres incorporations à Los Angeles.

Par *Julie-Anne BOUDREAU, Sophie DIDIER, Claire HANCOCK*

- Une utopie de l'ordre et de la fermeture : «quartiers privés» et «countries» à Buenos Aires.

Par *Monica LACARRIEU, Guy THUILLIER*

• **Bocage**

- Caractérisation des formes du bocage à l'aide de la géométrie fractale.

Par *Bernard ROLAND, Cyril FLEURANT*

- L'impossible reconstruction des bocages détruits. Quand l'évolution des représentations sociales associées au bocage explique l'échec des politiques de replantation de haies dans les communes remembrées du Sud-Est de l'Ille-et-Vilaine.

Par *Samuel PERICHON*

■ La Lettre de L'ASAL  
N° 02

Sommaire :

- Coopération Internationale, Mémoires :
  - Visite du Ministre Argentin des Relations Extérieures.
  - Visite de l'Ambassadeur de la Fédération de Russie.
  - Mémoire d'entente ASAL - IAS (France).
- Conception d'un programme Spatial National :
  - Mise en place de groupes d'experts.
  - Satellite de télécommunication : Installation d'un groupe d'experts.
- Activités Internes : Journées Techniques.
  - La journée technique ASAL-Ministère des ressources en eau.
  - Atelier pédagogique au profit des cadres forestiers.
  - Journée technique Outils Alsatlet SIG relative à la lutte anti acridienne.
  - Journée technique avec le secteur de l'énergie et des mines : l'outil spatial pour l'aide à l'exploration.
- Développement durable :
  - Signature de contrats ASAL - Organismes.
  - Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.
- Projet d'élaboration de la carte de l'Alea et du risque sismique du Nord de l'Algérie.
- Projet Eductel :
  - Action de vulgarisation des technologies spatiales au bénéfice des lycéens.

A la une: Bravo GeoRezo!	p. 1	Indice: Les journées Cassini	p. 4 et 5
Dossier: SIG et paysage	p. 3 et 4	Etat des lieux: Un Livre Blanc pour les risques	p. 11 et 12
Expérience: Le PNR des Beauges	p. 5	Séries de l'été	p. 13 et 15
Politique: INSPIRE, la directive tant attendue	p. 17	Abonnement - Calendrier	p. 18

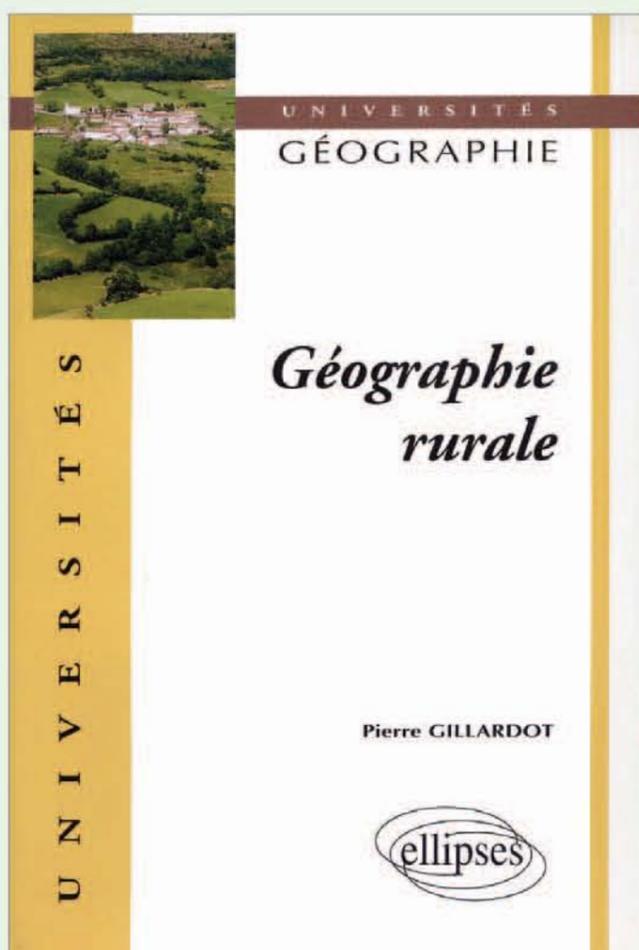
■ SIG  
La lettre  
N° 59

Sommaire :

- A la une :  
Bravo GeoRezo.
- Dossier :  
SIG et paysage.
- Expérience :  
Le PNR des Beauges.
- Politique :  
INSPIRE, la directive tant attendue.
- Recherche :  
Les journées Cassini.
- Etat des lieux :  
Un Livre blanc pour les risques.
- Brèves de l'été
- Abonnement – Calendrier.

## ■ Géographie Rurale

Par Pierre GILLARDOT



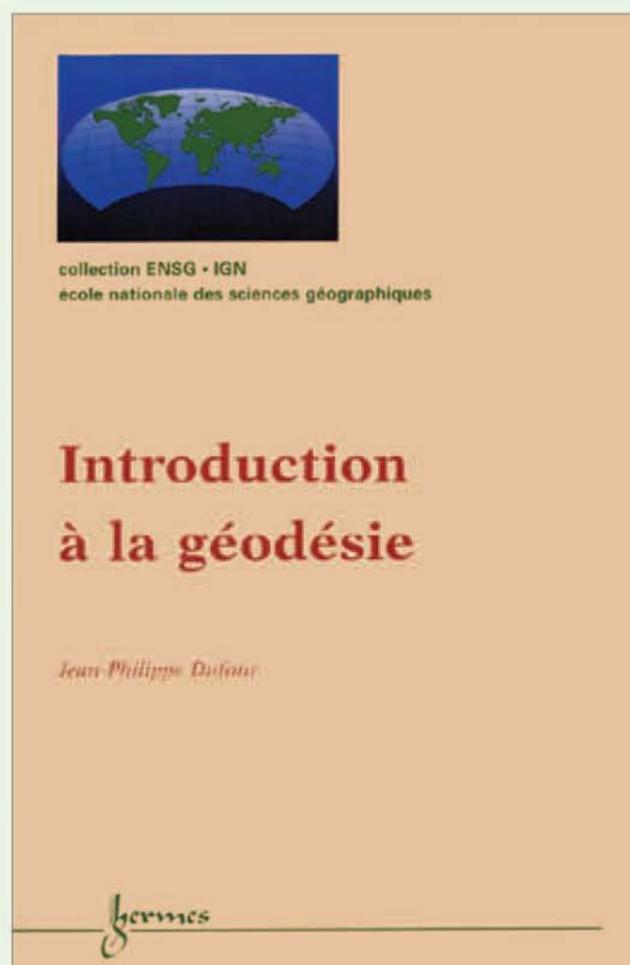
*Politique agricole commune, révolution verte, réforme agraire, ou encore stabulation libre, ensilage, produit de substitution des céréales, mais aussi exode rural, « rurbanisation », et puis bocage, openfield... une avalanche de mots, d'expressions, de formules, de sigles qui recouvrent des réalités propres aux territoires ruraux. Ceux-ci occupent la majeure partie des continents, et l'on estime qu'ils renferment encore plus de la moitié de la population mondiale. Ils sont affectés de transformations profondes, surtout depuis le XIXe siècle. Voici plus de trente ans qu'Henri Mendras annonçait « la fin des paysans ». Les modes de vie changent, en effet, mais la vie rurale elle-même demeure, avec ses spécificités, toujours dominée par l'agriculture. La mondialisation de l'économie modifie les conditions de la production agricole. Elle n'est malheureusement pas encore arrivée à résoudre le problème majeur de notre temps, celui de la faim.*

Mondes divers par la manière dont les hommes se les sont appropriés, les ont aménagés et les utilisent, les campagnes sont l'objet d'une des préoccupations majeures des géographes. Ce Manuel de Géographie rurale permettra aux étudiants, comme à tous ceux que les campagnes intéressent, d'acquérir les connaissances de base, indispensables à la compréhension des problèmes ruraux contemporains.

EDITION : ellipses.

## ■ Introduction à la géodésie

Par Jean-Philippe Dufour



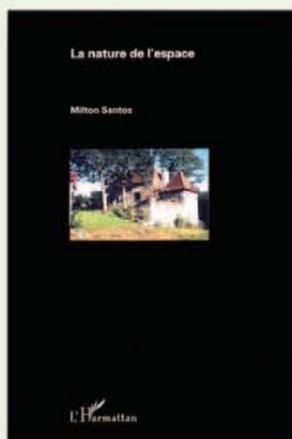
La géodésie se définit comme l'étude de la forme, des dimensions et du champ de pesanteur de la Terre. Ses applications dépassent largement le domaine des cartes et des SIG : citons, entre autres, le positionnement par techniques spatiales - tels GPS et demain Galileo - , appliqué notamment aux transports (systèmes de navigation embarquée, aériens, maritimes ou terrestres), à la prévention des risques d'origine géophysique ou à la surveillance de l'environnement.

Le recours aux technologies spatiales requiert désormais la normalisation des modèles, des systèmes de références terrestres, des méthodes et de la terminologie nécessaires à leur utilisation par une communauté sans cesse plus nombreuse. Les transformations entre systèmes de coordonnées nationaux constituent un exemple typique des problèmes d'actualité pour lesquels il importe de maîtriser les notions de base de la géodésie présentées par cet ouvrage. Introduction à la géodésie est le premier de la collection **ENSG-IGN**, dirigée par Jean Denègre.

EDITION : Hermes Science Publications.

### ■ La nature de l'espace

Par Milton Santos

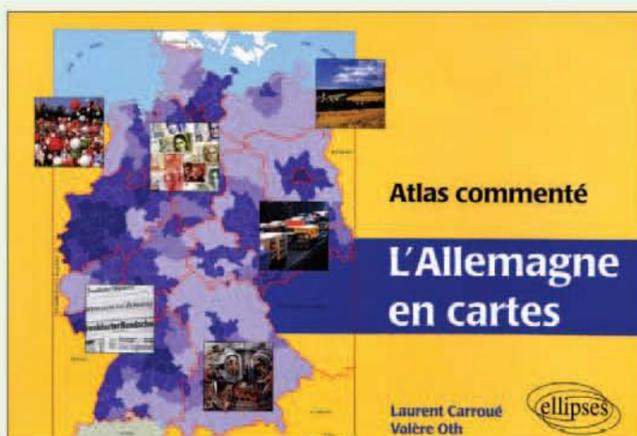


En ce tournant de siècle, la technique est devenue une donnée essentielle de l'environnement matériel, des activités productrices et même des relations interpersonnelles. Son rôle est fondamental à la fois pour expliquer l'architecture actuelle du monde vécu et pour définir le milieu géographique. Cet ouvrage insiste sur le rôle de la géographie parmi les sciences sociales et propose une définition de la discipline face aux réalités de la globalisation.

EDITION : L'Harmattan.

### ■ L'Allemagne en cartes

Par Laurent Carroué  
& Valère Oth

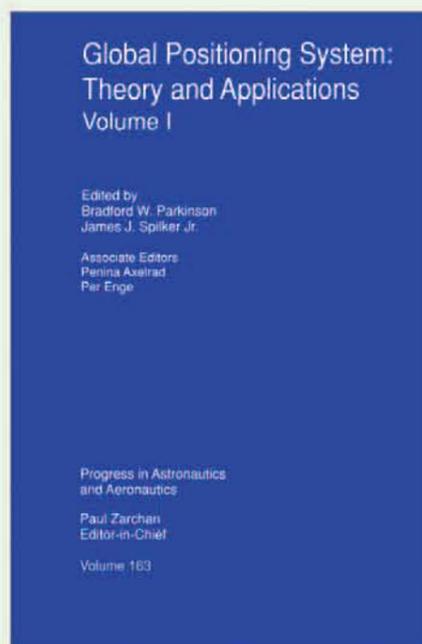


Paradoxalement, si l'Allemagne séduit, interroge ou inquiète nombre d'entre nous, elle reste encore trop mal connue. Face aux enjeux socio-économiques, territoriaux et géopolitiques que représentent l'Unification du pays, le couple franco-allemand, l'Europe en construction ou la mondialisation, le besoin de connaissances et d'analyses est considérable - afin de maîtriser le présent pour préparer l'avenir. L'ambition de cet ouvrage est de contribuer à combler cette lacune avec ses quelque 250 pages et 40 tableaux tout en restant accessible au plus grand nombre. Comme atlas, c'est un outil novateur grâce à ses 210 cartes inédites, simples et lisibles mais précises, qui basculent en permanence de l'échelle mondiale ou européenne à l'échelle des Kreis. Comme atlas commenté, cet ouvrage présente un maximum d'informations, de données, d'analyses et de clés dans les domaines les plus variés en tenant compte des problématiques et des concepts les plus récents. Son objectif est de présenter l'Allemagne en cartes afin de permettre à chacun de se construire son opinion.

EDITION : ellipses.

### ■ Global Positioning System : Theory and Applications

Volume : I



Of all the military developments fostered by the recent cold war, the Global Positioning System (GPS) may prove to have the greatest positive impact on everyday life. One can imagine a 21st century world covered by an augmented GPS and laced with mobile digital communications in which aircraft and other vehicles travel through "virtual tunnels," imaginary tracks through space which are

continuously optimized for weather, traffic, and other conditions. Robotic vehicles perform all sorts of construction, transportation, mining, and earth moving functions working day and night with no need for rest. Low-cost personal navigators are as commonplace as band calculators, and every cellular telephone and personnel communicator includes a GPS navigator. These are some of the potential positive impacts of GPS for the future. Our purpose in creating this book is to increase that positive impact. *That is, to accelerate the understanding of the GPS system and encourage new and innovative applications.* The intended readers and users of the volumes include all those who seek knowledge of GPS techniques, capabilities, and limitations :

- Students attending formal or informal courses.
  - Practicing GPS engineers.
  - Applications engineers.
  - Managers who wish to improve their understanding of the system.
- Our somewhat immodest hope is that this book will become a standard reference for the understanding of the GPS system. Each chapter is authored by an individual or group of individuals who are recognized as world-class authorities in their area of GPS. Use of many authors has led to some overlap in the subject matter which we believe is positive. This variety of viewpoints can promote understanding and contributes to our overall purpose. Books written by several authors also must contend with variations in notation. The editors of the volume have developed common notations for the important subjects of GPS theory and analysis, and attempted to extend this, where possible, to other chapters. Where there are minor inconsistencies we ask for your understanding.

EDITION : American Institute of Aeronautics and Astronautics.

**Tous ces ouvrages et périodiques sont disponibles au niveau de la Bibliothèque de l'INCT.**

## Participation de l'INCT au XXème congrès de l'ISPRS 2004 Istanbul Turquie, du 12 au 23 juillet 2004.

Par Mr F. DEGAICHIA / SDRD / INCT



Dans le cadre de la participation de l'INCT au XXème congrès de l'ISPRS (société internationale de photogrammétrie et de télédétection) qui s'est déroulé du 12 au 23 juillet 2004 à Istanbul (Turquie), une délégation conduite par le lieutenant colonel HALOUANE Ali du SGT/ANP, et composée de Mr DEGAICHIA Fethi chef de laboratoire photogrammétrie et télédétection a pris part à cette importante manifestation.

Lors de la cérémonie d'ouverture, des allocutions ont été prononcées par le président de l'ISPRS, le directeur du congrès ainsi que le ministre de la défense turque. Il ont mis l'accent sur l'intérêt que porte l'organisation de cette conférence, notamment sur les nouvelles technologies dans le domaine de l'information spatiale. Les participants à ce séminaire étaient au nombre de 2000 environ, venus de 120 pays.

Le programme de ce congrès consacrait les matinées pour les communications orales, les après-midi pour les sessions poster, et en fin d'après midi reprise du programme des communications orales. En parallèle à ceci plusieurs réunions de l'assemblée générale de l'ISPRS ont eu lieu, l'Algérie y été présente en tant que membre ordinaire. Plusieurs décisions ont été prises, parmi elles la désignation du pays qui abritera le prochain congrès prévu en 2008, la validation des amendements du règlement intérieur, la désignation du nouveau conseil de l'ISPRS ainsi que les présidents des commissions techniques.

Plus de 500 communications et 300 posters ont été présentés, traitant différents thèmes sur les nouvelles technologies, les programmes de recherche. Nous citerons quelques unes parmi celles qui présentent un intérêt certain pour l'INCT :

- \* Performance de l'image satellitale à très haute résolution.
- \* Extraction des bâtiments et routes à partir de l'image satellitale THR
- \* Précision du DEM généré à partir de HRS/SPOT5
- \* Apport des images Quickbird pour l'évaluation des dommages post/sismiques
- \* Performances des caméras numériques
- \* Précision des données issues du LIDAR, performances et applications
- \* Cartographie à partir des images à hautes résolution SPOT5
- \* Applications thématiques de l'image satellitale

Lors de la session des posters, Mr DEGAICHIA a présenté un poster dont le thème est : « Potentiel cartographique de l'imagerie Ikonos Geo ».

Durant les cinq dernières journées du congrès, une exhibition commerciale a eu lieu, elle a regroupé les grandes firmes de photogrammétrie ainsi que les principaux fournisseurs d'images satellitales, parmi elles :

- Leica Géosystems
- Intergraph (Z/i imaging)
- Bae Sytems
- TopoSys
- Pci geomatics
- Dat/Em
- Vexcel imaging
- Spot Image
- Eurimage
- Digital Globe
- Orbimage

Différentes caméras numériques nous ont été présentées.

Il existe actuellement plusieurs caméras numériques sur le marché international : ASD40 (leica geosystems), DMC (IntergraphZ/I), DSS (Applanix), DIMAC (Aéro photo), ULTRACAM (vexcel).

Plusieurs démonstrations de logiciels de photogrammétrie numérique ont été effectuées.

Une présentation de ces caméras, leurs caractéristiques techniques, la technologie utilisée, les performances, les avantages ainsi que les éventuels inconvénients nous ont été présentés par les différents fournisseurs.

En parallèle à cette exhibition, des contacts ont été pris avec les fournisseurs, nous avons discuté avec eux en profondeur sur plusieurs aspects techniques et commerciales.

La cérémonie de clôture a eu lieu le 23 juillet par le professeur Ian Dowman nouveau président de l'ISPRS qui invita les participants à assister au XXIème congrès de l'ISPRS, qui aura lieu en août 2008 à Beijing (Chine).

# POTENTIEL CARTOGRAPHIQUE DE L'IMAGERIE IKONOS GEO

F. Degachia  
 Institut National de Cartographie et de Télédétection - Algérie (fethi\_degachia@yahoo.fr)  
 Commission IV, WG IV/7  
**KEY WORDS:** Photogrammetry, satellite, mapping, ortho image, high resolution, accuracy

## ABSTRACT

The availability of high-resolution satellite imagery with stereo viewing capability coupled to unrestricted commercial availability and a good geometric accuracy has made the satellite imagery a possible alternative to the conventional aerial mapping. The present paper comes, in complement to other studies, to investigate the cartographic potential of Ikonos imagery with regard to large mapping scales (1/25 000 to 1/5 000). The investigation concerns the informational content and the metric aspect of these images. Testing was carried out on the 1m panchromatic Geo imagery, and concerned a part of the city of Algiers (Algeria). The results obtained from these tests, either in terms of RMS or semantic content, showed that, in the context of this investigation, mapping at scales up to 1/10 000 is within the possibilities of IKONOS imagery, whereas mapping at 1/5 000 remains however critical.

### 1- Objectif de cette étude

L'objectif de cette étude est d'examiner la faisabilité d'utilisation des images IKONOS pour les cartes topographiques à grandes et très grandes échelles. Pour ce faire, la présente étude sera consacrée à l'évaluation :

- Du contenu sémantique de l'image IKONOS,
- De la précision planimétrique de cette image.

### 2- Description des données et logiciels

La zone d'étude couvre une partie de la ville d'Alger (Algérie). Les données utilisées comprennent :

- 1) Une portion d'image IKONOS Geo couvrant la zone d'étude
- 2) Des points de contrôle au nombre de 20 points.
- 3) Un Modèle numérique de Terrain (MNT)
- 4) Des restitutions photogrammétriques de la même zone aux échelles 1/25 000, 1/10 000 et 1/7 500.
- 5) Logiciels utilisés: Envi version 3.5, OrthoEngine version 8.1.0 de PCI

### 3- Méthodologie

Evaluation sémantique de l'image IKONOS.

Evaluation géométrique.

Les étapes du traitement ayant conduit à ce résultat comprennent :

- Génération du modèle numérique de terrain : grâce au module "Import & Build DEM" du logiciel OrthoEngine
- Génération de l'ortho image : Pour la rectification, deux méthodes ont été utilisées, la méthode polynomiale et la méthode rigoureuse.

### 4- Evaluation sémantique

Pour voir le potentiel cartographique de l'image IKONOS, une comparaison a été faite avec chacune des échelles cartographiques utilisées, à savoir les échelles 1/25 000, 1/10 000 et 1/7 500 (figures 1 et 2).

L'analyse visuelle de l'image a révélé que les détails suivants n'ont pu être détectés: les plaques ou regards d'égout, les lampadaires, les pylônes électriques et téléphoniques, phares, câbles, lignes de transport d'énergie.

Ces détails devraient figurer sur la carte au 1/5 000, mais ne sont pas identifiables sur l'image IKONOS, ce qui compromet la cartographie à cette échelle à partir de l'image IKONOS.



Fig. 1: extrait de la carte au 1/25 000 et image correspondante de l'image IKONOS

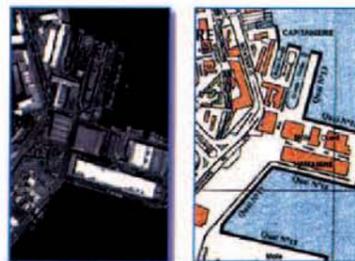


Fig. 2: extrait de la carte au 1/7 500 et image correspondante de l'image IKONOS

### 5- Evaluation géométrique qualitative

L'évaluation visuelle de la qualité géométrique de l'ortho image générée consiste à superposer les différentes restitutions photogrammétriques disponibles à l'ortho image générée, puis procéder à une analyse visuelle.

Ceci a permis de constater qu'il y a eu superposition parfaite pour les voies ferrées, les voies de communication et les trottoirs (figures 3 et 4). Par contre, pour les constructions, certaines présentent des décalages.



Fig. 3: bonne superposition des rails Fig. 4: bonne superposition des voies ferrées

### 6- Evaluation géométrique quantitative

La transformation a été faite par méthode polynomiale et par méthode rigoureuse. Les erreurs moyennes quadratiques obtenues montrent que la méthode rigoureuse donne de très bons résultats.

Après génération de l'ortho image, la différence entre les coordonnées terrain mesurées sur l'ortho et les coordonnées connues donne les écarts moyens quadratiques suivants:  $EMQX = 1,00\text{ m}$  et  $EMQY = 2,50\text{ m}$

### 7- Conclusion

Certains détails qui doivent figurer sur la carte au 1/5 000 n'ont pu être identifiés sur l'image IKONOS. En ce qui concerne la précision géométrique, on a abouti à une erreur moyenne quadratique planimétrique de 2.63m. Selon les normes cartographiques américaines (UNMAS), cette précision répond aux exigences d'une cartographie à une échelle voisine de 1/10 000.

Poster présenté par Mr F. DEGAICHA lors de la session des posters

## Compte rendu de la journée d'étude:

### " la veille technologique dans le domaine de l'information géographique "

Alger, le 11 octobre 2004.

Par Mr ATOUI Brahim, CNIG



Le 11 octobre de l'an deux mille quatre, le **Conseil National de l'Information Géographique**, a organisé au siège de L'ASAL, une Journée d'Etude intitulée « la veille technologique dans le domaine de l'information géographique »

L'ouverture officielle a été présidée par Monsieur le Vice-Président du CNIG en présence du Secrétaire Général du CNIG et du Directeur Général de l'ASAL, qui se sont exprimés successivement pour situer les objectifs de cette journée.

Le Vice-Président du CNIG tout en souhaitant la bienvenue aux participants, a rappelé les missions du Conseil et la politique poursuivie dans ce domaine qui consiste à encourager toute initiative visant à promouvoir l'information géographique en Algérie.

A la fin de son intervention il a souhaité plein de succès aux travaux de cette journée.

Le Directeur Général de l'ASAL a également souhaité la bienvenue aux présents et a souligné que son institution est toujours présente pour encourager la promotion de l'information géographique.

Cette journée d'étude s'est déroulée en 2 sessions, conformément au programme prévu : l'une, la matinée avec la présentation de 3 communications et l'autre l'après midi avec deux communications suivies d'un débat général.

Une période d'un quart d'heure était réservée, après chaque communication, aux questions des participants.

#### Session I

Président : M. Madjid DAHMANE (CERIST)

Rapporteur : M. Tahar IFTENE (CNTS)

Cette session s'est ouverte avec une brève intervention du Secrétaire Général du CNIG qui a présenté le programme de la journée et a donné par la suite la parole au premier intervenant, M. Dahmane, pour présenter sa communication intitulée « la veille: Fondement et Enjeux » Celle-ci a suscité un riche débat durant lequel plusieurs questions ont été posées par les participants portant notamment sur l'existence ou non d'un

organisme chargé de la veille technologique en Algérie, de la définition du concept de veille, de la relation entre veille et étude de marché, de la définition de la structure de veille, son mode de fonctionnement et son coût, de l'aspect théorique et de la réalité nationale et enfin, comment greffer ce processus de veille au sein du CNIG ?

Les réponses données par le communicant ont confirmé **l'inexistence** en Algérie de la veille au sens conventionnel du terme mais néanmoins, des noyaux de veille existent dans certains organismes nationaux mais sans personnel qualifié ni structures adéquates.

Le communicant a souligné pour qu'une veille soit efficace, elle devrait impérativement disposer d'un personnel qualifié, versé dans les métiers concernés et entouré d'un réseau de veilleurs pour le « traquage » de l'information dans les différents domaines de l'établissement.

La seconde communication, « la veille : outils et processus », a été présentée par Mme Kellou Ratiba. Les questions relatives à cette communication ont porté sur la validation de l'information par les experts et de l'existence ou non d'une cellule de veille au niveau du CERIST. En ce qui concerne ce dernier point, la réponse donnée par les experts de ce Centre confirme l'inexistence d'une telle structure au sens propre du terme mais cette activité de veille est exercée de manière individuelle : Chaque responsable a sa méthode pour suivre et diffuser les informations qui intéressent son domaine d'intérêt, notamment par le biais du courrier électronique et des abonnements aux listes de discussions.

La troisième communication « le knowledge management au service de la veille » a été présentée par M. Yalaoui Billal. Les questions posées par l'assistance concernent l'explication du concept « knowledge management », les outils informatiques utilisés, les modèles formels pour la connaissance et le coût de mise en place d'une cellule de veille.

Cette première session a été clôturée à 13 H.

## Session II

Président : M. Youcef SMARA(USTHB)

Rapporteur : M. Tahar IFENE(CNTS)

Au cours de cette session deux communications ont été présentées : une par Melle Aliouli Nadia, sur « l'Information Géographique et la veille Technologique sur Internet » et l'autre par Mme Merabet Karima sur les résultats du questionnaire relatif à l'enquête initiée par le CNIG sur la veille technologique dans les domaines des sciences géographiques.

Pour la première communication, les questions posées par les participants avaient trait surtout à l'aspect de la distribution ou de la diffusion de l'information récoltée par la cellule de veille qui sera mise en place au niveau du CNIG et de la notion d'*information stratégique*.

La communicante a apporté les éclaircissements nécessaires d'une part, sur la diffusion de l'information qui doit se faire en fonction du destinataire, des objectifs assignés et des besoins exprimés (exemple : intranet entre membres du CNIG) et d'autre part sur le qualificatif d'information stratégique ; celui-ci est utilisé dans le cas de l'information qui répond au besoin exprimé et pas forcément à son aspect confidentiel.

La deuxième et dernière communication de la journée « la veille au CNIG, résultat d'une enquête », est une analyse des résultats de l'enquête initiée par le Secrétariat du CNIG auprès de ses membres experts.

Quelques questions et remarques ont été formulées par les participants. Celles-ci se rapportent notamment à l'opportunité de cette démarche du fait que la mise en place de cette cellule est prévue dans les textes de création du CNIG, à la méthode utilisée pour l'élaboration du questionnaire, à sa validation et au manque d'instructions l'accompagnant.

La communicante a rappelé que le but de cette enquête visait à dimensionner la cellule de veille programmée et à une analyse des besoins et non pas à son opportunité.

Au cours du débat général les participants experts des différentes Commissions ont saisi cette occasion pour soulever certaines remarques notamment :

- Quelle sera la composition, la structure et la qualité des éléments de cette cellule et ses relations avec les commissions d'experts existantes ?

- La nécessité d'associer au CNIG et au CERIST d'autres organismes (centres de recherches, universités,...) pouvant constituer un bon vivier de veilleurs en matière d'informations géographiques et techniques associées.

- L'opportunité de l'installation de cette cellule de veille au sein du CNIG, alors que certaines des Commissions d'experts n'arrivent même plus à se réunir depuis presque deux années

En réponse à ces remarques le Secrétaire Général du CNIG a rappelé l'objectif de cette journée d'étude et les résultats escomptés de celles-ci.

Cette journée fait suite à la large consultation déjà entamée avec les membres du CNIG et des Commissions pour la mise en place de cette cellule de veille et pour définir les modalités de son fonctionnement.

La cellule de veille dotée de personnel qualifié et suffisant sera abritée au sein du CNIG. Les membres Experts des Commissions ou d'autres spécialistes, seront sollicités pour la validation de l'information récoltée.

Tous les participants ont été unanimes pour souligner l'importance de cette journée qui a permis notamment de rassembler les membres experts des différentes Commissions, d'échanger des idées sur la problématique de la veille technologique en Algérie d'une façon générale et plus particulièrement dans le domaine des sciences géographiques, de discuter des différents concepts relatifs à la veille, de mieux les comprendre, d'homogénéiser les connaissances et surtout de dégager une vision consensuelle de l'organisation de la cellule de veille projetée.

Cette journée d'étude a été clôturée par le Secrétaire Général du CNIG en présence du Directeur Général de l'ASAL ;

Le Secrétaire Général a tenu, à remercier : tous les participants pour leur contribution dans ce débat franc et riche, les communicants pour la qualité de leurs présentations et s'est félicité par la même, de la coopération fructueuse établie entre le CNIG et le CERIST; Il a tenu également à remercier, d'une façon particulière, les deux présidents de deux sessions pour leur clairvoyante direction, le rapporteur pour le travail accompli et le Directeur Général de l'ASAL, d'avoir accepté d'abriter cette journée et pour les moyens matériels et humains qu'il a aimablement dégagés pour la réussite de cette journée.

## RECOMANDATIONS AUX AUTEURS

Ce Bulletin est un espace scientifique, consacré aux sciences géographiques.

**NATURE DES ARTICLES :** Les articles adressés pour publication doivent traiter des sujets se rapportant aux Sciences Géographiques.

Les articles se répartissent en deux rubriques:

- Recherche - développement
- Synthèse.

**LES ARTICLES DE RECHERCHE - DEVELOPPEMENT :** portent soit sur des travaux ayant une originalité et une contribution novatrice aidant au développement des sciences géographiques, soit sur des réalisations et études concrètes qui pressentent un intérêt dans la maîtrise des concepts des sciences géographiques.

**LES ARTICLES DE SYNTHESSES :** ont pour but de faire ressortir, les théories, les méthodes, les techniques ou les procédés liés aux sciences géographiques, avec notamment des cas précis d'application.

**LANGUES:** Les articles paraissent principalement, en Arabe, Français et Anglais.

**CRITERES DE PUBLICATION :** Toute communication pressentant de l'intérêt sera diffusée, quelle que soit son origine; l'appartenance de son auteur à l'INCT n'est pas exigée.

Les articles doivent être fournis sur disquette et écrites en Word, en colonne et dans un format A4 en double interlignes, avec une marge de 2,5 cm au maximum sur chacun des quatre côtés.

Chaque communication doit comporter un titre, qui doit être bref et informatif.

**LE RESUME :** Chaque article doit comporter un résumé en arabe accompagné d'un autre résumé en français et un autre en anglais de 100 à 200 mots.

**MOTS CLES :** Citer 5 à 6 mots clés.

**BIBLIOGRAPHIE :** Les références doivent être complètes et présentées dans l'ordre alphabétique des noms d'auteurs. La référence doit mentionner le nom et le prénom de l'auteur suivi de l'année d'édition, du titre de l'ouvrage, de l'éditeur et du lieu d'édition. Toute référence doit être clairement mentionnée dans le texte par le nom et prénom de l'auteur suivie des deux derniers chiffres de l'année de publication.

**MODALITE DE PUBLICATION :** Tout article présenté pour publication, s'il est jugé recevable par le rédacteur en chef, est soumis à l'évaluation de deux membres du comité de lecture, en cas d'avis contraire, il est soumis à un troisième membre. Les articles non retenus ne sont pas retournés, à moins d'une demande de la part de l'auteur.

Deux exemplaires seront fournis gratuitement, à chaque auteur; d'autres peuvent être fournis à la demande, dans la limite du stock.

**DATES DE PARUTION :** Le Bulletin paraît deux fois par an, à la fin du mois d'octobre et du mois d'avril.

## توصيات للمؤلفين

تعتبر هذه النشرة فضاءا علميا مخصصا للعلوم الجغرافية.

**نوعية المقالات:** يجب أن تكون المقالات الموجهة للنشر معالجة لمواضيع تختص بالعلوم الجغرافية. تنقسم المقالات إلى فئتين

- بحث وتنمية

- تأليف

**مقالات البحث والتنمية:** تختص إما بالأعمال التي تتميز بالابتكار والمساهمة التجديدية المساعدة في تطوير العلوم الجغرافية، أو بالإنجازات والدراسات الملموسة التي تظهر أهمية في مجال السيطرة على مفاهيم العلوم الجغرافية.

**مقالات التأليف:** تهدف إلى إبراز النظريات، الطرق، التقنيات أو المناهج المرتبطة بالعلوم الجغرافية، سيما مع حالات تطبيقية دقيقة.

**اللغات:** تصدر المقالات أساسا باللغة العربية، الفرنسية والإنجليزية.

**مواصفات النشر:** كل بحث يظهر أهمية سوف يتم نشره بغض النظر عن مصدره، حيث أن انتماء مؤلفه إلى المعهد الوطني للخرائط والكشف عن بعد ليس بالضروري. يجب أن تقدم المقالات على قرص، مكتوبة بالورد (word) بأعمدة، بمقياس 4، بتحشية ثنائية بين الأسطر و بهامش يقدر 2.5 سم على الأكثر على الجوانب الأربعة. يجب أن يشتمل كل بحث على عنوان مختصر و مبلغ.

**الملخص:** يجب أن تشتمل كل مقالة على ملخص بالعربية مرفقا بملخص آخر بالفرنسية أو بالإنجليزية متكون من 100 إلى 200 كلمة.

**الكلمات الجوهرية:** أذكر 5 إلى 6 كلمات جوهرية.

**الفهرسة:** يجب أن تكون المراجع كاملة ومقدمة بالترتيب الهجائي لأسماء المؤلفين. يجب أن ينص المرجع بصفة واضحة على اسم ولقب المؤلف متبوعا بسنة النشر، عنوان التأليف، الناشر ومكان النشر. يجب أن يذكر كل مرجع في النص باسم ولقب المؤلف متبوعا بالرقمين الأخيرين لسنة النشر.

**طريقة النشر:** كل مقال موجه إلى النشر، إذا ما اعتبره رئيس التحرير مقبولا، يتم عرضه للتقييم من طرف عضوين من لجنة القراءة. في حالة ما إذا كان هناك رأي معارض، يتم عرضه على عضو ثالث. المقالات الغير مقبولة لا ترجع إلا في حالة ما إذا كان هناك طلب من طرف المؤلف.

يُحصل كل مؤلف على نسختين مجاناً، ويمكن الحصول على نسخ أخرى عند الطلب في حدود المخزون.

**تاريخ الصدور:** تصدر النشرة مرتين في السنة، في نهاية شهر أكتوبر وفي نهاية شهر أبريل.

## RECOMMENDATIONS TO THE AUTHORS

This Bulletin is a scientific area, devoted to geographical sciences.

**KIND OF ARTICLES:** Articles intended to publication must deal with subjects referring to geographical sciences.

Articles are divided up into two rubrics: Research-Development, Synthesis.

**RESEARCH-DEVELOPMENT ARTICLES:** Deal either with works having an originality and an innovatory contribution, helping in the development of the geographical sciences, or deal with concrete studies and achievements presenting an interest in the mastery of geographical sciences concepts.

**SYNTHESIS ARTICLES:** Are aiming to bring out, theories, methods, techniques or processes related to geographical sciences with notably precise cases of application.

**LANGUAGES:** Articles appear mainly in Arabic, French, and English.

**CRITERIA OF PUBLICATION:** All papers presenting an interest, will be diffused whatever their origins are ; the membership of their authors to the INCT is not required.

Articles must be provided on diskette, written with Word 7, in column, in A4 format; with a double space between the lines, and with a maximum margin of 2,5 cm on each of the four sides. All papers must have a title, which must be brief and informative.

**THE ABSTRACT:** All papers must have an abstract in arabic with another abstract in french and english containing 100 to 200 words.

**KEY-WORDS :** Mention 5 to 6 key-words

**BIBLIOGRAPHY :** References must be complete and presented in alphabetical order of author's names. The references must clearly mention the name and the first name of the author, followed by the year of publication, the work title, the editor and the place of edition. All references must be mentioned in the text by the name and the surname of the author followed by the two last figures of the year of publication.

**MODE OF PUBLICATION:** All Articles presented to publication : if they are considered admissible by the chief editor are submitted to the evaluation of two members of the reading panel, in the case of an opposite opinion, they are submitted to a third member. Articles which are not accepted are not turned back only if it is requested by authors.

Two copies will be provided gratuitously to each of the authors ; other copies can be provided at request within the limits of the stock..

**DATES OF PUBLICATION:** The Bulletin appears twice in a year, at the end of October, and at the end of April.

## Bulletin d'abonnement

Pour souscrire à ce Bulletin il vous suffit de transmettre par courrier ou par Fax, la fiche ci dessous accompagnée de votre règlement à Monsieur le Directeur Général de l'Institut National de Cartographie et de Télédétection, Bulletin, des Sciences Géographiques, 123 rue de Tripoli Hussein Dey BP 430, Alger. 16040. **Fax:** 213 (021) 23 43 81 **Tél:** 213 (021) 23 43 75  
**E-mail:** inct99@wissal.dz, ou ANT Vertriebs GmbH Fuerstennieder Str. 166-81377 Munich R.F.A **Fax:** 0049 89 71039 449, suivi de chèque de règlement.

**Nom et prénom / raison sociale :** .....

**Fonction :** .....

**Adresse complète :** .....

**N°Tél:** ..... **N°Fax :** .....

Oui je désire souscrire un abonnement au Bulletin des Sciences Géographiques pour une année. Tarif d'abonnement pour une année (comprenant deux numéros):

Etudiant 70 DA  
Particulier 80 DA  
Etranger 15 Euro

Prévoir en sus pour les frais d'expédition :

Envoi Normal: 40 DA  
// Recommandé : 70 DA  
// Express : 75 DA  
Pour l'étranger: 3 Euro

**Mode de règlement :**

Par virement CCP N° 1552.04  
Par virement bancaire : CPA N° 101 401 78505 1  
BEA N° Q 22 61 570

**Pour l'étranger:** par virement bancaire : Banque Deutsche Bank AG Munich  
Compte Nr, 85 90 960 BLZ: 700 700 10

Publication Semestrielle, de l'Institut National  
de Cartographie et de Télédétection.  
(INCT), Algérie

Adresse: Bulletin des Sciences Géographiques, INCT  
123, rue de Tripoli Hussein Dey 16040, BP 430, Algérie.  
Tél: (021) 23 43 75  
Fax: (021) 23 43 81 & (021) 47 00 29  
E-mail: inct99@wissal.dz

Imprimée à l'INCT  
Imprimerie de l'Institut National de Cartographie et de Télédétection.

ISSN 1112-3745  
Dépôt Légal 2ème Semestre 2004

NOUVEAU

# جزائرننا

## الأطلس العملي للجزائر

جزائرننا الأطلس العملي للجزائر

2004

DJAZAÏROUNA l'Atlas pratique de l'Algérie



# DJAZAÏROUNA

## l'Atlas pratique de l'Algérie