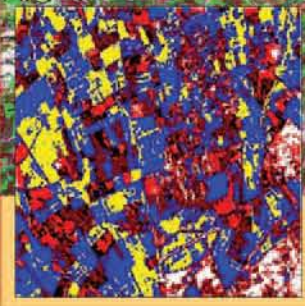
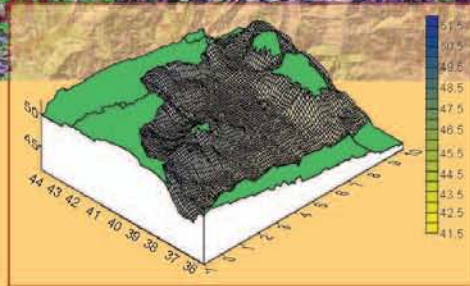


Bulletin des Sciences Géographiques

Édité et publié par l'Institut National de Cartographie et de Télédétection - N°15 - Avril 2005



Classification d'image



Géοide altimétrique mixte



Extension de la ville sur fond IRS

ISSN: 1112-3745

Prix: 40 DA
Etranger: 15 Euro



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

Fondée en Octobre 1997
N°15 - Avril 2005
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

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 DEGAICHA Fethi
C.T, INCT
- Mr CHOUDER Med Tahar
CDCIG, INCT

Comité de Lecture :

- Mr MEGHRAOUI Mustapha :
professeur, IPG / Strasbourg
- Mr, KAHLUCHE 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

DETERMINATION DU NIVEAU MOYEN DE LA MEDITERRANEE OCCIDENTALE A PARTIR DES DONNEES TOPEX/POSEIDON ET JASON-1.....	02
<i>Par H. Bouchrat, M. Haddad</i>	
AJUSTEMENT AVEC CONTRAINTES INTERNES DES RESEAUX GEODESIQUES.....	08
<i>Par B. Gourine, B.Ghezali, H. Taïbi</i>	
LA DISTANCE HORIZONTALE ENTRE DEUX POINTS.....	14
<i>Par C. Million</i>	
POSSIBILITES DE REVISION CARTOGRAPHIQUE AU 1/50 000 A PARTIR DE L'IMAGERIE SATELLITAIRE : CAS DE L'IMAGERIE IRS/1C.....	19
<i>Par N. Fergane</i>	
A GAMMA-CONVERGENCE APPLIED TO MULTISPECTRAL IMAGE CLASSIFICATION AND RESTORATION	22
<i>Par M. Iddir Zait, Y. Smara</i>	
SENSORS AND ACTUATORS OF THE ALSAT-1 FIRST ALGERIAN LOW EARTH ORBIT OBSERVATION MICROSATELLITE IN ORBIT.....	28
<i>Par A.M. Si Mohammed, A. Boudjemai Y. Hashida , J. R. Cooksley, Sir Prof. M.N. Sweeting</i>	
Rapport.....	31
EXPECTATION TO GLOBAL MAPPING <i>Par H. Oukaci</i>	
Infos-Générales.....	32
Revue des revues.....	34
Livres.....	40
Calendrier des Manifestations Scientifiques Internationales.....	43

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

DETERMINATION DU NIVEAU MOYEN DE LA MEDITERRANEE OCCIDENTALE A PARTIR DES DONNEES TOPEX / POSEIDON ET JASON-1.

Par H. Bouchrat, M. Haddad

Institut National de Cartographie et de Télédétection
123, Rue de Tripoli, BP 430, Hussein-Dey 16040 - Alger.
Fax : (021) 23 43 81 & (021) 47 00 29

ملخص:

إن تحديد شكل البحر عن طريق المرفاعية الفضائية ليست بالتصور الجديد (مهام SEASAT سنة 1978 و GEOSAT سنة 1984) مع أن توضيح وفهم الظواهر الأوسيانوغرافية و الجيوفيزيائية التي تترتب عنه تمثل اليوم تحديا تستلزم عملية فهمه برمجة مهام متتالية عديدة. في أيامنا الحالية ، دقة أجهزة قياس الارتفاع و مسارات الأقمار الإصطناعية التي تحملهم تسمح بالحصول على سطح او قيانوغرافي بدقة عشرية وقد تكون أحيانا سنتمترية. المهام الفضائية الجارية حاليا (Topex/Poseidon et Jason-1) هي مرصودة للتصدي لهذه التوقعات. إن التحليل المتفرق أو الإجمالي لقياساتها الإرتفاعية تتطلب البحث عن دقة جد عالية في تحديد الأبعاد المختلفة التي تسمح بالحصول على قياس إرتفاع البحر من فوق مجسم إهليلجي مرجعي. نعرض في هذا المقال منهجية استغلال المعطيات المرفاعية الناتجة عن الأقمار الإصطناعية Topex/Poseidon (06 دورات) و Jason-1 (06 دورات) لتحديد المستوى المتوسط للبحر الأبيض المتوسط الغربي ، مقارنة السطح المتحصل عليه مع السطح الذي تم حسابه عن طريق نموذج الجيود الإجمالي EGM96 قد أعطت فوارق دسيمترية.

Résumé :

La détermination de la forme de la surface de la mer par altimétrie spatiale n'est pas un concept nouveau (missions SEASAT en 1978 et GEOSAT en 1984). Pourtant, la mise en évidence et la compréhension des phénomènes océanographiques et géophysiques qui en découlent représentent aujourd'hui un défi dont l'étude de ces phénomènes nécessite des systèmes spatiaux performants et la programmation de nombreuses missions successives. Les missions spatiales en cours (Topex/Poseidon et Jason-1) sont prévues pour répondre à ces attentes. L'analyse séparée ou globale de leurs mesures altimétriques respectives requiert la recherche d'une très grande exactitude dans la détermination des différents paramètres permettant d'accéder au calcul de la hauteur de la mer au-dessus d'un ellipsoïde de référence.

Dans cet article, nous présentons une méthodologie d'exploitation des données altimétriques issues des satellites Topex/Poseidon (06 cycles) et Jason-1 (06 cycles) pour déterminer le niveau moyen de la Méditerranée Occidentale. La comparaison de la surface obtenue avec celle calculée par le modèle de géoïde global EGM96 a fourni des écarts de l'ordre décimétrique.

Mots clés : Niveau moyen, Méditerranée Occidentale, géoïde altimétrique, Topex/Poseidon, Jason-1, EGM96

Abstract :

The determination of the shape of the sea by spatial altimetry is not a new concept (SEASAT in 1978 and GEOSAT in 1984 missions), yet, the underscoring and the understanding of the oceanographical and geophysical phenomena that ensue from it, represent today a challenge whose understanding requires the programming of numerous successive missions.

Nowadays, the precision of the altimeters and the trajectories of the satellites that carries them (GEOSAT, ERS1, ERS2, Topex/poseidon, Jason-1, Envisat) permits to obtain the oceanic surface with a decimetric precision, or even centimetric sometimes.

The spacial missions in progress (Topex/poseidon and Jason-1) are foreseen to meet these expectations, the analysis either separated or global of their altimetric measures requires the research of a very big accuracy in the determination of the different parameters permitting to reach the calculation of the sea height above a reference ellipsoid.

We present in this article a methodological use of altmetric data from topeX/poseidon (6 cycles) and Jason-1 (6 cycles) satellites to determine the mean level of the occidental mediterrannée. The comparison of the obtained surface with the calculated one by the global geoid model EGM 96 has provided divergences of a decemetric order.

I. Introduction

Les différents paramètres limitant la précision du calcul de la hauteur de la mer au-dessus d'un ellipsoïde de référence sont principalement : les systèmes de référence, la position du satellite et les corrections sur les mesures (notamment la calibration des altimètres). De nos jours, la précision des altimètres et des trajectoires des satellites qui les portent (ERS1, ERS2, Topex/Poseidon, Jason-1, Envisat) permet d'obtenir la surface océanique avec une précision décimétrique, voire centimétrique parfois.

Le présent article propose une méthodologie de traitement des données altimétriques des satellites Topex/Poseidon et Jason-1 dans le but de déterminer un géoïde altimétrique en Méditerranée Occidentale. Les travaux ont été menés, dans le cadre de stages de recherche, au niveau de la Division de Géodésie du Centre National des Techniques Spatiales.

Les données de chaque altimètre sont traitées séparément et les résultats des hauteurs du géoïde sont comparés à ceux obtenus à partir du modèle de géoïde global EGM96.

Afin d'augmenter la résolution spatiale entre profils altimétriques (≈ 119 Km), une combinaison des résultats (géoïde altimétrique) obtenus à partir des données Topex/Poseidon et Jason-1 est effectuée. La solution ainsi obtenue présente un avantage primordial, vu que les profils altimétriques des deux satellites sont de concert, côte à côte, balayant la surface océanique avec un échantillonnage deux fois plus dense.

II. Zone de calcul et données utilisées

Le but de ce présent travail est d'évaluer les hauteurs du géoïde marin à partir des données Topex/Poseidon et Jason-1, sur une zone recouvrant largement la Méditerranée : zone comprise entre $35.5^\circ \leq \varphi \leq 44.5^\circ$ et $-1^\circ \leq \lambda \leq 10^\circ$.

Les résultats obtenus seront comparés avec ceux calculés à partir du Modèle Géopotential Global EGM96.

Les données utilisées sont celles fournies par Aviso «Jason-1 and TOPEX/POSEIDON GDR products», numéro du volume : «GDR_JA1_TP_a_010_2» (4/07/03-02/09/03) et sont composées de six (06) cycles Topex/Poseidon (398, 399, 400, 401, 402 et 403) et de six (06) cycles Jason-1 (055, 056, 057, 058, 059 et 060).

Les traces de ces arcs sont représentées dans les figures suivantes :

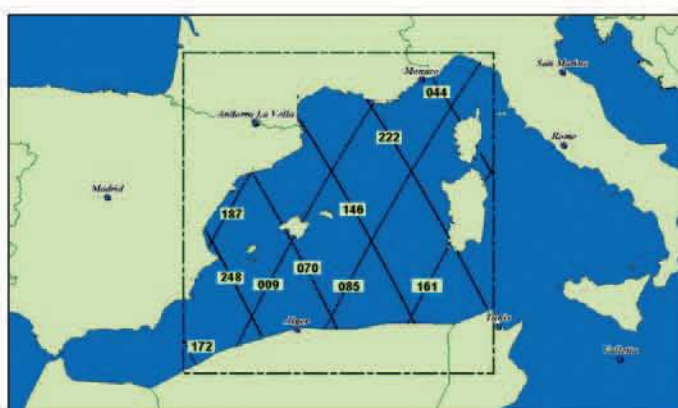


Figure. 1 Traces du satellite Topex/Poseidon couvrant la zone de calcul.

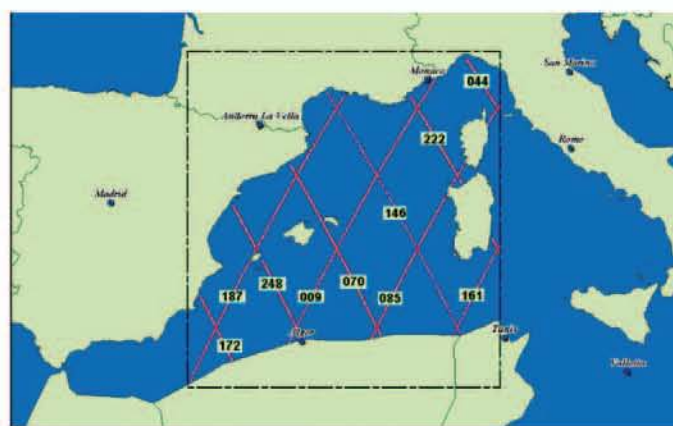


Figure. 2 Traces du satellite Jason-1 couvrant la zone de calcul.

III. Traitement des données

III.1 Modèle de calcul

Le modèle de calcul de la hauteur du géoïde altimétrique (N), adopté dans notre analyse, est donné par la relation suivante :

$$N = \text{altitude} - \text{range_ku} - (\text{Sea_state_bias_ku} + \text{Model_dry_tropo_corr} + \text{Rad_wet_tropo_corr} + \text{Iono_corr_alt_ku} + \text{Inv_bar_corr} + \text{Pole_tide} + \text{Ocean_tide_sol} + \text{Solid_earth_tide})$$

Avec :

- *Altitude* : Altitude CNES du satellite par rapport à l'ellipsoïde de référence GRS80
- *Range_ku* : Altitude du satellite par rapport à la surface de la mer
- *Sea_state_bias_ku* : Biais de l'état de la mer dans la Bande Ku
- *Model_dry_tropo_corr* : composante sèche de la Correction Troposphérique
- *Rad_wet_tropo_corr* : composante humide de la correction Troposphérique
- *Iono_corr_alt_ku* : Correction Ionosphérique
- *Inv_bar_corr* : Effet barométrique inverse
- *Ocean_tide_sol* : Marée océanique (modèles FES 95.2 pour Topex/Poseidon et FES 99 pour Jason-1)
- *Pole_tide* : Marée polaire
- *Solid_earth_tide* : Marée terrestre

III.2 Correction des écarts aux points de croisement

Le point de croisement est l'intersection de deux arcs : un ascendant et l'autre descendant (figure 3). A ces points de croisement coïncident donc deux mesures différentes du niveau de la mer. L'écart entre ces deux mesures doit être corrigé et réparti sur l'ensemble des mesures des deux profils.

La technique utilisée pour la répartition de cet écart sur les profils altimétriques est la méthode d'interpolation polynomiale, dont le principe est le suivant :

Soient N points de croisement d'un même profil altimétrique $y_1 = f(x_1), y_2 = f(x_2), \dots, y_N = f(x_N)$ où les y_i représentent les corrections à apporter aux points de croisement et les x_i les longitudes des points de croisement. La correction orbitale pour un point du profil de longitude x sera alors exprimée par la formule classique de Lagrange comme suit :

$$y = \frac{(x-x_2)(x-x_3)\dots(x-x_N)}{(x_1-x_2)(x_1-x_3)\dots(x_1-x_N)} y_1 + \frac{(x-x_1)(x-x_3)\dots(x-x_N)}{(x_2-x_1)(x_2-x_3)\dots(x_2-x_N)} y_2 + \dots + \frac{(x-x_1)(x-x_2)\dots(x-x_{N-1})}{(x_N-x_1)(x_N-x_2)\dots(x_N-x_{N-1})} y_N$$

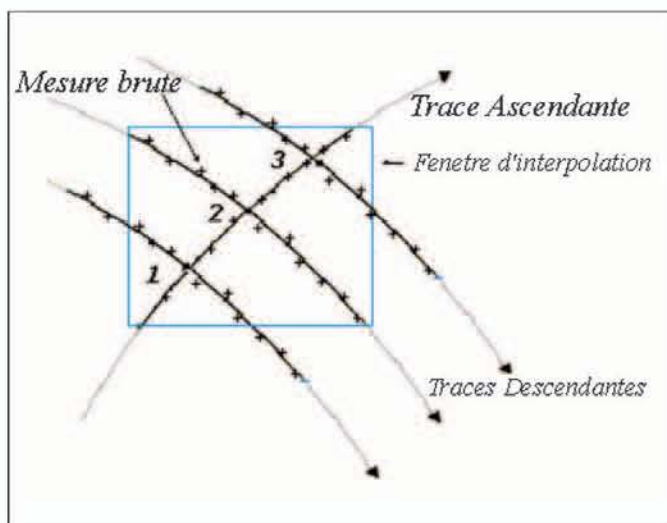


Figure. 3 Points de croisement entre arc ascendant et arcs descendants.

III.3 Présentation des programmes du traitement

Les programmes utilisés lors des traitements des données altimétriques Topex/Poseidon et Jason-1 sont les suivants :

1. *ReadTop.for V2.0* [M. Haddad, 2004] : transformation du format binaire/UNIX des données altimétriques Topex/Poseidon en format Ascii Standard.
2. *Read-Jason.c V1.0* [R.W. Berwin - California Institute of Technology, 2000] : transformation du format binaire/UNIX des données altimétriques Jason-1 en format Ascii Standard.
3. *Bahr.for* [Haddad, Boucherat, 2004] : Ce programme regroupant quatre (04) sous-programmes (*Filtre-N*, *Point-CR*, *Correc-N* et *Gravt_gm*), permet de calculer la hauteur de la mer à partir des données altimétriques brutes et de comparer le géoïde altimétrique ainsi obtenu avec celui déterminé à partir d'un modèle géopotentiel global :

- *Filtre-N* : calcul de la hauteur du géoïde altimétrique tout en filtrant les données altimétriques par élimination des enregistrements hors de la zone de calcul et/ou des enregistrements dont les valeurs sont données par défaut.
- *Point-CR* : détermination de la position des points de croisement et des différences de la hauteur du géoïde altimétrique aux points de croisement.
- *Correc-N* : ajustement par la méthode d'interpolation polynomiale des hauteurs du géoïde altimétrique obtenues par *Filtre-N* selon les différences de hauteur aux points de croisement.
- *Gravt_gm* [Yecai Li, 1994] : calcul des hauteurs du géoïde en utilisant un modèle géopotentiel global et comparaison avec le géoïde altimétrique.

IV. Résultats

IV.1 Topex/Poseidon

• Points retenus :

La validation des mesures s'est effectuée par comparaison du géoïde altimétrique avec celui obtenu à partir du modèle géopotentiel global EGM96. Tout point dont la différence absolue entre les deux ondulations (ondulation altimétrique et ondulation obtenue à partir de EGM96) dépasse 1 mètre sera rejeté. Le nombre de points retenus par cycle est représenté dans le tableau suivant :

Cycle	Nombre de Point total	Nombre de points retenus	Taux de rejet (%)
398	882	784	11.11
399	875	776	11.31
400	871	784	9.99
401	888	784	11.71
402	823	742	9.84
403	842	757	10.10

Tableau.1 Nombre de points retenus par cycle.

• Statistiques de la comparaison par rapport à EGM96 :

Le tableau 2 fournit pour chaque cycle, les écarts entre le géoïde altimétrique (Topex/Poseidon) et le géoïde EGM96 :

Cycle	Diff. Max (m)	Diff. Min (m)	Moyenne (m)	STD (m)
398	0.94	-0.98	-0.17	0.25
399	0.98	-0.99	-0.18	0.25
400	0.99	-0.98	-0.21	0.26
401	0.99	-0.99	-0.16	0.29
402	1.00	-1.00	-0.14	0.25
403	0.98	-0.91	-0.13	0.25

Tableau. 2 Statistiques de la comparaison par rapport à EGM96.

Les tracés des courbes du géoïde obtenu à partir des données Topex/Poseidon et de ses écarts par rapport à EGM96 sont représentés dans les figures 4 et 5 :

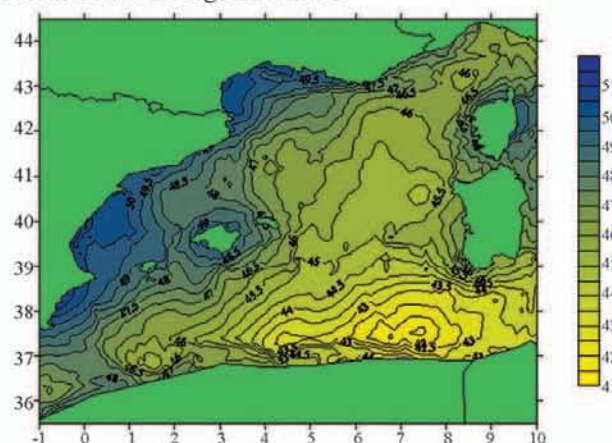


Figure. 4 Géoïde altimétrique-Topex/Poseidon -Equidistance de 0.5 m.

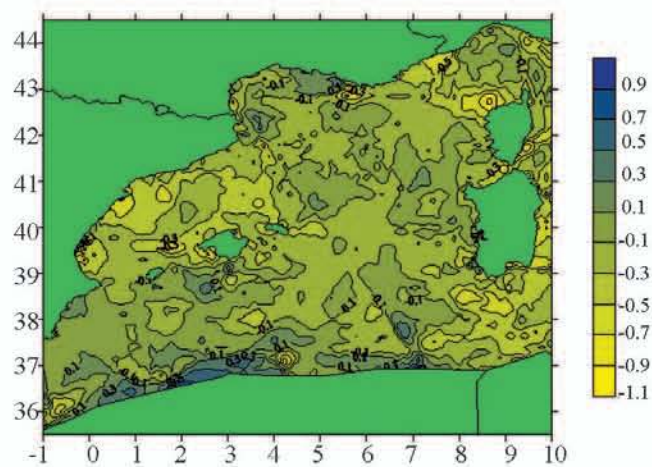


Figure. 5 Ecart entre géoïde Topex/Poseidon et géoïde EGM96. Equidistance de 0.2 m.

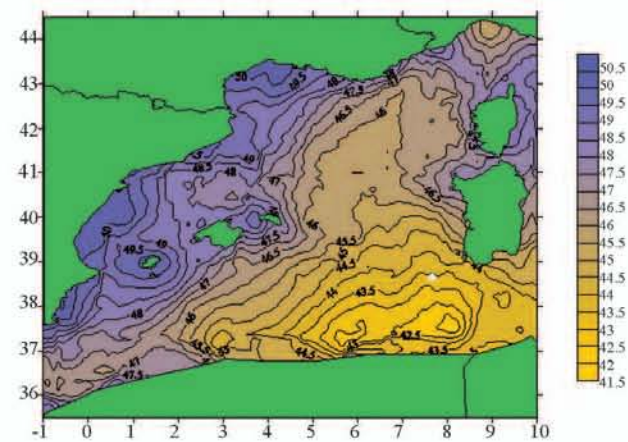


Figure. 6 Géoïde altimétrique Jason-1 -Equidistance de 0.5 m.

IV.2 Jason-1

• Points retenus :

Le nombre de points retenus par cycle est représenté dans le tableau suivant :

Cycle	Nombre de Point total	Nombre de points retenus	Taux de rejet (%)
055	877	866	1.25
056	876	862	1.60
057	878	867	1.25
058	822	808	1.70
059	878	873	0.57
060	909	894	1.65

Tableau. 3 Nombre de points retenus par cycle.

• Statistiques de la comparaison par rapport à EGM96

Le tableau 4 fournit pour chaque cycle, les écarts entre le géoïde altimétrique (Jason-1) et le géoïde EGM96 :

Cycle	Diff. (m)	Max	Diff. (m)	Min	Moyenne (m)	STD (m)
055	0.59	-0.93	-0.05	0.26		
056	0.69	-0.99	-0.03	0.25		
057	0.66	-0.90	-0.04	0.25		
058	0.79	-0.99	0.00	0.25		
059	0.61	-0.99	-0.01	0.26		
060	0.59	-0.96	0.00	0.25		

Tableau. 4 Statistiques de la comparaison par rapport à EGM96.

Les tracés courbes du géoïde altimétrique obtenus à partir des données Jason-1 et de ses écarts par rapport à EGM96 sont représentés dans les figures 6 et 7 :

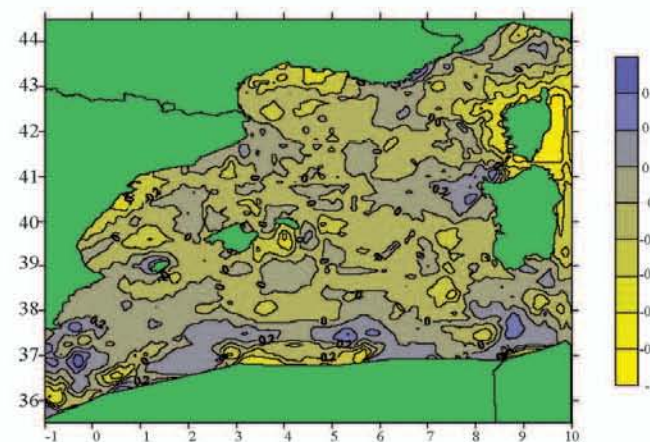


Figure. 7 Ecart entre le géoïde Jason-1 et le géoïde EGM96. Equidistance de 0.2 m.

IV.3 Détermination du géoïde altimétrique mixte

Il s'agit d'exploiter les hauteurs du géoïde marin obtenues à partir des données Topex / Poseidon et Jason-1, dans le but d'élargir la résolution spatiale entre les profils altimétriques.



Topex/Poseidon ———
Jason-1 ———

Figure. 8 Points retenus Topex/Poseidon & Jason-1.

Les hauteurs du géoïde marin obtenues à partir des données Topex/Poseidon cycles : 398, 399, 400, 401, 402 et 403 sont combinées avec celles déterminées à partir des données Jason-1 cycles : 055, 056, 057, 058, 059 et 060. Le géoïde mixte (figure 9) correspond au niveau moyen de la Méditerranée Occidentale déterminé à partir des données Topex/Poseidon et Jason-1.

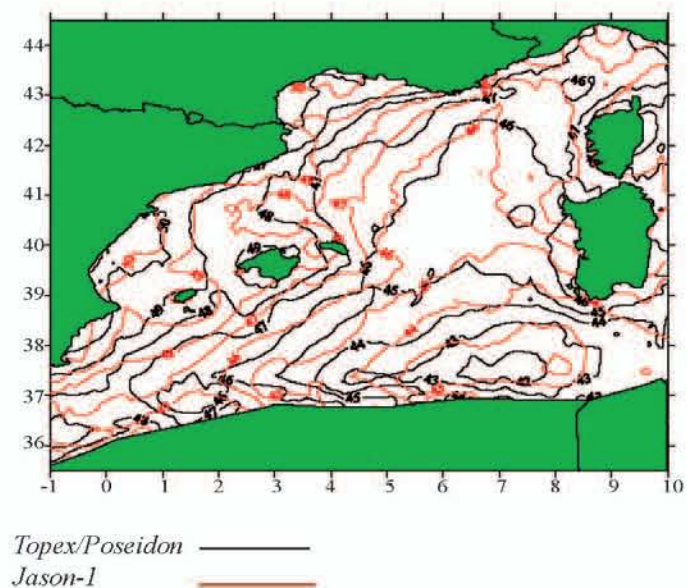


Figure. 9 Géoïde mixte : niveau obtenu à partir des données Topex/Poseidon et Jason-1. Equidistance de 1 m.

Les tracés des courbes du géoïde altimétrique mixte obtenu par combinaison des deux surfaces altimétriques (Topex/Poseidon & Jason-1) sont représentés dans les figures 10 et 11.

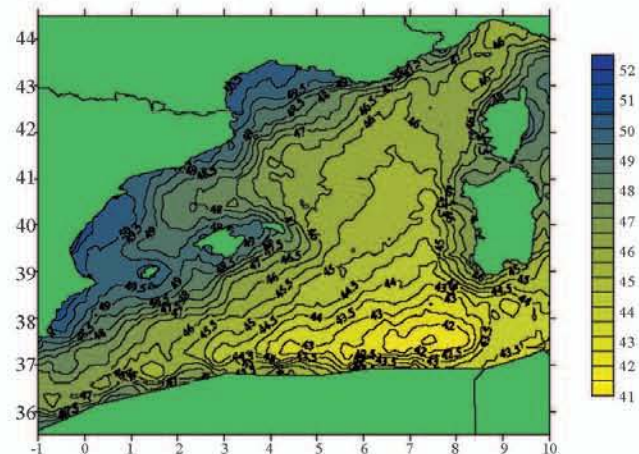


Figure.10 Géoïde altimétrique mixte (Jason-1 & Topex/Poseidon) Equidistance de 0.5 m.

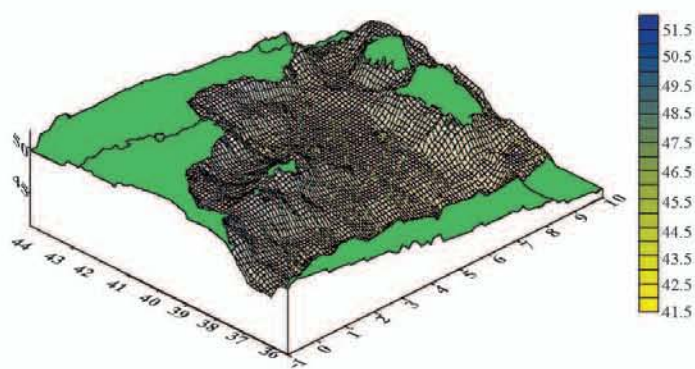


Figure.11 Géoïde altimétrique mixte (Jason1 & Topex/Poseidon) en 3D.

La figure 12 illustre les écarts entre le géoïde mixte et le géoïde obtenu à partir du modèle global EGM96.

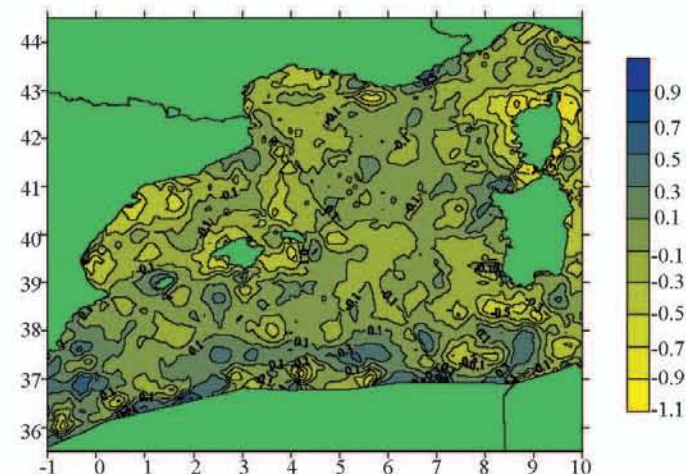


Figure.12 Ecart entre le géoïde altimétrique obtenu à partir des données Topex/Poseidon & Jason-1 et EGM96. Equidistance de 0.2 m.

Conclusion

Les missions Topex/Poseidon et Jason-1 ont permis un progrès historique dans l'amélioration de la précision et de l'exactitude tant du point de vue de l'orbitographie que du point de vue de la détermination de la surface topographique de la mer. Dans le domaine de la géodésie spatiale et de ces applications, il s'agit d'un événement majeur. De plus, l'utilisation de données de la mission altimétrique Envisat permettra certainement d'accroître la précision de la détermination du géoïde altimétrique.

L'utilisation combinée des données altimétriques de Topex/Poseidon et Jason-1 nous a permis de déterminer une surface altimétrique moyenne mixte sur la Méditerranée Occidentale, dont la résolution spatiale entre profils altimétriques est de l'ordre de 119 Km.

Bien que la quantité de données utilisée est insuffisante (6 cycles Topex/Poseidon & 6 cycles Jason-1), le niveau moyen de la Méditerranée Occidentale obtenu présente des écarts relativement faibles par rapport à celui de EGM96 (différence max. \approx 01 mètre).

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Mr. S. KAHLOUCHE (Directeur de recherche / Centre National des Techniques Spatiales - Algérie) pour avoir mis à leur disposition les données « *Jason-1 and TOPEX/POSEIDON GDR products* » obtenues auprès du CLS/CNES et pour les avoir guidé dans ce travail de recherche avec une grande disponibilité.

Références bibliographiques

- [1] **AVI-NT-02-101-CN (1996)** : Edition 3.0, July 1996.
- [2] **AVISO and PODAAC User Handbook** - IGDR and GDR Jason Products.
- [3] **AVISO User Handbook** – Merged Topex/Poseidon Products (GDR-Ms).
- [4] **Hassen BOUCHERAT (2004)** : Combinaison des données d'Altimétrie spatiale de Topex et Jason en vue de la détermination d'un niveau moyen en Méditerranée occidentale – Mémoire d'Ingénieur – Centre National des Techniques Spatiales – Arzew, 2004
- [5] **Mahdi HADDAD (2004)** : Détermination du Géoïde par Intégration des Données Gravimétriques et Altimétriques. Mémoire de Magistère. Centre National des Techniques Spatiales- Arzew, 2004.
- [6] **Michel CHOUTEAU (1999)** : Géophysique appliquée I – Gravimétrie. Ecole Polytechnique Montréal.
- [7] **Numerical Recipes** : Cambridge University Press, ISBN 0 521 43719 9.
- [8] **Pascal BONNEFOND (1994)** : Méthode Géométrique de Trajectographie par Arcs Courts. Application à l'Analyse des Mesures Altimétriques des Satellites Topex/Poseidon et ERS1 en Méditerranée. Thèse de Doctorat – Observatoire de Paris.
- [9] **Serge BOTTON (2001)** : Introduction à la Géodésie. Ecole Nationale des Sciences Géographiques / France.
- [10] **SMM-MU-M5-OP-13184-CN (April, 2003)** (AVISO), JPL D-21352 (PODAAC).

AJUSTEMENT AVEC CONTRAINTES INTERNES DES RESEAUX GEODESIQUES.

Par B. Gourine, B. Ghezali, H. Taïbi

Centre National des Techniques Spatiales / Division de Géodésie
BP 13, Arzew – 31200 – ALGERIE, Fax : (213) 041 47 36 65
E-mail : gourineb@cnts.dz

ملخص:

إن الموضوع المعالج من خلال هذا المقال يتعلق بتأسيس الشبكة الجيوديزية ثنائية الأبعاد المرتكزة على طرق الضبط مع الشروط الداخلية. إن مفهوم الشروط الداخلية أو الشبكات الحرة كثير الاستعمال في الجيوديزيا نظرا لخصوصية استقلالها عن اختيار شكل النظام المرجعي (Datum). هذه الاستقلالية تسمح بإحراز الحل الأنسب للشبكة المحسوبة من غير التأثير بالعوامل الخارجية الناتجة عن النظام المرجعي. هذه الطريقة تمنح بعض المزايا كحفظ نوعية ودقة القياسات و الشكل الهندسي للشبكة. لقد أجريت تجارب على ضبط الشبكة الجيوديزية باستخدام الشروط الداخلية لمنطقة نموذجية مكونة من 13 نقطة جيوديزية من الفئة الأولى نظام "Nord Sahara 1959" و التي تقع في شمال غرب الوطن. تعتبر النتائج المحصل عليها مرضية بالنسبة للدقة المحددة في الجيوديزيا الكلاسيكية (10 ج ب م). إن معدل إرتيابات الوضعية الأفقية يساوي 16 سم مقارنة مع الضبط الكلاسيكي، أوضحت النتائج المحصل عليها قوة و فعالية الطريقة المقدمه.

Résumé:

L'étude menée à travers cet article porte sur l'établissement des réseaux géodésiques bidimensionnels basé sur les méthodes d'ajustements avec contraintes internes. La notion des contraintes internes ou des réseaux libres reste très utilisée en géodésie grâce à leur propriété d'indépendance du choix de configuration du Datum. Cette indépendance permet l'obtention d'une solution optimale du réseau estimé sans aucune influence des effets externes dus au système de référence. Cette méthode offre certains avantages tels que la conservation de la qualité des observations et de la forme géométrique du réseau. Les tests effectués ont porté sur l'ajustement d'un réseau géodésique d'une zone pilote composée de 13 points géodésiques de premier ordre "Nord Sahara 1959" situés dans la région Nord Ouest du pays. Les résultats obtenus sont jugés acceptables en vue de la précision exigée en géodésie classique (10 ppm). La moyenne des écarts types sur la position planimétrique est de l'ordre de 16 cm. A titre comparatif avec l'ajustement standard, l'analyse des résultats a révélé la puissance de la méthode présentée.

Mots clés: Ajustement, Contraintes internes, Datum, Effets externes, Réseau géodésique.

Abstract:

The study undertaken through this article concerns the establishment of the two-dimensional geodetic networks based on the methods of adjustments with inner constraints. The notion of the inner constraints or of the free networks is still very used in geodesy due to their property of independence of the Datum configuration choice. This independence allows to obtain an optimal solution of the network estimated without any influence of the external effects due to the reference frame. This method offers certain advantages such as the conservation of the quality of the observations and the geometrical form of the network. The tests carried out are related to the adjustment of a geodetic network of a pilot zone composed of 13 first order geodetic points "Nord Sahara 1959" located in the North Western area of the country. The results obtained are considered to be acceptable for the precision required in classical geodesy (10 ppm). The mean value of the standard deviation on planimetric position is about 16 cm. Comparing with the standard adjustment, the analysis of the results revealed the power of the presented method.

I. Introduction

On a coutume en géodésie de distinguer plusieurs niveaux de configuration dans la compensation des réseaux géodésiques. On peut mentionner quatre étapes, [Seemkoeci, 2001]; [Sillard, 1999] et [Corsilla, 1984]:

(a) configuration d'ordre zéro : résolution du problème du système de référence qui repose sur le passage des observations géodésiques aux coordonnées cartésiennes des points du réseau.

(b) configuration de premier ordre: choix des observations (matrice de configuration A).

(c) configuration de deuxième ordre: choix de la pondération des observations (matrice poids Σ).

(d) configuration de troisième ordre: addition des observations pour l'amélioration du réseau existant.

Les réseaux libres interviennent dans la configuration d'ordre zéro qui se propose de résoudre le problème du système de référence. Un réseau libre est le résultat de l'ajustement de coordonnées des stations observées sans aucune fixation du système de coordonnées. Une compensation en réseau libre conduit à une équation normale *singulière dont le déficit de rang* est inférieur ou égal à 4, les 4 degrés de liberté dans la définition du Datum planimétrique (deux translations, un facteur d'échelle et une rotation). Pour pallier à ce problème, la notion de contraintes est introduite. Les contraintes internes ou libres permettent la définition du Datum d'une façon implicite, i.e., sans fixation de points de référence. Cette caractéristique permet la compensation des réseaux sans qu'il y est une influence des erreurs dues au choix de la configuration du Datum sur la solution finale. Les tests effectués ont porté sur l'ajustement avec contraintes internes d'un réseau géodésique, d'une zone pilote composée de 13 points géodésiques du premier ordre (Nord Sahara 59) situés dans la région Nord Ouest du pays.

II. Contraintes internes (Réseau libre)

Une littérature abondante s'est développée autour du concept du réseau libre et des méthodes optimales pour déduire d'une équation normale singulière un jeu de coordonnées issu d'un choix de référentiel. Les choix usuels de contraintes à ajouter à l'équation normale singulière sont :

- un estimateur des moindres carrés de norme minimale,
- la trace minimale de la variance de cet estimateur.

Ces considérations sont purement mathématiques et s'appuient, pour réduire le déficit du rang, sur les *inverses généralisées*. Cette méthode présente la particularité de conduire, en général, à des estimateurs biaisés des coordonnées [Sillard, 1999]. Afin de remédier à ce problème, une démarche consiste à s'appuyer sur les *invariants géométriques* des systèmes de coordonnées géodésiques et à combler le déficit du rang du système normal par l'adjonction de conditions restreintes aux seuls degrés de liberté que procurent ces invariants. Pour cela, on doit satisfaire la condition suivante:

$$A \cdot G_i^T = 0 \quad (1)$$

Où, A et G_i représentent, respectivement, les matrices de configuration et des contraintes internes. G_i est construite sur les invariants géométriques du réseau.

D'après [Vanicek et al., 1995], [He et al., 1999] et [Barriot, 2003], cette condition mène à la propriété suivante:

$$\begin{aligned} \text{tr} C_{\hat{x}} &= \text{Min} \\ G_i &\in G_m \end{aligned}$$

Où, $\text{tr} C_{\hat{x}}$ représente la trace de la matrice variance covariance des paramètres (inconnues) et G_m est la matrice des *contraintes minimales*.

Ce choix particulier de G_m (c.-à-d., G_i) mène à la trace minimale de $C_{\hat{x}}$ (les plus petites variances: $[\sum \sigma^2_{xi}/n]$ minimale). Cette méthode permet alors de définir le Datum du réseau d'une manière implicite. Tous les points du réseau sont libres d'où l'appellation "*ajustement des réseaux libres*". Les contraintes internes sont des contraintes minimales appliquées sur les paramètres de transformation et non pas sur les coordonnées des stations [Altamimi, 2003].

L'approche consiste à effectuer une transformation entre deux repères $R1$ et $R2$, figure (1), par la formule suivante:

$$X_2 = T + k \cdot \theta \cdot X_1 \quad (2)$$

Avec:

T, k, θ : vecteur des translations (T_x, T_y), facteur d'échelle et rotation, respectivement.

X_1 : vecteur des coordonnées dans le repère $R1$.

X_2 : vecteur des coordonnées dans le repère $R2$.

Soit,

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \end{bmatrix} + k \times \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix}$$

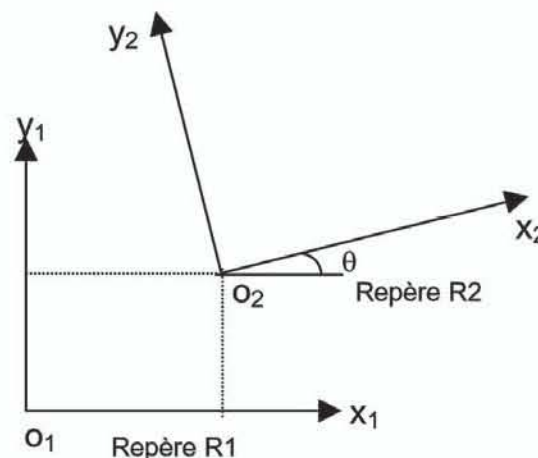


Figure .1 Passage entre le repère R1 et le repère R2

Enfin,

$$\begin{bmatrix} T_x & 0 & 0 & -y_1 \cdot k \cdot \theta \\ 0 & T_y & x_1 \cdot k \cdot \theta & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_2 - k \cdot x_1 \\ y_2 - k \cdot y_1 \end{bmatrix}$$

Le système linéaire s'écrit alors:

$$\underbrace{\begin{pmatrix} 1 & 0 & -y_1^l & x_1^l \\ 0 & 1 & x_1^l & y_1^l \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & 0 & -y_1^n & x_1^n \\ 0 & 1 & x_1^n & y_1^n \end{pmatrix}}_{G_i} \times \underbrace{\begin{pmatrix} T_x \\ T_y \\ \theta \\ k \end{pmatrix}}_{X_{trans}} = \underbrace{\begin{pmatrix} x_2^l - x_1^l \\ y_2^l - y_1^l \\ \dots \\ x_2^n - x_1^n \\ y_2^n - y_1^n \end{pmatrix}}_{\Delta X} \quad (3)$$

de la forme : $G_i \cdot X_{trans} = \Delta X$

La résolution par la méthode des moindres carrés des équations normales issues du système linéaire précédent, fournit de manière unique les paramètres de transformation (X_{trans}) entre le repère $R1$ et le repère $R2$. La solution est donnée par l'équation suivante :

$$X_{trans} = (G_i^T \cdot G_j)^{-1} \cdot G_i^T \cdot \Delta X = B \cdot \Delta X \quad (4)$$

Avec: $\Delta X = X_2 - X_1$ et $B = (G_i^T \cdot G_j)^{-1} \cdot G_i^T$

L'objectif est de caler le repère R2 sur le repère R1 (c.-à-d., tel que le vecteur des paramètres de transformation X_{trans} soit nul $\Rightarrow T_x = T_y = 0, \theta = 0, k = 0$). Pour que cette condition soit vérifiée ($X_{trans} = 0$), il faut que: $B \cdot \Delta X = 0$.

Utilisant $B = (G_i^T \cdot G_j)^{-1} \cdot G_i^T$, contenant toute l'information nécessaire permettant de définir le Datum, on introduit une équation de contraintes internes à $\Sigma_{X_{trans}}$ près, sous la forme:

$$B \cdot (X_2 - X_1) = B \cdot \Delta X = 0 \quad (\Sigma_{X_{trans}})$$

Avec:

$\Sigma_{X_{trans}}$: matrice diagonale des variances des 4 paramètres de transformation.

ΔX : vecteur des différences de coordonnées entre X_2 et X_1 .

En terme d'équation normale, l'équation de contraintes internes devient:

$$B^T \cdot \sum_{X_{trans}}^{-1} B \cdot (X_2 - X_1) = 0 \quad (5)$$

En choisissant une solution de référence $X_1 = X_R$ (exemple: repère géodésique "Nord Sahara 59") et une solution estimée $X_2 = X_{estim}$ (issue de l'ajustement), l'équation des contraintes internes devient:

$$B^T \cdot \sum_{X_{trans}}^{-1} B \cdot \hat{X} = B^T \cdot \sum_{X_{trans}}^{-1} B \cdot (X_R - X_0) \quad (6)$$

Avec: $\hat{X} = X_{estim} - X_R$

Le système normal non contraint s'écrit:

$$(A^T \sum A) \hat{X} = A^T \cdot \sum \cdot L$$

Ou, $N \cdot \hat{X} = K \quad (7)$

Avec:

N : matrice normale non contrainte;

$\hat{X} = X_{estim} - X_0$: vecteur des inconnues du réseau;

X_{estim} : vecteur des coordonnées ajustées (compensées);

X_0 : vecteur des coordonnées approchées (à priori);

\sum : matrice poids des observations.

L : vecteur des observations.

K : vecteur des observations normalisées.

En combinant les équations (6) et (7), on obtient:

$$(N + B^T \cdot \sum_{X_{trans}}^{-1} B) \cdot \hat{X} = K + B^T \cdot \sum_{X_{trans}}^{-1} B \cdot (X_R - X_0)$$

Le repère R2 correspond au repère issu de la compensation des observations du réseau géodésique (*réseau compensé ou ajusté*: X_{estim}). Si la solution de référence X_R (repère de référence R1) est choisie initialement comme étant la solution à priori ou approchée X_0 (exemple: Nord Sahara 1959), le système d'équations normales avec contraintes internes devient [Altamimi, 2003]:

$$(N + B^T \cdot \sum_{X_{trans}}^{-1} B) \cdot (\hat{X}) = K \quad (8)$$

D'où:

$$\hat{X}^+ = (N + B^T \cdot \sum_{X_{trans}}^{-1} B)^{-1} \cdot K \quad (9)$$

L'écart type à posteriori de l'unité du poids est estimé par la formule:

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{V^T \sum V}{m - n} \quad (10)$$

Avec:

V, \sum : vecteur des résidus et matrice poids des observations, respectivement.

m, n : nombre d'observations et nombre de paramètres inconnus, respectivement.

La matrice de variance-covariance des paramètres est déterminée par:

$$C_{\hat{X}^+} = \hat{\sigma}_0^2 (N + B^T \cdot \sum_{X_{trans}}^{-1} B)^{-1} N (N + B^T \cdot \sum_{X_{trans}}^{-1} B)^{-1} = \hat{\sigma}_0^2 \cdot N^+ \quad (11)$$

Avec:

N^+ : Pseudo-inverse; ou inverse de Moore Penrose; de la matrice N .

La propriété de N^+ est que sa trace est minimale parmi toute les inverses généralisées de N . A cause de cette propriété, la solution \hat{X}^+ de l'équation (9) est appelée solution de la norme minimale [Hwang et al., 2002].

Il est important de souligner que cette méthode des contraintes internes est efficace pour:

- résoudre le problème de singularité du système des équations normales,
- fournir (compléter) la définition du Datum du réseau,
- conserver la qualité originale des observations.

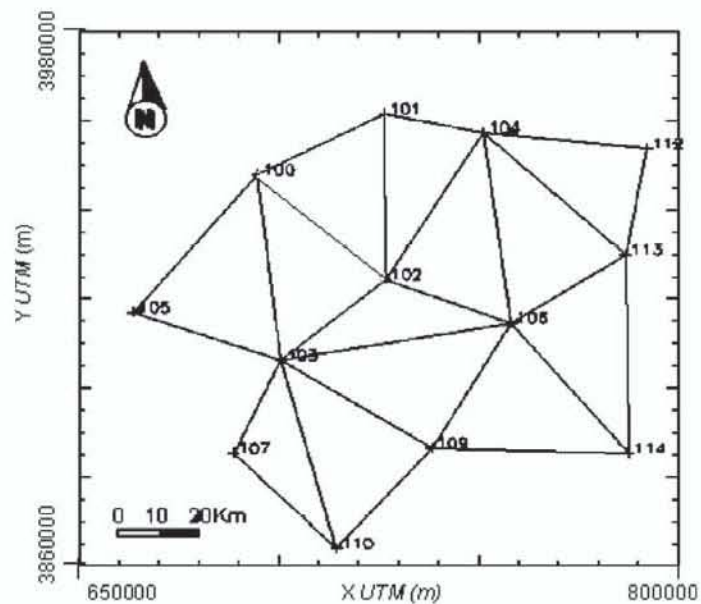


Figure. 2 Configuration du réseau test - zone pilote

III. Application

III.1 Présentation du réseau test

Les données géodésiques utilisées lors du traitement sont constituées de 50 mesures angulaires effectuées à partir de 13 points géodésiques du premier ordre situés dans la région Nord Ouest du pays. Le jeu d'observations de cette zone pilote a été fourni par l'Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT), en tant qu'organisme responsable des données géodésiques en Algérie. La précision des observations angulaires est de ± 7 déci milligrades.

Le système géodésique utilisé est le Nord Sahara 1959 et la projection cartographique employée est UTM (Universal Transverse Mercator) calculée sur l'ellipsoïde Clarke 1880A. La figure (2) illustre la configuration du réseau test.

III.2 Résultats

Tous les résultats présentés ci-dessous sont fournis par le logiciel d'ajustement et d'analyse des réseaux géodésiques bidimensionnels dénommé "CHABAKA", développé au niveau de la division de Géodésie du Centre National des Techniques Spatiales (CNTS) [Gourine, 2004].

Cet outil a l'avantage d'intégrer d'une part, une gamme de modèles d'ajustement avec contraintes de canevas géodésiques afin d'élargir son champ d'application (réseaux géodésiques et cadastraux, auscultation d'ouvrages d'art et de sites industriels, surveillance sismique, etc.) et d'autre part, une diversité d'outils d'analyse des résultats (statistiques, fiabilité, robustesse, S-Transformation). En outre, il présente un caractère évolutif dans la possibilité d'enrichir le logiciel par d'autres modules de traitement selon la dynamique des applications.

Le tableau (1) illustre les statistiques de l'ajustement avec contraintes internes du réseau test. D'après ce tableau :

- L'ensemble des résidus des observations suivent une loi normale puisque le test du Khi-2 est positif.
- Le test de Student n'a révélé aucune observation suspecte qui soit hors intervalle de confiance $[-2\text{dmgr}, +2\text{dmgr}]$.
- Les résidus normalisés suivent une loi normale réduite puisque le test de Tau est positif.

Par conséquent, les observations sont jugées de bonne qualité et ne contiennent pas de grosses erreurs. Les résultats fournis par l'ajustement des paramètres du réseau sont donnés par les tableaux (2) et (3) :

Nombre des paramètres	Nombre des observations	Nombre des paramètres du Datum	Ecart type à priori σ_0	Ecart type à posteriori $\hat{\sigma}_0$	Test du Khi-2	Test de Student	Test de Tau
39	50	04	08 dmgr	02 dmgr	positif	0 obs. suspecte	positif pour chaque résidu

Tableau. 1 Statistiques de l'ajustement du réseau

	dV0 (dmgr)	dx (m)	dy (m)
Min	0.	-0.115	-0.236
Max	2.	0.149	0.178
Moyenne	1.	0.000	-0.047

Tableau. 2 Paramètres ajustés du réseau

	σ_{V0} (dmgr)	σ_x (m)	σ_y (m)	σ_{position} (m)	ρ_{xy}	ρ_{xv0}	ρ_{yv0}
Min	1.	0.063	0.061	0.087	-0.67	-0.23	-0.34
Max	2.	0.179	0.178	0.222	0.77	0.62	0.40
Moyenne	2.	0.103	0.122	0.160	-0.05	0.09	-0.08
Moyenne absolue	-	-	-	-	0.33	0.17	0.19

Tableau. 3 Précisions σ et corrélations ρ des paramètres du réseau

D'après le tableau (3), nous constatons que :

- la précision géodésique est bien respectée puisque la moyenne des précisions en position est de ± 16.0 cm et en direction de ± 2 dmgr.
- il existe une cohérence entre les précisions angulaire et planimétrique. En effet, une erreur angulaire de ± 2 dmgr représente sur le terrain, pour une base de 40 km (réseau du 1^{er} ordre), une erreur en position de $\approx \pm 12$ cm qui est sensiblement égale à la précision planimétrique obtenue ($\approx \pm 16$ cm).
- la corrélation est en dessous de 34%, ce qui permet de conclure que les paramètres du réseau sont indépendants.

A titre comparatif avec la méthode d'ajustement classique, une analyse des résultats issus des différents traitements a été effectuée. La figure suivante illustre les ellipses d'erreurs absolues pour chaque technique d'ajustement.

La figure (3) montre que :

- les ellipses d'erreurs absolues obtenues lors de l'ajustement

avec contraintes internes (3.a) ont des tailles plus petites (≈ 12 cm) que celles déterminées par la méthode d'ajustement avec contraintes classiques (≈ 16 cm et ≈ 23 cm), figures (3.b) et (3.c).

- les dimensions des ellipses d'erreurs absolues obtenues lors de l'ajustement avec contraintes classiques (3.b et 3.c) varient en fonction du choix de la configuration des stations de référence. En d'autres termes, la précision planimétrique du réseau obtenue est tributaire du choix de la configuration du Datum.

En revanche, la méthode d'ajustement avec contraintes internes n'attribue aucune préférence à l'une ou l'autre des stations de référence (Datum défini implicitement ou réseau libre) et conserve la qualité et l'homogénéité du réseau.

La figure (4) montre que, dans le cas des contraintes classiques, la précision planimétrique du réseau varie selon la configuration des points de référence, par contre, dans le cas des contraintes internes, cette précision est sensiblement meilleure et homogène sur l'ensemble du réseau.

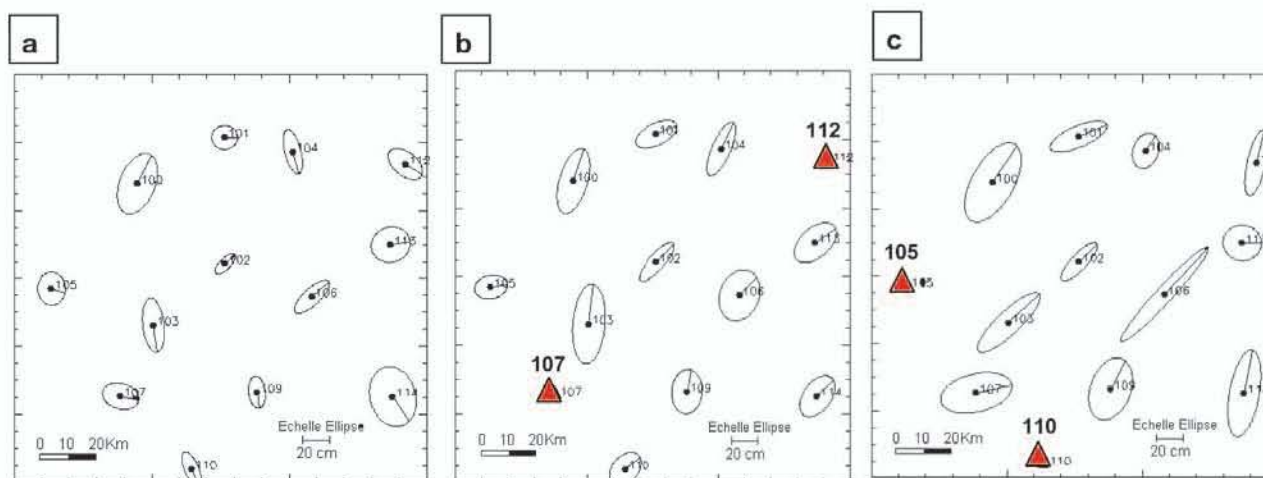


Figure. 3 Ellipses d'erreurs absolues : (a) contraintes internes, (b) contraintes classiques (points de référence : 107 et 112), (c) contraintes classiques (points de référence : 105, 110)

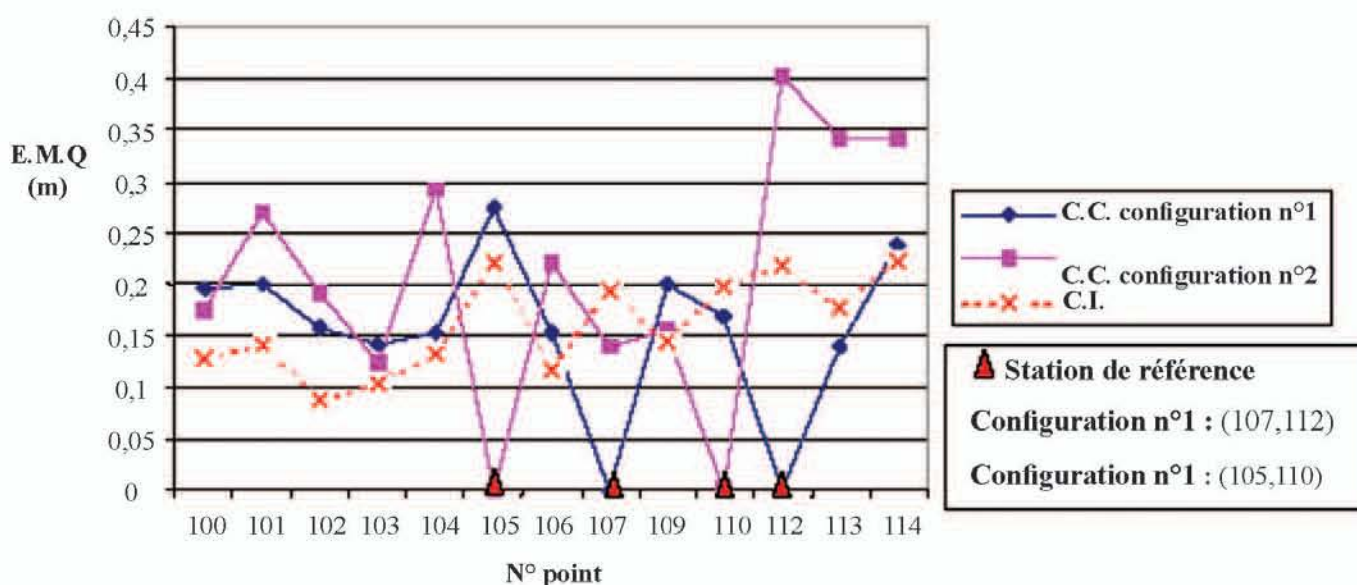


Figure. 4 Comparaison des précisions planimétriques du réseau issues des ajustement avec les contraintes internes (C.I) et avec les contraintes classiques (C.C).

Conclusion

L'ajustement avec contraintes internes d'un réseau géodésique permet d'éviter le problème de dépendance de la solution du réseau vis à vis du choix de la configuration et du nombre des stations de référence. Cette propriété est d'un grand intérêt pour le contrôle de la consistance et de la qualité des observations qui interviennent directement dans la détermination du réseau sans qu'il y est un rattachement au système de référence.

Dans le cadre de la refonte du réseau géodésique national (Nord Sahara), cette technique d'ajustement permettra d'assurer une précision homogène sur l'ensemble du canevas et d'évaluer sa valeur.

Remerciements:

Les auteurs tiennent à remercier l'Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) pour avoir mis à leur disposition le jeu de données sur la zone test.

Références bibliographiques :

[1] **Altamimi Z., 2003** : Systèmes de référence terrestres: définition et réalisation. Ecole d'été de GRGS, Forcalquier, France, 28 Août 2003.

[2] **Barriot J.P., Sarrailh M., 2003** : Ajustement des réseaux gravimétriques. 3^{ème} atelier Nord Africain sur l'unification du système de référence géodésique, Rabat, Maroc, 16-17 Octobre 2003.

[3] **Corsilla F., 1984**: Tecniche di ottimizzazione delle reti geodetiche. Bollettino della società italiana di topografia e fotogrammetria, N°2 - 1984.

[4] **Gourine B., 2004** : Ajustement avec contraintes du réseau géodésique national. Application : réseau de base. Mémoire de Magister, CNTS - Arzew, septembre 2004.

[5] **He X., Wang G., Lu S., Wang X., 1999** : Plane deformation monitoring network and computational method of the NSRL storage ring. 6th International Workshop on Accelerator Alignment (IWAA), ESRF, Grenoble, France, 18-22 Octobre 1999.

[6] **Hwang W., Wang C.G., Lee L.H., 2002** : Adjustment of relative gravity measurements using weighted and datum-free constraints. Computers & Geosciences, vol. 28, pp.1005-1015.

[7] **Seemkooei A.A., 2001**: Comparison of reliability and geometrical strength criteria in geodetic networks. Springer Verlag, volume 75, numéro 4, Juillet 2001.

[8] **Sillard P., 1999** : Modélisation des systèmes de référence terrestres - contribution théorique et méthodologique. Thèse de Doctorat, Observatoire de Paris, mai 1999.

[9] **Vanicek P., Krakiwsky E.J., 1995** : Geodesy: The concepts. Edition Elsevier Science B. V., second edition, 697p,1995. ISBN 0-444-87777-0.

Par C. Million

Cap Palm Beach A Impasse Ordan
10 Rue du Cros Vieil 06400 Canne- France
e-mail : Claude.Million@wanadoo.fr

ملخص:

على حسب التطبيقات المرغوبة و/أو الدقة المتوقعة يمكن للشخص اختيار تعريفه الخاص للمسافة الأفقية بين نقطتين. لقد قام الجيوديزي Burkholder في سنة 1991 بإعطاء بعض التعاريف لهذه المسافة.

(1) HD = هو جانب من جوانب الزاوية القائمة و الذي يعتبر وتر المثلث هو مسافتها المنحنية ، الجانب الآخر هو فارق الارتفاع ، لقد صرح Burkholder من جانبه بأنها المسافة الأفقية للمهندسين ، على الأرجح مخالفة للمسافة الأفقية للجيوديزيين وبأنها المسافة المتحصل عليها عن طريق GPS و يعطيها تعريفا مختلفا.

(2) HD = المسافة بين إتجاهي المطمار بين هاتين النقطتين حسب المخطط المماس للآلة.

(3) HD = الحبل بين إتجاهي المطمار في هاتين النقطتين، نهايتي نقطتين القياس هي على نفس المستوى و الحبل عمودي على الخط العمودي في نقطة وسطه.

(4) HD = المسافة بين إتجاهات المطمار بين هاتين النقطتين على طول سطح أيا كان مستواه.

(5) HD = المسافة حسب قوس متواجد على مستوى متوسط للبحار بين إتجاهات المطمار بين هاتين النقطتين.

(6) HD = المسافة حسب الخط الجيوديزي المسطر على المجسم الناقص للدوران بين إتجاهات المطمار بين هاتين النقطتين.

(7) HD = المسافة بين هاتين النقطتين في إسقاط تشابهي.

لقد قمنا باختيار نقطتين جيوديزيتين ، متباعدة نوعا ما لتكون الإختلافات معتبرة لكن بدون مبالغة. لقد قمنا بقياس هذه المسافات و كذلك مسافات أخرى.

Résumé:

Tout dépendant des applications envisagées et/ou de la précision escomptée, chacun peut choisir « sa » définition de la distance horizontale entre deux points. Le géodésien Burkholder en 1991 a donné quelques définitions de cette distance :

HD(1) = C'est un des côtés de l'angle droit dont la distance inclinée serait hypoténuse, l'autre étant la dénivelée. Burkholder déclare de son côté que c'est la distance horizontale des géomètres, probablement par opposition de la distance horizontale des géodésiens, que c'est la distance obtenue par G P S, et en donne une définition différente.

HD(2) = La distance entre les deux directions d'un fil à plomb selon le plan tangent à l'instrument.

HD(3) = La corde entre deux directions du fil à plomb en ces deux points. Les deux termes de la mesure étant au même niveau et la corde étant perpendiculaire à la verticale menée en son milieu.

HD(4) = La distance entre les directions du fil à plomb entre ces deux points, le long d'une surface de niveau quelconque.

HD(5) = la distance selon un arc situé au niveau moyen des mers entre les directions du fil à plomb entre ces deux points.

HD(6) = La distance selon la géodésique tracée sur un ellipsoïde de révolution entre les directions du fil à plomb entre ces deux points.

HD(7) = La distance entre ces deux points dans une projection conforme.

On a choisit deux points géodésiques, assez éloignés pour que les différences soient appréciables, mais sans excès, on a calculé ces distances, et quelques autres.

Abstracts:

Depending on the application and/or the precision needed, one can choose « his » appropriate definition of the horizontal distance, according to Burkholder (1991) the options are :

HD(1) = One of the right angle component of the slope distance, the other being the elevations difference.

HD(2) = The distance between two plumb lines in a plane tangent to the earth at the instrument station.

HD(3) = The chord distance between two plumb lines. The two end points having the same elevation and the chord is perpendicular to the vertical only at its midpoint.

HD(4) = The arc distance along some level surface between two plumb lines.

HD(5) = The arc distance at mean sea level surface between two plumb lines.

HD(6) = The distance along the geodesic of a revolution ellipsoid surface between two plumb lines.

HD(7) = The State Plane Grid distance between two points.

We have chosen two real geodetic points, not too close to obtain a difference, not too far to remain realistic, and computed these distances, and few others.

I. Introduction

On parle souvent de la distance horizontale entre deux points en oubliant de préciser laquelle, le géodésien Burkholder, en 1991, en a donné plusieurs, sept exactement, définitions de cette distance.

On a choisit deux points géodésiques assez éloignés pour que les différences soient appréciables, mais sans excès, et on a calculé ces distances, et quelques autres, afin de montrer qu'il faut bien définir ce terme, d'autant que pour des raisons évidentes c'est cette distance qui sera reportée sur les cartes. La question à se poser, pour le géomètre topographe, est laquelle apparaîtra sur mon plan ou ma carte, et pour l'utilisateur, laquelle suis-je certain d'obtenir en vue de mes applications ?

On a choisit deux points géodésiques réels quelconques assez éloignés, et on a calculé les distances en fonction des définitions de ce géodésien, plus quelques autres. Ces points sont connus par leurs coordonnées géocentriques X Y Z.

Si on ne réduit pas la mesure à une surface de référence, ou si les deux points ne sont pas à la même altitude, la distance horizontale de A à B sera différente de celle de B à A ! La plus longue des deux appartient au terme de la mesure qui a la plus haute altitude.

Dans la plupart des cas, en raison de l'altitude, de la hauteur du géoïde, la distance d'une projection plane est différente des distances horizontales décrites ci-après.

HD(1-1)

Selon Burkholder c'est la distance horizontale des géomètres celle qui serait « donnée » par GPS, ce qui n'est pas évident comme on va le voir.

Pour nous, c'est un des côtés de l'angle droit dont la distance inclinée serait l'hypoténuse, l'autre étant la dénivelée figure 1. Burkholder déclare pourtant que sa définition est la distance horizontale des géomètres, probablement par opposition de la distance horizontale des géodésiens, et que c'est la distance obtenue par GPS.

Nous allons donc devoir calculer la distance inclinée entre les deux points et nous le ferons grâce à la formule très connue de notre lecteur. Mais il faut aussi connaître la dénivelée. Pour cela il faut sortir du domaine 3-D et se donner une surface de référence en utilisant l'algorithme classique attribué à Helmert de projection orthogonale du point 3-D sur l'ellipsoïde de référence, sa variante corrigée par Pizzetti n'est pas utile en ce cas.

Pour passer des coordonnées géocentriques à la hauteur des points au-dessus de l'ellipsoïde de référence on utilise les formules suivantes [1] :

On rappelle d'abord que la seconde excentricité, e' , est donnée par :

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

On calcule la quantité auxiliaire :

$$\theta = \text{Arctg}\left(\frac{Z \cdot a}{\sqrt{X^2 + Y^2} \cdot b}\right)$$

¹ On utilise, souvent, une méthode itérative différente

On calcule ensuite la latitude d'Helmert φ_H :

$$\varphi_H = \frac{Z + e'^2 \cdot b \cdot \sin^3(\theta)}{\sqrt{X^2 + Y^2} - e'^2 \cdot a \cdot \cos^3(\theta)}$$

avec N étant la grande normale:

$$N = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 \cdot \cos^2(\varphi_H) + b^2 \cdot \sin^2(\varphi_H)}}^1, \text{ enfin,}$$

$$h = \frac{\sqrt{X^2 + Y^2}}{\cos(\varphi_H)} - N,$$

$$HD(1-1) = \sqrt{Di^2 - (h_2 - h_1)^2}$$

Les deux points ont pour coordonnées géocentriques X Y Z et pour hauteur mesurée par le NGF :

	X	Y	Z	h(mesuré)
1-	4.613.042,649	-107.632,929	4.388.662,297	52,570
2-	4.627.933,908	-121.226,353	4.372.718,217	59,392

La distance inclinée calculée est de 25.704,950 m.

La distance horizontale calculée est de 25.704,949 m.

HD(1-2)

Seulement, la méthode qu'on vient d'utiliser n'est pas du tout celle retenue par l'auteur (Burkholder) qui considère d'abord des coordonnées tri-rectangulaires locales centrées sur un des points ou sur tout autre point retenu pour origine la figure 2 détaille ce nouveau référentiel. Le passage des coordonnées géocentriques aux coordonnées locales l'origine des coordonnées étant au point choisi, Δn en direction du Nord géographique au point origine, Δu suivant la verticale de l'origine, Δe en direction de l'Est au point origine, λ et φ étant les coordonnées géographiques du point origine, $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$, sont les différences de coordonnées géocentriques entre le point calculé et le point choisi pour origine, se fait à l'aide des relations suivantes :

$$\Delta e = -\Delta X \cdot \sin(\lambda) + \Delta Y \cdot \cos(\lambda),$$

$$\Delta n = -\Delta X \cdot \sin(\varphi) \cdot \cos(\lambda) - \Delta Y \cdot \sin(\varphi) \cdot \sin(\lambda) + \Delta Z \cdot \cos(\varphi),$$

$$\Delta u = \Delta X \cdot \cos(\varphi) \cdot \cos(\lambda) + \Delta Y \cdot \cos(\varphi) \cdot \sin(\lambda) + \Delta Z \cdot \sin(\varphi)$$

selon l'auteur cité, la distance horizontale entre le point origine et le point choisi serait :

$$HD(1-2) = \sqrt{\Delta e^2 + \Delta n^2}$$

On remarque immédiatement que cette distance est différente de 1 à 2 à celle de 2 à 1, les coordonnées géographiques λ et φ étant elles-mêmes différentes.

On obtient les résultats suivants :

$$\Delta e = -13,242,373$$

$$\Delta n = -22,031,387$$

$$\Delta u = -45,026$$

$$HD(1-2) = 25.704,911 \text{ m, - évidemment}$$

un peu plus courte que la précédente

HD(2-1)

C'est la distance entre deux directions des fils à plomb le long d'un plan tangent à la station de l'instrument. Comme d'habitude, on place le plan tangent sur le point 1. Cela semble facile, il suffit de calculer l'arc, puis le sinus de l'arc, et le multiplier par le rayon R en ce point.

$HD(2-1) = R.tg(s)$, ce n'est pas aussi facile :

$$\cos(s) = \vec{1}_1 \cdot \vec{2}_1 + \vec{1}_2 \cdot \vec{2}_2 + \vec{1}_3 \cdot \vec{2}_3, \vec{1} \text{ étant le vecteur normal}$$

à l'ellipsoïde au point 1, et $\vec{2}$ le vecteur normal à l'ellipsoïde au point 2, avec :

$$\vec{1}_1 = \sin(\lambda_1) \cdot \cos(\varphi_1), \vec{1}_2 = \cos(\lambda_1) \cdot \cos(\varphi_1), \vec{1}_3 = \sin(\varphi_1),$$

même chose pour le vecteur 2 :

$$\vec{2}_1 = \sin(\lambda_2) \cdot \cos(\varphi_2), \vec{2}_2 = \cos(\lambda_2) \cdot \cos(\varphi_2), \vec{2}_3 = \sin(\varphi_2),$$

Il faut, en cet instant, se rappeler que les coordonnées géographiques λ et φ sont des coordonnées ellipsoïdales, et non sphériques, et qu'en principe on ne sait pas faire des calculs d'arc avec ce type de coordonnées, toutefois, le calcul de l'angle entre deux vecteurs ci-dessus est tout à fait correct, pourvu qu'on puisse calculer le rayon moyen de l'arc !

Normalement il faut transformer les coordonnées ellipsoïdales en coordonnées sphériques pour faire des calculs de trigonométrie. C'est un problème classique de géodésie, c'est pourquoi on va résumer les opérations. Soit une sphère de rayon a ou a' , grand axe de l'ellipsoïde de référence (a' peut être différent du grand axe de l'ellipsoïde mondial a et correspondre au grand axe d'une équipotentielle théorique passant par le chantier)[2] on a :

$$N \cdot \cos(\varphi) = a \cdot \cos(\psi), \text{ puis } N = \frac{a}{w} \text{ avec } w = \sqrt{1 - e^2 \cdot \sin^2(\varphi)},$$

$$\cos(\psi) = \frac{\cos(\varphi)}{w}, \text{ tg}(\psi) = \frac{b}{a} \cdot \text{tg}(\varphi) \text{ et } \text{tg}(\varphi) = \frac{a}{b} \cdot \text{tg}(\psi)$$

ψ est la latitude sphérique. On calcule, ensuite la différence de longitude sphérique avec :

$$\Delta\lambda' = \frac{a}{b} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} w \cdot d\lambda \quad \text{intégrale qu'on calcule par}$$

la formule des trois niveaux :

$$\lambda'_2 - \lambda'_1 = \Delta\lambda' = \frac{\Delta\lambda \cdot a}{6 \cdot b} (w_1 + 4 \cdot w_M + w_2), w_M$$

étant la valeur de w au milieu du segment 1-2, w est fonction de la latitude sphérique en ce point ψ_M :

$$\text{tg}(\psi_M) = \frac{\text{tg}(\psi_1) + \text{tg}(\psi_2)}{2 \cdot \cos\left(\frac{\Delta\lambda'}{2}\right)}, \quad \text{on substitue}$$

$\Delta\lambda$ à $\Delta\lambda'$ sans erreur supérieure à celle introduite par l'emploi de la formule des trois niveaux pour l'intégration. On peut entreprendre le calcul de l'arc par la trigonométrie sphérique.

En ce point deux méthodes sont possibles, l'une utilise pour rayon de la sphère tangente R au point 1 le rayon moyen terrestre R_m de GRS 80 auquel on ajoute la hauteur du point au dessus de l'ellipsoïde h_e : $R = R_m + h_e$. Dans ce premier cas, il suffit de calculer l'arc par les formules de la trigonométrie sphérique.

Dans le second on veut raffiner le calcul de R en calculant la courbure moyenne de l'ellipsoïde au point 1 et dans la direction 1-2 par la formule d'Euler. On reviendra sur ce second cas dans le paragraphe suivant.

Pour calculer l'arc, qui est généralement petit, on ne peut utiliser la formule traditionnelle qui donne le cosinus de l'arc s qui serait trop imprécise. On proposera une formule qui pourrait être assimilée à « une relation de Pythagore dans le domaine sphérique ».

$$\sin^2\left(\frac{s}{2}\right) = \sin^2\left(\frac{\psi_2 - \psi_1}{2}\right) + \sin^2\left(\frac{\lambda'_2 - \lambda'_1}{2}\right) \cdot \cos^2\left(\frac{\psi_2 + \psi_1}{2}\right)$$

$$- \sin^2\left(\frac{\psi_2 - \psi_1}{2}\right) \cdot \sin^2\left(\frac{\lambda'_2 - \lambda'_1}{2}\right), \text{ si on pose:}$$

$$\sin^2\left(\frac{\psi_2 - \psi_1}{2}\right) = A, \quad \sin^2\left(\frac{\lambda'_2 - \lambda'_1}{2}\right) = B, \quad \cos^2\left(\frac{\psi_2 + \psi_1}{2}\right) = C,$$

$$\sin^2\left(\frac{s}{2}\right) = S, \quad S = A + C \cdot B - A \cdot B, \quad \sin(s) = 2 \cdot \sqrt{S} \cdot \sqrt{1 - S}$$

Toutefois, il y a encore plus simple, mais avec une recherche supplémentaire de la valeur d'une ligne trigonométrique :

$$\sin^2\left(\frac{s}{2}\right) = \sin^2\left(\frac{\psi_2 - \psi_1}{2}\right) + \sin^2\left(\frac{\lambda'_2 - \lambda'_1}{2}\right) \cdot \cos(\psi_1) \cdot \cos(\psi_2)$$

$$\sin^2\left(\frac{\psi_2 - \psi_1}{2}\right) = A, \quad \sin^2\left(\frac{\lambda'_2 - \lambda'_1}{2}\right) = B, \quad \cos(\psi_1) = C, \quad \cos(\psi_2) = D$$

$$\sin^2\left(\frac{s}{2}\right) = S, \quad S = A + B \cdot C \cdot D, \quad \sin(s) = 2 \cdot \sqrt{S} \cdot \sqrt{1 - S}$$

On peut utiliser comme rayon terrestre moyen celui donné dans GRS 80 :

$$R = 6371008,771 \text{ m soit } R = \frac{2 \cdot a' + b'}{3} \text{ dans notre cas, pour affiner}$$

le résultat, on peut même choisir $R = \frac{2 \cdot a' + b'}{3}$. On verra que c'est une mauvaise solution, à éviter, car on a, après calcul :

$$HD \ 2-1 = 25.721,48 \text{ m.}$$

HD (2-2)

On essaie d'estimer correctement le rayon d'une sphère qui soit concentrique à la sphère paramétrique et passant par le point 1 (on pourrait faire la même opération avec une sphère passant par le point 2).

Comme l'origine des coordonnées correspond au centre de la sphère paramétrique on a : $R_1 = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2}$ on obtient alors : $R_1 = 6.368.053,393 \text{ m}$ puis $HD (2-2) = 25.709,316 \text{ m}$ comme contrôle on a calculé l'arc s à l'aide d'une formule différente des précédentes, d'abord on a calculé

$$\text{tg}(Az_{1-2}) = \frac{\sin(\Delta\lambda')}{\text{tg}(\psi_2) \cdot \cos(\psi_1) - \sin(\psi_1) \cdot \cos(\Delta\lambda')},$$

l'azimut 1-2 par :

$$\text{puis } \sin(s) = \frac{\sin(\Delta\lambda') \cos(\psi_2)}{\sin(Az_{1-2})}$$

résultats donnent neuf chiffres identiques $s = 0,00403721111$ radian, très suffisants pour nos calculs à huit chiffres significatifs.

On voit que le problème se situe dans le «rayon» à adopter

HD (3)

Cette longueur sera celle de la corde joignant les deux points, ou plutôt la corde joignant le point 1 et la direction du fil à plomb en 2, la corde étant perpendiculaire à la verticale passant par son milieu, c'est à dire, en gros, à la bissectrice de l'angle s , on a donc la relation :

$$HD(3) = 2 \cdot R \cdot \sin\left(\frac{s}{2}\right), \text{ en reprenant les mêmes rayons}$$

que ci-dessus on aura $HD\ 3-1 = 25721,303m$
 $HD\ 3-2 = 25709,159m$

HD (4)

Cette longueur sera celle d'un arc circulaire le long d'une surface de niveau entre les deux points. Comme d'habitude on choisit une telle surface passant par 1 (sachant qu'on pourrait tout aussi bien prendre celle passant par 2). On a la relation :

$HD(4) = R \cdot s$ en reprenant les mêmes rayons qui
 ci-dessus on aura $HD\ 4-1 = 25.721,321m$
 $HD\ 4-2 = 25.709,176 m$, donc des résultats comparables à ceux qui précèdent.

II. Calculs utilisant la latitude géocentrique

On pourrait également envisager utiliser la latitude et la longitude géocentriques L et M.

On a : $tg(L_{1ou2}) = \frac{b'^2}{a'^2} \cdot tg(\varphi_{1ou2})$ c'est, hélas, une mauvaise solution

HD (5)

Cette longueur sera celle d'un arc quelconque le long du niveau de la mer entre les deux points. On peut utiliser une des méthodes de calcul qui est la solution du problème inverse en géodésie².

On passe, comme expliqué en HD (2-1), des éléments ellipsoïdaux à leurs homologues sphériques sur la sphère paramétrique, puis on calcule l'arc s sur la sphère paramétrique selon une des deux formules trigonométriques indiquées. Enfin, on retourne à l'ellipsoïde, on a en effet :

$$arc = a' \cdot \sqrt{1 - e'^2} \cdot \int_{s_1}^{s_2} \frac{ds}{w}, \text{ soit}$$

$$arc = a' \cdot \sqrt{1 - e'^2} \cdot \frac{s}{6} \cdot \left(\frac{1}{w_1} + \frac{4}{w_M} + \frac{1}{w_2} \right)$$

on peut donc poser :

$$R_{moyen} = \frac{a' \cdot \sqrt{1 - e'^2}}{6} \cdot \left(\frac{1}{w_1} + \frac{4}{w_M} + \frac{1}{w_2} \right)$$

avec a' grand axe de l'équipotentielle passant par le niveau moyen des mers au lieu considéré³, soit environ 49,20 m au dessus de l'ellipsoïde et e'' sa première excentricité, voir [2]

on obtient : $HD (5) = 25.704,604 m$ au niveau de la mer, et

$$R_{moyen} = \frac{25.704,604}{0,00403721111} = 6.366.921,125m \text{ ce rayon «moyen»}$$

est évidemment plus petit que ceux qu'on avait précédemment adoptés, et est une extrapolation pour le moins hardie car on pourrait, comme cela s'est fait, tout aussi bien corriger l'angle s !

Toutefois cette méthode donnerait, paraît-il, des résultats exacts au millionième, ce qui paraît exact dans les comparaisons qui vont suivre⁴.

HD (6)

C'est la distance sur une géodésique de l'ellipsoïde entre les verticales de deux points. C'est un calcul géodésique complet qu'on a déjà exposé dans [3]. Les résultats sont répertoriés dans le paragraphe ci-après réservé à cet effet.

HD (7)

C'est la distance sur une représentation plane, dans ce premier cas on a adopté les coordonnées de Lambert III données dans le répertoire :

$$\begin{aligned} X1 &= 304.316,11 & X2 &= 290.105,42 & DX &= -14.210,69 \\ Y1 &= 168.444,32 & Y2 &= 147.027,89 & DY &= -21.416,43 \\ HD (7-1) &= 25.702,280m \end{aligned}$$

Pour comparaison, les coordonnées Lambert 93 calculées donneraient :

$$\begin{aligned} X1 &= 350.864,468 & X2 &= 336.526,743 \\ Y1 &= 6.303.766,567 & Y2 &= 6.281.329,962 \\ HD (7-2) &= 25.789,502 m \end{aligned}$$

III. La correction des latitudes en fonction de la hauteur du point

On a longuement développé ce sujet [2] : En raison de la courbure, même très légère, de la verticale, la latitude d'un point varie en fonction de sa hauteur par rapport au référentiel choisi ; si on change de référentiel, on change la latitude du point, d'où l'importance de ce choix. Notons tout de suite que cela n'affecte nullement les longitudes. On a insisté sur ce point dans le choix d'un référentiel de chantier par opposition au référentiel GRS 80 qui est souvent trop loin du chantier (50 m plus l'altitude en France), ce qui introduit une erreur d'échelle souvent gênante pour les utilisateurs. En dehors du choix du référentiel, si deux points sont situés à des hauteurs différentes leurs différences de latitudes ne seront pas exactement celles données par la formule de Helmert $\Delta\varphi_H = \varphi_{H2} - \varphi_{H1}$. Certes, la différence est faible, et généralement négligée, mais elle représente, tout de même, sous nos latitudes (45°), 0,53 m pour une dénivelée de 100 m, et même 0,053 m pour 10 m, ce qui est souvent incompatible avec la précision des mesures actuelles ! L'exemple qu'on a choisi n'introduit qu'une erreur de 4cm sur les latitudes ; évidemment, cette erreur n'affectait pas les comparaisons faites.

² Le problème direct en géodésie vise à calculer les coordonnées géographiques d'un point inconnu à partir de celles d'un point connu, de la distance et de l'azimut entre les deux points, en revanche, le problème inverse vise à calculer la distance et l'azimut entre deux points connus par leurs coordonnées géographiques.

³ Il existe des méthodes d'intégration plus précises, telles que l'intégration itérative par les intégrales de Wallis, elles sont trop longues à exposer et sortiraient de l'objet de cet article, d'ailleurs ce sont des classiques.

⁴ Dans certains ouvrages on annonce le mm pour 60 Km, cela paraît très exagéré !

Cette correction est due à Pizzetti $\varphi_p - \varphi_H$, elle a la valeur suivante :

$$\varphi_p - \varphi_H = -\frac{f^*}{R} \cdot h \cdot \sin(2\varphi) \text{ en radian, } R \text{ est le}$$

rayon moyen de la terre, donné par GRS 80, h la hauteur du point au-dessus du référentiel choisi et f^* l'aplatissement gravitaire, donné par GRS 80:

$$f^* = \frac{\gamma_p - \gamma_e}{\gamma_e} = 0,005302440112$$

γ_p : gravité au pôle, γ_e à l'équateur . On a donc:

$d\Delta\varphi \cdot R = -f^* \cdot dh \cdot \sin(2\varphi)$, avec dh différence de niveau entre les deux points, et si on fait un calcul d'erreur très simplifié, les angles étant petits, on obtient :

$$ds = \frac{\Delta\varphi}{s} \cdot d\Delta\varphi \cdot R \text{ où } ds \text{ est l'écart linéaire.}$$

Dans l'exemple qui nous intéresse, l'erreur commise en n'appliquant pas la correction de Pizzetti n'est pas totalement négligeable, elle est de l'ordre de **-3,11 cm**. Évidemment, elle affecte presque également tous les résultats qu'on a donnés.

Resultats

Si on repart en arrière, en adoptant peut être un peu trop « hardiment » la valeur de « R moyen » calculé en HD 5 pour le rayon en 1, on aurait :

HD 2 = 25.704,744 m plan tangent à la sphère en 1
 HD 3 = 25.704,586 m corde de la sphère en 1
 HD 4 = 25.704,796 m arc sur surface de niveau de 1
 HD 5 = 25.704,777 m arc au niveau de la mer
 HD 6 -1 = 25.704,766 m géodésique au niveau de la mer
 HD 6-2 = 25.704,785 m géodésique au niveau de 1
 HD 6-3 = 25.704,575 m géodésique au niveau de l'ellipsoïde
 HD 7-1 = 25.702,280 m Lambert III
 HD 7-2 = 25.789,502 m Lambert 93

Rappel :

HD 1-1 = 25.704,949m

distances réduites à l'horizontale,

HD 1-2 = 25.704,911 m

mais pas au niveau zéro, la seconde est celle du géodésien qui a eu l'idée et le mérite de rappeler ces différences importantes.

Toutefois les calculs initiaux étaient tout aussi bien correctement menés :

HD 2 - 2 = 25.709,316 m

HD 3 - 2 = 25.709,159 m

Conclusion

La conclusion s'impose d'elle-même : Compte tenu des précisions atteintes aujourd'hui par les instruments de mesures, il faut bien définir ce qu'on appelle distance horizontale entre deux points. La topographie comporte, comme la géodésie, des dénominations simples, mais souvent fort ambiguës, qui méritent toujours d'être clairement définies !

Rappelons que pour Burkholder la « vraie » distance horizontale serait celle donnée en 1-2 ; il a, depuis, bâti tout un système de représentation de la réalité 3-D sur la base d'un tridimensionnel local (e, n, u). Pour nous, et pour les usages du topographe de chantier, ce serait la distance 6-2, à laquelle on aurait appliqué la correction de Pizzetti, qui donnerait la valeur la plus proche de la distance qui serait « chaînée » horizontalement au sol, à partir de 1, entre le point 1 et la verticale de 2.

Références bibliographiques

- [1] **B.Hoffmann-Wellenhof, H.Lichtenegger, J.Collins, 1992:** GPS Theory and Practice Springer-Verlag.
- [2] **C.Million, 2003 :** Géodésie géométrique et géodésie physique dans X Y Z N°95 2^{ème} trimestre.
- [3] **C.Million, 2001:** Développement du vecteur GPS le long de la géodésique dans XYZ N°88 3^{ème} trimestre.

POSSIBILITES DE REVISION CARTOGRAPHIQUE AU 1/50 000 A PARTIR DE L'IMAGERIE SATELLITAIRE : CAS DE L'IMAGERIE IRS/1C

Par N. Fergane

Centre de Télédétection, Institut National de Cartographie
et de Télédétection, Algérie
Inct99@wissal.dz

ملخص:

نقوم في هذه المنشورة بدراسة الإمكانيات التي توفرها صور الأقمار الاصطناعية الهندية في سياق مراجعة الخرائط الوطنية بمقياس 1/50 000. خلال هذه الدراسة استعملت صور IRS/1C. مختلف مراحل هذا السياق قد فصلت في هذه المنشورة، و هي موضحة باختبار حقيقي. تم عرض النتائج المحصل عليها ضمن هذه الدراسة.

Résumé :

Dans cette publication, nous étudions les possibilités offertes par l'imagerie satellitaire Indienne dans le processus de révision de la cartographie nationale à l'échelle 1/50 000. L'imagerie IRS/1C a été utilisée au cours de cette étude. Les différentes étapes de ce processus ont été détaillées dans cette publication, illustrées avec une expérimentation réelle. Les résultats obtenus sont présentés dans cette étude.

Abstract :

In this publication, we study the possibilities offered by the Indian satellite imagery in the process of revision of the national cartography at 1/50 000 scale. The IRS/1C imagery has been used during this survey. The different stages of this process have been detailed in this publication, illustrated with a real experimentation. The obtained results are presented in this survey.

I. Introduction :

L'objectif principal de la révision cartographique est de mettre à la disposition de l'utilisateur un document aussi conforme que possible à la réalité, au moment de son utilisation, de plus il est admis que la révision cartographique consiste à mettre à jour à un intervalle de temps régulier prédéfini par des commissions spécialisées, les informations d'altimétrie et de planimétrie, ou les une sans les autres. La photographie aérienne dans cet objectif représente le facteur prépondérant. Son handicap demeure dans les zones dépourvues de détails terrestres (contrainte de la photogrammétrie) et les zones sensibles type frontière (difficulté de réaliser un survol pour l'obtention de la prise de vue aérienne).

L'évolution de la cartographie assistée par ordinateur d'une part et les techniques de télédétection d'autre part ont donné naissance à d'autres produits à savoir la cartographie à l'aide de l'imagerie satellitaire par convention appelé « SPATIOCARTES ». Une spatiocarte est un document cartographique ayant pour fond des données-images recueillies par les satellites, combinées avec des éléments tirés des cartes existantes, de bases de données ou de l'interprétation des données-images. Les spatiocartes peuvent s'approcher de la carte conventionnelle si la perception visuelle du fond-image est atténuée en faveur de l'interprétation.

Dans cet aspect, une plate-forme a été montée au niveau du Centre de Télédétection de l'Institut National de Cartographie et de Télédétection (I.N.C.T). Ce centre a pour mission la réalisation des spatiocartes aux échelles 1/100 000 et 1/200 000; dont les données de base s'appuient essentiellement sur les images satellitaires issues de SPOT, LANDSAT. L'échelle des cartes produites est définie par la résolution des images satellitaires utilisées.

Afin de pouvoir élargir la gamme des échelles traitées à l'I.N.C.T, une étude a été lancée en fin 2003 portant sur les possibilités de production des spatiocartes et la révision cartographique à l'échelle 1/50 000 à l'aide de l'imagerie IRS (Indian Remote Sensing) en mode panchromatique.

II. Choix de la résolution :

La précision graphique d'un document cartographique est de l'ordre de 0,2 mm (pouvoir séparateur de l'œil humain), Pour l'échelle 1/50 000 une précision réelle de 5 mètres est nécessaire. Ceci implique que la taille du pixel soit du même ordre de grandeur. On assurera ainsi une qualité graphique compatible avec la résolution du capteur, cette correspondance est assurée par l'équation suivante:

$$1/E = 0.2/(r/2)$$

où,

1/E : est le facteur d'échelle ;

r : la taille du pixel du satellite exprimé en millimètres (mm).

III. Définitions :

IRS est un satellite indien dont les caractéristiques sont :

- Orbite : héliosynchrone
- Altitude : 817 Km
- Période : 101,35 mn
- Inclinaison de l'orbite : 98°.69
- Passage à l'équateur : 10h : 30 mn +/- 05mn
- Nœud ascendant
- Répétitivité cyclique : 24 jours
- Revisite : 05 jours

- Cycle orbital : 341 traces.
- Distance entre deux traces : 117 Km.
- Vitesse du satellite : 6.65 km/s
doté d'une camera d'observation.
- Résolution spatiale : 5.8 m.
- La fauchée : 70 km.
- Bande spectrale : 0.5 - 0.75 micron.
- Barrette CCD contenant : 4096 détecteurs.
- Dimension d'un détecteur : 07x 07 micron.



Figure.1 Le satellite Indien IRS

La mise en œuvre d'une telle procédure est inspirée du processus de production des spatio-cartes aux échelles 1/100 000 et 1/200 000 qui est parfaitement maîtrisable, au niveau du Centre de Télédétection de l'I.N.C.T, et peut être défini en fonction des données en entrée. La présente étude consiste à évaluer l'apport de l'imagerie IRS/1C dans la révision cartographique et la production des spatio-cartes, Dans notre cas seulement les couches d'informations planimétriques seront concernées par la révision.

IV. Les données de base :

- La carte 1/50 000 de la région Algérie nord ouest ;
- Les planches mères associées à cette carte ;
- Scène IRS/1C :15/46B 10/12/2000, couvrant la carte concernée par la révision.

V. Etapes du processus:

• a/ Scannérisation:

1. Planches mères à 400 dpi pour extraire les couches d'informations vectorielles (passage en mode vecteur) ;
2. carte 1/50 000 à 600 dpi

• b/Rectification des documents:

La rectification géométrique consiste à établir une correspondance entre les coordonnées image et coordonnées terrain, en se basant sur les repères géographiques des quatre coins de chaque document (planches mères et carte), pour la correction géométrique la méthode de "RUBBER SHEETING" a été utilisée. Les documents résultants sont superposables les uns par rapport aux autres, et sont définis dans le système de représentation cartographique, qui est celui de la carte.

• c/ Vectorisation des documents:

Vectoriser c'est passer d'un mode raster (image) vers un mode vecteur. Cette étape nous permet d'avoir des couches de données séparées ayant les informations géographiques et attributaires.

Les couches d'informations obtenues sont :

- Altimétrie :
 - Courbes de niveau ;
 - Points cotés.
- Hydrographie :
 - Oued temporaire ;
 - Oued permanent ;
 - Lit d'oued ;
 - Points d'eau.
- Figuré terrain :
 - Talus ;
 - Escarpement rocheux.

• d/ Génération de Modèle Numérique de Terrain :

Pour une meilleure représentation du terrain, les couches d'informations vectorielles courbes de niveaux, points cotés, ont été utilisées pour la génération du modèle numérique de terrain. Les couches d'hydrographie et figuré terrain, servent à mieux représenter le terrain en jouant le rôle des BREAK-LINE et des HARD-LINE

• e/ Correction géométrique de la scène IRS :

Vingt cinq (25) points d'appuis ont été extraits de la carte scannée rectifiée, pour les corrections géométriques de la scène IRS. La méthode IRS/1C/1D, prend en compte l'effet du relief par l'introduction du modèle numérique de terrain et les paramètres de prise de vue de la scène.

Après calcul et validation du modèle des résidus image (en pixel) et terrain (mètres) on a obtenu les résultats suivants:

Les résidus des points de contrôle en mètre:

pid	residual_x	residual_y	residual_z
4	-1.04609721	-1.29821311	0.00268219
6	2.07537846	-0.16550725	0.03139656
7	-0.77232602	-1.70589977	0.01265257
9	0.59342935	0.52118137	0.04459058
11	0.80487659	0.22586917	0.00142792
12	1.48987896	1.29837381	0.01774848
14	-0.56440066	2.70813677	0.00915710
15	-1.60415041	0.57594683	0.00059774
18	0.61989403	1.95308893	0.01962595
20	-1.83716383	-1.44415242	0.00556800
22	0.65859509	0.11418377	0.02014336
2	-0.37821853	0.33753010	0.03587446
23	-0.60593886	1.19477419	0.03583725
24	-0.95755475	-1.35055796	0.01288873
25	0.90750837	-0.09748329	0.03295765

Les points image et leurs résidus en pixel :

pid	image_x	image_y	residual_x	residual_y
4	-0.0008	7.5766	-0.0158	0.03181
25	6.8814	6.0937	-0.0346	0.01421
6	1.6716	0.9894	0.0181	0.00461
7	2.3412	9.1561	0.0031	-0.00551
24	0.0635	8.5873	0.0224	0.00101
9	4.8461	-0.5699	-0.0259	-0.01341
23	-2.6654	1.7551	0.0076	-0.00241

11	-4.1238	1.3887	-0.0145	0.01021
12	6.1864	-6.4036	0.0075	0.00651
2	-1.9666	1.4412	-0.0065	-0.00841
14	-1.3878	-2.8107	0.0111	-0.01651
15	-0.7360	1.3300	0.0200	0.00351
22	4.7277	-7.6847	-0.0088	0.01601
18	1.5533	-1.9558	-0.0000	-0.00551
20	-2.7227	1.8157	0.0005	0.00360

La scène rectifiée sera clippée en fond image, en coupure géographiques 15'x15' qui servira comme document de base pour la révision cartographique.



Figure. 2 L'image montre la qualité de rectification par le raccord et la continuité de l'information carte et celle d'image IRS rectifiée

• f/ Rédaction cartographique :

C'est la symbolisation de l'information suivant des normes cartographiques nationales 'légende' tout en tenant compte de la précision de l'information qui est fonction de l'échelle à produire. Les données vectorielles issues de la phase vectorisation, et l'habillage cartographique seront rassemblés dans un gabarit pour créer la spatioscarte, le fond image servira à la mise à jour de l'information planimétrique.



Figure. 3 Extension de la ville données en rouge issues de la carte

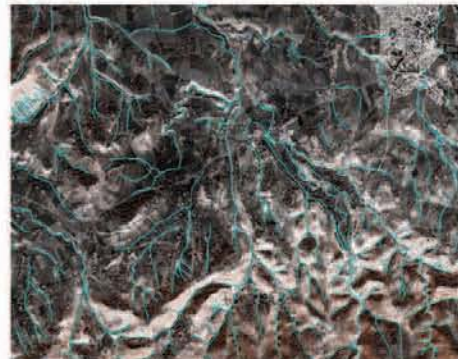


Figure. 4 L'image montre la qualité de rectification par le raccord et la continuité de l'information hydrographique et celle d'image IRS rectifiée

VI. Moyens techniques utilisés:

Logiciels utilisés :

- ERDAS/Imagine
- ARC/Info
- Dry Nuage logiciel de Rédaction cartographique.

Matériels utilisés :

- Deux (02) stations Windows2000;
- Imprimante A0 (HP 2500) ;

Conclusion :

De nos jours, l'apport de l'imagerie satellitaire dans les besoins cartographiques se ressent de plus en plus. Plusieurs études ont été publiées mettant ainsi en exergue ces possibilités. Cette étude initiée au niveau de l'INCT, nous a permis d'identifier un nombre important de détails planimétriques au niveau de l'image. Des possibilités d'automatisation de ce processus et extension pour d'autres types de détails, sont étudiés également.

Références bibliographiques :

- [1] KEDJAR A., 1992, Recherche sur les possibilités cartographiques de SPOT dans les zones méditerranéennes. Thèse de doctorat, Observatoire de Paris.
- [2] Processus d'établissement de spatioscarte 1/200 000 au niveau de l'Institut National de Cartographie et de Télédétection
- [3] IRS-1D HAND BOOK National Remote Sensing Agency 1997.
- [6] Cartographie Spatiale « Cours des Technologies Spatiales 1979 ».

A GAMMA-CONVERGENCE APPLIED TO MULTISPECTRAL IMAGE CLASSIFICATION AND RESTORATION

Par M. Iddir Zait^{a*}, Y. Smara^b

^a I.N.I National Institute of Computing Science , BP 68M Oued Smar Algiers Algeria - m_iddir@ini.dz
malika_iddir@yahoo.fr

^b Laboratory of Image Processing and Radiation, University of Sciences and Technologies Houari Boumedienne,
BP32 El-Alia Bab-Ezzouar 16111 Algiers Algeria- y.smara@mailcity.com

ملخص :

إن الهدف الأساسي من هذا المقال هو تطوير نموذج يجمع بين عملية تصنيف الصور وعملية الاستعادة في سياق واحد. تتمثل عملية التصنيف في نسب علامة لكل موقع من الصورة لإحداث قسمة بمناطق معلمة متجانسة، إشكالية التصنيف تخص تطبيقات عديدة، كما هو الحال في ميدان الكشف عن بعد: تسيير إستغلال الأراضي، مراقبة المناطق الحضرية. الصورة المرصودة غالباً ما تكون متأثرة بتموجات. الهدف من عملية الاستعادة هو إيجاد الصورة الأصلية للصورة المرصودة. هذا المشكل هو مشكل معكوس مطروح بطريقة غير صحيحة بمعنى Hadamard. إن تواجد وحدانية الحل غير مضمونان. يستلزم الأمر إذن تسوية الحل بإدراج حل أولي، وهذا يعتبر عملية التسوية. يمكننا التفرقة بين طريقتين للتسوية: الخطية و الغير خطية. في هذا المقال، نقوم بتطوير نموذج تغيير مقترح من طرف C.Samson الذي يجمع بين التصنيف والاستعادة مع التسوية الغير خطية. هو معتمد على أعمال Van der walls Cahn-Hilliard المطورة في انتقالات المراحل بميكانيك السوائل و هو يستعمل تقارب Gamma تصنيف استعادة يحصل عليه بخفض متتالية وظائف. النتيجة تناظر صورة مشكلة من درجات متجانسة مفرقة ب Interfaces طول أدنى. إن مشكلة التخفيض حولت من طرف معادلات Euler-Lagrange إلى مشكلة حل المعادلات بمشتقات جزئية (EDP). لقد قمنا بتجربة هذا النموذج على صورة تركيبية و على صور أقمار إصطناعية لمجموعة Spot-1 المغطية لمنطقة البلدية في الجنوب الشرقي للجزائر العاصمة. سنقوم عند نهاية المقال بعرض النتائج المتحصل عليها.

Résumé:

L'objectif principal de ce papier est de développer un modèle qui combine dans un même processus une opération de classification d'image et une opération de restauration. La classification consiste à partitionner une image en régions repérées par des étiquettes différentes. Le problème de classification concerne beaucoup d'applications telles que la gestion de la couverture terrestre en télédétection, le suivi de l'urbanisation etc... Les images observées sont souvent dégradées. Le but de la restauration est de retrouver l'image originale à partir de celle observée. Ce problème est un problème inverse mal posé au sens d'Hadamard. L'existence et l'unicité de la solution ne sont pas assurées. Il est alors nécessaire de régulariser la solution par l'introduction d'un a priori. Nous pouvons distinguer deux types de régularisation: linéaire et non-linéaire. Dans ce papier, nous développons un modèle variationnel, proposé par C.Samson, qui combine classification et restauration avec une régularisation non linéaire. Il est basé sur les travaux de Van der walls Cahn-Hilliard développés pour les transitions de phase en mécanique des fluides, et utilise la théorie de la Gamma Convergence. La classification restauration est obtenue en minimisant une séquence de fonctionnelles. Le résultat correspond à une image composée de classes homogènes séparées par des interfaces de longueur minimales. Le problème de minimisation est transformé par les équations d'Euler-Lagrange en un problème de résolution d'équations aux dérivées partielles (EDP). Nous avons testé ce modèle sur des images de synthèse et sur des images satellitaires de la série SPOT-1 recouvrant la région de Blida dans le sud est d'Alger (capitale d'Algérie). Nous présenterons à la fin du papier les résultats obtenus.

Abstract :

The main objective of this paper is to develop a model which combines in the same process image classification and restoration. Image classification consists of assigning a label to each site of an image to produce a partition into homogeneous labeled areas. The classification problem concerns many applications, like in the field of remote sensing: land use management, monitoring, urban areas. Observed images are often affected by degradations. The purpose of restoration is to find an original image describing a real scene from the observed one. This problem can be identified by inverse problem. In general, it is ill-posed in the sense of Hadamard. The existence and uniqueness of the solution are not guaranteed. It is therefore necessary to introduce an a priori constraint on the solution. This operation is the regularization. We can distinguish two types of regularization: the linear one and the non-linear. In this paper, we develop a model proposed by C.Samson, combining classification and restoration with non linear regularization. It's based on works developed for phase transitions in fluid mechanics by Van der Walls-Cahn-Hilliard, and uses a Gamma-convergence theory. This model is named variational model, due to the fact that calculus of variations is its main tool. The classification-restoration is obtained by minimizing a sequence of functionals. The result is a classified and restored image, and corresponds to an image composed of homogeneous classes, separated by minimum length boundaries. The minimization problem is transformed by Euler-Lagrange equations into PDEs (Partial Differential Equations) resolution problem. We have experimented this model on synthetic and satellite images. For real images, we have considered images from SPOT-1 satellite representing the regions of Blida in south-west of Algiers (capital of Algeria). We will discuss at the end of the paper the results we have obtained.

Key Words: Image Classification, Image Restoration, Multispectral satellite image, Remote Sensing, Variational model.

I. Introduction

The remote sensing is a multidisciplinary science that knows actually a real flight, with the use of sensors embarked more and more sensitive and more and more varied. For the extraction of the thematic information of the remote sensed images, the classification proves to be an inescapable tool. It consists in achieving a partition of the image into labeled regions. We can distinguish two types of classification: the supervised classification for which the number of classes and their parameters are known beforehand, and the non supervised classification that doesn't require any knowledge on the classes. Many classification models can be found in the field of stochastic approaches (discrete models) with the use of Markov Random Field (MRF) theory (Pony and al., 2000). Structural approaches as splitting, merging and region growing have also been developed. Works on the classification by variational models (continuous models) have been conducted lately, mainly because the notion of classes has a discrete nature.

The variational approaches are always associated with resolution of partial differential equations (PDEs), and have for interest, that they allow to get in many cases the results of existence and uniqueness of the solution. They can be implemented by powerful numeric methods (Deriche, R. and Faugeras, O., 1995). It often happens that acquired images have less than desirable quality due to various imperfections and/or physical limitations in the image formation and transmission processes. The acquired image may look blurry due to the motion of camera for example or atmospheric turbulence. Noise may be introduced owing to measurement errors, quantization, etc. The aim of restoration is to find the original image from the observed one. This problem can be identified by inverse problem.

In this paper, we present a model proposed by C.Samson that combine in the same process, image classification and image restoration (Aubert, G. and Kornprobst, P., 2002). This deterministic model is based on variational calculus and resolution of partial differential equations (PDEs). It is inspired from Van Der Walls-Cahn-Hilliard works on phase transition in mechanic, and uses Gamma-convergence theory. The classification-restoration is achieved by minimization of a sequence of functional that contains at least one term for classification and other one for restoration. We suppose that discriminant feature between classes is the spatial distribution of intensity. Of course, other discriminant features like the texture can be used. We also assume that the distribution of intensity is Gaussian for each class. Under these assumptions, classes can be characterized by their means and its standard deviations.

II. Image restoration

Generally, image degradation can be modeled by a linear and translation invariant blur and additive noise. The equation relating observed image I and original one f can be written as:

$$I = Kf + n \quad (1)$$

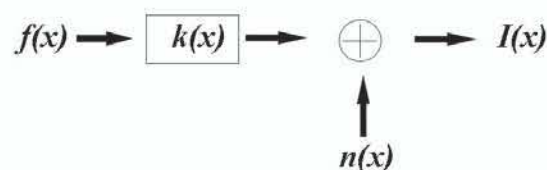


Figure. 1 Linear image degradation model

Where K is a convolution operator with the impulse response of the system k ($K I = k * I$), and n is an additive white noise. In practice, the noise can be considered as Gaussian. The restoration consists of recovering the original image f from the observed one I . One simple method consists in minimizing the half quadratic error given by equation 2:

$$J_1(f, I) = \int_{\Omega} (Kf(x) - I(x))^2 dx \quad (2)$$

Many restoration methods are performed under the condition that the blur operator is known. Unfortunately, the true image must be identified directly from the degraded image by using partial or no information about the blurring process and the true image. Such estimation problem is called blind deconvolution, and consists of finding alternately an estimate to the original image and the impulse response. The problem of recovering an image that has been blurred and corrupted with additive noise is an inverse problem and is always ill-posed in the sense of Hadamard. The existence and uniqueness of the solution are not guaranteed. It is therefore necessary to introduce an a priori constraint on the solution. This operation is the regularization. We can distinguish two types of regularization: the linear one and the non-linear. The regularized solution is computed by minimizing the functional:

$$J(f, I) = \int_{\Omega} (Hf(x) - I(x))^2 dx + \lambda^2 J_{regul} \quad (3)$$

Where λ is a real parameter.

The most important linear regularization is the Tikhonov one, (Aubert, G. and Kornprobst, P., 2002) described by equation 4:

$$J_{regul} = \int |\nabla f|^2 \quad (4)$$

This regularization leads to a solution without edge preserving. To overcome this problem, the non linear regularization is used. On the homogeneous regions that correspond to weak gradient, an important smoothing is done. On the contours that correspond to strong gradient smoothing is very weak. So the noise in the image can be minimized while preserving the contours of the objects. Among the non linear methods that have been proposed, the most successful ones are the total variation (TV) restoration (Bertalmio, M., and al., 2003) (Rudin, L., and Osher, S., 1994), (Vogel, C.R., and Oman, M. E., 1996) and the regularization with a Φ function (Samson, C., and al, 2000). For our implementation, we have used the Φ function regularization, and we have assumed that the image is not blurred. In this case, the equation 3 can be written as:

$$J(f, I) = \int_{\Omega} (f(x) - I(x))^2 dx + \lambda^2 \int_{\Omega} \varphi(|\nabla f|) dx \quad (5)$$

In the table below, we present some Φ functions and their property in relation to the convexity:

	$\varphi(t)$	$\varphi'(t) / 2t$	Convexity
Total Variation	$ t $	$1/2 t $ if $t \neq 0$	Yes

Tikhonov	t^2	1	Yes
Geman & McClure	$1/(1+t^2)$	$1/(1+t^2)^2$	No
Green	$\log(\cosh(t))$	$\tanh(t)/2t$ if $t \neq 0$	Yes
Hebert & Leahy	$\text{Log}(1+t^2)$	$1/(1+t^2)$	No
Hyper Surfaces	$2\sqrt{1+t^2}-2$	$1/\sqrt{1+t^2}$	Yes
Perona & Malik	$1-e^{-t^2}$	e^{-t^2}	No

Tableau. 2 Some φ functions

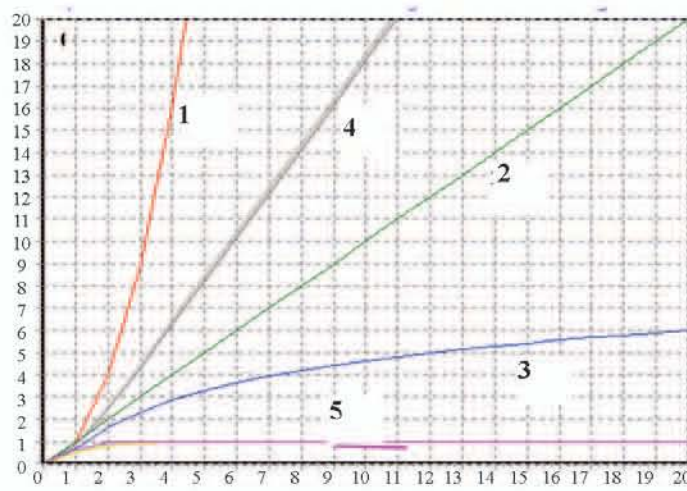


Figure. 3 Graphs of φ functions

1. $\varphi(t) = t^2$
2. $\varphi(t) = |t|$
3. $\varphi(t) = \log(1+t^2)$
4. $\varphi(t) = 2\sqrt{1+t^2} - 2$
5. $\varphi(t) = \exp(-t^2)$

III. Van der walls-cahn-hilliard theory

Van der walls-cahn-Hilliard theory on phase transitions has been studied extensively in mechanics to describe the steady states of the physical systems constituted of unsteady phases (Aubert, G. and Kornprobst, P., 2002). Let's consider a physical system constituted of a fluid of which the energy of Gibbs by unit of volume (potential) is a function W depending on the distribution of density of the fluid. If the fluid is constituted of two different phases described by the levels $\mu(x)=a$ and $\mu(x)=b$, then the potential W is double well potential with two minima.

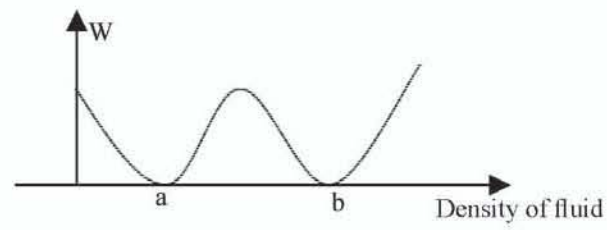


Figure. 4 Double well potential

At stability, the fluid will take two values $\mu(x)=a$ or $\mu(x)=b$. The approach consists in characterizing the stability state of the system by minimising:

$$p_\varepsilon = \inf_\mu \int_\Omega W(\mu(x)) dx$$

$$\text{Under the constraint } \int_\Omega \mu(x) dx = m \quad (6)$$

The mass of the fluid m is constant and ε is positive real. The regularized solution of this problem is obtained by minimizing E_ε where :

$$E_\varepsilon(\mu) = \int \left[\varepsilon |\nabla \mu|^2 + \frac{1}{\varepsilon} W(\mu(x)) \right] \quad (7)$$

$$\text{Under the constraint } \int_\Omega \mu(x) dx = m$$

IV. Analogy with classification and restoration

The stability of a mixture of fluids is reached when each of the fluids forms a homogeneous entity separated of the other by interfaces of minimal lengths. Mathematically, this state is gotten by the minimisation of the energy E_ε . We can note the similarity that exists between image classification and the stability of fluids in mechanics. Indeed, the classification consists in partitioning an image into homogeneous regions, of minimal interfaces.

Energy is then defined on the image, so that its minimum corresponds to a classified image. This configuration of the image is equivalent to the steady state of the fluids for which the criterion is minimal. The potential W defined on image is K wells, where K is the number of classes (Samson, C., and al, 2000). By analogy, the problem of classification and restoration can be deduced directly from equation 7 and can be written as:

$$P_\varepsilon = \begin{cases} \min_f J_\varepsilon(f) \\ J_\varepsilon(f) = \int_\Omega \left[\varepsilon \lambda^2 \varphi(|\nabla f|) + \frac{\eta^2}{\varepsilon} W(f) \right] dx \\ \text{under constraint } \int_\Omega (f(x) - I(x))^2 dx \leq \sigma_v^2 \end{cases} \quad (8)$$

Where σ_v is the standard deviation of noise, and η is a real parameter.

$\eta^2/\varepsilon W(f)$ is a classification term, that attract gray level of pixels to the K means of classes.

V. Gamma convergence theory

Let X be a metric space, and let $f_\varepsilon: X \rightarrow [0, +\infty[$ be a family of functions indexed by $\varepsilon > 0$.

We say that f_ε Γ -converge as $\varepsilon \rightarrow 0^+$ to $f: X \rightarrow [0, +\infty[$ if the following two conditions

$$\forall x_\varepsilon \rightarrow x \quad \liminf_{x \rightarrow 0^+} f_\varepsilon(x_\varepsilon) > f(x) \quad (9)$$

and

$$\exists x_\varepsilon \rightarrow x \quad \limsup_{x \rightarrow 0^+} f_\varepsilon(x_\varepsilon) < f(x) \quad (10)$$

are fulfilled for every $x \in X$. The Γ -limit, if it exists, is unique. The Γ -convergence is stable under continuous perturbations, that is, $(f_\varepsilon + v)$ Γ -converge to $(f + v)$ if f_ε Γ -converge to f and v is continuous (Aubert, G., and al, 2002). The most important property of Γ -convergence is the following: if $\{x_\varepsilon\}_\varepsilon$ is asymptotically minimizing, i.e:

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} (f_\varepsilon(x_\varepsilon) - \inf_x f_\varepsilon) = 0 \quad (11)$$

and if $\{x_{\varepsilon_h}\}_h$ converge to x for some sequence $\varepsilon_h \rightarrow 0$, then x minimizes f .

VI. Expression of the functional and implementation

By applying the properties of Gamma-convergence, the solution of the equation 8 is obtained by minimizing the functional J_ε when ε is approaching the zero value.

$$J_\varepsilon(f) = \int_\Omega \left[\varepsilon \lambda^2 \varphi(|\nabla f|) + \frac{\eta^2}{\varepsilon} W(f) \right] dx + \int_\Omega (f(x) - I(x))^2 dx \quad (12)$$

$$\tilde{f} = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \left\{ \arg \min_f J_\varepsilon(f) \right\}$$

We can note that this functional is composed by three terms: regularization term, classification term and data fidelity term. The first term is weighted by a parameter proportional to ε , and the classification term is weighted by a parameter proportional to $1/\varepsilon$. The convergence of the criterion given by equation 12 is reached for little values of ε , so that the regularization and the classification are not achieved simultaneously. For high values of ε , the regularization is privileged, and progressively with ε decreasing, the process changes its behavior, and becomes classification process.

The power of the regularization by Φ functions lies in its nonlinearity. This later criterion leads to difficulties for optimization calculation. If Φ is quadratic, the function to be minimized is quadratic, therefore the minimum is single and easy to calculate. To bring back itself to a quadratic model, the semi quadratic theorem is used, and consists of introducing an auxiliary variable b .

$$\forall t, \dots \varphi(t) = \inf_{L \leq b \leq M} (bt^2 + \psi(b)) \quad (13)$$

$$b_{\inf} = \frac{\varphi'(t)}{2t} \quad (14)$$

$$\text{where: } \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\varphi'(t)}{2t} = L, \quad \lim_{t \rightarrow 0^+} \frac{\varphi'(t)}{2t} = M$$

$$\psi(b) = g((g')^{-1}(b)) - b((g')^{-1}(b)) \quad \text{and } g(t) = \varphi(\sqrt{t})$$

The equation 12 can be rewritten as:

$$J_\varepsilon(f) = \int_\Omega (f(x) - I(x))^2 dx + \varepsilon \lambda^2 \int_\Omega [b|\nabla f|^2 + \psi(b)] dx + \frac{\eta^2}{\varepsilon} \int_\Omega W(f) dx \quad (15)$$

For minimizing the sequence of functional 15, we use Euler Lagrange equation and the minimization problem is transformed to a problem of resolution of partial differential equation (PDE), given by:

$$[f(x) - I(x)] + \frac{\eta^2}{2\varepsilon} W'(f(x)) - \varepsilon \lambda^2 \operatorname{div}(b \nabla f) = 0 \quad (16)$$

Where div is the divergence operator.

VII. Experimental results

To validate the approach of classification suggested, we initially tested it on a synthetic image before applying it to the real satellite image. The synthetic image contains 4 classes detailed in table 2.

classe	μ_i	σ_i
1	22.46	4.66
2	63.62	5.07
3	107.13	4.58
4	232.02	4.73

Tableau. 5 Characteristics of synthetic image classes

The figure 6 illustrates the image to be classified and the figure 7 the graph of the potential W , with 4 wells. In figure 8 we can see the localization of training areas, and in figure 9 we show the classified image.

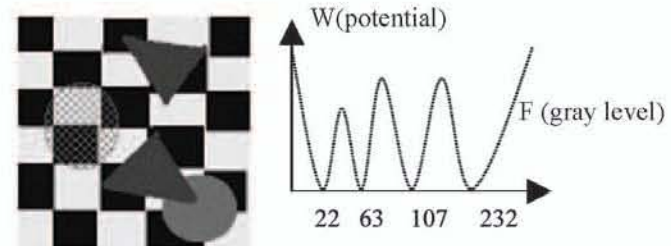


Figure. 6 Original image

Figure. 7 The potential W

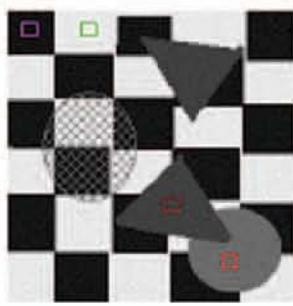


Figure 8 Training areas

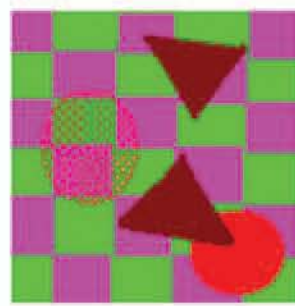


Figure 9 Classified image

The multispectral image Spot-1 of which we lay out consists of three channels XSi (20m X 20m), $i=1, 2, 3$ resulting from scene 50-282 of February 23, 1986. The image of size 256x256 pixels represents the area of Blida in Algeria as shown in figure 10.



Figure 10 Map of North of Algeria situating the region of Blida.

The classification is supervised in the sense that the algorithm assumes the knowledge of number of classes and their characteristics. The training on the satellite image allows us to define seven (07) classes detailed in table 11, and their localization is shown in figure 14.

Classes	Themes
1	Less dense urban zone
2	Less dense natural vegetation
3	Naked ground, aerodrome of Blida
4	Non cultivated fields
5	Dense urban zone (city of Blida)
6	Cultivated fields
7	Dense natural vegetation

Tableau. 11 The classes of the scene of BLIDA (ALGERIA)

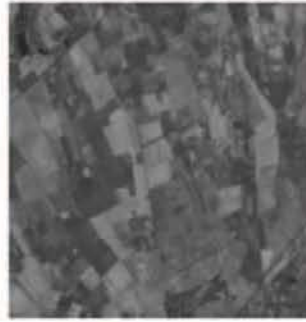


Figure 12 The three bands of the satellite image of Blida.

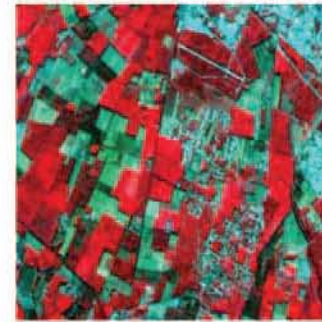


Figure 13 Color composite of the three bands. (RGB: XS3, XS2 et XS1).

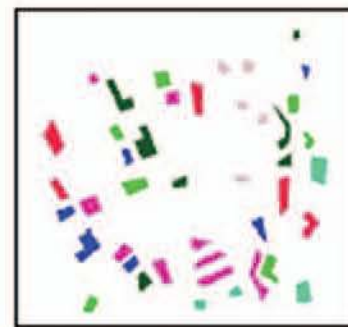


Figure 14 The training areas of the satellite image.

The resolution of equation 16 necessitates the knowledge of classification and restoration parameters.

For our implementation, we have made the choice experimentally. Since the performance of the method depends not only on the choice of parameters, but it also depends on the function φ , we have tested the algorithm with different functions and we present in figure 15 the result obtained with the function of Hebert & Leahy. It has been proved mathematically that convex functions leads to convergence of criterion. The experimentation shows that the non convex functions may give better results, but the convergence is not guaranteed.

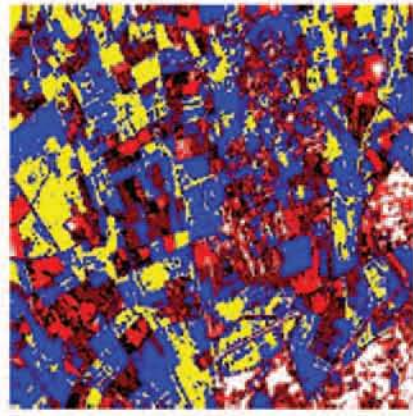


Figure. 15 Classified image

The variational algorithm converges always and rapidly to the global minimum, this is not the case for Markov models. Moreover, this method showed its performance to classify correctly an image after its restoration. We can see in the figure 9 and 15 that the contours of objects as well as small structures are well preserved.

Conclusion

In this paper, our first objective was to develop a robust model for remote sensing image classification. Because images are often corrupted with additive noise, we opted for a model that combines image classification and edge preserving restoration. The edge preserving restoration is not a fortuitous choice, because the boundaries information is important for classification process. The method we have developed is based on the use of van der Waals theory in mechanics of fluid, and the gamma convergence theory, and consists in construction and minimization of a sequence of functionals. To avoid smoothing on object contours, the regularization chosen is the Φ function one. The minimization of the functional is achieved by resolution of Partial Differential Equations and the use of descent gradient algorithm. The implementation of the algorithm showed that the method is effective, the image is well restored and classified in few iterations. To implement the algorithm, we assumed that the image is only corrupted with additive noise. To complete this work, we project to take in consideration the effect of blur.

Bibliographical references

- [1] **Aubert, G. and Kornprobst, P., 2002.** Mathematical problems in Image Processing, Partial Differential Equations and the calculus of variation. Springer-Verlag, New York, pp. 210-227.
- [2] **Aubert, G., Blanc-Feraud, L. and March, R., 2002.** Γ -Convergence of discrete functionals with non convex perturbation for image classification. Research Report INRIA, N° 4560.
- [3] **Bertalmio, M., Caselles, V., Rougé, B. and Solé, A., 2003.** TV based image restoration with local constraints. Journal of scientific computing, Vol 19, N°1-3, pp95-122.
- [4] **Deriche, R. and Faugeras, O., 1995.** Les EDP en traitement des images et vision par ordinateur. Research Report INRIA, N°2697.
- [5] **Mumford, D. and Shah, J., 1989.** Optimal approximations by piecewise smooth functions and associated variational problems. Comm. Pure Appl. Math., 17, pp 577-685.
- [6] **Pony, O., Descombes, X., Zerubia, J., 2000.** Classification d'images satellitaires hyperspectrales en zone rurale et périurbaine. Research Report INRIA N°4008.
- [7] **Rudin, L., and Osher, S., 1994.** Total variation based image restoration with free local constraints. Proc. Of the IEEE ICIP-94, vol. 1, Austin, TX, pp. 31-35.
- [8] **Samson, C., Blanc-Feraud, B., Aubert, G. and Zerubia, J., 2000.** A variational model for image classification and restoration. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, Vol. 22, N° 5, pp 460-471.
- [9] **Vogel, C.R., and Oman, M. E., 1996.** Iterative methods for total variations denoising, SIAM J.Sci Computing, 17(1), pp 227-238.

SENSORS AND ACTUATORS OF THE ALSAT-1 FIRST ALGERIAN LOW EARTH ORBIT OBSERVATION MICROSATELLITE IN ORBIT

Par A.M. Si Mohammed^a, A. Boudjemai^a
Y. Hashida^b, J. R. Cooksley^b, Sir Prof. M.N. Sweeting^b

^aCentre National des Techniques Spatiales
1, Avenue de la Palestine, Arzew, Algeria, Arezki_s@yahoo.fr
^bSurrey Satellite Technology Limited
Guilford, Surrey GU2 7XH, United Kingdom

ملخص:

في نطاق هذا البحث تم التعرض إلى نظام التحكم و التقدير لـ ألسات-1 أول قمر إصطناعي جزائري لملاحظة الأرض و الموجود حاليا في مداره. تجدر الإشارة إلى أن أجهزة الإستشعار في نظام التقدير هو جهاز قياس شدة الحقل المغناطيسي الأرضي و إلى جانب ذلك جهاز إنقاط الأنظمة الشمسية. أما فيما يخص أجهزة التحكم تم الإستعانة بعجلات الإستقرار و جهاز العزم المغناطيسي. وإلى جانب ذلك البيانات المدارية الجد قيمة المحصل عليها من المحطة الأرضية مقارنة لمتطلبات القمر الإصطناعي ألسات-1.

Résumé:

Cet article présente le sous système de contrôle d'attitude et d'orbite du premier microsatellite algérien d'observation de la terre en orbite Alsat-1. Les senseurs d'attitude utilisés sont le magnétomètre, le capteur solaire, les actionneurs qui sont les roues de stabilisation et un magnéto-coupleur. Par ailleurs les résultats obtenus à partir des données de la télémétrie de la station sol sont des résultats pertinents par rapport aux exigences de la mission d'Alsat-1.

Abstract:

This paper describes the attitude determination control system for earth observation (imaging mode) on Alsat-1 first Algerian microsatellite in orbit. The attitude determination sensor required is a magnetometer and sun sensor and the actuator required is a Y/Z wheels and magnetorquer coil. In addition the in orbit results obtained by telemetry from the ground station are much better than the Alsat-1 mission requirements.

I. Introduction

On the 28th of November 2002 and from Plesetsk in north of Russia, Cosmos-3M rocket put into a 700 km sun synchronous orbit the first Algerian microsatellite Alsat-1. Alsat-1 is 90 kg enhanced microsatellite, stabilised 3 axis for imaging mode and was designed and built by a join team of Surrey Technology Limited – UK and Centre National des Techniques Spatiales – Algeria under a know how transfer and training program. Alsat-1 is one of five microsatellites of the first earth observation constellation specifically designed for disaster monitoring (DMC). Since Alsat-1 launch, the imager has taken more than 700 images.

The imaging system allows windowing and it is supported by a total storage capacity of two 0.5 Gbytes of data which could be downloaded to a ground station at 8 Mbps. The downlink and the uplink, both operate in S band at 8 Mbps in normal operation and 38.4/9.6 Kbps during commissioning for the downlink and uplink respectively.

Most of the Alsat-1 subsystems were designed with no single point failure to be highly resilient to non nominal situation. Alsat-1 as part of the constellation is equipped with a propulsion system of 50 mN thrust and two tanks with a capacity of 2.5 litres each for orbital maintenance.

II. Attitude Sensors

II.1 Magnetometer

Three 3-axis flux gate magnetometers are used to measure the geomagnetic field vector in the satellite's body co-ordinates. These measurements are used to determine the torque vector generated when switching the magnetorquer coils. When used with a magnetic field model (e.g. IGRF), magnetic measurement and model vectors can be fed to an extended Kalman filter to estimate the full attitude and angular rates of the satellite. For a calibrated magnetometer, during periods of low solar activity, the attitude angles can be estimated to an accuracy of less than 1° per axis. The magnetometer can also be used when the satellite is still tumbling after the launch, to estimate the orbit referenced angular rates of the satellite body by using a rate Kalman filter

II.2 Sun Sensors

Four 2-axis (azimuth and elevation) analogue sun sensors are used to determine the position of the sun relative to the satellite body. Each axis has a $\pm 60^\circ$ range and can measure the sun vector to a 1σ accuracy of 0.3° . The four sensors therefore cover the full 360° azimuth range (with an overlap of 30° between sensors) and a 120° elevation range. The attitude accuracy will be better than 0.1° per axis if enough filtering is applied.

III. Attitude Actuators

III.1 Magnetorquers

The magnetorquers are coils through which a constant current can be switched. Both the polarity (direction) of these current can be controlled to generate on average a magnetic moment vector of any specific magnitude and direction within a defined time interval. The magnetic torquers on Alsat-1 are three magnetorquer rods let say X/Y/Z.

The magnetorquer will be used for the following control function on Alsat-1

- Detumbling of the body angular rates after ejection from the launch vehicle;
- Control body spin around orbit normal;
- Libration damping when the gravity gradient boom is deployed;
- Yaw phase or yaw angular rate control when the gravity gradient boom is deployed;
- Momentum management of the reaction/momentum wheels.

Magnetorquers can be designed to provide momentum management on a low Earth orbiting spacecraft. Dipole moments generated by the magnetorquer interact with the Earth's magnetic field to generate small torques on the spacecraft. Since the magnetic torque is always orthogonal to the local magnetic field vector, it is not possible to generate instantaneously a required torque direction as demanded by a full 3-axis control system. However, in the course of an orbit the direction of the vector may change and it may be possible to generate the required torque on average during the course of an orbit. A consistent and reasonable strength vector is available only in LEO orbits.

III.2 Reaction/Momentum Wheels

One momentum wheel is installed in Y axis-axis and two reaction wheels are installed in Z axis (x2 for redundancy). Reaction wheels are essentially torque motors with high-inertia rotors. They can spin in either direction. Roughly speaking one wheel provides for the control of one axis. Momentum wheels are wheels with a nominal spin rate above zero. Their aim is to provide a nearly constant angular momentum.

The wheels are used for the following control functions on Alsat-1

- Z-axis wheel (x2 redundancy);
- Yaw control for push broom;
- Quick transfer between BBQ mode and yaw steering;
- Z disturbance cancellation during X thruster firings;
- Pitch momentum wheel for 3 axis stabilization with and without boom;
- Y disturbance cancellation during X thruster firings.

IV. In Orbit Imaging Mode Results

This section describes the in orbit results of Alsat-1 attitude determination and control system which has been demonstrated during the beginning of January 2005.

The sensors measurement and actuators profiles on 7th January 2005 are shown in figure 1 to 4.

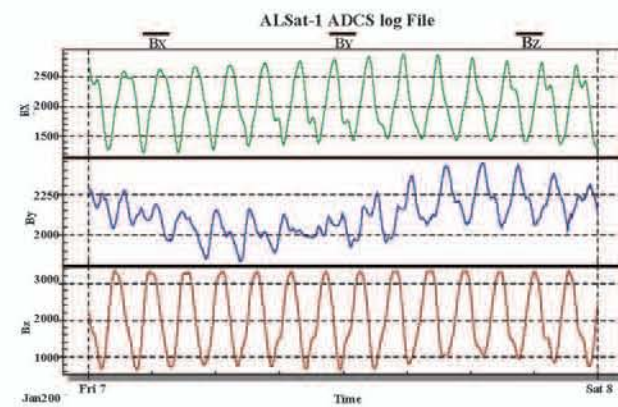


Figure.1 Magnetometre measurement during imaging mode

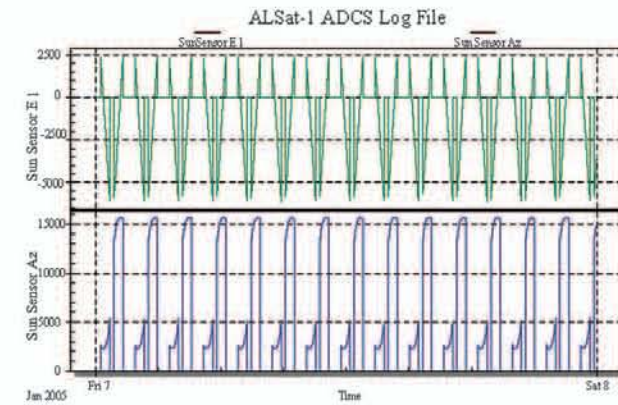


Figure. 2 Sun sensor measurement during imaging mode

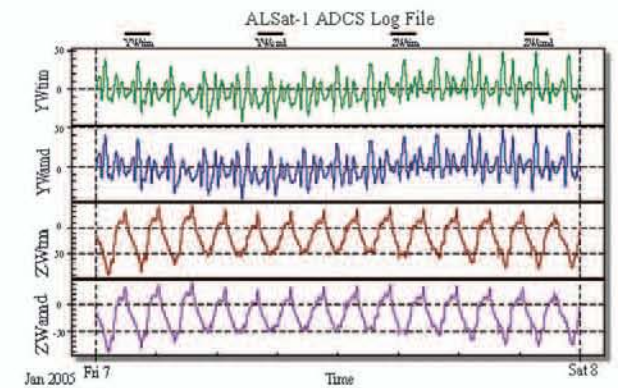


Figure. 3 (Y/Z) Wheels profile during imaging mode

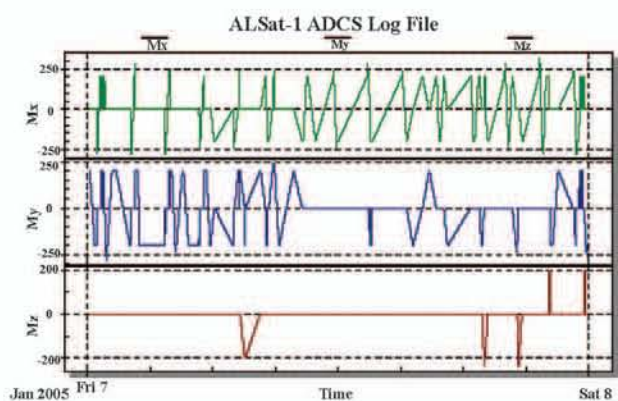


Figure. 4 Magnetorquer activity during imaging mode

Conclusion

The Alsat-1 attitude determination and control system has been fully operated and the results show good performance from the sensors (magnetometer and the sun sensor) and actuators (Y/Z wheels and magnetorquer).

The results we have obtained indicate, the roll and pitch pointing are much better than the requirements.

The extension to the use of GPS, as a receiver is in orbit on the Alsat-1 platform, for attitude determination is an important future step.

Acknowledgements

The authors want to thank the Alsat-1 team at the National Center of Space Techniques for all the support and the magnificent success of the Alsat-1 microsatellite mission.

Bibliographical References

[1] **Alsat-1** project documentation delivered by SSTL to CNTS under the Know How Transfer Program.

[2] **A. Dasilva, L. Borland, J. Cooksley, M. Bekhti, P. Stephens, W. Sun, Prof. Sir M.N. Sweeting, 2003.** "First Step in Disaster Monitoring Constellation". The 4th IAA Symposium on Small Satellites for Earth Observation, IAA-B4-1302. Berlin, Germany.

[3] **Brown R.G., Hwang P.Y.C. 1992.** Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering. John Wiley and Sons, New York – Chichester – Brisbane – Toronto – Singapore.

[4] **Gelb A.1988.** Applied Optimal Estimation. The M.I.T. Press, Cambridge - Massachusetts – London.

[5] **Hodgart M.S. and Ong W.T.,** "Attitude Determination and Control for Low Earth Orbit Microsatellite", Proceedings IEEE/SAIEE 1994 Symposium on Small Satellites and Control, University of Stellenbosch, 4 Oct. 1994.

[6] **Martel F., Pal P.K. and Psiaki M.,** "Active Magnetic Control System for Gravity Gradient Stabilized Spacecraft", Proceedings of the 2th AIAA/USU Conference on Small Satellites, Utah State University, Sept.1988.

[7] **Wertz J.R. (ed.),** Spacecraft Attitude Determination and Control, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, The Nederland, 1985.

[8] **Y. Hashida,** ADCS Design for Future UoSAT Standard Platform, Surrey Space Centre, Guilford, UK, July 1997.

EXPECTATION TO GLOBAL MAPPING*

Par H. Oukaci

General Manager of the National Institute of Cartography and Remote Sensing

As part of introducing Global Mapping project participating countries, the ISCGM Secretariat asked Mr. OUKACI Hamid, General Manager of INCT to report about Algeria and INCT.

Algeria is a country of 2300 000 Km² whose three quarters of the surface are situated in the desert area of the Sahara. The country consecrates big efforts in struggle against desertification, development of lands and improvement of new infrastructures. The creation of the National Institute of cartography and Remote Sensing (INCT) in 1967, will endow Algeria with an organism in charge of providing geographical information necessary to the development of the country.

The missions of INCT consist in:

- Basic equipment works in relation to the geodesic network, of levelling and gravimetry.
- Photogrammetry and remote sensing works, including aerial photographs, plotting and production of ortophotomosaic as well as surveys at large scales.
- Composition and publishing works of basic maps at small and medium scales, as well as their up dating.

Algeria is covered as regards to cartography by several map scales:

- One million scale maps cover the whole country in 17 sheets, each 6 degrees in longitude and 4 degrees in latitude. They are in the North Sahara geodetic systems Clark 1880 ellipsoid Lambert Equal-Area projection. Its compilation started in 1960s.
- 1/500 000 scale has the same specifications as the million scale map. Its extension is of 4 degrees × 2 degrees.
- 1/200 000 also covers the whole country in 234 sheets, each with an extension of 1 degree × 1 degree in UTM projection. The compilation started in 1950 and is currently in revision phase.
- 1/50 000 scale constitutes the base map of Algeria. The new edition was started in 1982 and continues until today. Approximately 4000 sheets, each of 15 minutes × 15 minutes, are necessary to cover the whole country, of which approximately 500 sheets have been already produced. They are presented by geographic area and in UTM projection.



INCT has adhered to the GSDI/Global Mapping project in 2002, following an invitation from ESRI, the ISCGM partner.

INCT has committed itself to put on internet a synthesized digital data at the scale of million of Algeria, at the disposal of Algerian users specialized in the regional planning and development and of international researchers whom will find through the site of GSDI information on Algeria necessary to their works.

With its adhesion to the project, INCT is associated as a member of GSDI group and of international geographic network. This will enable it to participate actively trough exchanges of experiences and international conferences to the share of data, the know how and the technology in geographical information field.

(*) Ce Rapport a été publié dans le " Global Mapping Newsletter - International Steering Committee for Global Mapping" N° 36 du 25 décembre 2004 et repris dans le Bulletin des Sciences Géographiques avec l'aimable autorisation de l'auteur.

• **Partenariat Marketing Thales et 3M**

L'accord de coopération marketing conclu entre 3M et la branche Navigation du groupe Thales concrétise une nouvelle méthode de localisation basée sur l'enregistrement de données GPS/SIG pour la cartographie des installations souterraines.

Grâce à l'utilisation conjointe des systèmes portables de marquage et de localisation de la série Dynatel de 3M et du MobileMapper, le carnet de terrain pour l'enregistrement des données GPS/SIG du groupe Thales, les entreprises de services publics peuvent simplifier sensiblement leurs procédés de cartographie en utilisant leur personnel déjà présent sur le terrain. Une simple pression sur le clavier du marqueur Dynatel suffit à transférer automatiquement les données d'actifs vers le MobileMapper par le biais d'un câble série. Ce procédé permet de cartographier les marqueurs électroniques - de type passif et ID, de 3M ou de tout autre fabricant - dès qu'ils sont détectés.

Source : XYZ

• **IBM DB2 Spatial Extender 8.2**

La nouvelle extension Spatiale d'IBM DB2 (connue sous le nom de code Stinger) a été développée conjointement par IBM et Esri. Elle offre de réelles possibilités de stockage et de gestion de données spatiales directement dans DB2. Treize types de données spatiales sont compris par Stinger dans le respect des normes OGC et ISO (Simple Features). Quelques fonctions spatiales sont également disponibles (distant de, contient, intersecte...). L'index permet des recherches rapides sur les données planaires.

Stinger peut enfin être complété par une extension géodésique qui permet de stocker et de faire des requêtes sur des données en coordonnées géographiques, en s'abstrayant des limitations qu'impliquent les différents systèmes de projection.

Source : GIM

• **MobileMapper, le carnet de terrain de Thales pour l'enregistrement des données SIG permet désormais le guidage directionnel en temps réel avec signal audio grâce au logiciel Magellan DirectRout**

Thales annonce aujourd'hui que le MobileMapper™ - son carnet de terrain GPS pour l'enregistrement de données SIG (système d'information géographique) - propose désormais aux professionnels de la cartographie un appareil encore plus polyvalent grâce au logiciel Magellan® MapSend® DirectRoute™. Avec la présentation de la version 6.5 du logiciel - désormais livrée avec MobileMapper et également disponible gratuitement pour les clients existants - les professionnels du SIG peuvent découvrir de nouvelles utilisations de leur MobileMapper en lui adjoignant le logiciel DirectRoute pour un guidage directionnel en temps réel par signal audio. Ce logiciel de navigation va permettre aux professionnels de la cartographie d'améliorer chaque jour leur efficacité. Avec une précision à 2 ou 3 mètres et avec une option de corrections différentielles par post-traitement qui assure une précision sub-métrique, le logiciel Magellan MapSend DirectRoute propose aux utilisateurs des itinéraires routiers vers les villes, les rues et des milliers de points d'intérêt en Europe, aux États-Unis ou au Canada. L'ajout

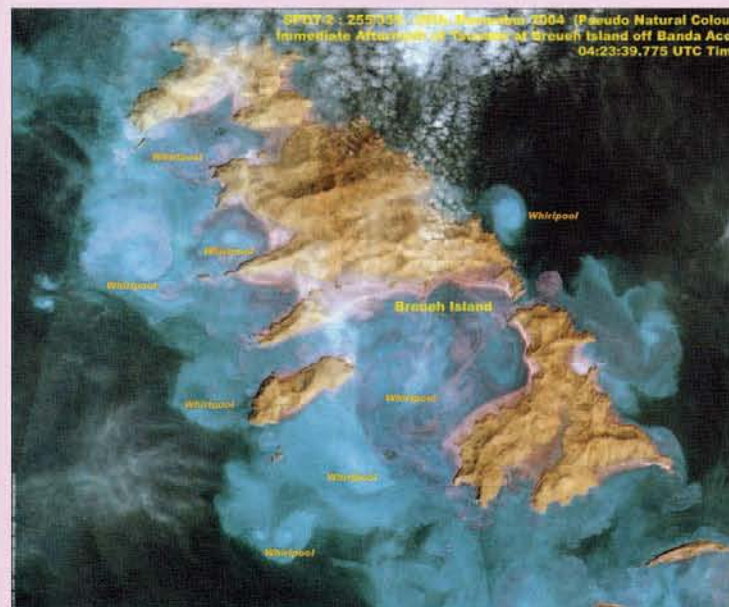


de ce logiciel accroît la polyvalence du MobileMapper. Il permet aux utilisateurs d'accéder aux données SIG et de bénéficier d'instructions de guidage en temps réel avec un récepteur unique. La version européenne couvre 17 pays : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Danemark, l'Espagne, la Finlande, la France, la Grande-Bretagne, l'Irlande, l'Irlande du Nord, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, la Suède et la Suisse. En possession des données cartographiques les plus récentes et les plus complètes, les utilisateurs peuvent télécharger les régions de leur choix, dans les limites de la mémoire disponible sur le récepteur ou de 64 Mo sur carte mémoire Secure Digital (SD). L'option Post-traitement permet par corrections différentielles d'obtenir une précision sub-métrique. Le logiciel de post-traitement permet ainsi d'obtenir une précision à 50 cm sur des lignes de base jusqu'à 50 km avec une antenne externe, et une précision à 70 cm sur la même ligne de base jusqu'à 50 km avec l'antenne interne.

Source : XYZ

• Spot Image au service de la charte internationale "Espaces et Risques majeurs"

Dans le cadre de la charte internationale "Espaces et risques majeurs", toute une organisation opérationnelle a été mise en place dans laquelle Spot Image joue un rôle très actif par capacité à programmer les satellites pour répondre aux demandes spécifiques de certains clients. C'est ainsi que les satellites Spot ont été programmés dans les heures qui ont suivi le déclenchement de la Charte internationale par l'ISRO, agence spatiale indienne, le CNES, et l'UNOSAT. Depuis le 27 décembre les trois satellites Spot continuent à être programmés quotidiennement pour acquérir des images sur l'ensemble des pays touchés par cette catastrophe. Grâce à la présence de stations de réception à Singapour et en Malaisie, les premières images Spot ont été reçues dès le lendemain du raz-de-marée. Spot Image, membre associé de l'OpenGIS Consortium (OGC), met à disposition sur le serveur Spot Image WCS des images Spot de certaines zones touchées. Celles-ci peuvent être visualisées, traitées, interprétées en ligne en utilisant des solutions logicielles du commerce. Un exemple d'utilisation de ces solutions est disponible à l'adresse suivante: <http://ws.spotimage.com/ws>.
Source : XYZ



• Bentley intègre le 3D PDF à la dernière version de MicroStation

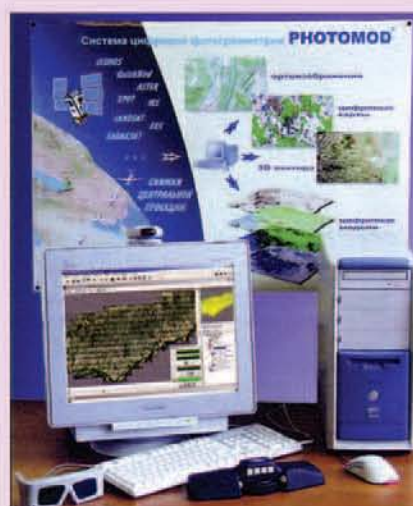
Bentley Systems vient d'annoncer que les utilisateurs MicroStation pourront désormais intégrer des modèles 3D et des animations dans leurs documents PDF, permettant ainsi aux professionnels du monde de l'AEC et à leurs clients de bénéficier de l'incroyable potentiel de la visualisation 3D. Les utilisateurs Micro-Station Edition 2004 pouvaient déjà créer des documents interactifs au format Adobe PDF, format de visualisation universel, pour communiquer des données d'ingénierie complexes.

Aujourd'hui et pour la première fois, les utilisateurs vont pouvoir en plus intégrer des modèles 3D interactifs et animés dans leurs fichiers PDF. Pour avoir accès à ces fichiers PDF créés à partir de MicroStation, visualiser les animations et explorer des modèles 3D interactifs des projets d'ingénierie, les professionnels, leurs partenaires et leurs clients n'ont besoin que du logiciel Acrobat Reader 7. Un ensemble complet d'outils disponibles dans Acrobat Reader 7 va en outre permettre aux utilisateurs de contrôler de manière sélective les paramètres de visualisation du modèle géométrique, d'avoir accès à des modes de visualisation prédéfinis, et de modifier les modes de visualisation.

Disponibilité: Les fonctionnalités liées au modèles 3D dans le format PDF seront intégrées dans la prochaine version du contrat SELECT de MicroStation V8 (version internationale).
Source : XYZ

• Racurs PHOTOMOD v3.7

Racurs (Russie) a rendu disponible la version 3.7 de PHOTOMOD. Les caractéristiques introduites dans cette version incluent la transformation



épi polaire en vol, le traitement de mono block Ikonos et Quick-Bird et le traitement de l'imagerie Spot 5 (détecteurs HRS et HRG). Les utilisateurs des versions 3.5 et 3.6 peuvent télécharger des mises à jour à partir du site web de la compagnie.
Source : GIM

• ESRI Commercialise ArcGIS 9.0.1

ESRI (CA, USA) a lancé ArcGIS 9.0.1, la dernière version de sa collection intégrée de produits logiciels GIS. Le lancement étend les plates-formes supportées pour le serveur ArcGIS, et le serveur ArcGIS Engine et ArcIMS ArcMap à partir de systèmes d'exploitation basés sur Windows aux plates-formes Linux et Solaris. Il met à jour aussi les connecteurs du Web Map Service (WMS) de ArcIMS.
Source : GIM

Sommaire de certaines périodiques parus dans le domaine
des Sciences Géographiques

■ XYZ
N° 102



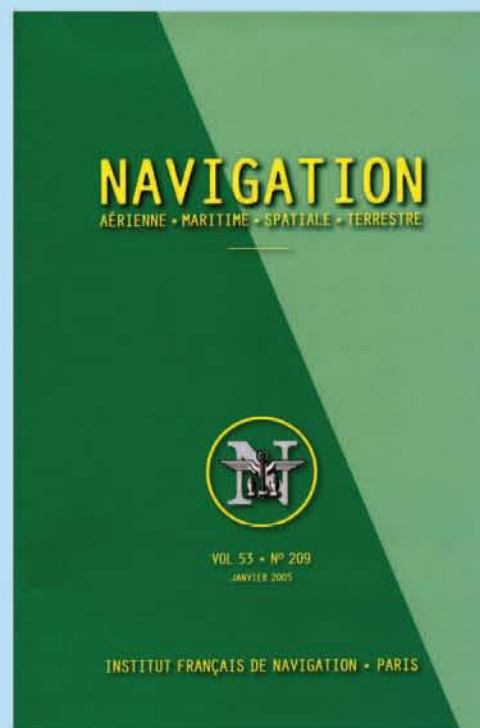
Sommaire :

- Editorial
- Info- Topo
- Certification
- Télédétection spatiale
- Techniques nouvelles
- Prix AFT
- Photogrammétrie
- GPS
- Imagerie
- GPS
- Validation expérimentale du logiciel de lancer de rayons Ergospace et estimation de la précision du MNE requise pour son utilisation
Par Thomas Tirtaine - Juliette MARAIS
- Géométrie
- Le nombre d'or et la divine proportion
Par Raymond D'HOLLANDER
- Topo vécue
- Archéologie en Arabie Saoudite le site Nabatéen de Medaïn Saleh
Par Paul COURBON
- Histoire
- Episode d'une compétition séculaire, engagée par la Papauté, rapidement conclu en 1494 LE TRAITÉ DE TORDESILLAS un partage du monde entre Castille et Portugal riche d'enseignements
Par Vice-amiral Jean-Marie DAMBIER
- Des Longitudes et des Mers : La genèse de la navigation
Par Frédéric BRETAR
- GSF
- Madagascar quand tu nous tiens...
Par Damien BREGLER - Henri DE SAINT SERNIN
- Art et Géométrie
- Auguste Herbin: la "Joie" et la peine
Par Jean-Pierre MAILLARD
- Expo – Livres

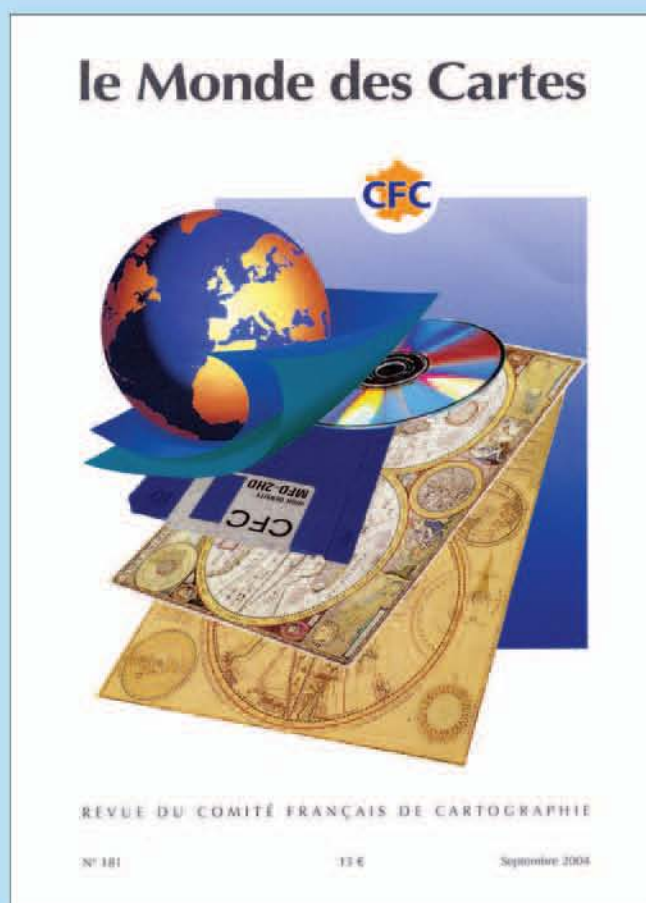
■ NAVIGATION
VOLUME 53. N° 209

Sommaire :

- La règle 19 –partie 2
- Le Cercle universel de Boissaye du Bocage
- Cybercar : l'alternative à la voiture particulière
- La sécurité et la sûreté de la navigation et code ISPS
- COMPTES RENDUS
- Sécurité du transport aérien de voyageurs Mission parlementaire d'information (suite) (M^{me}. Odile SAUGUES et M. François-Michel GONNOT).
- Le service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM) - Documentation nautique - Recherche et développement. Rapport annuel 2003 Compte rendu du 7^e Séminaire STNA - Toulouse, les 28 et 29 septembre 2004.
- Evolutions des systèmes
- Compte rendu de la 35^e assemblée générale de l'Organisation internationale de l'aviation civile - Montréal, 28 septembre - 8 octobre 2004
- Les journées de la DRAST Design Transport Mobilité - 25 octobre 2004, Grande arche de la Défense
- Ateliers sur la Recherche et le Développement dans le cadre des projets ERASTAR /ERAMAR - Delft, 4-5 novembre 2004
- DES NOUVELLES
- BIBLIOGRAPHIE
- AGENDA



■ Le Monde des Cartes
N° 181



Sommaire :

Editorial

• Meilleurs vœux pour 2005! Par Marie-José Lefèvre-Fonollosa et Laurent Poilidori.

Articles Scientifiques revues par le Comité de Lecture

• Apport de l'imagerie spatiale optique et radar pour la détection et le suivi des zones d'orpaillage en Guyane Française, Par N. Baghdadi, A. Bourguignon, J.-L. Lasserre

• Application d'une méthode de classification orientée-objet pour la cartographie de l'occupation du sol : résultats sur ASTER et LANDSAT ETM, Par C. Corbane, N. Baghdadi, S. Hosford, J. Somma, S. Chevrel

• Apport de l'imagerie spatiale optique et radar pour la cartographie des bancs de vase en Guyane Française, Par N. Baghdadi, A. David, C. Oliveros, N. Gratiot

• Blocs équipés de mesures GPS et inertiels – Bilan des essais Applanix IGN- Mise en place cartographique, par Philippe Hottier

• Photogrammétrie satellitale pour les capteurs de haute résolution : état de l'art, par T. Toutin

Bibliographie

• Analyse bibliographique, par G. Ducher

Comité de lecture

• Liste des personnes ayant participé au Comité de Lecture en 2003

Sommaire :

• Communiquer et diffuser l'information spatialisée : le Mini Atlas informatisé d'Addis-Abeba et les cartes interactives associées

Restitution des résultats du projet de recherche urbaine : approche environnementale des dynamiques urbaines à Addis-Abeba, Ethiopie

Par Pauline GLUSKI et Dominique COURET

• Le plan à l'ilot est –il encore une référence ?

Par Chantal PINCHON

• OXYGENE : une plate-forme ouverte pour le déploiement de services WEB géographiques

Par Thierry BADARD, Arnaud BRAUN

• Aux origines de la sémiologie graphique

Par Jaques BERTIN

• Quelques méthodes de cartographie des biocénoses benthiques en plongé subaquatique

- Application à la baie de Lannion (Bretagne)

Par Jérôme FOURNIER

• Propositions pour une cartographie du risque

Par Elizabeth CHESNEAU

• La formation du personnel du Jordan National Geographic Center

Par Raymond d'HOLLANDER

• Nourrir les hommes, nourrir le monde

Par Pascal THOMAS

• Compte-rendu de l'Assemblée générale 2004 du CFC

- Rapport général d'activités 2003

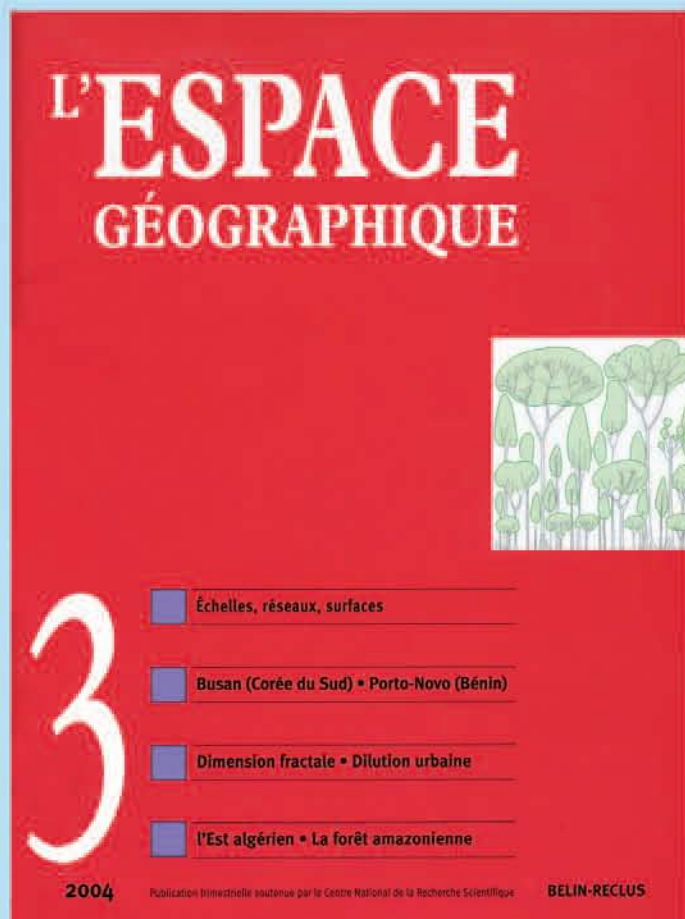
- Rapport financier de l'exercice 2003 et projet de budget de l'exercice 2004

- Conférence de Monsieur Claude ANDRÉ : « 5000 km au Tibet »

■ Le Bulletin de la
SFPT
N° 175



■ L'ESPACE
GÉOGRAPHIQUE
N°3 - 2004



■ Annales
de Géographie
N° 641

Sommaire :

- Politique agricole et agriculture aux États-Unis: évolution et enjeux actuels
Par S. Devienne, G. Bazin, J.-P. Charvet
- Activités tertiaires et dynamiques rurales
Par P. Chevalier
- La géographie des centres d'appels en France
Par B. Moriset, N. Bonnet
- Trente ans de géographie industrielle dans les Annales de géographie (1970-1999)
Par S. Daviet
- Sangatte: vie et mort d'un centre de «réfugiés».
Par R. Liagre, F. Dumont

Sommaire :

- Ports et arrière-pays
- *Antoine FRÉMONT*. Logiques réticulaires et territoriales au sein de la ville portuaire: le cas de Busan en Corée du Sud.
- *Noukpo S.-A.N. AGOSSOU*. Dynamique spatiale à Porto-Novo: les effets de la diffusion des produits pétroliers kpayo.
- Formes périurbaines
- *Marie-Laurence DE KEERSMAECKER, Pierre FRANKHAUSER, Isabelle THOMAS*. Dimensions fractales et réalités périurbaines. L'exemple du Sud de Bruxelles.
- *Cyril ENAULT*. La dilution: note méthodologique pour l'analyse de l'étalement urbain
- Maillages
- *Djamel RAHAM, Anissa ZEGHICHE, Kaddour BOUKHEMIS*. Essai de mesure et d'analyse des formes du maillage administratif. Le cas des wilayas de l'Est algérien.
- *Sandrine LAMOTTE*. L'agencement des espaces amazoniens de l'échelle régionale à l'échelle de la maille forestière: une diversité millénaire en voie de disparition?
- Lectures
Les géographes et la mondialisation (*Ph. Pelletier*) ; Londres, de plus en plus inégale (*F. Richard*) ; « Ici Londres » (*H. Clout*) ; La Biélorussie dans l'histoire (*D. Eckert*)



Journal of Geodesy
Volume 78 -Number 6



Sommaire :

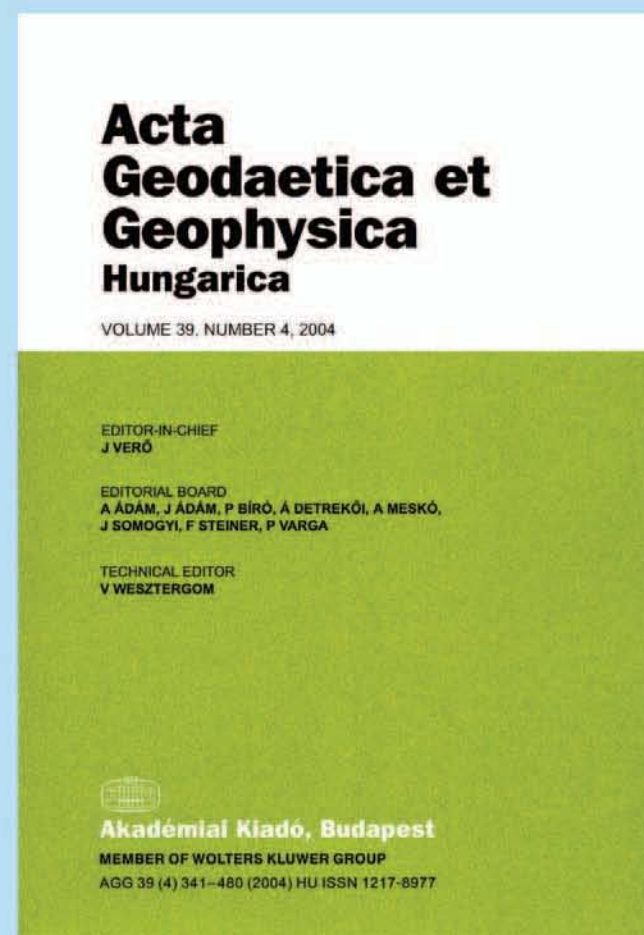
- Chin TM, Gross RS, Dickey JO: Modeling and forecast of the polar motion excitation functions for short-term polar motion prediction.
- Dos Santos NP, Escobar IP: Discrete evaluation of Stokes's integral by means of Voronoi and Delaunay structures.
- Kaban MK, Schwintzer P, Reigber Ch: A new isostatic model of the lithosphere and gravity field.
- Greff-Leffitz M, Pais MA, Le Mouél J-L : Surface gravitational field and topography changes induced by the Earth's fluid core motions.
- Tóth G: IAG Newsletter.

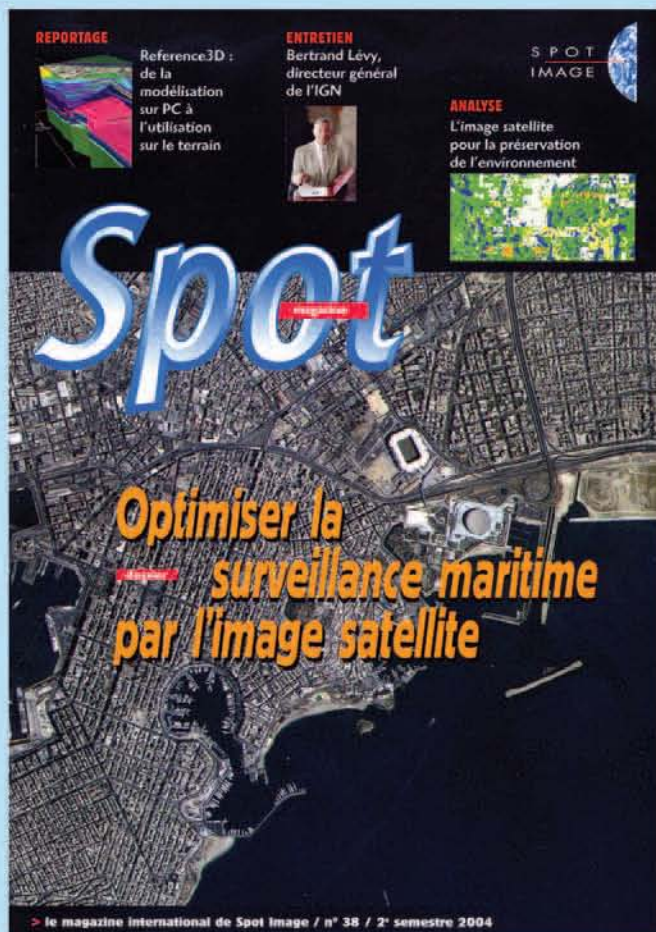
Sommaire :

- Aeronomy and space physics
Changes in sporadic E parameters observed at Juliusruh during a period following solar activity maximum.
- Electromagnetic studies
 - A note on auroras during the so-called Maunder-Minimum.
 - Solar wind, auroras and comets during the Maunder-Minimum.
 - Transition period of the mesosphere and noctilucent clouds during autumn time.
 - Long period electromagnetic induction vectors in a sedimentary back-arc basin (Carpatho-Pannonian Basin).
 - How magnetotellurics is able to see through 3D near-surface inhomogeneities?
- Geodesy and gravimetry
 - Application of the similarity theory for the computation of refraction in levelling.
 - Comparison of the geoids undulations obtained by EGM96, TG99 and GPS/levelling in Turkey.
- Geomathematics
 - New conception in the surpluserror-method: It can be significantly advantageous if the set of surpluserrors consists of mirrored sample pairs.
 - Generalization of spline interpolation for geodynamic models.
- Seismology
 - Design of a model blasting system to measure peak P-wave stress.
 - Possible planetary excitation of earthquakes.
 - Focal depths of earthquakes in the Carpathian Basin.
- Miscellaneous topics
Acoustic emissions (AE) and the energy supply to Vesuvius.

Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica

Volume 39, number 4, 2004





Sommaire :

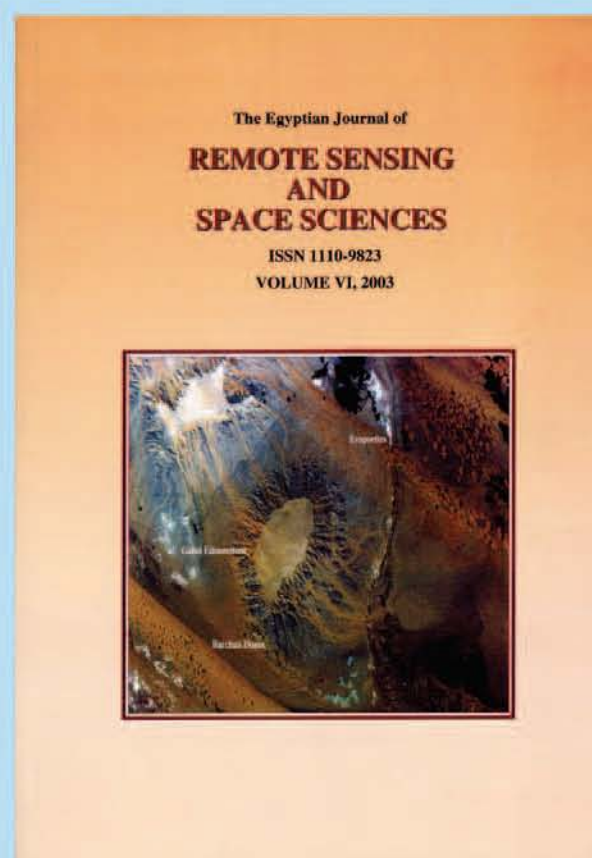
- Environmental Modeling Using Remote Sensing and GIS for Sustainable Ecotourism Development of Ras Banas Area, Red Sea Coast, Egypt
- Use of ERS -2 SAR and Landsat TM Images for Geological Mapping and Mineral Exploration of Sol Hamid Area, South Eastern Desert, Egypt
- Mapping Potential Areas for Gold and Base Metals Mineralization in Southeastern Desert, Egypt: An Approach by Using Remote Sensing and GIS
- Mapping of the Hydrothermal Alteration Zones at Haimur Gold Mine Area, South Eastern Desert, Egypt Using Remote Sensing Techniques
- Integration of Radar and Thematic Mapper Imagery Data for Natural Resources Assessment at Bir Safsaf Area, Southwestern Egypt.
- Water Resources and Geomorphological Characteristics of Tushka Area, West of Lake Nasser, Egypt
- The Effect of Land Cover/ Land Use on Groundwater Resources in Southern Egypt (Luxor Area): Remote Sensing and Field Studies
- Morphogenetic Study of Wadi Araba, Eastern Desert Egypt, Using Landsat Images
- Contribution to the Geology of Basement Rocks in the South Western Desert of Egypt
- Elaboration of a Classification of Geomorphological Units and the Basis of a Digital Data-Base for Establishing Geomorphologic Maps in Egypt
- Discrimination of the Land Features in AI Hasa Oasis, Saudi Arabia, Using Color Ratio Technique on Landsat TM Data
- Rock Art Paintings (Rock Inscriptions) at Gebel Abraq, South Eastern Desert, Egypt

**SPOT
IMAGE
N° 38**

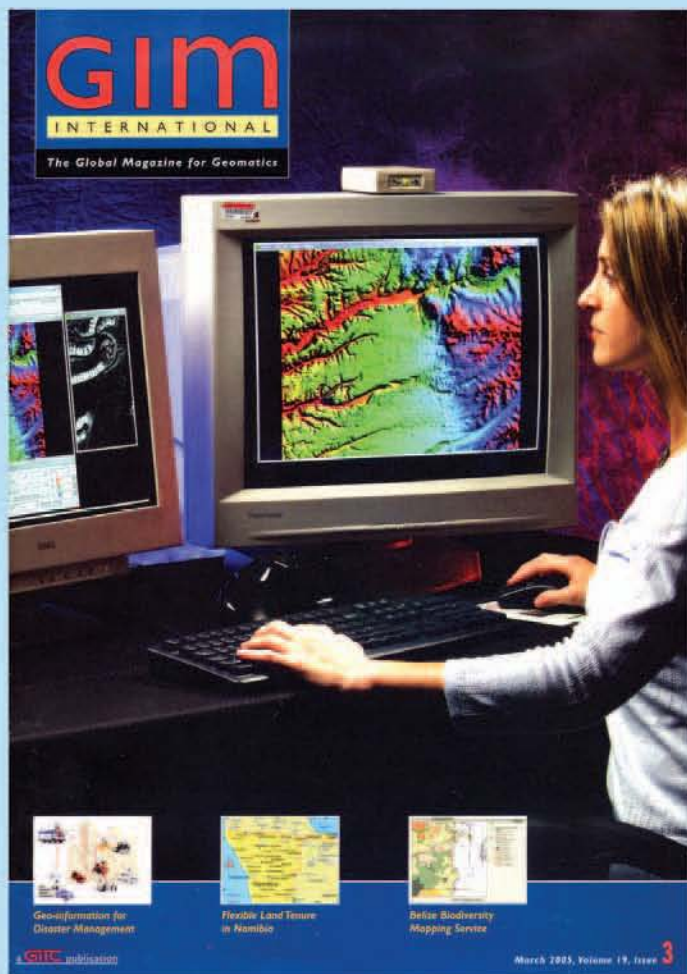
Sommaire :

- ACTUALITES
- QUESTIONS À ...
Par Philippe Delclaux, Directeur technique
- DOSSIER
 - OPTIMISER LA SURVEILLANCE MARITIME PAR L'IMAGERIE SATELLITE
L'action des moyens de surveillance traditionnels renforcée.
- ENTRETIEN
 - BERTRAND LEVY, DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'IGN
L'exploitation des images Spot pour la mise à jour du RGE.
- ANALYSE
 - L'IMAGE SATELLITE POUR LA PRÉSERVATION DE L'ENVIRONNEMENT
Contrôler les modifications de l'environnement.
- REPORTAGE
 - REFERENCE3 D:
DE LA MODÉLISATION SUR PC À L'UTILISATION SUR LE TERRAIN
 - Modéliser en 3D les terres émergées
 - De l'exploration pétrolière à la réhabilitation de site
 - Une meilleure compréhension du sous-sol
 - SPOT DEM pour les infrastructures linéaires

**REMOTE SENSING
AND
SPACE SCIENCES**



GIM
INTERNATIONAL
volume 19 N° 3



Sommaire :

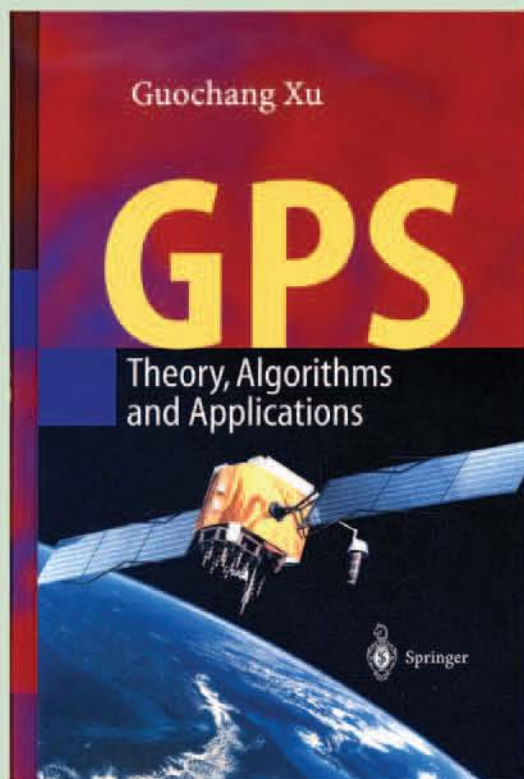
- Geo-information For Disaster Management
large-scale 3D Data Needed by Urban Areas
By Sisi Zlatanova, Andrea G. Fabbri and Jonathan Li
- Flexible Land Tenure in Namibia
Offering Registration to Informal Settlers
By Soren Faucherholm Christensen
- Belize Biodiversity Mapping Service
Public Access to Biodiversity Information via the Web
By Jan Meerman, Jerod Clabaugh and Marydelene Vasquez
- Web-based GIS
Integrating Geo-data From Multiple Sources
By Wim Ploeg
- Integrated Coastal Zone Management CoastWatch: A
Geo-information Service For Europe
By Tom Op 't Eyndt
- Satellite Communications Vital for Africa GIM International
Interviews Paul Thomson, Regional Director ImageAfrica
- Product Survey on DPW
- ECOLAB 2004 Congress
Remote Sensing and GIS in Amazonian Ecosystem Study
- Today and Tomorrow
4th International Conference and Exhibition Laser Scanning and
Digital Aerial Photography
- Small, Virtual but Big in Digital Photogrammetry
- Business News
- Advertisers' Index
- Dealers Wanted
- Web connect
- Product News
- Agenda
- The Front Cover
- Editorial
- Pinpoint
- OGC Column
- ICA Page
- FIG Page
- Insider's View

SIG
La lettre
N° 52

Sommaire :

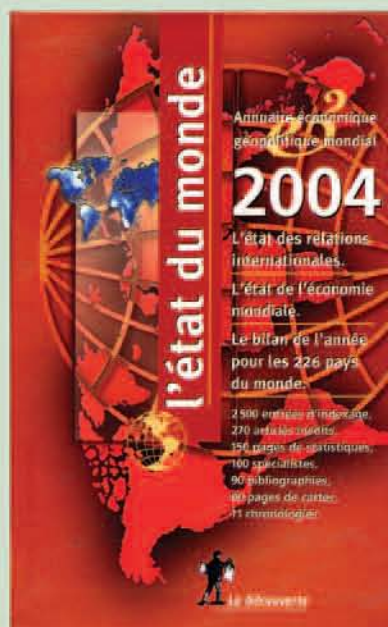
- A la une : Les satellites traquent les sapins
- Dossier : Un vent de liberté souffle sur les SIG
- Colloque : Les loisirs nature
- Expérience : Le bois de l'Aumône
- Rencontre : Les GPS dans l'agriculture
- Salon : Mobile Office
- Brèves du mois
- Sommaire de l'année 2004
- Abonnement





■ L'état du monde

*Annuaire économique
géopolitique mondial*



Le contenu d'ouvrage phares

- * Plus de vingt années d'archives de l'état du monde.
 - * Le dictionnaire historique et géopolitique du 20^e siècle.
 - * Le Nouvel état du monde. Les idées-forces pour comprendre les nouveaux enjeux internationaux.
 - * Une chronologie mondiale du 20^e siècle
- 7000 articles, 40 000 données statistiques, 80 cartes, de nombreuses références documentaires.

Editions : La Découverte

■ GPS

Theory, Algorithms and Applications

Guochang Xu

This reference and handbook describes Global Positioning System (GPS) theory, algorithms and applications. It is primarily based on source-code descriptions of the KSGSoft program developed by the author at the GFZ in Potsdam. The theory and algorithms are revised and extended for a new development of a multiple functional GPS software. New concepts such as the unified GPS data processing method and ambiguity-ionospheric algorithm, as well as general ambiguity search criteria, are reported for the first time. Mathematically rigorous, the book begins with the basics of coordinate and time systems and satellite orbits, as well as GPS observables, and deals with topics such as physical influences, observation equations, adjustment and filtering, ambiguity resolution, data processing, kinematic positioning, and the determination of perturbed orbits.

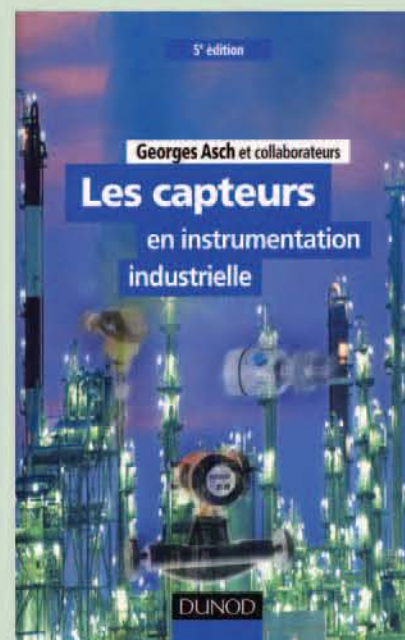
Editions : Springer

■ Les capteurs en instrumentation industrielle

Georges Asch & collaborateurs

Ce traité régulièrement mise à jour présente de façon claire et didactique toutes les données qui président au choix et à la mise en œuvre d'un capteur.

Cette nouvelle présentation de la 5^{ème} édition était l'occasion de procéder à quelques mises à jour, notamment en ce qui concerne l'organisation de la métrologie en France. Après un exposé général, sont recensés pour chaque type de grandeur physique à mesurer



(lumière, température, position de déplacement, etc). Les divers capteurs utilisables. Pour chacun de ces derniers, sont développés :

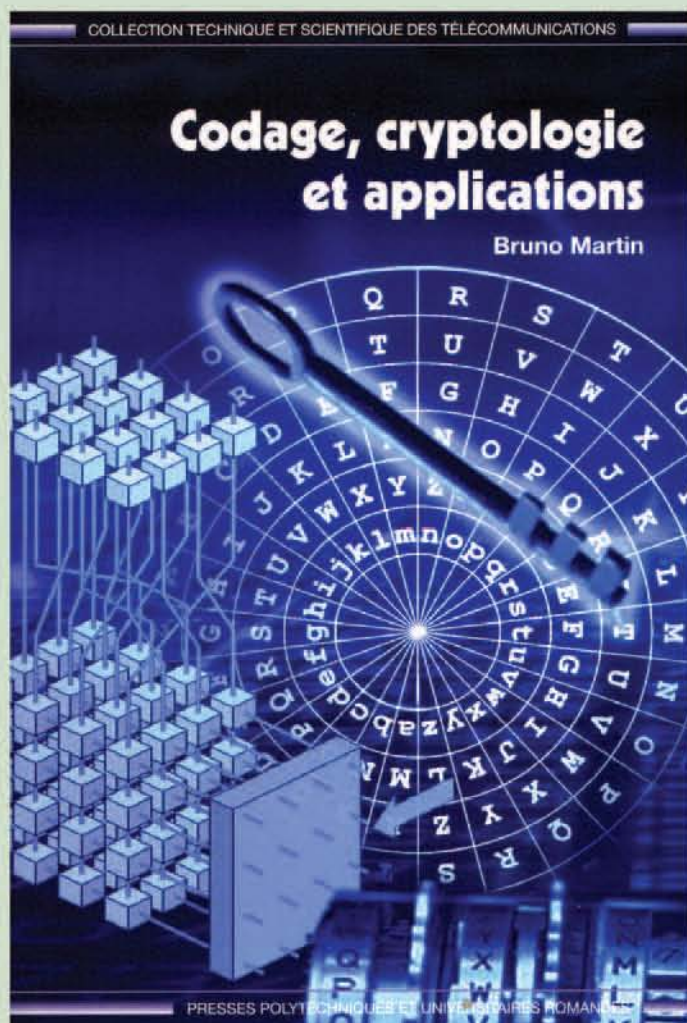
- * Les principes physiques sur lesquels il se fonde ;
- * Le mode de réalisation ;
- * Les caractéristiques métrologiques (sensibilité, linéarité, rapidité, fidélité, précision) ;
- * Les caractéristiques de mise en œuvre ;

Les conditionneurs, c'est-à-dire les montages électriques directement associés au capteur afin de tirer le meilleur profit de ses caractéristiques (ponts, amplificateurs, convertisseurs, etc.).

Editions : DUNOD

■ Codage, cryptologie et applications

Bruno Martin



Cet ouvrage traite de la cryptologie (ou science du chiffre) et celle des codes correcteurs. La cryptologie assure la confidentialité des communications en présence d'ennemis, alors que les codes correcteurs permettent d'éliminer d'éventuelles erreurs de transmission. L'approche choisie pour cet ouvrage est résolument pratique, en offrant une large place aux applications en télécommunications numériques.

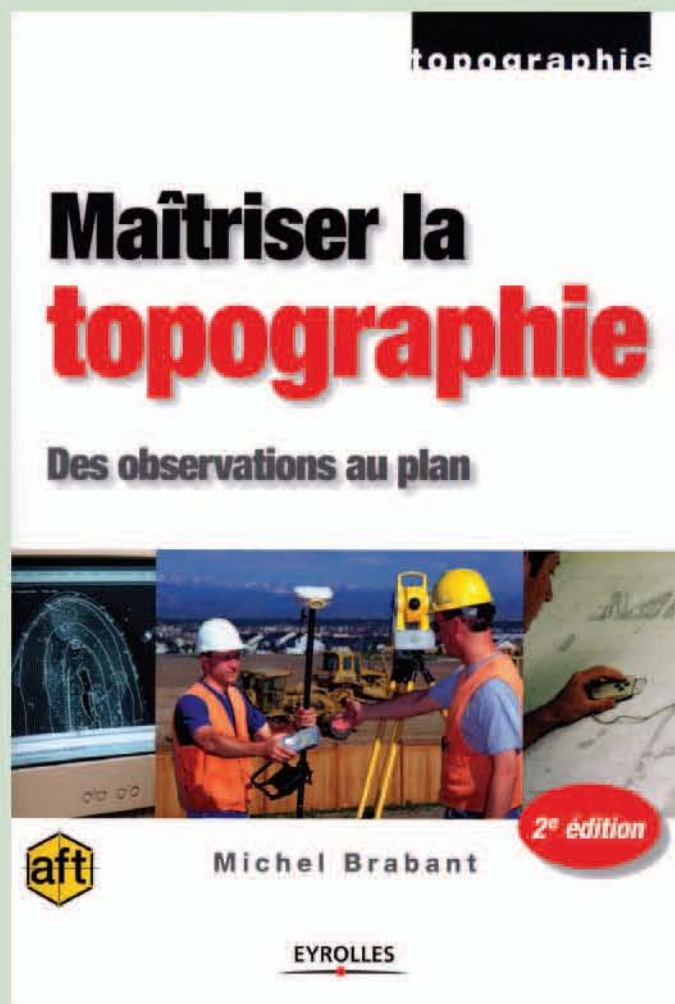
Le contenu mathématique de chacune des disciplines est ainsi volontairement simplifié dans le but d'offrir au lecteur une compréhension aussi large que possible du fonctionnement de certains appareils comme les téléphones cellulaires, les disques compacts ou les ordinateurs.

L'ouvrage se découpe en cinq parties : théorie de l'information, compression des données, théorie des codes, théorie de la complexité et cryptologie. L'approche conjuguée de la cryptologie et des codes correcteurs au sein d'un même ouvrage de synthèse, illustré des applications les plus récentes (GSM, protocoles réseaux sécurisés etc.), est à ce jour sans équivalent en langue française.

Edition : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes

■ Maîtriser la topographie

Michel Brabant



La topographie est à la base de tous les travaux de génie civil. Elle consiste à réaliser, exploiter et contrôler les observations, calculs et plans topographiques en faisant largement appel à l'électronique, l'informatique et la télémétrie par satellites.

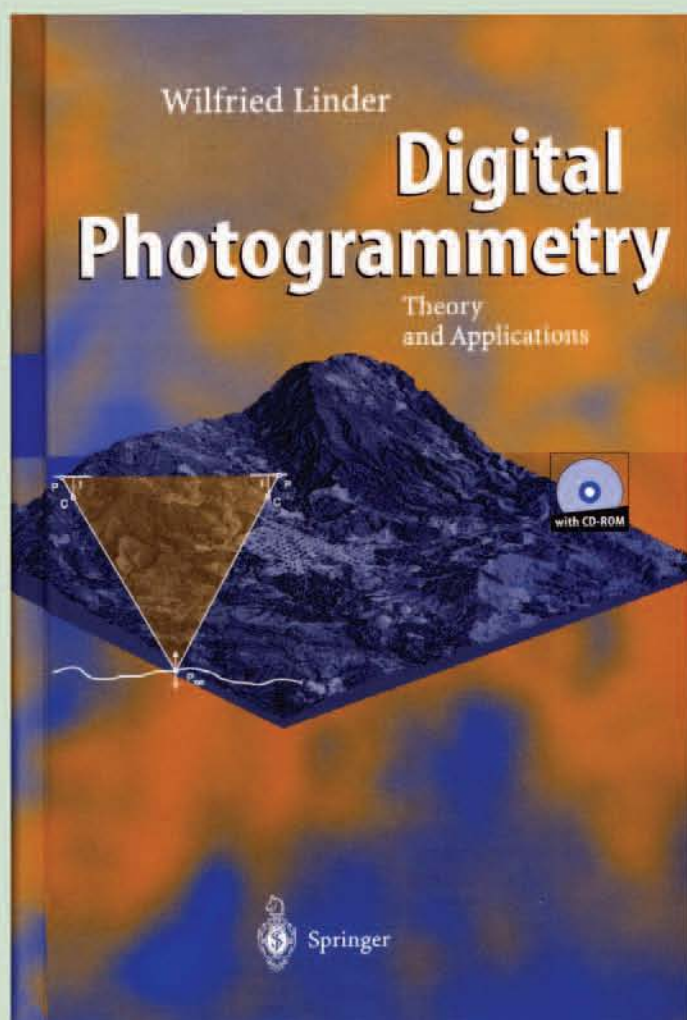
Ce livre présente dans un ordre logique et rigoureux les différentes techniques mises en œuvre par le topographe, illustrées de nombreux exemples :

- * Observations et mesures sous leurs aspects théoriques et pratiques ;
- * Méthodes de levé et d'implantation des canevas et détails ;
- * Traitements numériques et graphiques, CAO et DAO.

Cet ouvrage s'adresse à tous ceux qui exécutent des travaux topographiques, à tous niveaux, dans des domaines d'activités variés : sociétés de topographie, cabinets de géomètres, entreprises de BTP, DDA et DDE, travaux souterrains, services techniques divers ; il permet la formation des futurs topographes ainsi que l'actualisation des connaissances des praticiens confirmés.

Edition : EYROLLES

■ Digital
photogrammetry
Wilfried Linder



Written from a « learning by doing » perspective, Digital Photogrammetry supplies everything a novice user needs to understand and perform basic photogrammetry. The combination of explanatory text and software and data on the accompanying CD-ROM leads users through all necessary steps, from initial scanning through final products such as ortho images and mosaics. All of the basic functions of digital photogrammetry are explained : image orientation, aerial triangulation measurement, bundle block adjustment, feature collection, terrain models, and final products. Ideal for geographers, cartographers, forest engineers and other experts working with aerial photos, the package takes readers through several tutorials, beginning with a simple example (stereo model), that show just how photogrammetry works. The included software constitutes a small but powerful Digital Photogrammetric workshop that can be used for any project. Even 3-D images, viewable with the included 3-D glasses, are among the examples.

Edition : Springer

■ Pratique de la
gestion de
réseau

Nazim Agoulmine & Omar Cherkaoui



Cet ouvrage propose une méthodologie pour la conception et la mise en place d'un système de gestion de réseau. Après une présentation des deux protocoles standards sur lesquels sont basés tous les outils de supervision de réseau (SNMP pour les réseaux IP et TMN pour les réseaux télécoms), les auteurs offrent un panorama des principaux produits du marché: OpenView de Hewlett-Packard, SystemView d'IBM, Solstice de Sun, Optivity de Nortel, CiscoWorks de Cisco, etc.

Trois études de cas illustrent la démarche de conduite de projet préconisée: expression des besoins, conception de l'architecture et choix des produits, installation et configuration, mise en place des sondes, test et exploitation du système.

Les deux derniers chapitres présentent de nouvelles approches en gestion de réseau: SNMPv3 et la gestion de la sécurité, l'architecture Java/JMX, la gestion via le Web avec WEBM, la gestion via les annuaires avec DEN, la gestion par politiques, etc.

Edition : EYROLLES

CALENDRIER DES MANIFESTATIONS SCIENTIFIQUES INTERNATIONALES

2005			
DATE	MANIFESTATION	SITE	CONTACT
17-20 May 2005 "NEW" Confirmed by Council	Comm I & IV Hannover Workshop 2005 High-Resolution Earth Imaging for Geospatial Information http://ipi216.ipi.uni-hannover.de/ISPRS workshop 05/	Hannover, GERMANY	Gesine Böttcher P: +49-511-7622482/ F: -7622483 E: boettcher@ipi.uni-hannover.de
25-27 May 2005 "NEW"	1st International Symposium on Cloud-prone and Rainy Areas Remote Sensing (CARRS2005) http://www.jlgis.cuhk.edu.hk/events/events/CARRS2005/	Hong Kong, CHINA	Ms. Chloris Yip P: +852-26096538/ F: -26037470 E: jlgis@cuhk.edu.hk
6-11 June 2005	25th EARSeL symposium: Global Developments in Environmental Earth Observation from Space & 2 Workshops www.fc.up.pt/earsel2005las.physik.uni-oldenburg.de/ workshop.html www.ipi.uni-hannover.de/html/aktivitaeten/earsel.htm	Porto, PORTUGAL	EARSeL Secretariat P: +33-1-4556-7360/ F: -7361 E: earsel@meteo.fr
9-11 June 2005 "NEW" Cosponsorship Confirmed by Council	2nd International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST 2005) http://www.hho.edu.tr/RAST2005	Istanbul, TURKEY	RAST Secretariat P: +90-212-6632490Ext. 4360 F: +90-212-6628551 E: rast2005@hho.edu.tr
13-17 June 2005 "NEW"	5th International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling (3DIM2005) http://www.3DIMconference.org	Ottawa, CANADA	Chair: Guy Godin P: +1-613-991-6970 E: 3DIMconf@nrc-cnrc.gc.ca? subject=3DIM2005
20-24 June 2005 "NEW" Cosponsorship Confirmed by Council	31st International Symposium on Remote Sensing of Environment "Global Monitoring for Sustainability & Security" http://www.niersc.spb.ru/isrse/index.shtml	Saint Petersburg, RUSSIAN FEDERATION	31st ISRSE Secretariat E: 31_isrse@niersc.spb.ru
tbr June 2005	IEEE/IGARSS 2005 http://ewh.ieee.org/soc/grss/igarss.html	Seoul, KOREA	IEEE Conference Services E: conference-services@ieee.org
8-10 July 2005 Confirmed by Council	IC WG II/IV 6th Joint ICA/ISPRS/EuroGeographics Workshop on Incremental Updating & Versioning of Spatial Data Bases http://geo.haifa.ac.il/~icaupdt	A Coruña, SPAIN	Dr. Ammatzia Peled (Co-chair IC WG II/IV) P: + 972-4-8-240-148/ F: -249-605 E: peled@geo.haifa.ac.il CC: peled@rjb-3d.com
9-16 July 2005	XXII ICA International Cartographic Conference http://www.icc2005.org/html-eng/english.html	A Coruña, SPAIN	Global Congressos P: +34-981-208990/ F: -208701 E: secretary@icc2005.org
12-14 Sep 2005 "NEW" Confirmed by Council	WG III/3, III/4, V/3 workshop "Laserscanning 2005" http://www.itc.nl/isprswgIII-3/laserscanning2005	Enschede, THE NETHERLANDS	Prof. Dr. George Vosselman P: +31-53-487-4344 F: +31-53-487-4335 E: vosselman@itc.nl
26-30 Sep 2005 Confirmed by Council	XX Symposium of CIPA, the ICOMOS & ISPRS Committee on Documentation of Cultural Heritage http://www.cipatorino2005.org	Torino, ITALY	ACTA Congresses and Events P: +39-11-591871 / F: -590833 E: info@actacongress.com
3-5 Oct 2005 "NEW"	7th International Conference on Optical 3-D Measurement Techniques http://info.tuwien.ac.at/ingeo/optical3d/o3d.htm	Vienna, AUSTRIA	Conference secretary E: conf@pop.tuwien.ac.at

14-16 Oct 2005 "NEW" Confirmed by Council	WG IV/1, IV/5, IV/8 Workshop on Service & Application of Spatial Data Infrastructure http://isprs-wg41.nsd.gov.cn	Hangzhou, CHINA	Dr.Jie Jiang P: +86-10-6842-4120 F: +86-10-6842-4101 E: jjie@nsdi.gov.cn Jilangjie_263@263.net
30 Nov-2 Dec 2005 "NEW"	2nd International Conference "Earth from Space-the Most Effective Solutions" http://www.transparentworld.ru/conference/	Moscow, RUSSIA	Conference secretary P/F: +7-095-939-42-84 E: conference@scanex.ru

2006

DATE	MANIFESTATION	SITE	CONTACT
30 Apr- 4 May 2006 "NEW"	ASPRS Annual Conference http://www.asprs.org/asprs/meetings/calendar.html	Reno, Nevada, USA	ASPRS P: +1-301-493-0290/ F: -493-0208 E: asprs@asprs.org
Tbr June 2006	IEEE/IGARSS 2006 http://ewh.ieee.org/sos/grss/igarss.html	Front Range, Colorado, USA	Dr. Bill Emery E: Emery@frodo.colorado.edu
15-20 Oct 2006	FIG XXIII Congress and XXIX General Assembly http://www.fig2006.de/	Munich, GERMANY	Thomas Gollwitzer (CongressDirector) P: +49-9-414022-200/ F: -414022-101 E: congress.director@fig2006.de

2007

DATE	MANIFESTATION	SITE	CONTACT
Tbr June 2007 "NEW"	IEEE/IGARSS 2007 http://ewh.ieee.org/sos/grss/igarss.html	Barcelona, SPAIN	IEEE Conference Services E: conference-services@ieee.org
2-6 July 2007 "NEW"	FIG XXX General Assembly and Working Week http://www.fig.net/events/events2007.htm	Hong Kong, CHINA	FIG Office E: fig@fig.net
tbr Aug 2007 "NEW"	XXIII ICA International Cartographic Conference http://www.icaci.org/	Moscow, RUSSIA	ICA Secretary General Ferjan Ormeling E: f.ormeling@geog.uu.nl

2008

DATE	MANIFESTATION	SITE	CONTACT
14-19 June 2008 "NEW"	FIG XXXI General Assembly and Working Week http://www.fig.net/events/2008/fig_2008_stockholm.pdf	Stockholm, SWEDEN	FIG Office E: fig@fig.net
14-25 July 2008 "NEW" Date pending	21 st Congress of ISPRS http://www.isprs2008-beijing.com	Beijing CHINA	CSGPC P: +86-10-68339095 F: +86-10-68311564 E: fanbsm@public.bta.net.cn

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 présentant 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 écrits en Word, en colonnes 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 suivis 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.

تتقسم المقالات إلى فئتين

- بحث وتنمية

- تأليف

مقالات البحث والتنمية : تختص إما بالأعمال التي تتميز بالابتكار والمساهمة التجديدية المساعدة في تطوير العلوم الجغرافية، أو بالإجازات 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 ب 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 بملخصين آخرين بالفرنسية و بالإنجليزية يتكونون 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.

يتحصل كل مؤلف على نسختين مجانا، 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 columns, 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 abstracts 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 du chèque de règlement.

Nom et prénom / raison sociale :

Fonction :

Adresse complète :

N°Tél: **N°Fax :**

Oui je désire souscrire à 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

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

ISSN 1112-3745
Dépôt Légal 1er Semestre 2005

*Tous les numéros publiés du Bulletin des Sciences Géographiques sont disponibles sur Internet sur le site Portail des Revues Scientifiques dénomé (<http://www.webreview.dz>), conçu et administré par le CERIST.
Ce numéro sera diffusé trois mois après sa parution.*

الخريطة السياسية لإفريقيا

Nouveau



L'INCT produit et met en vente une gamme riche et variée de cartes scolaires (grand format) :

- sur support plastique (Polyart) : 450,01 DA
- sur papier 80 gr : 99,99 DA

INCT 1450000 2000
 صنع في تونس
 المعهد الوطني للتخطيط والتدريب
 111 شارع الخديوي باقر، 10000 تونس
 الهاتف: 71 43 23 021، 71 43 23 022
 الفاكس: 71 43 23 021، 71 43 23 022
 البريد الإلكتروني: info@inct.tn

مفتاح الخريطة
 الحدود الدولية
 العواصم
 بحار
 بحري مائي غير دائم الجريان
 بحيرة

مقياس الرسم
 1 : 10 000 000