

Bulletin de l'INCT

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

Fondé en Octobre 1997
N°8 - Octobre 2001.

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.

Tel : (021) 23 43 76 à 80 et 82

Fax : (021) 23 43 81

E-mail : inct99@mail.wissal.dz

Publicité :

INCT, 20 Rue Abane Ramdane, Alger, 16000, Algérie

Tel : (021) 73 92 60

Fax : (021) 73 73 05

Ou ANT Vertriebs GmbH
Fuerstenrieder Str. 166-81377 Munich

Allemagne .

Tel : 0049 89 710 39 448

Fax : 0049 89 710 39 449

Tirage :

5.000 Exemplaires

Comité de lecture :

- **Prof, Larouk Med El Hadi :**
Université de Constantine.
- **Prof, Bendjelid Abed :**
Université d'Oran.
- **Mr, Kahlouche Salem :**
Maître de recherche, CNTS.
- **Mr, Atoui Brahim :**
Docteur, INCT.
- **Mr, Kedjar Abou Bakr :**
Docteur, INCT.
- **Mr, Iftene Tahar :**
chargé de recherche, CNTS.
- **Mr, Trache Abdelhak :**
Maître de recherche, CNTS.
- **Mr Benmohamed Mohamed :**
chargé de recherche, CNTS.
- **Mr, Benhamouda Fethi,** Magister,
INCT.
- **Mr, Ayadi Abdelkrim :**
chargé de recherche, CRAAG.

INCT BULLETIN DES SCIENCES GEOGRAPHIQUES

2001 - N° 8

Sommaire / Contents

Pages

Recalage et mise à jour de la cartographie du Gabon à partir d'images satellite :	03
Évaluation de l'apport technique et opérationnel des images radar. <i>Par Jean-Philippe Cantou</i>	
Cartographie pédopaysagique de synthèse par télédétection Cas de la région de Ghassoul (El-Bayadh). <i>Par E.Haddouch, F.Benhamouda, & K.Djili</i>	08
Apport de la télédétection à l'étude de la fracturation des monts des Traras. <i>Par A.Saad, M.Zerga, M.Ouasti, M.Bekaddour</i>	15
Les poids des observations hétérogènes dans la compensation par les moindres carrés <i>Par Claude Million.</i>	21
Validation des données gravimétriques <i>Par M.Sarrailh</i>	29
Suivi du niveau moyen de la mer par marégraphe et GPS <i>Par G.Woppelmann, B. Simon, C.Boucher</i>	37
Dossier: 2 ^{ème} Atelier Nord Africain de Géodésie : - Report on the second workshop "unification of the geodetic reference system In north Africa" - Projet NAFREF (North African Reference Frame)	47
Présentation de l'Office de la Topographie et de la Cartographie de Tunisie : - Activités Géodésiques - Activités Micro-Géodésiques - Activité de Nivellement	56
Revue des revues	60
Livres	74
Calendrier des Manifestations Scientifiques Internationales	79

COPYRIGHT 2001

Tout droit réservé pour tous pays, textes, illustrations, photos.

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

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 présentent un intérêt dans la maîtrise des concepts des sciences géographiques.

LES ARTICLES DE SYNTHESES : 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 écrit en word 7, en colonne et dans un formât 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 ou en anglais de 100 à 200 mots.

MOTS CLES : Citer 5 à 6 mots clés.

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

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 76 à 80 et 82, E-mail: inct99@wissal.dz, ou ANT Vertriebs GmbH Fuerstenrieder Str. 166-81377 Munich R.F.A Fax: 0049 89 71039 449, suivi de chèque de règlement.

Nom et prénom ou raison sociale.....

Fonction :.....

Adresse complète :.....

Tél-Fax :.....

Désire souscrire un abonnement au Bulletin des Sciences Géographiques pour une année.

Tarif d'abonnement : une année : Etudiant : 70 DA

Particulier: 80 DA

Etranger: 15 Euro

Prévoir en sus pour les frais d'expédition :

- Pour l'Algérie: 50 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° 22 61 570 Q

- Pour l'étranger: par virement bancaire : Banque Deutsche Bank AG Munich

Compte Nr, 85 90 960 BLZ: 700 700 10



Recalage et mise à jour de la cartographie du Gabon à partir d'images satellite : Évaluation de l'apport technique et opérationnel des images radar.

Jean-Philippe Cantou,

IGN Espace

Parc technologique du canal, 24 rue Hermès,

F-31527 Ramonville St-Agne Cedex

E-mail : ign-espace@ign.fr

Le contexte du projet :

Dans le cadre du programme PRGIE piloté par la Banque mondiale sur l'Afrique Centrale, le Projet Forêt et Environnement du Gabon (PFE) a confié à IGN France International la réalisation d'une base de données géographiques couvrant les 270000 km² du pays. Menés en amont de travaux de stratification forestière, ces travaux de cartographie avaient pour but de produire un fond topographique géométriquement et sémantiquement homogène, compatible avec l'usage du GPS, et dérivé de la cartographie ancienne au 1:200000 par mise à jour à partir d'imagerie satellitaire. IGN-FI a sous-traité d'une part à IGN Espace la production des MNT, orthoimages et spatio-cartes, d'autre part à l'Institut Cartographique du Gabon (INC) l'interprétation des images, la rédaction numérique des cartes et les travaux de terrain. Par ailleurs, le projet PFE a commandé à Spot Image l'ensemble des images spatiales nécessaires à la mise en œuvre de la méthodologie retenue.

Mots-clés : GPS, recalage de cartes, MNT

The context of the project :

In the setting of the PRGIE program piloted by the worldwide Bank on the Central Africa, the Project Forest and Environment of Gabon (PFE) confided to IGN France International the realization of a geographical data base covering the 270000 km² of the country. Led in uphill of forest stratification works, these works of cartography had for goal to produce a topographic bottom geometrically and semantically homogeneous, compatible with the use of the GPS, and derivative of the ancient cartography at 1 : 200000 up dating from satellite imagery IGN-FI subcontracted to IGN Space the production of the DTM, orthoimages and satellite images maps on the one hand, and on the other hand, to the Cartographic institute of Gabon (INC) the interpretation of images, digital drawing up of maps and the works of land-Otherwise, the PFE project ordered to Spot Image all the necessary spatial images to the implementation of the retained methodology.

La méthodologie utilisée (cf. schéma joint) :

En préalable à la définition d'une méthodologie, IGN Espace a mené une évaluation du contenu et de la qualité géométrique très variables des 34 coupures au 1:200000 couvrant le pays, et a examiné l'archive d'images Spot, ERS, Radarsat. La nébulosité quasi-permanente du territoire a conduit IGN Espace à proposer une méthodologie exploitant au mieux le potentiel cartographique connu et les conditions de programmation et d'acquisition des images ERS et Radarsat, en l'adaptant au contexte cartographique :

- Complément d'acquisition d'images ERS (orbites ascendantes), destinées à produire un canevas dense de détails terrestres localisés par radargrammétrie, en évitant ainsi le recours à une campagne GPS massive.
- Programmation de segments Radarsat monoscopiques en mode standard, destinés à la production d'orthoimages
- Programmation de couples radargrammétiques Radarsat destinés à produire par corrélation automatique l'altimétrie des zones qui en étaient dépourvues
- Sélection et observation de détails radar/terrestres par GPS, à des fins d'amélioration de la localisation a priori des segments ERS.
- Numérisation semi-automatique des courbes de niveau existantes
- Mise en œuvre d'une modélisation des images par « spatiotriangulation multi-capteur »
- Recalage en système GTM (WGS84) des cartes anciennes scannées
- Production d'un MNT global
- Edition des images Spot XS peu nuageuses, en priorité sur les zones non cartographiées
- Orthorectification des images Radarsat et Spot
- Mise au point de la légende de la base de données, en fonction des contraintes de l'imagerie source et du besoin d'homogénéité territoriale
- Interprétation/rédaction des spatio-cartes Radarsat, à l'aide des cartes scannées, spatio-cartes radar et orthoimages Spot.
- Complètement cartographique sur le terrain

Les enjeux du projet :

Dans ce projet de cartographie, d'un montant global d'environ 1 M d'Euros et d'une durée de 2 ans, les enjeux techniques et opérationnels portaient notamment sur :

- L'acquisition complémentaire d'images ERS par la station mobile installée à Libreville (passages de nuit).

- La qualité des prétraitements géométriques des 150 images radar demandées (expérience limitée jusqu'alors)
- La disponibilité de détails terrestres homologues image radar / carte
- La précision des MNT réalisés par corrélation radargrammétrie
- Le contenu informatif des images Radarsat pour la mise à jour des cartes

Le bilan du projet

Concernant les images ERS, la couverture ascendante a pu être obtenue complète à 85% grâce au maintien opérationnel de la station mobile sur place, et les prétraitements par l'ESA ont montré une fiabilité de l'ordre de 95%, ce qui a permis le recalage géométrique de l'ensemble du jeu de cartes anciennes.

Les images Radarsat programmées ont été acquises en 8 mois, conformes aux configurations demandées et avec un taux de rejet après prétraitement de l'ordre de 5%.

Les produits obtenus sont les suivants :

- un canevas d'environ 300 amers terrestres de précision 15 mètres en XYZ
- un MNT de classe DTED1 (précision altimétrique 30m, sursol) ;
- un fond d'orthoimages mosaïquées Radarsat d'une précision planimétrique de 30 à 50 m.
- un jeu de cartes scannées recalées dans le système WGS84 (compatibles GPS)
- une base de données à jour, de contenu homogène et précision 50m

L'utilisation opérationnelle des images radar en zone équatoriale a pu être démontrée, en particulier au plan géométrique :

En zone de forêt équatoriale, la localisation de détails terrestres par spatiotriangulation ERS est une alternative économique à l'organisation de campagnes GPS à la logistique trop lourde (hélicoptère, accès). En utilisation multicapteur, cette technique permet de modéliser toute imagerie optique ou radar.

L'évaluation des MNT radargrammétiques par référence à des cartes stéréorestituées à partir de levés aériens a montré que la classe de précision altimétrique 25-50 m (type standard OTAN DTED1), très utile pour l'orthorectification d'images, peut être atteinte.

Toutefois, le relief doit être modéré pour préserver l'exhaustivité de la couverture stéréoscopique, et le choix du B/H doit être approprié.

Enfin, la sensibilité au relief des images radar, qui se traduit visuellement par un estompage radiométrique « naturel », permet d'apprécier facilement la qualité de restitution de courbes de niveau sur fond d'orthoimage.

En matière de contenu sémantique, les images Radarsat en mode standard n'apportent pas en zone de forêt dense toute l'information nécessaire à l'édition de cartes à moyenne échelle.

En particulier la reconnaissance du réseau routier principal est limitée, elle doit être guidée par une cartographie existante, ou complétée sur le terrain. Toutefois ces images fournissent les contours précis de l'hydrographie de surface et des zones inondables, et le choix d'une incidence faible permet de détourner de façon fiable les zones habitées.

Des perspectives :

Les applications d'une base de données géographique, même à moyenne échelle, sont innombrables dans un pays comme le Gabon, que ce soit pour les maîtres d'ouvrages publics (aménagement, infrastructures, gestion de ressources naturelles...) ou les acteurs économiques (forestiers, miniers, pétroliers,...).

Une agence régionale a été mise en place à Libreville par la Banque Mondiale, notamment pour faire connaître auprès de ces acteurs les nouvelles sources et produits géographiques.

En matière de cartographie topographique, ce projet ouvre plusieurs perspectives :

- l'utilisation du canevas ERS pour le calage de nouvelles images spatiales
- l'édition de cartes papier à jour à partir de la BD
- la mise à jour de la carte générale du pays
- l'utilisation du MNT produit dans différents contextes applicatifs

CARTOGRAPHIE PEDOPAYSAGIQUE DE SYNTHESE PAR TELEDETECTION Cas de la région de GHASSOUL (El Bayadh).

SYNTHESIS LANDSCAPE PEDOLOGICAL CARTOGRAPHY USING REMOTE SENSING Case of the region of Ghassoul (El-Bayadh).

HADDOUCH¹, E. I., BENHAMOUDA², F. & DJILF³, K.

¹ Laboratoire de Télédétection, Centre National des Techniques Spatiales Bp13 (Arzew)

² S/Direction Recherche et développement, Institut National de Cartographie et de télédétection (Alger)

³ Département Sciences du sol, Institut National d'Agronomie (Alger)

RESUME :

La steppe algérienne est devenue l'objet de très nombreuses études pluridisciplinaires en vue de son aménagement agro-sylvo-pastorale.

La démarche de cartographie d'inventaire (1/100.000^{ème}) des sols de la région de GHASSOUL (Wilaya d'El Bayadh) est basée sur des critères inhérents à l'image satellitale (localisation géographique ; ton de grisé ; forme géométrique) et ceux de l'environnement (topographie ; végétation ; lithologie ; données climatiques ; couleur ; présence ou absence du calcaire ; profondeur ; etc.).

Pour cela, nous avons utilisé les données numériques multispectrales Thematic Mapper (TM) de Landsat 5, scène 197/37 du 11-04-1988. Une composition colorée (TM7, TM4, TM2) a été retenue pour notre application de cartographie après les différents traitements effectués sur ces données.

Les résultats obtenus sont déterminants. L'image Landsat TM exploitée a permis un gain de temps énorme dans la réalisation de la carte pédopaysagique par photo-interprétation. Par ailleurs, la classification supervisée de l'image satellitale, suivant la méthode de maximum de vraisemblance, nous a permis de faire une analyse globale sur la distribution spatiale des unités pédopaysagiques et d'en estimer le taux de confusion entre certaines classes.

Mots clés : cartographie, échelle d'inventaire, pédopaysage, image TM, classification, steppe.

ABSTRACT:

The Algerian steppe became the object of very numerous multidisciplinary in view of it agro-sylvo-pastoral management.

The approach of inventory cartography (1/100.000) of the soils of the region of GHASSOUL (Wilaya of El Bayadh) is based on the inherent criteria to satellite image (geographical localization; grey tint; geometric shape) and those of the environment (topography; vegetation; lithology; climatic data; color; presence or absence of the limestone; depth; etc.).

For that, we used multi spectral numeric data Thematic Mappers (TM) of Land sat 5, scene 197/37 of the 11-04-1988. A colorful composition (TM7, TM4, TM2) has been kept for our application of cartography after the different treatments done on these data.

The obtained results are determining. The exploited TM land sat image permitted an enormous time gain in pedological and lands cape map by photo-interpretation . Otherwise, the supervised classification of satellite image, according to maximum verisimilitude method, permitted us to make a global analysis on the spatial distribution of pédological and landscape units and to appraise the rate of confusion of it between certain classes.

Introduction

L'inventaire des ressources en sol d'Algérie réalisé durant la période coloniale à l'échelle du 1/500.000^{ème} [1] et quelques autres études cartographiques pédologiques de certaines régions du Nord du pays au 1/200.000^{ème} constituent certes une étude globale et générale mais non exploitable. Ce problème réside, d'une part, dans le contenu trop général de ces documents et de leurs très petites échelles d'autre part. Depuis l'indépendance, la DEMRH (actuelle l'ANRH) et quelques organismes internationaux (la FAO entre autres) ont contribué d'une façon honorable à la cartographie du pays à des échelles diverses en utilisant des systèmes de classification variés comme la CPCS-France (1967) et la Soil Taxonomy (1975).

Il est vrai que les superficies cartographiées ne couvrent qu'une petite superficie de notre territoire et les besoins en cartographie pédologique sont énormes, car le développement de tout l'espace rural en dépend. Ce déficit est un frein pour les différents utilisateurs.

La cartographie pédologique est une action de longue haleine et très coûteuse en moyens humains et matériels. C'est pourquoi, on doit rechercher des méthodes qui sont à la fois scientifiquement fiables, techniquement maîtrisables, rapides et de moindre coût.

Les récents progrès de la technologie de l'information, surtout sous forme digitale, offrent une opportunité pour une meilleure organisation des données sur les terres et les sols par les facilités de stockage, d'analyse et de restitution de volumineuses séries de données. Ainsi, afin de palier à ces carences qui sont d'ordre matériel, humain et technique pour la réalisation des cartes pédologiques et d'autres documents thématiques, nous avons recours aux techniques nouvelles d'informatisation.

Partant de l'idée et d'un raisonnement par analogie «à environnements semblables, sols semblables», nous avons jugé utile, intéressant même, d'expérimenter la cartographie par extrapolation, à l'aide de l'imagerie satellitale, dans une région steppique qui couvre 256.000 ha à l'échelle du 1/100.000^{ème}

I.1. Objectifs de l'étude

Comme il est possible, par la vision synthétique du paysage, que l'image satellitale permet de réduire l'ampleur des relevés au sol, nous avons jugé utile d'entamer une démarche cartographique pédopaysagique à l'aide de l'outil télédétection, comme support pour une région représentative de la steppe, nommée GHASSOUL (Wilaya d'El-Bayadh).

I.2. La zone d'étude

La région de Ghassoul, située au cœur du vaste territoire d'El Bayadh et à 50 km au sud du chef lieu (figure 1), couvre une superficie de 256.000 ha. Elle peut être localisée sur une carte topographique au 1/100.000^{ème} grâce aux coordonnées suivantes :

Longitude: 0° 37' 30'' (méridien de Greenwich) à 1° 18' 58'' Est

Latitude : 33° 16' 59'' à 33° 40' 6'' Nord.

Sur le plan structural, la région d'étude est inscrite au cœur de l'Atlas saharien. C'est une importante chaîne de montagnes, constituée par une série de plis orientés Sud Ouest - Nord Est, qui sépare les hautes plaines de la plate forme Saharienne.

I.3. Données utilisées

Pour la cartographie d'inventaire à l'échelle du 1/100.000^{ème} des sols de la région d'étude, nous avons utilisé les données numériques multispectrales Thematic Mapper (TM) de Landsat 5, scène 197/37 du 11-04-1988. Une composition colorée à partir des canaux TM 7, TM 4 et TM 2 a été retenue pour la première approche de cartographie par photo-interprétation.

II. Méthodologie adoptée

Pour acquérir une vision synthétique des ressources en sol à l'échelle d'une vaste région, le concept intégrateur de pédopaysage a été retenu [2],[3]. L'inventaire cartographique consiste alors à identifier, délimiter et représenter des unités «pédopaysagères», ensemble cohérents et interactifs de plusieurs types de sols (figure 2). Elles sont définies en fonctions de critères pédologiques, lithologiques, topographiques et d'occupation végétale. Les unités pédopaysagères présentent de fortes relations de voisinage (appartenance à une même synthèse géologique), sont regroupés au sein d'entités territoriales appelées «Petites Régions Naturelles» [2], [4] et [5].

Pour cette étude menée sur une région semi-aride, notre démarche cartographique est fondée sur des critères de deux natures (figure 3) :

-les critères inhérents à l'image : localisation géographique ; ton de grisé ; forme géométrique.

-les critères de l'environnement : topographie ; végétation ; lithologie ; climat ; etc.

Ainsi, nous avons cherché à apprécier les apports des données satellitales du capteur TM à la cartographie pédopaysagique. Pour cela, nous nous sommes tout d'abord limités aux formes géométriques sur l'image (zones homogènes) en analysant la composition colorée retenue, et au domaine spectral de ces données en pratiquant une classification supervisée à partir des données de la carte pédopaysagique obtenue par photo-interprétation. Pour ce faire, nous avons appliqué la méthode du maximum de vraisemblance sur les 05 canaux suivants : TM1, TM2, TM3, TM4 et TM7 (figure 4).

III. Résultats

Dans une première étape, l'interprétation des images et des documents existants nous a permis de dégager les grandes unités «pédopaysagiques» et prévoir leurs délimitations.

Les critères de reconnaissance et de classement de chaque type de sol sont tirés d'après le système de classification des sols français «CPCS, 1967». Les grandes unités de sols identifiées sont les sols minéraux bruts «SMB», les sols peu évolués «SPE», les sols calcimagnésiques «SCaMg», les sols isohumiques «SIsol» et les sols sodiques «SSod» (figure 5).

Il est largement admis que l'interaction des facteurs du milieu (morphologie, lithologie, pente, végétation, climat et l'homme) influent sur la tendance évolutive du sol. Cette évolution peut être dans le sens d'une pédogenèse donc progressive, ou dans le sens d'une morphogenèse donc régressive.

Les sols de la région d'étude sont en général peu épais, parfois inexistant. Ils sont caractérisés par une évolution beaucoup plus régressive que l'inverse (la morphogenèse qui l'emporte sur la pédogenèse).

La classification supervisée, suivant la méthode du maximum de vraisemblance, qui a été appliquée sur l'ensemble du territoire d'étude, montre une distribution spatiale des sols avec des limites plus ou moins évidentes. L'analyse des résultats de la classification automatique révèle que la confusion est liée aux caractéristiques de surface, à la classe pédopaysagique et la géomorphologie de terrain (figure 6).

L'interprétation des signatures spectrales des objets montre que le proche infrarouge (TM 4) et le moyen infrarouge (TM 7) sont celles qui apportent le plus d'informations au niveau pédopaysagique et géomorphologique dans la région d'étude (figure 7).

IV. Conclusion

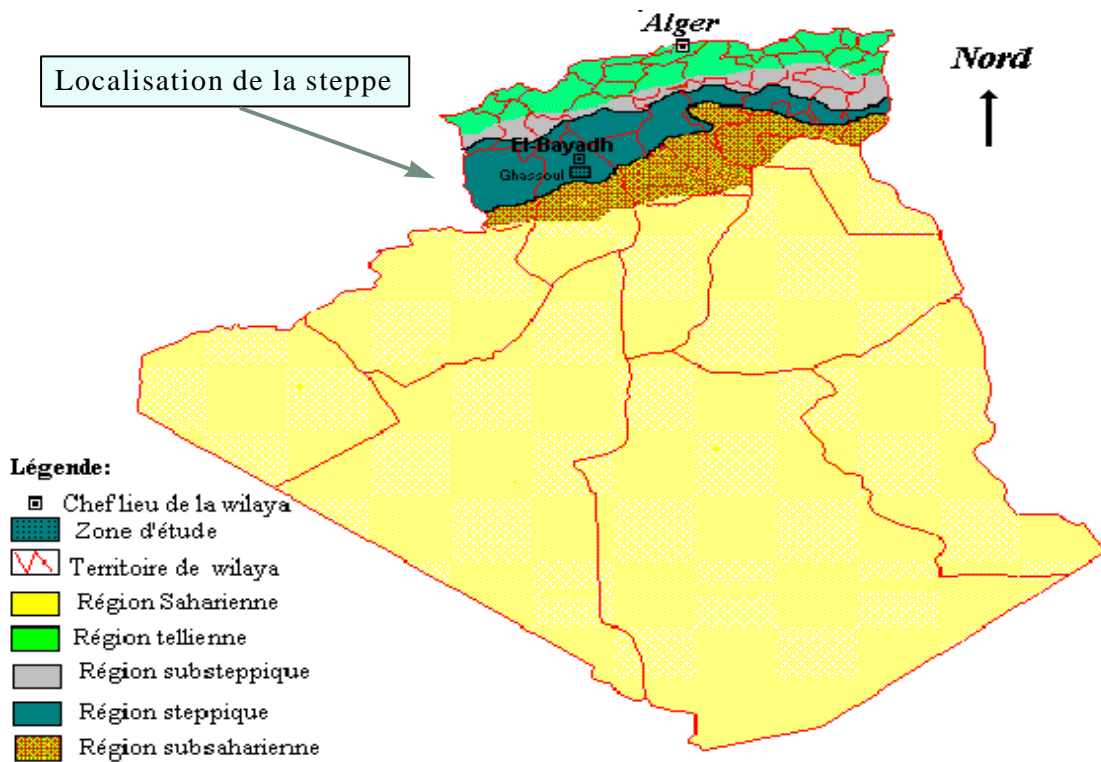
La représentation cartographique pédopaysagique de notre région d'étude à une échelle d'inventaire (1/100.000^{ème}) reste une opération thématique. Il s'agit donc d'une approche globale, synthétique et géographique, permettant la compréhension des relations existantes entre les diverses unités et le paysage steppique.

En fonction de l'objectif cartographique assigné à cette étude ; où les exigences de faire ressortir un document systématique qui répertorie toutes les classes «pédopaysagiques» devant servir de référence à d'éventuelles interprétations thématiques ; il est possible grâce à la télédétection d'apporter une aide directe au prospecteur dans la mesure où les éléments de surface (couleur, piérosité, humidité, etc.) peuvent être discriminés et de réduire la durée de la prospection sur le terrain (effet de synthèse globale) dans un milieu à accès difficile, et dont il est question de diversité géomorphologique.

Des recherches méthodologiques sont en cours, faisant largement appel aux outils informatiques et à l'intelligence artificielle, pour améliorer l'identification et la délimitation d'une part des unités pédopaysagères, d'autre part des types de sols, ceci en vue notamment d'intégrer ces données dans des modèles hydrologiques et pédologiques spatialisés.

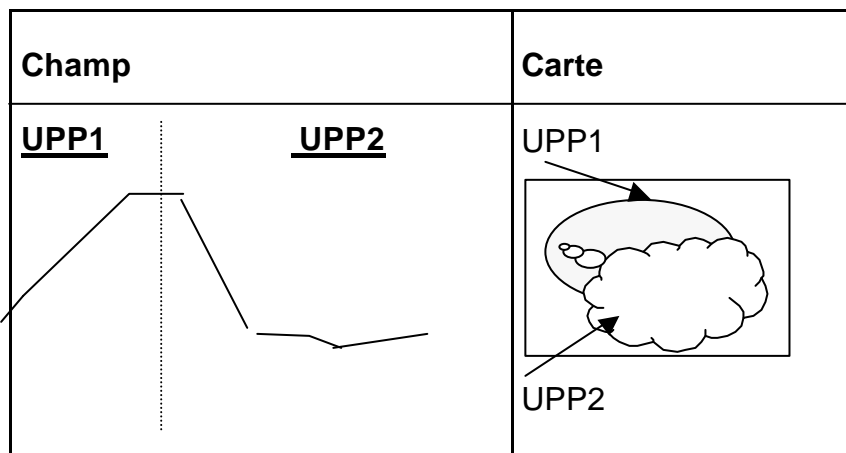
Références :

1. Durant J-H. [1954] : Les sols d'Algérie. S.E.S Alger, 1954 ; 243p.
2. Jamagne M., King D., Girard MC. et Hardy R. [1993] : Quelques conceptions actuelles sur l'analyse spatiale en pédologie. Science du sol, Vol.31, 3, 1993; pp. 141-169.
3. Naert B. [1995] : Cartographie des sols aidée par télédétection. Une méthode adaptée aux milieux méditerranéens et arides. I.N.R.A.-Montpellier- France, 1995 ; pp.193-205.
4. Escadafal R., Mulders M-A. et Thiomiano L. [1995] : Surveillance des sols dans l'environnement par Télédétection et Systèmes d'Information Géographique. Actes du symposium international AISS, Ouagadougou (Burkina Faso) du 6 au 10 février 1995 ; 619p.
5. King D. [1994] : Apport de la télédétection à l'étude de la couverture pédologique. Revue des travaux menés au service d'étude des sols et de la carte pédologique de France. Bul. S.F.P.T n°134 (1994-2); pp. 15-19.



Localisation de la zone d'étude dans le contexte régional steppique d'El-Bayadh

Figure 1. Localisation de la zone d'étude.
Localization of the zone of survey



UPP : Unité PédoPaysagère

Figure 2. Le concept intégrateur de pédopaysage.
The integration concept of landscape pedological

PHASE BUREAU ET REALITE TERRAIN

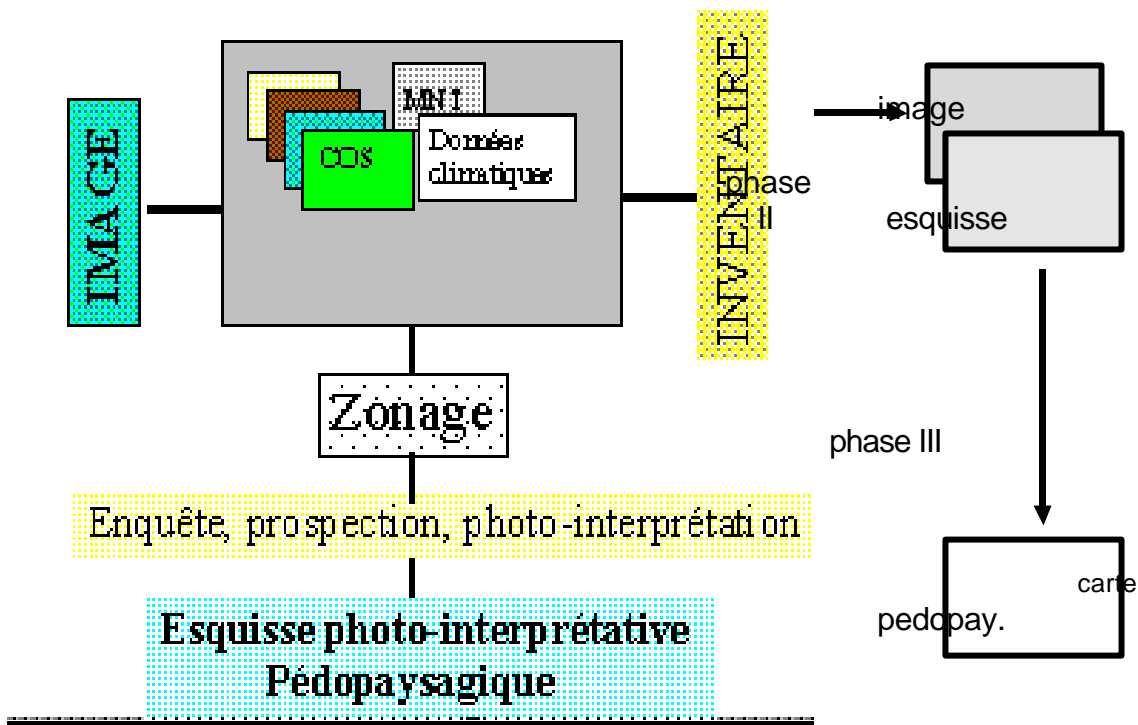


Figure 3. Organigramme méthodologique de la réalisation de la carte pédopaysagique. Methodical organization chart of the realization of the landscape pedological map.

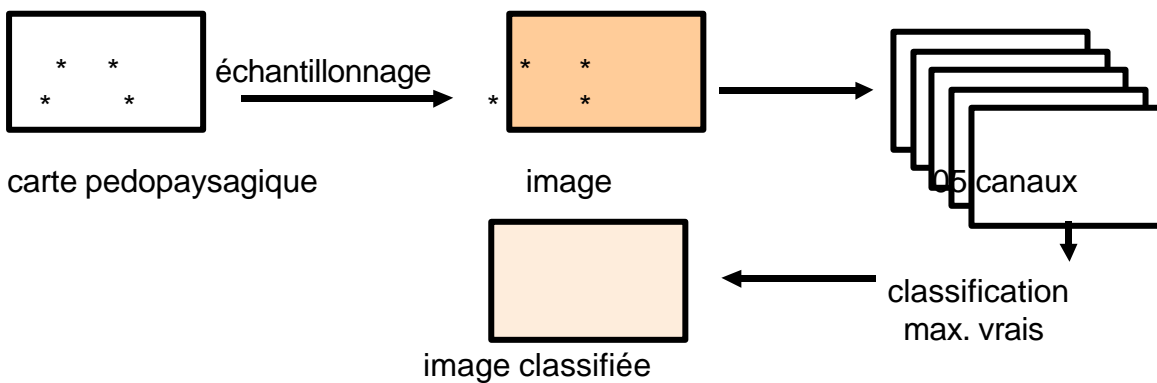


Figure 4. Organigramme méthodologique de la classification par maximum de vraisemblance. Methodical organization chart of the classification by maximum Likelihood.

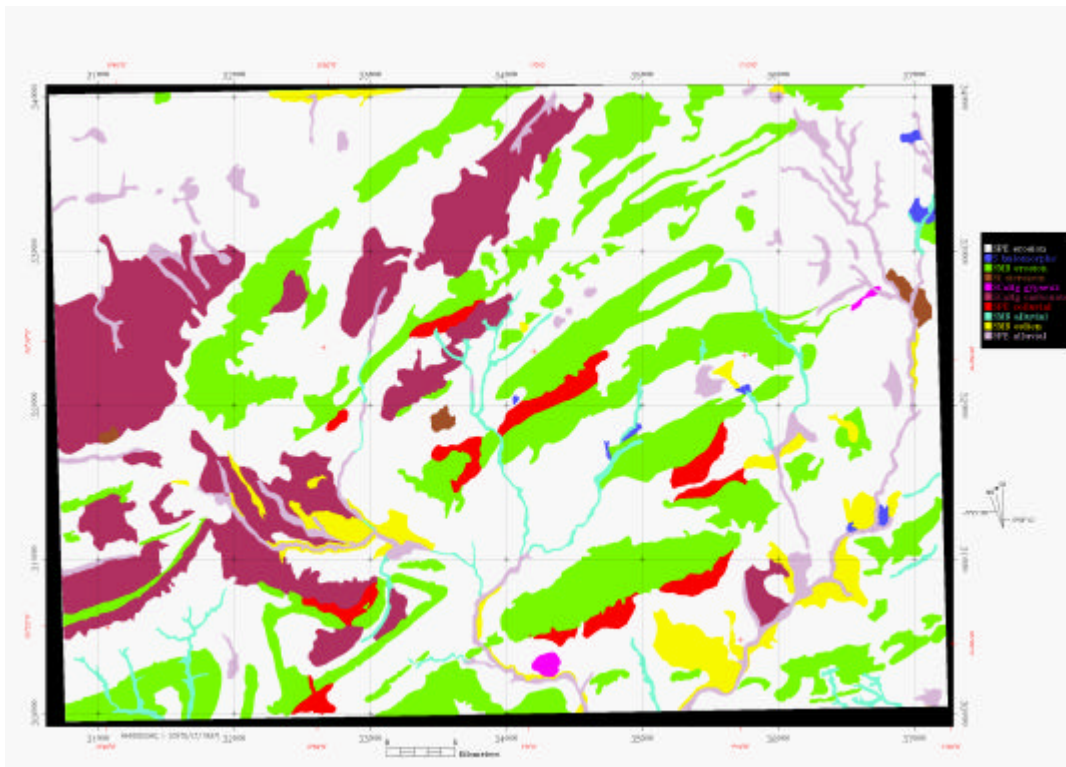


Figure 5. Carte pédopaysagique photo-interprétative de la région de GHASSOUL
Landscape pedological map interpretative photo of the region of GHASSOUL

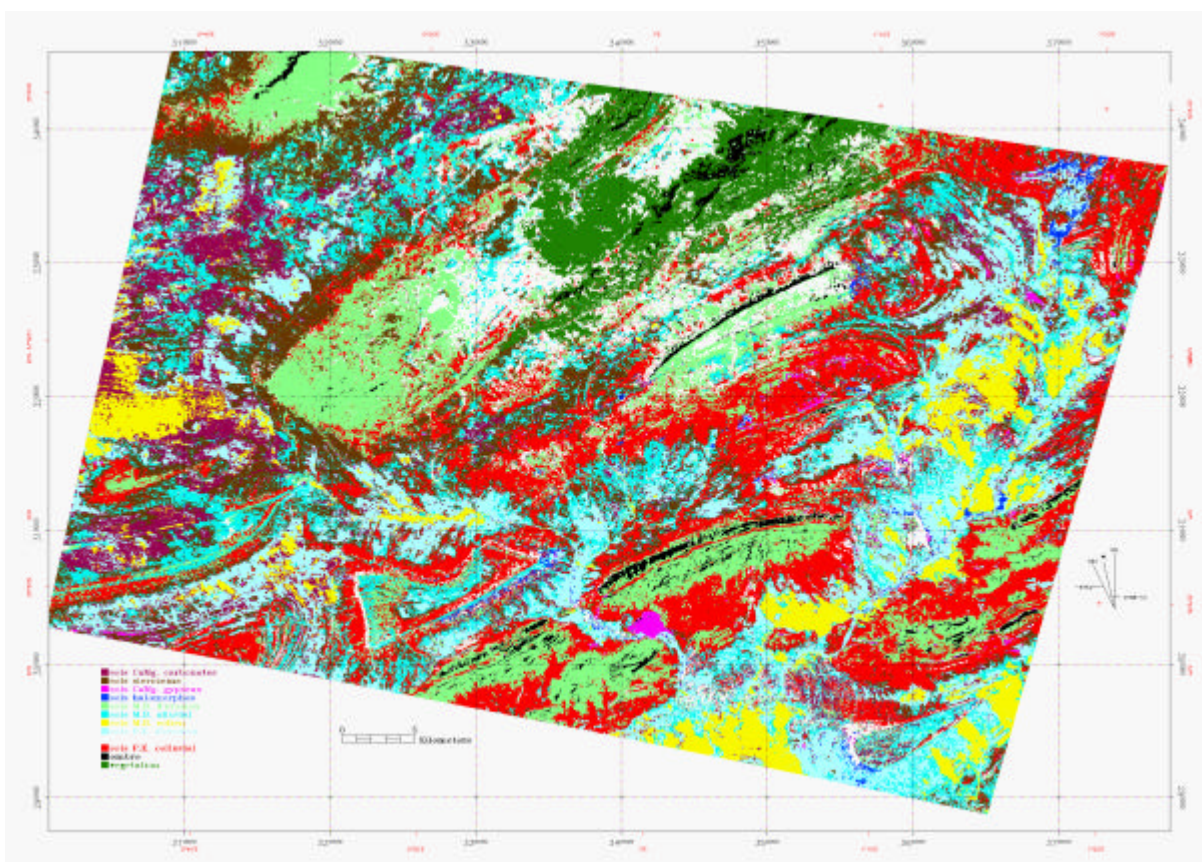


Figure 6. Image de la région de GHASSOUL classifiée par la méthode par maximum de vraisemblance.
Picture of the region of GHASSOUL classified by the method by maximum likelihood.

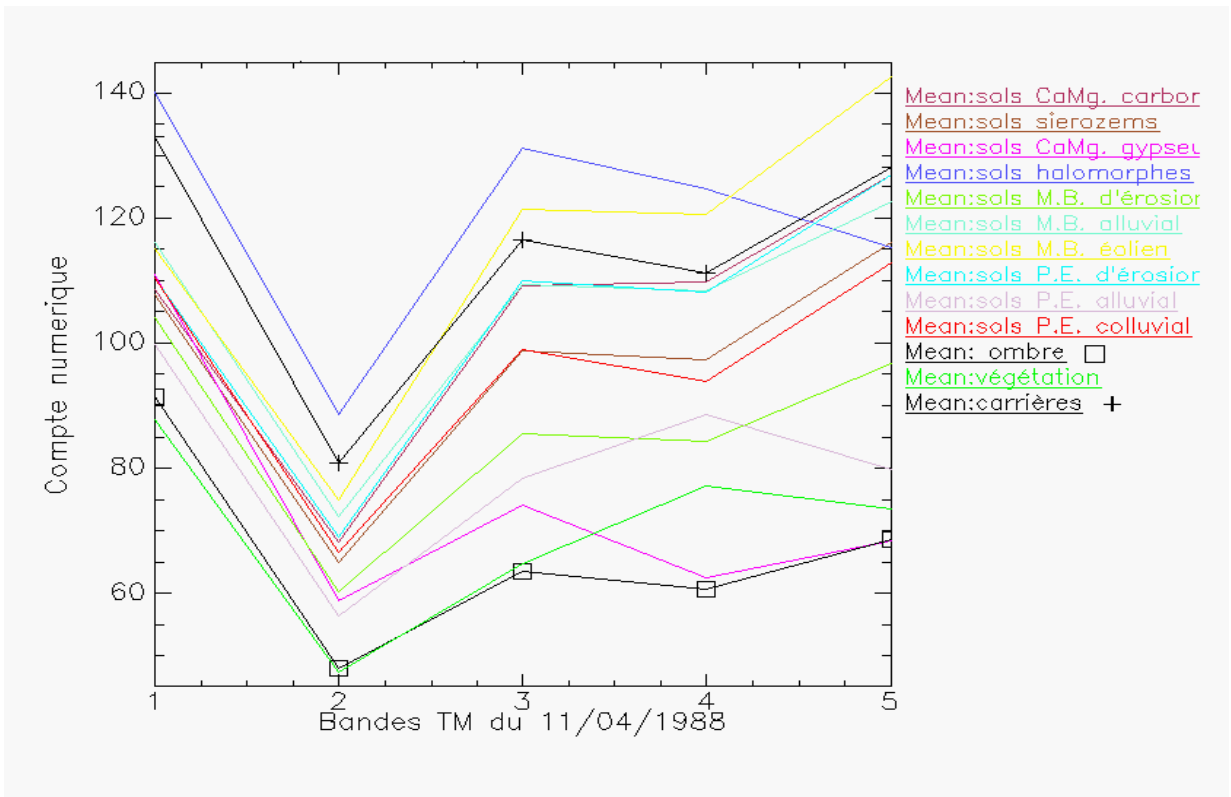


Figure 7. Graphe des courbes spectrales des échantillons.
 Graphe of the spectral curves some samples.

APPORT DE LA TELEDETECTION A L'ETUDE DE LA FRACTURATION DES MONTS DES TRARAS.

Ahmed Zine éddine SAAD^{*}, ZERGA² Mohamed, Mustapha OUASTI², Mohamed BEKADDOUR²

^(*)Laboratoire de télédétection du centre national des techniques spatiales,

⁽²⁾ Faculté des sciences de la terre, université d'Oran.

01, avenue de la Palestine 31200 Arzew, Oran, Algérie (*).

Tel (041) 47 22 17, poste 229, Fax (041) 47 34 54 (*)

Email :saahzd@usa.net

RÉSUMÉ

L'objectif de notre étude consiste à la mise en évidence du réseau de la fracturation des Monts des Traras et ceci par le biais des données images de télédétection.

La région d'étude comporte deux domaines bien distincts structuralement et lithologiquement. Une couverture sédimentaire formée essentiellement de terrains d'âge anté-triasique de formations essentiellement calcaire-marneuses et argileuses reposant sur substratum primaire dévonien péliteux-gréseux et microgonglomératiques conjugué à un granite hercynien

L'approche méthodologique adoptée est fondée sur l'utilisation des images spatiales de landsat 5 thematic mapper .

L'interprétation géologique a été faite sur la trichromie RVB à partir des images TM5, TM3 et TM2. Ainsi des unités géologiques homogènes ont été caractérisées. Le concours aux critères d'identification voir critères fondamentaux de la photo-interprétation (signature spectrale, structure-texture et l'aspect morphologique) est fondamental.

Les traitements appropriés à la zone d'étude tels que l'analyse en composante principale ou la transformation RVB_ITS quant à la caractérisation de la fracturation sont probants

Les résultats obtenus ont été corrélés aux différents travaux réalisés dans la région. Un document thématique sur le plan structural de la région, suivi d'une interprétation, est ainsi proposé.

Mots clés. *Télédétection, données images, fracturation, photo-interprétation, traitements*

ABSTRACT

The objective of our survey consists in underscoring of the network of the fracturation of Traras mounts and this by means of images data of remote sensing.

The region of survey includes two very distinct domains structurally and lithologically. A sedimentary cover essentially formed of ante-triasique age lands of essentially calcareous, marly and clayey formations resting on a primary sandstone , microgonglomeratic eratic dévonian substratum combined to an hercynien granite.

The adopted methodological approach is founded on the utilization of spatial images of landsat 5 thematic mapper. The geological interpretation has been made on RGB three colors process from TM5, TM3 and TM2 images. So, some homogeneous geological units have been characterized. The support to the identification criteria even fundamental criteria of the photo-interpretation (spectral signature, structure, texture and the morphological aspect)

The suitable treatments to the zone of survey as the analysis in main component or the RVB_ITS transformation the characterization of the fracturation are convincing.

The obtained results were correlated to the different works achieved in the region. A thematic document on the structural plan of the region, followed by an interpretation, is thus proposed.

I. INTRODUCTION

Le but de ce travail est de mettre en évidence en un premier lieu les différentes unités géologiques homogènes de la région des monts des Traras, ceci d'une part. La caractérisation de la fracturation et son analyse est l'étape essentielle de notre étude. Cette dernière se fera par les différents traitements adéquats de nos données images de Landsat 5 Thematic Mapper. L'interprétation des unités géologiques a été faite sur la trichromie RVB à partir d'images TM5, 3, 2

2. CADRE GEOGRAPHIQUE

Le massif des Traras essentiellement montagneux s'intègre dans le bloc oranais nord-occidental de la chaîne alpine selon Elmi (1972) et Ameur (1988). Ces terrains font partie de l'avant-pays tello-rifain et correspondent au domaine tlemcenien septentrional. Il est limité au nord par la Méditerranée, à l'est par le bassin mio-plio-quadernaire de la Tafna, à l'ouest par les Beni-Snassen (Maroc oriental) et au sud par la dépression de Maghnia

3. L'EVOLUTION STRUCTURALE DE LA REGION D'ETUDE.

3.1. La tectogénèse des monts des Traras .

La tectogénèse des monts des Traras semble relativement difficile à reconstituer à cause de la superposition d'au moins deux cycles orogéniques reconnus par les différents auteurs dans la région: un cycle ancien hercynien et un cycle récent alpin. Il n'est alors possible, actuellement, de reconnaître que les effets du dernier cycle. Les structures héritées de l'hercynien ont été en grande partie obliérées par la surimposition de celles de l'alpin. Ainsi, nous pouvons subdiviser la tectogénèse des monts des Traras en deux grandes périodes telles que définies par Guardia (1975) : une tectogénèse pré-atlasique et une tectogénèse atlasique.

La tectogénèse pré-atlasique regroupe tous les mouvements tectoniques ayant affecté le socle pendant la période de sédimentation de la couverture secondaire. Ces mouvements sont décelés grâce aux perturbations provoquées au cours de la subsidence. Ils concernent les failles N20 et N50 qui rejouent ainsi en régime distensif et permettent l'individualisation des bordures orientale et occidentale des Traras respectivement du trias au jurassique moyen et du Jurassique supérieur au crétacé.

La tectogénèse atlasique concerne les mouvements qui se sont produits pendant l'émersion définitive de la région, au crétacé supérieur, et la transgression miocène. Les structures observées sont à rapporter à trois phases tectogéniques essentielles.

La première phase majeure de tectogénèse d'âge éocène agit en compression. Elle est responsable de l'ébauche des principaux plis de grande envergure qui déforment la région.

La seconde phase d'âge oligo-miocène se révèle d'une très grande importance dans l'édification architecturale de la région. Elle est distensive et permet l'individualisation de horsts et de grabens grâce aux rejeux verticaux importants des accidents principaux N50 et pour une moindre part N20.

La dernière phase est compressive . Elle débute au miocène supérieure et ses effets s'étendue jusqu'au quadernaire. Elle se manifeste par des rejeux d'accidents en mouvements décrochants et par des déversements des structures plissées des phases atlasiques antérieures

4. METHODOLOGIE

La méthodologie qui est à une échelle stratégique, se base sur l'analyse des caractéristiques radiométriques, morpho-structurales et texturales des formations géologiques.

Elle repose directement sur l'analyse des trois critères fondamentaux de la photo-interprétation définis comme étant la signature spectrale, la texture et la structure ainsi que la morphologie.

Elle réside, d'une part, sur les travaux géologiques antérieurs des différents auteurs de la région des monts des Traras et, d'autre part, sur la contribution des données Thematic Mapper de Landsat 5 du secteur. Ceci se fera grâce aux différents traitements accommodés à l'étude et qui sont précisés dans la figure 1.

5. INTERPRETATION DES RESULTATS.

les limites géologiques des formations lithostratigraphique qui ont été mises en évidence et mentionnées dans le tableau 1 ainsi que la caractérisation de la fracturation qui est portée sur la figure 2, ont été réalisées sur la base d'une interprétation proprement dite cartographie synthétique. C'est à dire que le faciès image associé aux trois paramètres fondamentaux de la photo-interprétation a été confronté à la documentation existante telle que la carte géologique, le fond topographique, les documents bibliographiques. Les images utilisées sont issues des canaux du visible (tm3,tm2) et celui du proche infrarouge (tm5) des données Landsat 5 Thematic Mapper.

La mise en évidence de la fracturation de la zone étude a été faite par des différents traitements adéquats à l'étude. Notons que le pseudo canal de la troisième composante ou acp3 a permis de caractériser surtout les failles de direction méridienne observées pour la première fois.

Sur la base des données statistiques, différentes directions de fracturations ont été caractérisées. Ces directions sont portées sur la figure 3.

Les linéaments structuraux sont interprétés directement, cas de linéaments évidents, ou indirectement quand il s'agit d'une «rupture radiométrique»,(rupture dans une direction). Celles-ci sont regroupées en fonction de leur direction moyenne en quatre familles principales : N00 ; N20 ; N50 et N120.

5.1. ANALYSE DE LA FRACTURATION

5.1.1. Les failles de direction moyenne N00 :

28 mesures ont été relevées avec un pas de 20°. Ces mesures varient de N160 à N03. La direction moyenne de cette famille de failles serait alors proche de N00. Nous pouvons alors la considérer comme subméridienne. Il est reconnu uniquement dans la couverture méso-cénozoï que jalonnant la limite occidentale du socle notamment dans la région de cap Tarsa. D'autre part, il paraît bien postérieur aux autres directions de failles.

5.1.2. Les failles de direction moyenne N20 :

21 fractures ont été mesurées dans cette orientation. La direction moyenne de ces fractures serait alors proche de N20 pour la comparer à celle déterminée par Guardia (1975). Ce réseau de fractures apparaît très lié aux limites entre le socle et la couverture notamment sur la bordure Nord-occidentale des monts des Traras. Les alignements de ces failles sont sensiblement parallèles à l'allongement de la boutonnière paléozoï que. Ce réseau est hérité d'une phase orogénique hercynienne et repris par l'orogénèse atlasique.

5.1.3. Les failles de direction moyenne N50 :

ce réseau de fractures est le plus important quantitativement dans le secteur étudié. Plus de 100 mesures ont été relevées dans cette direction qui est comprise entre N40 et N80. Pratiquement les mêmes orientations ont été déterminées par Guardia (1975) qui estime lui aussi une direction moyenne N50 correspondant à la direction atlasique et parallèle à l'allongement NE - SW de la chaîne du Fillaoussène.

Ce réseau est très étendu dans le socle et dans la terminaison occidentale du Fillaoussène. Il semble, comme la direction N20, hérité de l'orogénèse hercynienne et repris par l'orogénèse alpine.

Les fractures d'orientation moyenne N20 ont très probablement été conjuguées à celles orientées à N50 au cours de leurs jeux ou rejeux hercyniens à tardi-hercyniens.

5.1.4. Les failles de direction moyenne N120 :

60 mesures ont été caractérisées pour cette direction. Elles oscillent toutes entre N93 et N154 mais près de 70% des mesures sont comprises entre N100 et N140. Leur direction moyenne serait N120. Ce réseau de failles paraît avoir pris naissance dans la couverture mais recoupe, quelquefois, les structures du socle. Guardia (1975) estime que cette famille d'accidents, bien représentée dans la Meseta oranaise, passe pratiquement inaperçue dans les Traras. L'image satellitale montre, par contre, qu'elle est assez évidente dans la région.

6. Conclusion et chronologie des fractures :

L'analyse d'images satellitales des monts des Traras a permis de reconnaître quatre familles de fractures d'importance régionale.

Ces failles, d'orientation moyenne N00, N20, N50 et N120, ont toutes contribué, ensemble ou séparément et ce depuis l'hercynien jusqu'à l'alpin, à la structuration de ce tronçon de l'atlas tellien.

A partir des différentes relations existantes entre ces quatre familles de failles, nous pouvons reconstituer leur chronologie par rapport aux deux orogénèses qui se sont succédées dans les Traras.

Ainsi, il est évident que les réseaux les plus anciens sont ceux orientés à N20 et N50. Ceux-ci affectent essentiellement le socle et se retrouvent aussi dans la couverture. Ils sont donc hérités de l'orogénèse hercynienne et ont été, par la suite, repris par les phases alpines.

Selon les arguments avancés par Guardia (1975), l'origine des failles orientées à N20 est très liée au bombement d'ensemble du massif ainsi qu'à l'intrusion du pluton granitique. La mise en place de ce dernier est tardi-hercynienne puisqu'il recoupe toutes les formations anté-Pémo-Trias et les déformations qu'il engendre dans l'encaissant, sont négligeables régionalement selon Abdelhalim (1973) et Guardia (1975). Les failles de direction moyenne N20 correspondent à celle des transversales définies par Glangeaud (1951). Elles s'expriment par de simples failles verticales ou des failles-plies et se localisent surtout sur les limites socle-couverture des monts des Traras.

Par comparaison aux travaux de Lucas (1952) sur les granites de Beni-Snousse et de Tifrit qui se présentent dans les mêmes conditions structurales que celui de Nedroma, l'âge de mise en place est fini-westphalien.

Les fractures de direction N20 sont donc très probablement nées de l'une des phases orogéniques tardi-hercyniennes située à la limite du westphalien et du stéphanien. Celle-ci aurait été relayée par des cisaillements juste après son relâchement. Ainsi, le bombement anticlinal de direction N20 de la boutonnière paléozoï que des Traras, moulée autour du batholite granitique, est dû à cette phase dont les failles qui en sont résultées, orientées à N20, sont responsables de sa surrection finale. Ces fractures se retrouvent obliques par rapport à celles orientées à N50 et héritées de phases orogéniques hercyniennes antérieures. De ces dernières, il ne subsiste que les failles de direction N50 qui constituent ainsi les vestiges structuraux les plus anciens connus dans la région. Leur attribution à l'une des phases hercynienne, voir même plus antérieure, reste discutable.

Dans la couverture, les fractures de direction N00 et N120 se surimposent aux deux premières et sont donc plus récentes. Elles sont liées aux phases atlasiques au cours desquelles les failles de direction moyenne N50 et N20 ont joué en contacts subverticaux et en failles-plies d'après Guardia (1975).

La famille d'accidents à N120 apparaît principalement dans la couverture jalonnant le socle dans sa partie occidentale et dans la chaîne du Fillaoussène. Guardia (1975) suppose que ce réseau, qui est bien représenté dans la Meseta oranaise, passe pratiquement inaperçu dans les Traras.

Sur l'image satellitale présentée par la figure 2, il apparaît clairement au moins le long de trois alignements de failles très nettes qui se prolongent même dans le socle. Ce réseau, en se combinant aux accidents N50 et N20, semble former des figures losangiques.

Les failles de direction moyenne N00, ou failles subméridiennes, sont décrites ici pour la première fois dans les Traras grâce à l'apport de la télédétection. Elles se situent dans leur globalité dans la couverture méso-cénozoï que bordant le socle au nord-ouest et dans l'extrémité occidentale du Fillaoussène. Elles pénètrent rarement le socle. Elles sont, certes, peu nombreuses et peu accentuées mais constituent néanmoins un jalon supplémentaire dans la compréhension de la structure des monts des Traras. Ces failles recoupent, notamment aux environs de Sidna Youcha-cap Tarsa et dans la terminaison occidentale du Fillaoussène, les autres accidents : N20, N50 et N120. Ce réseau est donc le plus récent et semble très probablement acquis au cours de l'une des phases tardi-orogéniques atlasiques. Il correspondrait à des failles de moindre envergure accompagnant les transversales subméridiennes définies par Glangeaud (1951).

7. Références Bibliographiques

ABDELHALIM R. (1973). Etude pétrographique et structurale du granite de Nédroma et de son auréole de métamorphisme. Thèse Doct. 3ème Cycle, Alger, 96p.

AMEUR M. (1988). Etude stratigraphique et sédimentologique du Jurassique inférieur et moyen de la partie orientale de la chaîne du Fillaoussène. Thèse Doct. d'Etat, Univ.Oran,172p.

ELMI S. (1972). L'instabilité des Monts de Tlemcen et de Rhar Roubane (Ouest algérien) pendant le Jurassique : interprétation paléogéographique. C.R. somm. Soc. Géol. France, n°5, pp. 220 -222.

GLANGEAUD L. (1951). Interprétation tectonophysique des caractères structuraux et paléogéographiques de la Méditerranée occidentale. Bull.Soc.Géol.Fr., (6), t1, pp735-762.

GUARDIA P. (1975). Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie nord - occidentale. Relations structurales et paléogéographiques entre le Rif externe, le Tell et l'Avant - Pays atlasique. Thèse Doct.Etat. Univ. Nice, n°:A011417, 289 p.

LUCAS S. (1952). Bordure des Hautes Plaines en Algérie occidentale. Primaire géographique. Analyse structurale.XIXe cong. Géol. Int. Alger. Mon. Région. Algérie, (1), n°21, résumé p.14.

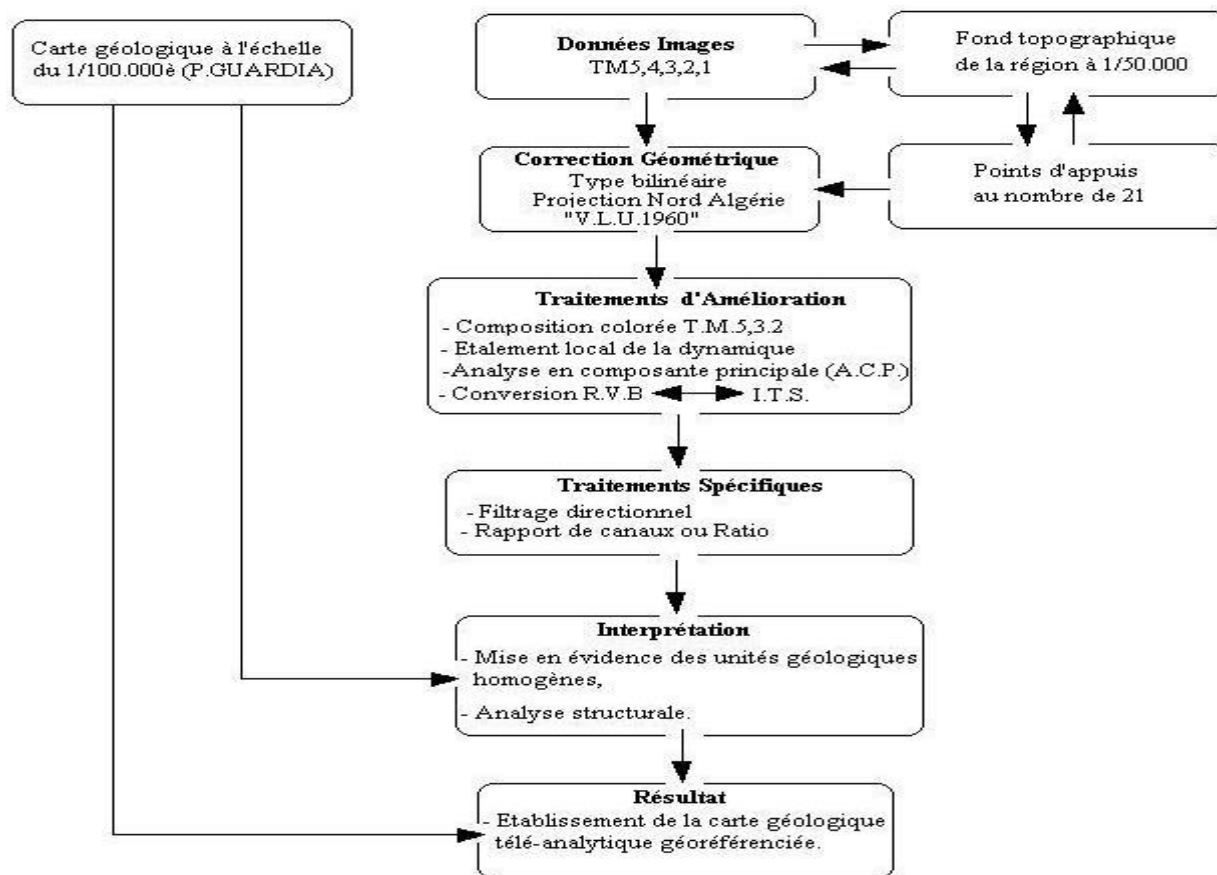


Figure 1. les différentes étapes de prétraitements et traitements effectués dans la région des monts des Traras

Age des formations	Lithologie	Tonalité	Composition Colorée tm5,3,2
Quaternaire	croûtes calcaires anciennes et formations dunaires	moyenne	marron clair
Quaternaire (Bp)	Basaltes	faible	vert sombre
Pliocène(Bp)	Basaltes	élevée	vert bleuâtre
Miocène continental	formations continentales.	élevée	blanc vif
Miocène	barres gréseuses.	moyenne à faible	vert noirâtre
Cénomaniens-Turonien-Sénonien inférieur	argiles pélitiques grisâtres, calcaires gris et marnes grises	faible	marron verdâtre
Kimméridgien	formations calcaro-dolomitiques, marnes verdâtres et dolomies jaunâtres	moyenne	marron rougeâtre
Oxfordien supérieur	formations gréseuses	moyenne	marron rougeâtre
Domériens-supérieurs-Toarciens-Aaléniens	formations carbonatées	élevée	blanc dégradé
Calloviens-Oxfordiens	argiles et grès	élevée	blanc rougeâtre
Lias moyen	marnes verdâtres, dolomies jaunâtres et claires. Pérites argileuses verdâtres, et grés. Calcaires sombres et marnes jaunes et grises. Calcaires argileux gris-verdâtres.	moyenne	violet clair
Trias (Permo-Trias)	conglomérats, argiles et roches volcaniques.	faible	verdâtre
Primaire (Dévonien)	micro-conglomérats, série périto-gréseuses, alternance de pérites argileuses et siliceuses, alternance de phanites noires et de schistes, Pérites grisâtres à verdâtres et grés psammitiques vert sombre à marron.	faible	violet sombre
Granite Hercynien	granite	moyenne à faible	marron vif

Tableau 1. Interprétation des différentes formations lithologiques de la région des Monts des Traras à partir de la composition colorée T.M.5,3,2

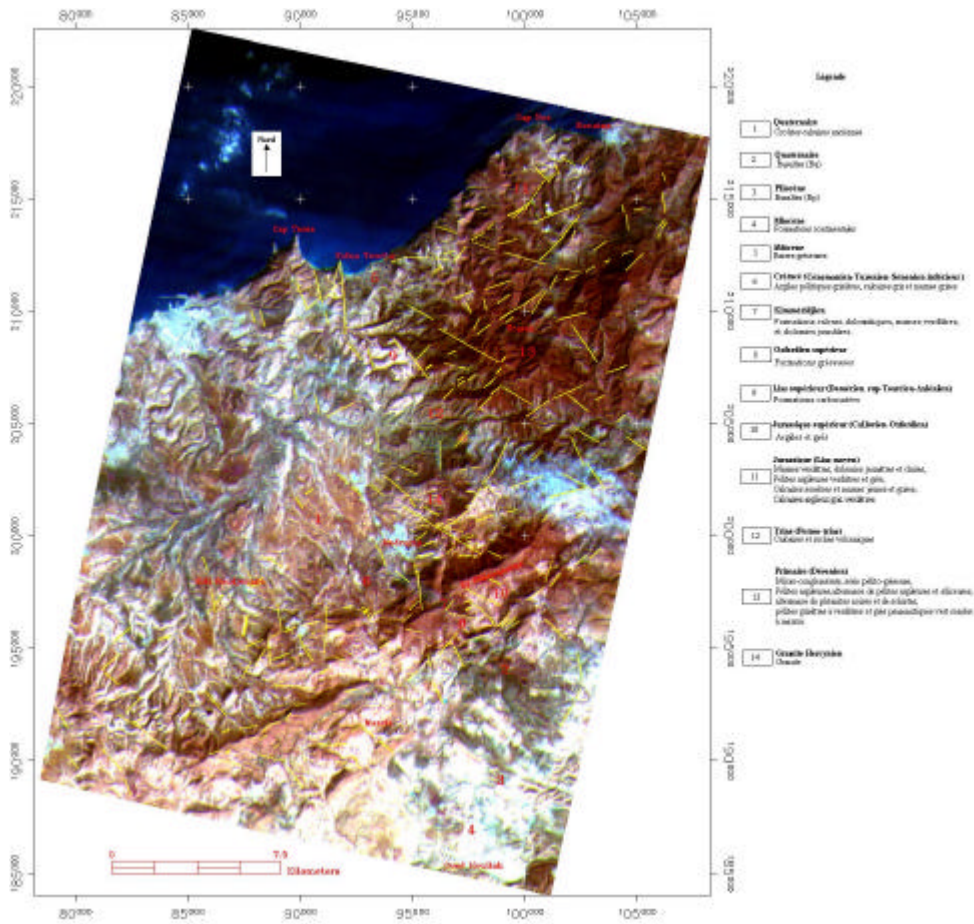


figure 2. Caractérisation du système de la fracturation de la région des Monts des Traras à partir des différents traitements.

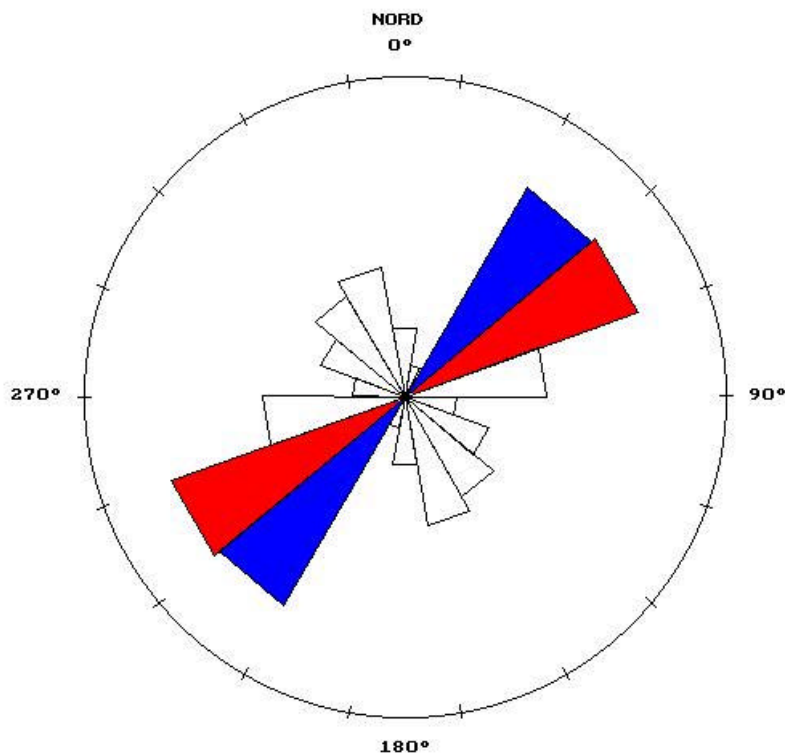


Figure 3. Rosace de distribution directionnelle des linéaments encaissés dans le socle primaire et dans la couverture secondaire de la région des monts des Traras.
Nombre total : 213. Le Pas est de 20°

LES POIDS DES OBSERVATIONS HETEROGENES DANS LA COMPENSATION PAR LES MOINDRES CARRES

Par Claude Million

Claude.Million@wanadoo.fr

Site perso.wanadoo.fr / Claude. Million

INTRODUCTION :

On a voulu rassembler quelques recettes relatives à la pondération des mesures hétérogènes dans les compensations par les moindres carrés. Ce problème se pose constamment de nos jours où nous avons le bonheur de pouvoir utiliser toutes sortes de mesures: Par exemple les mesures de longueur électroniques rivalisent de précision avec les anciennes mesures angulaires. Dans une étude que nous avons eu l'honneur de mener sur l'utilisation de mesures faites à bord de l'avion au cours d'un vol de prise de vues aériennes, on a dû mélanger des mesures faites au sol, aux mesures traditionnelles faites sur les clichés, avec des mesures G P S faites à bord pendant le vol, des mesures de pression atmosphérique de très haute précision, et des mesures laser de distance entre l'avion et le sol, pour lesquelles nous n'avions qu'une très vague idée des précisions attendues, tant internes qu'externes.

Le problème avait été traité dans la thèse de Namik KOPLIKU, en utilisant l'étude théorique qui en avait été faite par l'I G G Ph. HOTTIER. Puis on a bénéficié d'une communication personnelle extrêmement riche et détaillée de l'I G G A.FONTAINE. En outre, on a pu constater que le problème, en principe résolu par HELMERT dès 1924, agitait dans le même temps, les chercheurs étrangers : Ce qui suit est une sorte de synthèse très simplifiée de ces travaux, et des essais, assez nombreux, qu'on a pu faire depuis.

Hélas, le problème n'est pas de ceux qu'on peut traiter aisément, au contraire, il demande une sérieuse préparation pour une mise en oeuvre pratique souvent extrêmement simple, mais qui doit être menée avec grand soin, sous peine de faire n'importe quoi.

INTRODUCTION:

One wanted to reassemble some recipes relative to the heterogeneous measures balancing in compensations by the least squares. This problem arises constantly nowadays where we have the good fortune to be able to use all ways of measures: For example the electronic length measures compete in precision with the ancient angular measures. In a survey that we had the honor to lead on the utilization of measures made aboard the plane during a flight of aerial photographs, we should have mixed measures made to soil, to the traditional measures made on shots, with G P S measures made aboard during the flight, measures of atmospheric pressure of very high precision, and laser measures of distance between the plane and soil, for which we only had a very wave idea of precisions waited, so much internal as well as external.

The problem had been treated in the thesis of Namik KOPLIKU, by using the theoretical survey that had been made by the I G G Ph. HOTTIER. Then we had got an extremely rich and detailed personal communication of the I G G A.FONTAINE. besides, we could have noted that the problem, in principle solved by HELMERT since 1924, agitated in the same time, the foreign researchers,: What follows is a way of synthesis very simplified of these works, and of tests, numerous enough, that we could have made since.

Alas, the problem is not of those that one can treat comfortably, on the contrary, it asks for a serious preparation for a practical implementation usually extremely simple, but that must be led with big care, for fear to have no idea what we are doing.

LES BASES THEORIQUES

Dans les compensations par les moindres carrés on cherche à résoudre un système d'équations non linéaire $F(X,L)=0$, pour lequel on connaît une valeur approchée X_0 des inconnues, on calcule $l=F(X_0,L)$, on cherche les corrections à apporter à X_0 pour en obtenir les estimations les plus probables.

L'équation à résoudre est, alors, de la forme:

$$A \cdot \dot{x} = l - \dot{e}$$

Dans laquelle:

A , m lignes et n colonnes est la matrice Jacobienne de linéarisation des équations d'observation. Ses lignes sont la suite des dérivées partielles de la fonction liant les inconnues à la mesure l .

$$\frac{\partial F}{\partial X} = A$$

x , n ligne et 1 colonne est le vecteur des inconnues au voisinage d'un point approché X_0 . On a $x = X - X_0$, X est la solution cherchée (Le point indique des valeurs "vraies"). l , m lignes, 1 colonne, est la différence entre la mesure et cette même quantité calculée au voisinage du point approché $l = F(X_0) = l$, $l = \text{Observé} - \text{Calculé}$.

e , m lignes et 1 colonne est le vecteur erreur.

L'hypothèse classique est que l'espérance du vecteur e , en d'autres termes sa moyenne, est nulle $E(e)=0$, où :

$$E(e) = \frac{\sum_{i=1}^{m-n} e_i}{n}$$

On utilise l'opérateur espérance $E()$ pour alléger l'écriture. La variance de e , $e \cdot e^T$ est

$$\sigma^2 = P^{-1} \cdot \sigma_0$$

cette matrice de dimensions m, m sera le plus souvent diagonale, sauf si les données proviennent d'une compensation précédente isolée, dont on a pu relever la matrice normale.

La compensation par les moindres carrés résulte de la pré multiplication par la matrice A^T , n lignes et m colonnes, et dans la pondération des observations. Les équations, après pondération, s'expriment par des valeurs **sans dimensions**.

On écrit :

$$\sqrt{P} \cdot A \cdot x = \sqrt{P} \cdot l$$

$$A^T \cdot P \cdot A \cdot x = A^T \cdot P \cdot l$$

$$N = A^T \cdot P \cdot A$$

$$N \cdot x = A^T \cdot P \cdot l$$

En prémultipliant les deux membres par N^{-1} , n lignes, n colonnes, on obtient :

$$\bar{x} = N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot l$$

$$A^- = N^{-1} \cdot A^T \cdot P$$

$$\bar{x} = A^- \cdot l$$

où x barre est l'estimation des moindres carrés de x , A^- est l'inverse généralisée de A , la notation est due à IIGG Ph.HOTTIER, elle est différente des notations étrangères notamment anglo-saxonnes qui, à notre sens, peuvent induire en erreur.

On calcule le vecteur des résidus v , m lignes et 1 colonne :

$$v = A \cdot \bar{x} - l, \quad l = A \cdot \dot{x} + e$$

$$v = A \cdot (\bar{x} - \dot{x}) - e; \quad \text{où } \bar{x} - \dot{x} = N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e$$

$$\text{car } \bar{x} = N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot l, \quad \text{et } \dot{x} = N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot (l - e)$$

$$v = A \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e - e; \quad v = -(I - A \cdot A^-) \cdot e$$

$$v = -Q \cdot e$$

$$Q = I - A \cdot A^-$$

La matrice symétrique Q , m lignes, m colonnes, est de rang $m-n$, donc singulière. De plus elle est **idempotente** (Annexes), ce qui a pour conséquence que sa trace est égale à son rang $m-n$, donc la somme des variances des résidus pondérés est égale à $m-n$, comme par définition la somme des variances des mesures pondérées est égale à n , on voit qu'elle est toujours supérieure à la somme des résidus pondérés: **Résidus << Erreurs d'observation**.

De plus, on a $Q^2 = Q$ (idempotence voir annexes), et chaque terme diagonal est inférieur ou égal à 1 , il est égal, aussi, à la somme des carrés des termes de sa ligne, et on peut en connaître une valeur approchée sans grands calculs :

$$q_{i,i} = q_{i,1}^2 + q_{i,2}^2 + \dots + q_{i,i} \cdot q_{i,i} + \dots + q_{i,j}^2 + \dots + q_{i,m}^2$$

$$0 \leq q_{i,i} \leq 1$$

$$E(q_{i,i}) = \frac{m-n}{m} \ll 1$$

On vient de toucher du doigt la base de la pondération des mesures hétérogènes: Dans un système où toutes les observations sont homogènes (de même nature et de même précision), la somme des carrés des résidus pondérés est égale à son rang $m-n$, m nombre de mesures homogènes, n nombre d'inconnues à déterminer; de même on a :

$$\frac{\sigma_1^2}{\sigma_0^2} = 1; \quad \sigma_1^2 \cdot P = 1,$$

rappelons que σ_0 et σ_1 sont respectivement l'écart-type a priori et l'écart-type a posteriori.

La somme des résidus pondérés est, alors, égale au nombre de ses degrés de liberté $m-n$. m nombre d'observations, n nombre d'inconnues.

Le problème qu'on veut résoudre est de donner, à des mesures hétérogènes, des poids **a priori**, tels que cette propriété soit conservée; on considère, peut être un peu légèrement, que si cette condition est respectée, on utilise, pour pondérer les mesures, les **vrais** écarts-type des populations de mesures concernées.

Ceci est d'autant plus contestable qu'un autre critère a été proposé : celui d'égaliser les **moyennes des traces** des sous-matrices des résidus pondérés des observations, dans la majorité des cas les résultats sont identiques.

Mais, il semble que le premier critère soit le plus souvent, et internationalement, retenu.

Si on partitionne la matrice de mesures hétérogènes Q en sous-matrices homogènes, de mesures de même nature et de même précision on aura :

$$\begin{vmatrix} Q_{11} & Q_{12} & \dots & \dots \\ Q_{21} & Q_{22} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{vmatrix}$$

$$\text{Tr}(Q_{ij}) = \text{Tr}(Q_{i1} \cdot Q_{j1}) + \text{Tr}(Q_{i2} \cdot Q_{j2}) + \dots + \text{Tr}(Q_{i1} \cdot Q_{j1}) + \dots + \text{Tr}(Q_{ij} \cdot Q_{ji}) + \dots$$

Les matrices Q ont les mêmes propriétés que les termes q d'une ligne et notamment:

Cette relation, expliquée en annexe, est importante, car connaissant un élément diagonal on pourra approcher les termes hors diagonale.

LES EQUATIONS ET LEUR RESOLUTION

On se propose de représenter les populations des résidus de compensation par les moindres carrés par la relation

$$\begin{matrix} V_1 & A_1 & e_1 \\ V_2 & A_2 & e_2 \\ V_3 & = & A_3 \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e - e_3 \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ V_m & A_m & e_m \end{matrix}$$

Avec $A = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_m$ ce qui mène à

$$\begin{matrix} V_1 & = & A_1 \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e - e_1 \\ \dots & \dots & \dots \\ V_m & = & A_m \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e - e_m \end{matrix}$$

ou

$$v_i = A_i \cdot A^{-1} \cdot e - e_i$$

On se donne quelques notations supplémentaires :

On a noté m le nombre total des observations de toutes natures on notera m_i le nombre des observations de nature et de précision i . On note d_i le déficit de rang des observations i .

La matrice globale de Variance-Covariance des observations est donnée par :

$$E(e \cdot e^T) = \sum_{i=1}^m \rho_{0i}^2 \cdot P_i^{-1} = \sum_{i=1}^m \frac{\rho_{0i}^2}{\sigma_{0i}^2}$$

Où \tilde{n}^2 est un facteur de variance à calculer

Après des calculs assez longs, développés en annexe, on arrive à la relation :

$$\begin{matrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1p} & \rho_1^2 & c_1 \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2p} & \rho_2^2 & c_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \cdot & \cdot \\ b_{p1} & b_{p2} & \dots & b_{pp} & \rho_p^2 & c_p \end{matrix} =$$

On cherche à calculer \tilde{n}_i^2 qui est l'inconnue.

Les autres termes représentent les valeurs suivantes, calculées, sauf pour c , par deux voies différentes :

$$c_i = v_i^T \cdot P_i \cdot v_i$$

$$b_{ii} = m_i - 2 \cdot \text{Tr}(N^{-1} \cdot N_i) + \text{Tr}(N^{-1} \cdot N_i \cdot N^{-1} \cdot N_i)$$

$$b_{ii} = \text{Tr}(Q_{ii})$$

$$b_{ij} = \text{Tr}(N^{-1} \cdot N_j \cdot N^{-1} \cdot N_i)$$

$$b_{ij} = \text{Tr}(Q_{ij} \cdot Q_{ji}) = \text{Tr}(Q_{ij} \cdot Q_{ij}^T)$$

Habituellement, on ne fait pas tous ces calculs qui ne sont là que pour suivre le fil d'un raisonnement peu habituel. Le réel problème est celui de l'estimation des déficits de rang d des différentes catégories de mesures (Voir annexes).

CALCULS PRATIQUES

Il s'agit d'utiliser, sans trop les modifier, les programmes de compensation existants. Rappelons qu'à aucun moment on ne calcule d'inverse, car le calcul de la matrice inverse multiplie le temps passé pour une résolution simple par n, le nombre d'inconnues. On préfère donc faire plusieurs résolutions simples. En outre, la résolution du système d'équations linéaires précédent ne peut être qu'itérative puisque c est fonction de P qui, lui-même, est fonction de \hat{n}^2 .

On se sert des spécificités des problèmes pratiques. Il existe toujours, en effet, une population de mesures plus nombreuse que les autres, pour une triangulation ce sont les visées, pour un bloc d'aérottriangulation ce sont les mesures sur les clichés etc..

On commence par faire une compensation **libre** en divisant les mesures en deux populations : La première comprenant la population la plus nombreuse dont le déficit de rang d est le plus faible, la deuxième population comprend alors m-m₁-d relations auxquelles on donne un poids, très faible, juste suffisant pour que la compensation de l'ensemble soit possible.

Après compensation on calcule l'écart type de la première population par :

$$\rho_1^2 = \frac{V_1^T \cdot P_1 \cdot V_1}{m_1 + d - n}$$

$$\sigma_1^2 = \rho_1^2 \cdot \sigma_0^2 = \frac{V_1^T \cdot V_1}{m_1 + d - n}$$

On effectue ensuite des compensations dans lesquelles les poids de la première et de la ième population ne sont pas affaiblis, on reste dans le cas de deux populations alors qu'on connaît, déjà le résultat de la première. On a si Tr est la trace de la matrice :

$$Tr Q_{11} + Tr Q_{22} + \dots + Tr Q_{pp} = m - n \text{ (degrés de liberté)}$$

$$Tr(v_1 \cdot P_1 \cdot v_1^T) = v_1^T \cdot P_1 \cdot v_1 = Tr(Q_{11} \cdot Q_{11}) + \rho_1^2 \cdot Tr(Q_{i1} \cdot Q_{i1})$$

$$Tr(v_2 \cdot P_2 \cdot v_2^T) = v_2^T \cdot P_2 \cdot v_2 \approx 0$$

.....

$$Tr(v_i \cdot P_i \cdot v_i^T) = v_i^T \cdot P_i \cdot v_i = Tr(Q_{i1} \cdot Q_{i1}) + \rho_i^2 \cdot Tr(Q_{ii} \cdot Q_{ii})$$

$$Tr(v \cdot P \cdot v^T) = v^T \cdot P \cdot v = Tr(Q_{11}) + \rho_i^2 \cdot Tr(Q_{ii})$$

La dernière relation est la somme des deux, non nulles, qui la précèdent.

Dans chaque nouvelle compensation on remplace m par m₁+m_i n par n-d_i, etc... On a en effet

$$Tr Q_{11} + Tr Q_{ii} = m_1 + m_i + d - n$$

EXEMPLE

On va se donner un exemple compliqué, mais très simple de résolution, au demeurant un réseau d'aérottriangulation appuyé sur peu de points d'appui et sur G P S embarqué, auquel on a adjoint, en secours, les mesures, qu'on verra inutiles, d'un statoscope.

On donne une description sommaire du réseau à compenser, avec les écarts-types a priori, on notera que les seules inconnues sont les coordonnées et les attitudes des sommets perspectifs, car par un artifice, quasiment génial, on résout partiellement les inconnues des points photogrammétriques, en les éliminant ainsi du calcul. On a 80 clichés au 1/30.000ème

en quatre bandes:

Inconnues de sommet	80X6	480	
Mesures sur clichés	1200X2=2400	5 m	
Appuis 3-D	5X3	15	0,20m
Appuis en Z		60	0,20m
Coord G P S	80X3	240	0,50m
Altitudes Stato		80	1,20m

Degrés de liberté des mesures cliché f₁=2400+7-480=1927, la compensation libre donne une somme des carrés des résidus

clichés=94.723, et les résidus pondérés 94.723/52=3.777,

d'où

$$\rho_1^2 = \frac{3777}{1927} = 1,96 \text{ et } \rho_i = 1,40 \text{ et } \sigma_1 = 1,40 \cdot 5 = 7 \mu m$$

Dans ce calcul le nombre 7 est le déficit de rang d qui se connaît par de simples considérations géométriques. On reprend la compensation en ajoutant les points d'appui aux mesures- clichés. Degrés de liberté des points d'appui f₂=15+60-7=68. La compensation donne une somme des carrés des résidus de 9,0; donc une somme des carrés des résidus pondérés de c₂=9/0,20²=225, dans le même temps, la compensation des mesures clichés donne une somme des carrés des résidus de 100.210, par conséquent des résidus pondérés de c₁=100.210/7²=2.045.

On a alors :

$$b_{12} = \frac{225}{2} \pm \frac{\sqrt{225^2 - 4 \cdot 68 \cdot (2045 - 1927)}}{2} = 44$$

Puis :

$$\rho_2^2 = \frac{1927 \cdot 225 - 44 \cdot 2025}{1927 \cdot 68 - 44^2} = 0,66; \rho_2 = 0,81; \sigma_2 = 0,81 \cdot 0,20 = 0,16 m$$

Contrairement à ce qu'on a indiqué plus haut on regroupe les deux premières populations en une seule, les degrés de liberté de cette nouvelle population

seront: $f_1=2400+15+60-480-3=1992$, pour G P S les degrés de liberté seront tout simplement de $f_3=240+3=243$.

On va donner, en rafale, les sommes de carrés des résidus pondérés, le calcul de b_3 et le calcul de l'écart-type a posteriori:

$$88328/7^2=1803$$

$$5,14/0,16^2=201 \quad c_1=2004; c_3=74/0,50^2=296$$

$$b_{13} = \frac{296}{2} \pm \frac{\sqrt{296^2 - 4 \cdot 243 \cdot (2004 - 1992)}}{2} = 11$$

Par conséquent

$$\rho_3^2 = \frac{1992 \cdot 296 - 11 \cdot 1904}{1992 \cdot 243 - 11^2} = 0,48; \quad \rho_3 = 0,69; \quad \sigma_3 = 0,69 \times 0,50 = 0,35m.$$

On recommence, en abrégé, pour les mesures-statoscope:

$$96,625/7^2=1972$$

$$2,69/0,16^2=105$$

$$17,6/0,36^2=144 \quad c_1=2221; f_1=1992+243-1=2234;$$

$$c_4=157/1,20^2=109; f_4=80+1=81$$

$$b_{14} = \frac{109}{2} - \frac{\sqrt{109^2 - 4 \cdot 81 \cdot (2189 - 2234)}}{2} = 40$$

par conséquent

$$\rho_4^2 = \frac{2234 \cdot 109 - 40 \cdot 2221}{2234 \cdot 81 - 40^2} = 0,88; \quad \rho_4 = 0,94; \quad \sigma_4 = 0,94 \times 1,20 = 1,13m$$

CONCLUSIONS

On aura remarqué que si la théorie est assez difficile à saisir d'emblée, l'application est très simple dans le cas présenté, qui, de lui-même, ne semblait pas simple a priori. Les difficultés naissent lorsqu'on a du mal à estimer les degrés de liberté d'une population, et/ou les déficits de rang, et si une population de mesures n'est pas nettement plus importante que les autres, notamment en triangulation 3-D de microgéodésie (nombre des angles verticaux égal à celui des angles horizontaux) : Il faut bien se rendre compte que poser $v^T \cdot P \cdot v = 0$ ne suffit pas si le nombre des mesures est grand, même si P est très petit. Enfin, **une erreur d'estimation sur un écart-type a posteriori se répercute sur tous les suivants.**

Toutefois, dans la majorité des cas, il est inutile de recourir à une simulation pour déterminer les matrices Q, comme on l'avait prétendu en 1989-1990.

ANNEXES

1- Les deux méthodes proposées

On avait abandonné le lecteur en raison de la longueur de développements littéraux qui devenaient nécessaires. On avait attaqué le problème sur deux fronts, l'un en étudiant et en exploitant les propriétés des matrices idempotentes, l'autre en développant le calcul de telle sorte qu'il nous mène à la possibilité de résoudre directement le système d'équations linéaires à partir de la matrice normale inverse. En effet, il se trouve que, de plus en plus fréquemment, on calcule la matrice inverse pour satisfaire la demande des clients de produire et d'afficher les ellipses d'erreurs. Dans la mesure où les programmes de compensation se plieraient à cette exigence, il serait possible de profiter du calcul de la matrice inverse pour automatiser la pondération rationnelle des mesures hétérogènes; c'est dans ce sens qu'on a fait le développement qui suit; plus loin on reviendra à la méthode adoptée dans l'article, qui consiste à ne prendre en compte, en une seule fois, que de deux populations de mesures actives, le reste étant inactivé par sous-pondération.

2-Développement menant au calcul direct.

Reprenons les données de base :

$$\begin{array}{lll} v_1 & A_1 & e_1 \\ v_2 & A_2 & e_2 \\ v_3 & = A_3 \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e - e_3 \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ v_m & A_m & e_m \end{array}$$

Si on développe la ième ligne des relations précédentes on a :

$$\begin{aligned} v_i^T \cdot P_i \cdot v_i &= (A_i \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e - e_i)^T \cdot P_i \cdot (A_i \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e - e_i) \\ &= e_i^T \cdot P_i \cdot e_i - e_i^T \cdot P_i \cdot A_i \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e - e^T \cdot P \cdot A \cdot N^{-1} \cdot A_i^T \cdot P_i \cdot e_i \\ &\quad + e^T \cdot P \cdot A \cdot N^{-1} \cdot A_i^T \cdot P_i \cdot A_i \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e \end{aligned}$$

Avec :

$$\begin{array}{l} v_1 = A_1 \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e - e_1 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ v_m = A_m \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e - e_m \end{array}$$

ou

$$v_i = A_i \cdot A^{-1} \cdot e - e_i$$

Avec $A = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_m$

ce qui mène à

$$\begin{array}{l} v_1 = A_1 \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e - e_1 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ v_m = A_m \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e - e_m \end{array}$$

ou

$$v_i = A_i \cdot A^{-1} \cdot e - e_i$$

Les deux termes du milieu du membre de droite de la relation précédente sont égaux par $u^T \cdot v = v^T \cdot u$. la relation devient :

$$\begin{aligned} v_i^T \cdot P_i \cdot v_i &= e_i^T \cdot P_i \cdot e_i - 2 \cdot e_i^T \cdot P_i \cdot A_i \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e \\ &\quad + e^T \cdot P \cdot A \cdot N^{-1} \cdot A_i^T \cdot P_i \cdot A_i \cdot N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e \end{aligned}$$

Si on prend la trace des deux membres, on note que :

$$v_i^T \cdot P_i \cdot v_i = \text{Tr}(v_i \cdot P_i \cdot v_i^T)$$

C'est la somme des carrés des résidus **pondérés**.

La trace complète des deux membres donnera :

$$\begin{aligned} v_i^T \cdot P_i \cdot v_i &= \text{Tr}(e_i \cdot e_i^T \cdot P_i) - 2 \cdot \text{Tr}(N^{-1} \cdot A^T \cdot P_i \cdot e \cdot e_i^T \cdot P_i \cdot A_i) \\ &\quad + \text{Tr}(N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot e \cdot e^T \cdot P \cdot A \cdot N^{-1} \cdot N_i) \end{aligned}$$

En développant comme indiqué ci-dessus :

$$\begin{aligned} v_i^T \cdot P_i \cdot v_i &= \text{Tr}(e_i \cdot e_i^T \cdot P_i) - 2 \cdot \text{Tr}(N^{-1} \cdot (\sum_{j=1}^m A_j^T \cdot P_j \cdot e_j) \cdot e_i^T \cdot P_i \cdot A_i) \\ &\quad + \text{Tr}(N^{-1} \cdot (\sum_{j=1}^m A_j^T \cdot P_j \cdot e_j) \cdot (\sum_{j=1}^m A_j \cdot P_j \cdot e_j)^T \cdot N^{-1} \cdot N_i) \end{aligned}$$

On revient au texte de l'article :

$$E(e \cdot e^T) = \sum_{i=1}^m \rho_{0i}^2 \cdot P_i^{-1} = \sum_{i=1}^m \frac{\rho_{0i}^2}{\sigma_{0i}^2}$$

Où \tilde{n}^2 est un facteur de variance à calculer

Chaque terme de la somme ayant la forme suivante :

$$E(e_i \cdot e_i^T) = \rho_{0\ i}^2 \cdot P_i^{-1}$$

Avec

$$E(e_i \cdot e_j^T) = 0 \text{ pour } i \neq j$$

Car i et j ne sont pas corrélés.

On fait les substitutions nécessaires dans la relation précédente :

$$\begin{aligned} E(v_i \cdot P_i \cdot v_i^T) &= \text{Tr}(\rho_{0\ i}^2 \cdot P_i^{-1} \cdot P_i) \\ &- 2 \cdot \text{Tr}(N^{-1} \cdot A_i^T \cdot P_i \cdot \rho_{0\ i}^2 \cdot P_i^{-1} \cdot P_i \cdot A_i) \\ + \text{Tr}(N^{-1} \cdot (\sum_{j=1}^m \cdot A_j^T \cdot P_j \cdot A_j \cdot \rho_{0\ i}^2 \cdot P_j^{-1} \cdot P_j \cdot A_j) \cdot N^{-1} \cdot N_i) \\ &= \text{Tr}(I) \cdot \rho_{0\ i}^2 + 2 \cdot \text{Tr}(N^{-1} \cdot N_i) \cdot \rho_{0\ i}^2 \\ + \text{Tr}(N^{-1} \cdot (\sum_{j=1}^m \cdot A_j^T \cdot P_j \cdot A_j \cdot \rho_{0\ i}^2) \cdot N^{-1} \cdot N_i) \\ &= (m_i - 2 \cdot \text{Tr}(N^{-1} \cdot N_i) + \text{Tr}(N^{-1} \cdot N_i \cdot N^{-1} \cdot N_i)) \cdot \rho_{0\ i}^2 \\ + \sum_{j=1}^m (j \neq i) \cdot \text{Tr}(N^{-1} \cdot N_j \cdot N^{-1} \cdot N_i) \cdot \rho_{0\ j}^2 \end{aligned}$$

On obtient les résultats donnés dans l'article :

$$\begin{matrix} b_{1\ 1} & b_{1\ 2} & \dots & b_{1\ p} & \rho_1^2 & C_1 \\ b_{2\ 1} & b_{2\ 2} & \dots & b_{2\ p} & \rho_2^2 & C_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{p\ 1} & b_{p\ 2} & \dots & b_{p\ p} & \rho_p^2 & C_p \end{matrix} =$$

On cherche à calculer \hat{n}_i^2 qui est l'inconnue en notant que :

$$\begin{aligned} C_i &= v_i^T \cdot P_i \cdot v_i \\ b_{i\ i} &= m_i - 2 \cdot \text{Tr}(N^{-1} \cdot N_i) + \text{Tr}(N^{-1} \cdot N_i \cdot N^{-1} \cdot N_i) \\ b_{i\ j} &= \text{Tr}(N^{-1} \cdot N_j \cdot N^{-1} \cdot N_i) \end{aligned}$$

On remarquera que seule la matrice inverse de N intervient, qu'on n'utilise que les traces, donc on ne calculera, lorsqu'on peut le faire, que les termes diagonaux des produits de matrices.

On remarquera aussi que certaines des matrices N_i et N_j comportent beaucoup de termes nuls sur les inconnues où elles n'interviennent pas, d'autres, comme celles des points d'appui, sont des matrices identité, la relation d'observation étant $x=1$.

$A=I$.

3- Développement utilisant les propriétés de la matrice idempotente des résidus pondérés.

Le calcul des poids a priori est extrêmement facile pour autant qu'on connaisse exactement les degrés de liberté des différentes populations de mesures. C'est d'ailleurs la seule difficulté. Dans beaucoup de cas c'est évident, il n'y a donc pas de problème, dans d'autres c'est très difficile, dans la majorité des cas, le grand nombre des mesures et les faibles déficits de rang dont l'estimation et l'affectation peut poser problème sont négligeables. Il ne reste que les cas difficiles où le calcul des matrices Q devient indispensable.

On a noté que: $v = -Q \cdot e$.

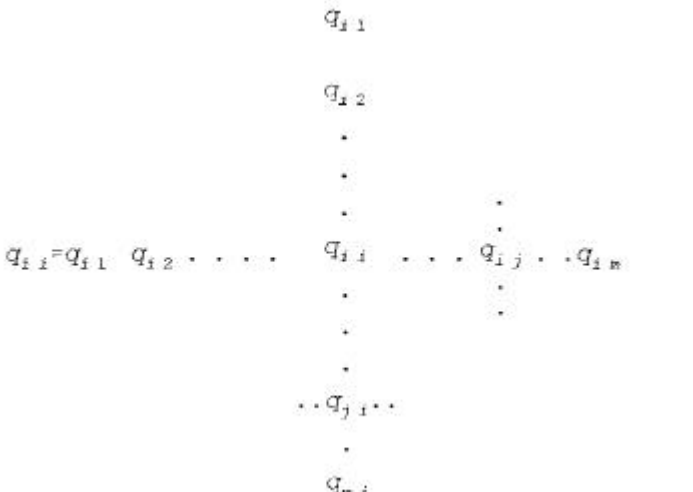
On calcule la somme des carrés des résidus pondérés:

$$\begin{aligned} v \cdot \sqrt{P} &= -Q \cdot e \cdot \sqrt{P} \\ \sqrt{P} \cdot v^T &= -\sqrt{P} \cdot e^T \cdot Q^T \\ v \cdot P \cdot v^T &= Q \cdot e \cdot P \cdot e^T \cdot Q^T \\ \text{mais } e \cdot P \cdot e^T &= P^{-1} \cdot P = I \text{ (matrice identité)} \\ v \cdot P \cdot v^T &= Q \cdot Q^T \\ \text{Tr}(v \cdot P \cdot v^T) &= v^T \cdot P \cdot v = \text{Tr}(Q \cdot Q^T) = \text{Tr}(Q) \text{ car} \\ Q &= I - A \cdot (A^T \cdot P \cdot A)^{-1} \cdot A^T \text{ et } Q^T = A \cdot N^{-1} \cdot A^T - I \\ Q \cdot Q^T &= Q^2 = I \cdot Q^T - (Q - I) + Q - I = Q^T \text{ mais } Q^T = Q \text{ matrice symétrique} \\ \text{et } (I - (A \cdot N^{-1} \cdot A^T)) \cdot ((A \cdot N^{-1} \cdot A^T) - I) &= Q^T \end{aligned}$$

Si on calcule un terme de $Q \cdot Q^T$ on multiplie une ligne de Q par une colonne de Q^T on trouve la relation

$$q_{i\ i} = q_{i\ i}^2 + q_{1\ i} \cdot q_{i\ 1} + \dots + q_{i\ j} \cdot q_{j\ i} + \dots + q_{m\ i} \cdot q_{i\ m}$$

Qui se justifie par le schéma suivant de multiplication de la ligne i par la colonne i de la matrice transposée



Pour le calcul des traces des sous-matrices, on se ramène au calcul précédent en remarquant que la ligne de la sous-matrice qui est tronquée à droite à q_{ij} se poursuit dans la ligne de la matrice de droite jusqu'à q_{im} qui multiplie la colonne de la sous matrice du dessous, de q_{ji} à q_{jm} . On a donc, pour une partition en deux sous-matrices :

$$Tr(Q_{11}) = Tr(Q_{11}^2) + Tr(Q_{12} \cdot Q_{21})$$

$$Tr(Q_{22}) = Tr(Q_{22}^2) + Tr(Q_{21} \cdot Q_{12})$$

Étant connues l'idempotence et la symétrie de la matrice on a :

$$Tr(Q_{11}) + Tr(Q_{22}) = m_1 + m_2 - n = m - n$$

$$Tr(Q_{11}) = m_1 - n + d_1 \text{ si } m_1 + d_1 > n \text{ et si } m_2 > d_1$$

Où d_1 est le déficit de rang de A_1 , généralement ceci correspond, pour une famille homogène à un phénomène géométrique simple: Pour les visées d'une triangulation c'est la nécessité d'avoir une base de longueur, une orientation du réseau, enfin, un point connu dans ses deux coordonnées planes, alors $d_1=4$. Si la triangulation est tridimensionnelle $d_1=5$, il faut connaître, en plus, l'altitude d'un point; pour le bloc photogrammétrique $d_1=7$. Il faut, par conséquent, impérativement, que les mesures manquantes soient présentes dans les **mesures désactivées**, et écrire le nombre de mesures m_1+d_1 , si ces mesures sont présentes dans la population mixte, formant A_1 déjà pondérée, $d=0$, il n'y a plus de déficit de rang, pour cette population. En revanche, si la seconde population est déficitaire par sa nature ou le modèle géométrique ou physique adopté pour écrire ses relations d'observations il faut lui ajouter un déficit de rang qui sera **retranché** la première population.

Dans l'exemple le déficit de rang de la première population est 7, par la suite, on associe la première et la seconde population, cette dernière n'a pas de déficit de rang, par contre la première lui soustrait 7 mesures pour combler son déficit de rang.

Le déficit de rang de G P S dépend de son modèle pour le relier au système général, dans l'exemple il est de 3; enfin, pour les mesures de pression, le modèle physique a un déficit de rang de 1.

Lorsqu'on traite deux population en laissant les poids de la première fixes, comme la trace de la matrice globale est constante et égale à $m-n$, la trace de la matrice des résidus pondérés de la seconde population diminue si on augmente le poids des observations si :

$$\sigma_1 < \sigma_0, \text{ alors } \sigma_2 < \sigma_1$$

et ainsi de suite jusqu'à annulation des résidus; inversement si on diminue le poids des observations la trace de la matrice des résidus pondérés va augmenter, en outre, ces actions auront une action contraire.

On se trouve confrontés à une sorte de contradiction.

Examinons dans quelles conditions on peut effectuer des calculs simples, les relations linéaires sont très simples à résoudre pourvu qu'on dispose d'une estimation pas trop inexacte des coefficients b_{ij} , qu'on ne peut considérer comme nuls comme on l'a fait longtemps. Les quelques expériences qu'on a pu faire montrent que les valeurs suivantes peuvent être retenues, en notant f_j pour les degrés de liberté de la famille j :

$$b_{11} = f_1 = m_1 + d_1 - d_1 - n; \quad b_{1i} = f_i = m_i + d_i; \quad b_{1j} \leq \sqrt{f_1 \cdot f_j}$$

On écrit deux relations relatives aux deux familles de mesures la famille 1 la plus nombreuse et la famille 2 comprenant les autres.

On donne l'indice 1 au **groupe** de mesures dont les écarts-types a posteriori sont connus, le problème est d'estimer b_{1i} pour calculer \tilde{n}_2^2 connaissant $\tilde{n}_2^2 = 1$:

$$b_{1,1} \cdot \rho_1^2 + b_{1,2} \cdot \rho_2^2 = c'_1$$

$$b_{1,2} \cdot \rho_1^2 + b_{2,2} \cdot \rho_2^2 = c_2$$

Les deux inconnues sont \tilde{n}_1^2 et \tilde{n}_2^2 , on a deux équations à deux inconnues.

Les solutions du système regroupant les populations deux par deux, la première d'écart type a posteriori connu, la seconde à déterminer sont :

$$\rho_1^2 = \frac{b_{2,2} \cdot c_1 - b_{1,2} \cdot c_2}{b_{1,1} \cdot b_{2,2} - b_{1,2}^2} = \frac{f_2 \cdot c_1 - b_{1,2} \cdot c_2}{f_1 \cdot f_2 - b_{1,2}^2} = 1$$

$$\rho_2^2 = \frac{b_{1,1} \cdot c_2 - b_{1,2} \cdot c_1}{b_{1,1} \cdot b_{2,2} - b_{1,2}^2} = \frac{f_1 \cdot c_2 - b_{1,2} \cdot c_1}{f_1 \cdot f_2 - b_{1,2}^2}$$

$$b_{1,2}^2 - c_2 \cdot b_{1,2} + f_2 \cdot c_1 - f_1 \cdot f_2 = 0$$

$$b_{1,2} = - \left(\frac{-c_2 \pm \sqrt{c_2^2 - 4 \cdot (f_2 \cdot c_1 - f_1 \cdot f_2)}}{2} \right)$$

C'est ce qu'on a fait dans l'exemple présenté.

Évidemment seule la racine positive est valable, mais aussi, il faut adopter le signe moins devant le radical, car $b_{1j} < f_j/2$.

Le plus gênant est que la contrainte $\tilde{n}_1^2 = 1$ pèse lourdement sur la compensation ; le moindre incident dû, par exemple, à des mesures ou des données fausses, et tout est à refaire.

Le moindre écart, un peu important, entre les degrés de liberté et les résidus pondérés d'une famille, indique qu'on est mal équilibré pour cette famille. En cela le cas de la famille la plus nombreuse, famille 1, est prépondérant pour la suite des opérations, cela change quand on lui adjoint d'autres familles de mesures. En surveillant les résidus pondérés du groupe déjà équilibré on s'assure de la validité du résultat, il faut vérifier, entre autres, que le nouvel écart-type introduit ne perturbe pas les résultats déjà acquis.

VALIDATION DES DONNEES GRAVIMETRIQUES *

Michel SARRAILH, Bureau Gravimétrique International,
michel.sarrailh@cnes.fr

RÉSUMÉ

Cet article présente les techniques de validation des données gravimétriques; qui sont souvent hétérogènes et mal géoréférencées; et exécutées dans le cadre des prospections minières et pétrolières. Il faut savoir que le calcul d'un géoïde, dépend non seulement du gravimètre (le g est connu avec une précision de quelques centièmes de mGal à 1 mGal pour les gravimètres plus anciens) mais aussi de la précision de l'altitude et des coordonnées planimétriques de la station. La précision de l'altitude est le plus souvent déterminante : une erreur de 3 m entraîne une erreur de 1 mGal sur l'anomalie à l'air libre. Il est alors nécessaire de bien connaître les systèmes de référence non seulement gravimétriques mais aussi planimétriques et altimétriques utilisés pour chaque levé, sous peine d'introduire des erreurs systématiques, qui se répercuteront sur les hauteurs du géoïde. Il faut insister sur l'intérêt de disposer de Modèles Numériques de Terrain "MNT" précis et détaillé, qui est très important à différents titres :

- pour le calcul des anomalies de Bouguer complètes, en prenant en compte réellement l'effet du terrain, ce qui permettra de mieux détecter les mesures erronées, tout particulièrement en zone montagneuse,
- pour le contrôle des datums planimétriques et altimétriques utilisés par les levés gravimétriques,
- pour l'utilisation des levés gravimétriques, pour lesquels on ne dispose que des cartes d'anomalies de Bouguer -c'est un cas fréquent dans le domaine de la recherche pétrolière . La connaissance de l'altitude permettra alors de restituer l'anomalie à l'air libre.
- pour la détermination de l'effet résiduel du terrain pour le calcul du géoïde.

Le logiciel DIVA développé par le BGI, et qui utilise une méthode de prédiction de l'anomalie résiduelle basée sur la collocation, est décrit d'une manière sommaire.

ABSTRACT :

This article presents techniques of gravimetric data validation; which are often heterogeneous and not well georeferenced; and executed in the setting of the mining and oil prospections. It is necessary to know that the calculation of a geoid, depends, not only on the gravimeter (the g is known with a precision of a few hundredth of mGal to 1 mGal for the more ancient gravimeters) but also of the precision of the altitude and planimetric coordinates of the station. The precision of the altitude is the most often determining : an error of 3m this means an error of 1 mGal on the anomaly to the free air. it is then necessary to know very well the reference systems not only the gravimetric ones but also the planimetric and the altimetric used for each survey for fear of introducing systematic errors, that will reverberate on heights of the geoid. It is necessary to insist on the importance to have a precise and detailed terrain Model, that is very important to different titles:

- for the calculation of the complete Bouguer anomalies, by taking really into consideration the effect of the land, thing which will permit to detect better the erroneous measures, most particularly in mountainous zone,
- for planimetric and altimetric datum used for gravimetric surveys.
- for the use of gravimetric surveys for which we have only anomalies of bouguer maps - it is a frequent case in the field of oil prospection. The knowledge of the altitude will permit to restore the anomaly to the free air then.
- for the determination of the residual effect of the land for the calculation of the geoid.

The software DIVA developed by the BGI, and that uses a method of the prediction of the residual anomaly based on the collocation, is described of a summary manner.

* Ce papier a été présenté lors du 2^{ème} Atelier Nord Africain de Géodésie (Alger, 26-27 mai 2001)

La recherche d'une précision accrue pour les applications géodésiques nécessite l'amélioration des méthodes de validation des données gravimétriques. Ces données sont bien souvent hétérogènes, considérant les différentes techniques de détermination des coordonnées et de l'altitude. La précision de l'anomalie à l'air libre utilisée pour déterminer le géoïde va dépendre non seulement du gravimètre (le Δg est connu avec une précision de quelques centièmes de mGal s à 1 mGal pour les gravimètres plus anciens) mais aussi de la précision de l'altitude et des coordonnées planimétriques de la station. La précision de l'altitude est le plus souvent déterminante : une erreur de 3 m entraîne une erreur de 1 mGal sur l'anomalie à l'air libre. Il est nécessaire de bien connaître les systèmes de référence non seulement gravimétriques mais aussi planimétriques et altimétriques utilisés pour chaque levé, sous peine d'introduire des erreurs systématiques, qui se répercuteront sur les hauteurs du géoïde. Ainsi, un levé de 100km dont les valeurs de g sont décalées d'une dizaine de mGals (ce pourrait être du à un référencement à la valeur de g à Postdam en 1930, référence utilisée jusque dans les années 70) entraînera un décalage du géoïde de 15 cm. Il est important de contrôler également les formules utilisées pour déterminer les anomalies de gravité, notamment de savoir quel ellipsoïde a été utilisé pour calculer le g théorique.

La disponibilité de Modèles Numériques de Terrain précis et détaillés est très importante à différents titres :

- pour calculer des anomalies de Bouguer complètes, prenant en compte réellement l'effet du terrain, ce qui permettra de mieux détecter les mesures erronées, tout particulièrement en zone montagneuse,
- pour contrôler les datums planimétriques et altimétriques utilisés par les levés gravimétriques,
- pour utiliser des levés gravimétriques, pour lesquels nous ne disposons que des cartes d'anomalies de Bouguer - c'est un cas fréquent dans le domaine de la recherche pétrolière . La connaissance de l'altitude permettra alors de restituer l'anomalie à l'air libre.
- pour déterminer l'effet résiduel du terrain pour le calcul du géoïde.

Détection des erreurs isolées

Les erreurs isolées, dues souvent à des erreurs de saisie sur g, x,y ou z. La méthode la plus simple consiste à cartographier l'anomalie de Bouguer, la moins corrélée avec la topographie. Le mieux est d'effectuer une triangulation de Delaunay des points de mesures, et de tracer les isanomales ou de produire une carte colorée, ainsi on associera plus facilement les extrêmes locaux ou les forts gradients et la station en cause (fig.1).

Le logiciel développé au BGI, Diva, utilise une méthode de prédiction de l'anomalie résiduelle basée sur la collocation. Après recherche des stations proches d'un point à contrôler, on prédit l'anomalie à partir de ces stations en utilisant une fonction de covariance basée sur la variance locale et une distance de corrélation fixée à priori pour accélérer le traitement.

Une estimation de l'erreur sur la valeur prédite est également obtenue. Après définition des seuils de détections, on peut ainsi automatiquement identifier des stations douteuses ou manifestement fausses. Cette étape automatique est suivie d'une étape interactive, un opérateur contrôlant la carte de l'anomalie de Bouguer et pouvant la modifier en validant les points douteux ou faux détectés précédemment (fig.2).

Détection d'erreurs systématiques

Les erreurs systématiques sont plus difficiles à identifier. Les méthodes diffèrent dans le cas des erreurs systématiques sur les coordonnées et dans le cas des erreurs sur g.

Détection des erreurs planimétriques et altimétriques

Si on dispose d'un modèle numérique de terrain, on peut contrôler les coordonnées planimétriques et altimétriques des stations à celles interpolées à partir du MNT, identifier des problèmes de datums et appliquer les corrections nécessaires.

Une étude systématique a été menée sur l'ensemble des levés gravimétriques disponibles sur la France (fig.3). Pour chaque levé les coordonnées et l'altitude des stations ont été comparées avec celle issues du MNT de maille 100mx120m référencé au datum NTF. On suppose que tous les points présentent des décalages constants sur x,y et z, déterminés par une méthode de minimisation des écarts entre les stations et le MNT. Cette méthode a été contrôlée à partir de cas synthétiques et a montré que, même en terrain relativement plat, avec des stations dont l'altitude est peu précise (+/- 5m), on retrouve les biais appliqués, avec une précision de l'ordre d'une dizaine de mètres, bien inférieure à la maille du MNT.

On constate que certains levés présentent des décalages systématiques de 100 à 200m, la flèche servant d'échelle correspond à un décalage de 100m (fig.4). L'existence de plusieurs zones Lambert pour la carte de base peut expliquer des erreurs de conversions en coordonnées géographiques. Le plus important atteint 1km, pour un levé dans le Nord-Est de la France, rattaché à un ancien système cadastral rattaché à un datum allemand.

La validation de cette méthode d'ajustement des levés sur le MNT de référence, a été assurée en scannant une carte topographique au 1/25000 sur la zone du levé présentant cet écart important. On constate après correction des coordonnées un très bon accord entre la position des stations et le réseau des routes et des autres voies de circulation (fig.5).

En l'absence de modèle numérique de terrain précis, il est possible de contrôler le calage en planimétrie, soit en numérisant des cartes topographiques à grande échelle, comme précédemment, ou des orthophotos dérivées d'images satellites (fig.6) et en reportant les stations gravimétriques. Les stations étant très souvent situées sur des routes ou des pistes, on pourra souvent ainsi détecter les décalages en X et Y et les corriger.

Détection des erreurs sur g

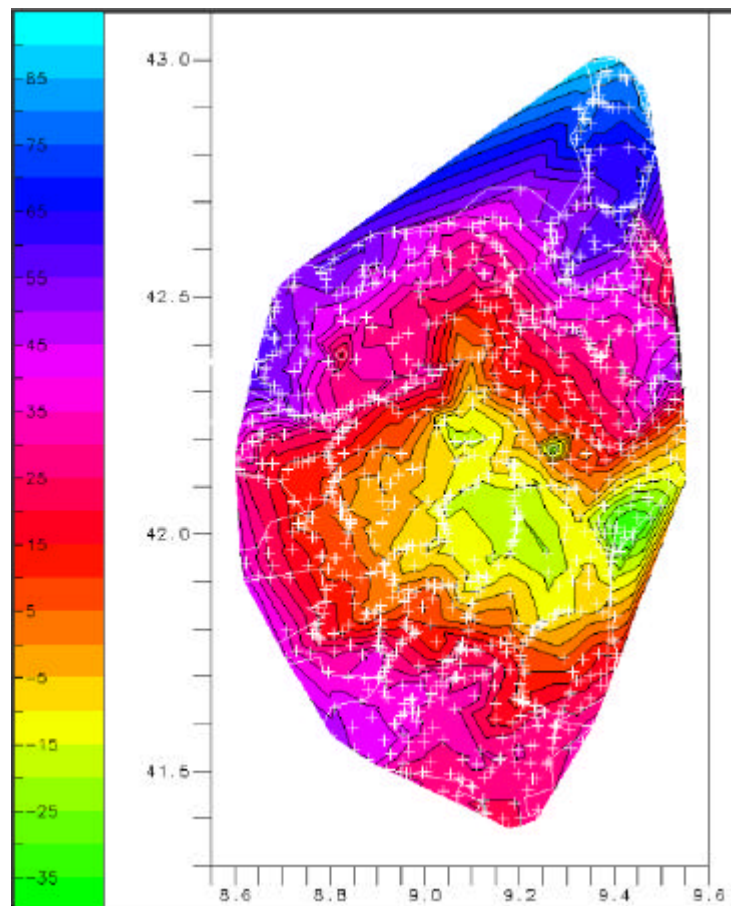
La première méthode consiste à identifier les stations de référence communes à plusieurs levés et comparer les valeurs de g observées. En l'absence de points communs et si les levés se recouvrent tout au moins partiellement, on peut utiliser des techniques de prédiction pour recalculer la valeur de l'anomalie au points d'un levé à partir des points voisins appartenant aux autres levés. L'histogramme ou la carte des écarts entre valeurs observées et valeurs prédites des anomalies sera un bon indicateur du calage du levé. Les points devront être proches (<2km) pour que ces écarts aient un sens. On le constate sur la fig.7 , où le schéma de gauche montre la dispersion des écarts quand la distance entre la station prédite et les stations servant à prédire augmente.

Erreurs locales

Source d'erreur	Impact	Identification
Gravimètre, Numérisation, Formules utilisées, Unités	g, x, y, altitude, anomalies gravimétriques	Prédiction utilisant les points proches Cartes d'anomalies

Erreurs systématiques

Erreur	Impact	Identification
valeur de g aux stations de référence gravimétrique:	g, gravity anomalies	Inter comparaison sur la zone de recouvrement de deux ou plusieurs levés
ellipsoï de de référence erreur =f(latitude)	anomalies gravimétriques	id
datum XY datum Z	Latitude, longitude, anomalies	comparaison avec un MNT ou comparaison des coordonnées des stations avec des cartes topographiques numérisées ou des orthophotos



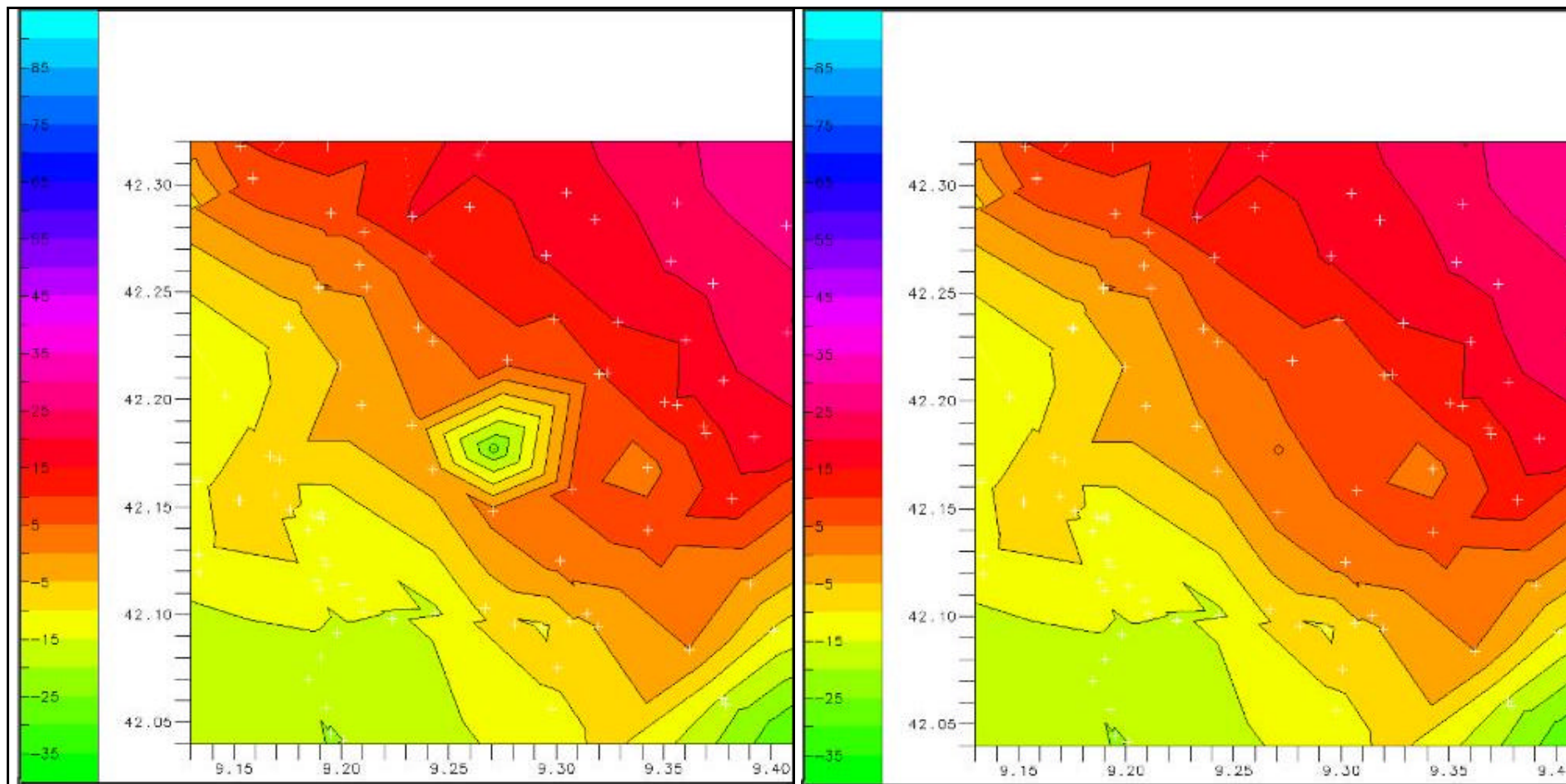


fig.3 : Couverture des levés gravimétriques français

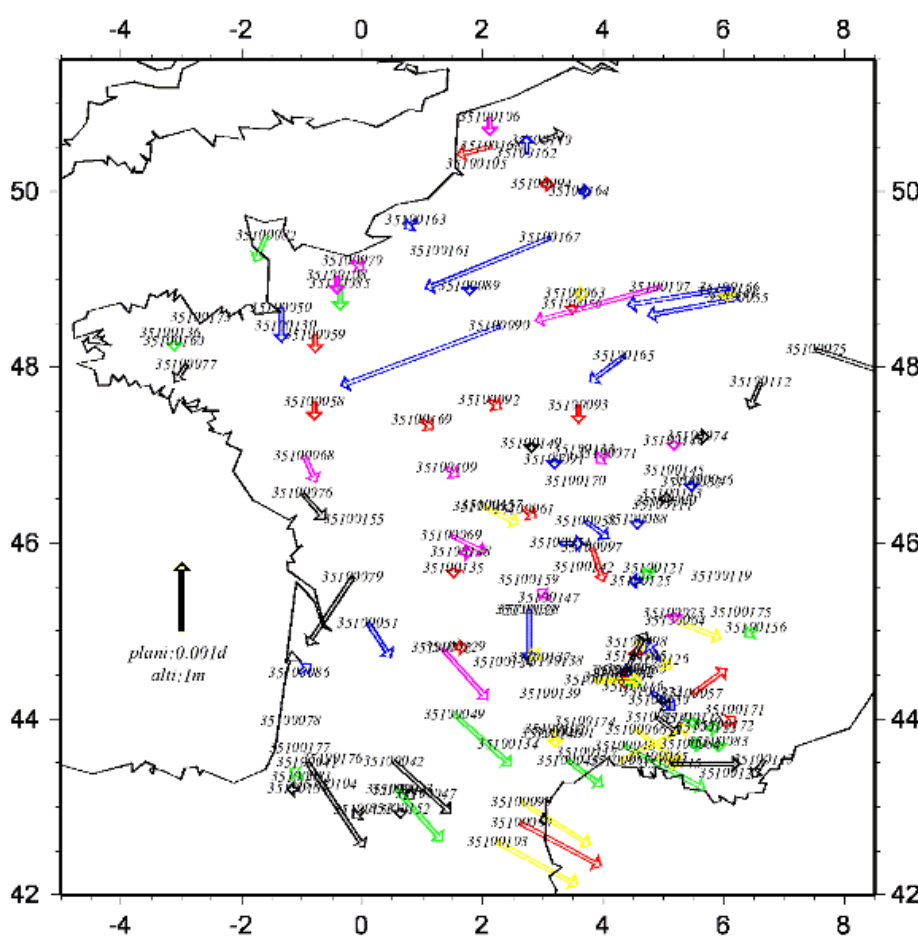
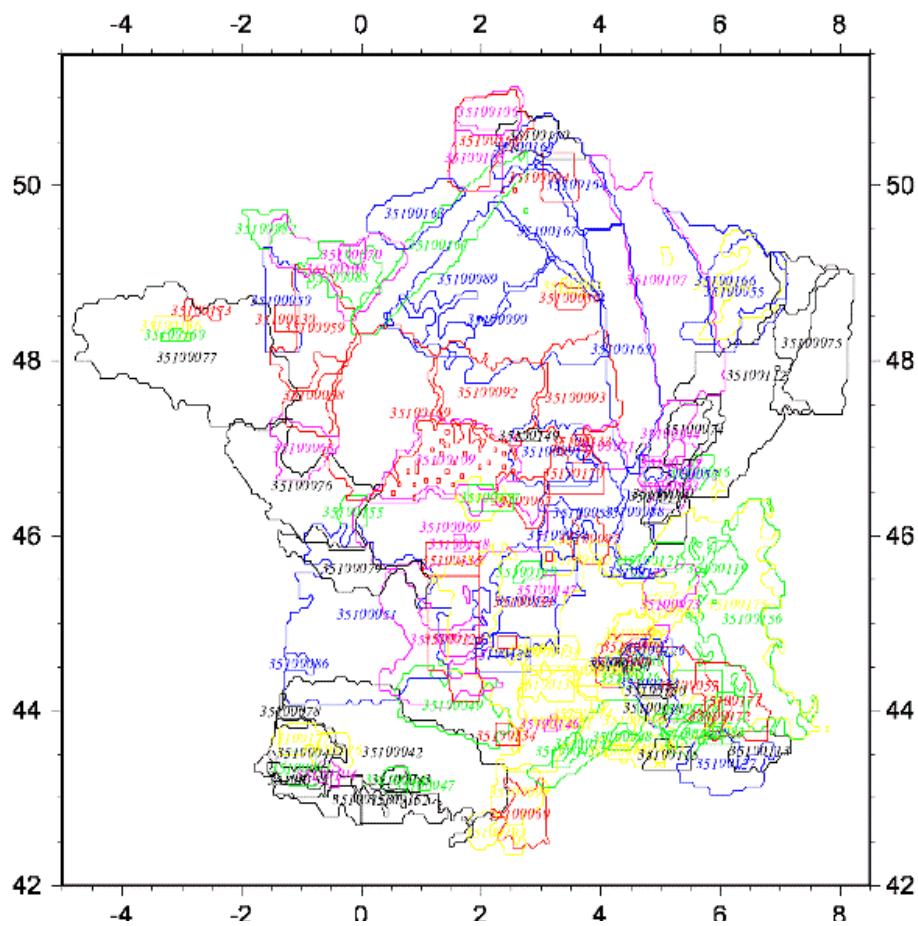


fig.4 : Biais des levés gravimétriques/datum NTF, estimés en utilisant un modèle numérique de terrain de maille 100x120m



Position (croix rouge) of the gravity stations gravimétriques (source 3.510.007), coordonnées originales
Carte topographique au 1/25000



Position (croix rouge) des stations gravimétriques (source 3.510.007), coordonnées corrigées

Fig.5 : Contrôle de la position des stations gravimétriques avant (figure de gauche) et après correction des décalages des coordonnées x et y (figure de droite)

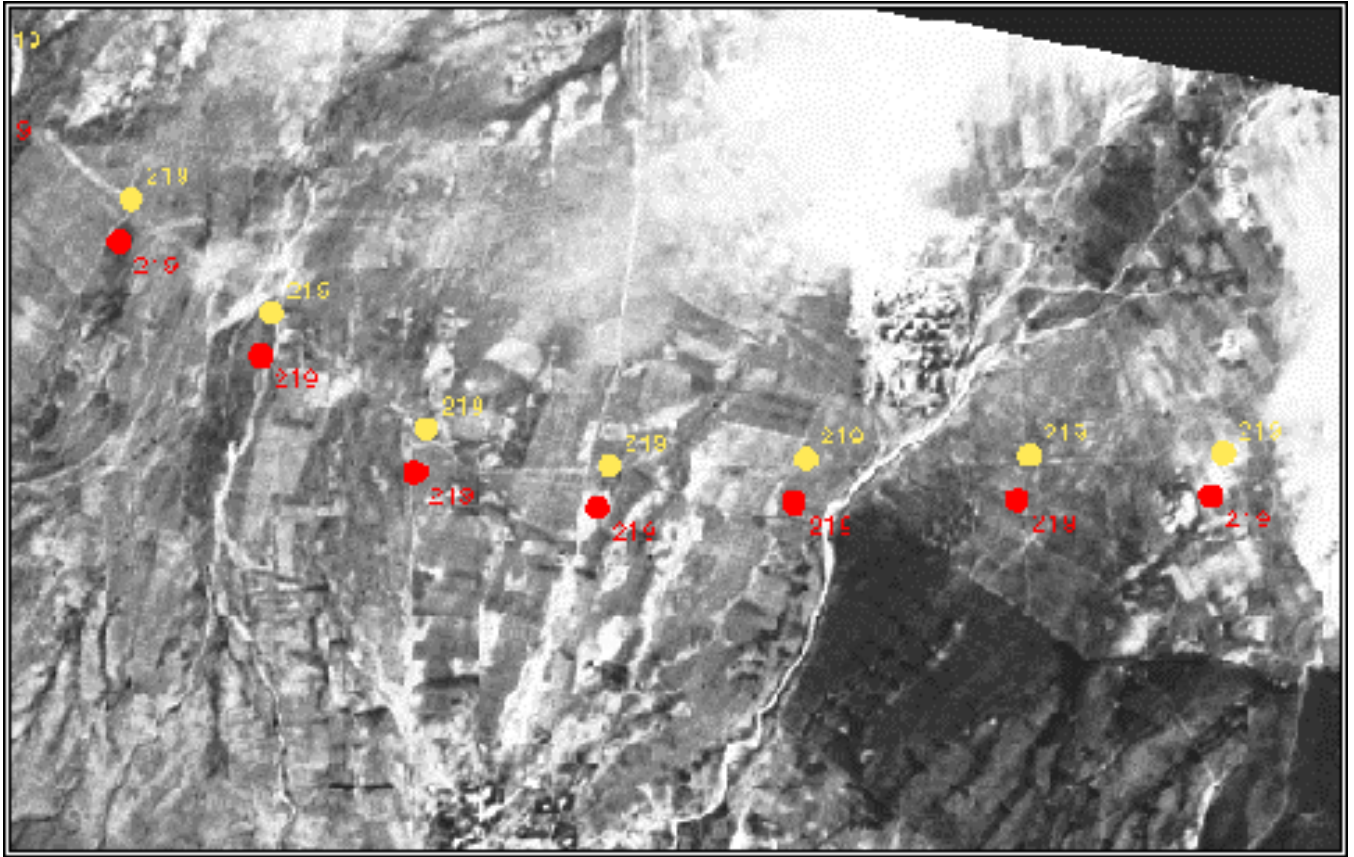
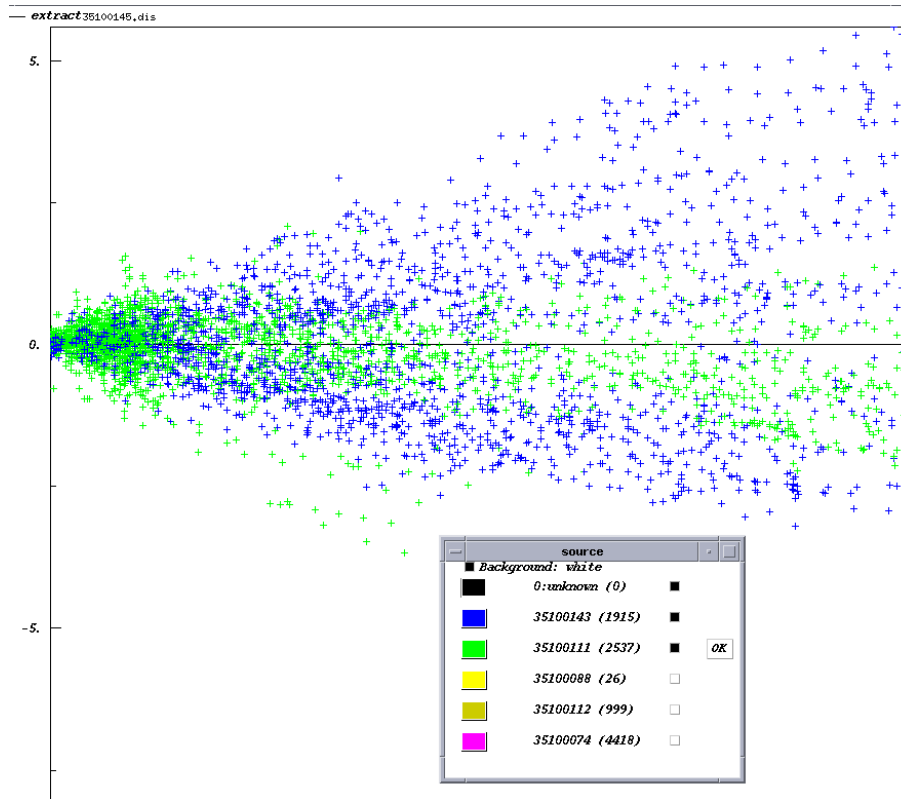
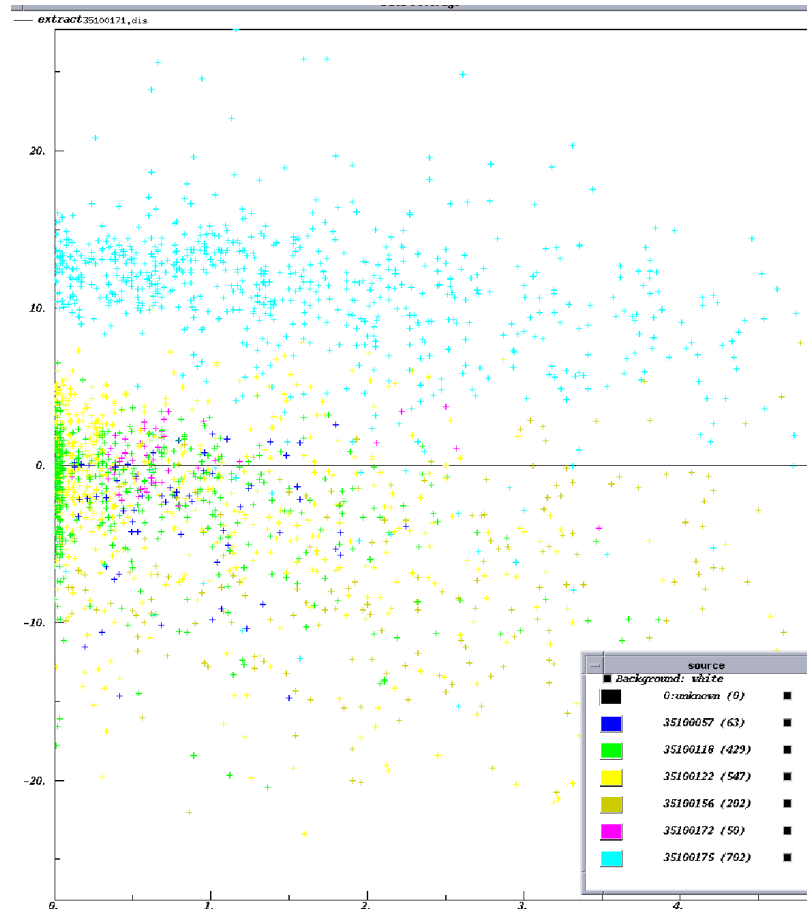


Fig.6 : Image Spot corrigée (1 pixel = 10 m) référencée à l'ellipsoïde GRS80
 Levé gravimétrique : points **rouges** référencés à l'origine à un datum local, décalés d'environ 160 m./ pistes, points **jaunes** référencés à GRS80, bien corrélés avec deux pistes orientées NO-SE et Est-Ouest



**Comparaison du levé no.3.510.145
Avec les levés no.3.510.143 & 3.510.111
Bon accord**



**Comparaison du levé no.3.510.171
Avec le levé no. 3.510.175
Décalage entre les deux levés,
Problèmes également pour les autres sources**

Fig.7 : Études des décalages sur g entre différents levés :

Figure de gauche : bon accord des deux sources, figure de droite : une source présente un décalage systématique d'une dizaine de mGals.

SUIVI DU NIVEAU MOYEN DE LA MER PAR MAREGRAPHE ET GPS *

G. Woppelmann SHOM
B. Simon SHOM
C. Boucher IGN

RESUME

L'objet de cet article est l'évolution à long terme du niveau des mers, loin du fond sonore médiatique qui prédit des catastrophes planétaires, avec réchauffement et effets de serre, hausse diabolique du niveau des océans.

Mais la question de l'élévation récente de ce niveau n'est cependant pas simple, et la marégraphie s'y pointe bien sûr au premier plan pour analyser les mesures.

Après les informations et les scoops, écoutez les scientifiques nous remettre les choses à niveau. .

ABSTRACT

The object of this article is the long term evolution of the sea level, far from media background noise that predicts global disasters, with warming, greenhouse effects and diabolic rise of the ocean level .

However, the question of the recent elevation of this level is not simple, and the tide gauge itself turned up to the first plan to analyse measures.

After information and scoops, listen to scientists to put back us things to level

INTRODUCTION

Force est de constater que la marégraphie n'est pas devenue un simple outil de calibration comme d'aucuns le prédisaient avec l'avènement de l'altimétrie radar embarquée sur satellite. La marégraphie apparaît clairement comme une technique complémentaire par la nature même de ses mesures, côtières ou de grands fonds, à échantillonnage temporel élevé, couvrant de longues périodes de temps, parfois séculaires.

Les marégraphes sont de fait un moyen indépendant de vérifier la conformité des conséquences des théories de l'océanographie avec l'observation. Cela est vrai de manière générale, quelle que soit l'origine de ces théories, mais il faut reconnaître que l'altimétrie radar a fortement contribué à l'amélioration de nos connaissances en océanographie ces dernières années. Aussi, le caractère indépendant de la mesure des marégraphes revêt une importance particulière pour valider ces nouvelles connaissances.

Le terme de marégraphe est souvent associé à tort à la fonction de mesure de la marée, alors qu'en réalité il mesure des hauteurs d'eau dont l'exploitation sert effectivement à l'étude, à la détermination et à la prédiction de la marée. Mais, nombreux sont les processus physiques, autres que la marée, qui affectent le niveau de la mer. Il convient donc plutôt de se rappeler que "mare", signifie mer en latin.

Le succès actuel de la marégraphie ne se réduit pas aux seules applications scientifiques ; loin s'en faut pour entraîner les administrations américaines, australiennes, françaises ou autres, dans des programmes de renouvellement de leur réseau d'observation. Aussi, comment expliquer les demandes des ports autonomes ou des Phares et Balises, si ce n'est par l'existence d'applications pratiques bien identifiées. Une part importante de l'engouement actuel est liée aux progrès technologiques récents en instrumentation et en réseaux de communication qui permettent de collecter les données sous forme numérique, à distance et en temps réel.

* Article publié dans le N° 83 de XYZ, repris ici avec l'aimable autorisation de la rédaction.

Il convient de remarquer cependant que nombre de besoins requièrent une observation géodésique complémentaire, plus ou moins précise, pour surveiller la stabilité de la référence des hauteurs d'eau et pour rattacher les résultats dans une référence unifiée, légale, nationale ou mondiale. L'exemple le plus notoire d'application scientifique est l'évolution à long terme du niveau des mers. Ce sera l'objet de notre article, mais il existe d'autres applications plus pratiques qui requièrent ce complément géodésique. Le numéro 79 de la revue XYZ en décrivait justement une : la détermination du zéro hydrographique dans un système de référence terrestre mondial.

CONTEXTE SCIENTIFIQUE ET INTERNATIONAL

Quelques chiffres

Le tableau 1 donne les prévisions d'évolution du niveau moyen de la mer pour le prochain siècle. Ces prévisions sont issues du deuxième rapport produit par l'IPCC en 1995. Le précédent remonte à 1990. L'IPCC est un panel intergouvernemental sur le changement climatique établi en 1988 par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement et par l'organisation Météorologique Mondiale. Son rôle est de résumer l'état actuel des connaissances et d'apporter les informations nécessaires, d'ordre scientifiques, techniques et socio-économiques, pour comprendre les risques que comportent les changements climatiques d'origine anthropique.

Année	2020	2040	2100
Prévision basse	2.9 cm 1 mm/an	5.7 cm 1.1 mm/an	13 cm 1.2 mm/an
Prévision moyenne	8.6 cm 2.9 mm/an	18.6 cm 3.7 mm/an	55 cm 5 mm/an
Prévision haute	18.6 cm 6.2 mm/an	38.6 cm 7.7 mm/an	110 cm 10 mm/an

Tableau 1 : Prévisions de l'élévation du niveau des mers, estimées par les modèles climatiques suivant divers scénarios d'émission en gaz à effet de serre, d'après l'IPCC (1995). Les vitesses correspondent à la variation par rapport à 1990.

Le rapport de l'IPCC [1995] revoit les prévisions de changement du niveau des mers à la lueur des dernières améliorations apportées aux modèles climatiques. Ces améliorations résultent surtout d'une meilleure compréhension du rôle de l'océan et du couplage entre ce dernier et l'atmosphère. Les prévisions varient suivant les modèles considérés et suivant les scénarios d'émission en gaz à effet de serre pris en compte. Le tableau donne les valeurs extrêmes et moyennes. On observe une accélération des tendances à partir de 2015-2020, auparavant l'élévation reste sensiblement linéaire.

Il est intéressant de noter que les conséquences les plus sévères d'une élévation du niveau de la mer de cinquante centimètres ne viendraient pas de l'inondation des terres peu élevées, mais d'effets indirects. Par exemple, la fréquence de retour des ondes de tempêtes et des niveaux extrêmes exceptionnels augmenterait considérablement, passant de 50 ans aujourd'hui à 15-20 ans dans les nouvelles conditions de niveau moyen de la mer.

Le deuxième tableau résume les différentes contributions aux variations générales du niveau de la mer. Si l'on considère que la forme du contenant reste inchangée - hypothèse raisonnable à l'échelle de temps séculaire - le niveau moyen des océans dépend :

1. de la quantité d'eau (fonte / accumulation d'eau sur les continents)
2. et du volume occupé par cette eau (effet de changement de densité ou effet stérique)

Contribution	Estimation basse	Estimation moyenne	Estimation haute
Dilatation thermique	2 cm	4 cm	7 cm
Glaciers	2 cm	3.5 cm	5 cm
Groenland	-4 cm	0 cm	4 cm
Antarctique	-14 cm	0 cm	14 cm
Réservoirs d'eau terrestres	-5 cm	0.5 cm	7 cm
TOTAL	-19 cm	8 cm	37 cm

Tableau 2 : Estimations des différentes contributions à l'élévation actuelle du niveau des mers, d'après l'IPCC (1995).

Les valeurs indiquées dans ce tableau proviennent également du deuxième rapport de l'IPCC. Elles illustrent l'état actuel des connaissances et les incertitudes sur l'origine de la variation séculaire passée du niveau marin. Cette variation est estimée entre 10 et 20 cm sur ce dernier siècle.

D'où viennent les estimations d'élévation récente du niveau des mers ?

Les estimations d'élévation récente du niveau général de la mer proviennent de l'analyse des séries temporelles de marégraphie disponibles au PSMSL, Service international du niveau moyen de la mer, qui collecte depuis 1933 les moyennes mensuelles et annuelles des marégraphes. La figure 1 représente deux échantillons des séries temporelles en question. Il s'agit de deux séries de valeurs annuelles du niveau de la mer à Brest et dans un observatoire de la mer Baltique (Varberg). Soulignons que Brest dispose de la plus longue série de mesures de hauteur d'eau dans le monde.

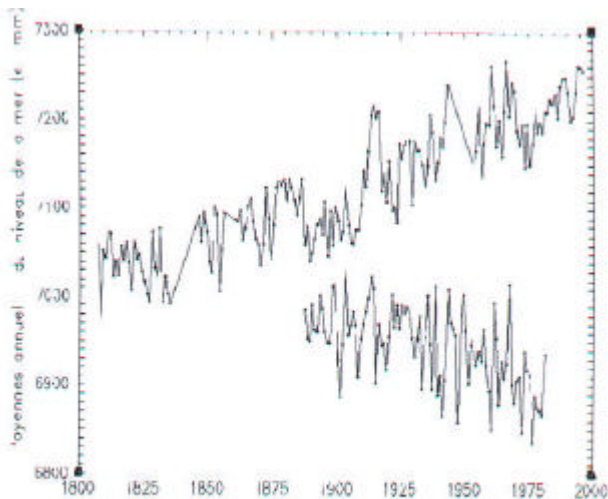


Figure 1 : Séries marégraphiques de niveaux moyens annuels de la mer.

Les hauteurs d'eau sont exprimées en millimètres sur ce graphique. Les tendances se dégagent assez nettement des marégraphes centenaires. Elles sont de 1.2 mm/an à Brest et de -1 mm/an dans la station de la mer Baltique, affectée par un mouvement vertical du socle dû au rebond post-glaciaire. On remarque cependant la variabilité inter annuelle et inter décennale relativement importante dans les deux enregistrements, de l'ordre de la dizaine de centimètres. Par ailleurs, on remarque aussi des tendances contradictoires, non seulement entre les deux stations, mais également en une même station sur des périodes différentes de vingt à trente ans. Cet dernier constat conduit à une réduction importante du nombre de séries utiles. En général, des séries temporelles d'au moins cinquante ans sont nécessaires. Cette contrainte entraîne de fait une couverture spatiale fortement biaisée vers l'hémisphère nord.

Les stratégies d'estimation

Les différents chercheurs qui se sont penchés sur l'estimation d'une évolution récente du niveau général de la mer ont dû affronter les différentes contraintes rappelées ici, liées aux données de marégraphie. Si les premières études considéraient toutes les séries possibles d'au moins dix ans, afin de bénéficier de la meilleure couverture spatiale possible et de s'affranchir des mouvements verticaux en supposant qu'ils se compenseraient dans la moyenne, il est vite apparu que cela n'avait pas beaucoup de sens. D'abord, nous avons vu l'importance des signaux décennaux et interdécennaux. Ensuite, nombre de géologues affirment que près des côtes dominent les phénomènes de subsidence : sédimentation, pompages de fluides, tassements, etc. [Pirazzoli, 1996].

Les contraintes de longueur minimale des séries temporelles à prendre en considération varient selon les études, de 40 à 70 ans, sachant que ce choix se fait au détriment du nombre et de la répartition spatiale des données, donc de la prise en compte de l'effet stérique.

La correction des mouvements verticaux du support du marégraphe est certainement le point le plus délicat encore aujourd'hui. On dispose de modèles pour le rebond postglaciaire, mais les corrections sont trop sensibles, au niveau de précision considéré ici, le mm/an, aux choix des paramètres du modèle de terre et au modèle de déglaciation utilisé. Sans tenir compte du fait que les autres mouvements verticaux sont toujours ignorés.

Le concept de côte stable est alors apparu explicitement [Emery & Aubrey, 1991]. Il repose sur des observations géologiques locales. Mais ces données témoignent d'un passé souvent très éloigné de la période considérée. Certains mouvements peuvent ne plus être d'actualité. D'autres sont peut-être apparus depuis. En particulier, les effets d'affaissement des constructions ou de tassements, suite à l'extraction de fluides, ne sont certainement pas négligeables près des côtes sur les derniers cent ans.

En résumé, la question de l'élévation récente du niveau de la mer n'est pas simple. Il est intéressant de remarquer sur le tableau suivant que notre connaissance du problème était déjà bien résumée en 1935 par un ancien directeur du Nivellement Général de la France, Monsieur Vignal, qui réalisa une étude des séries temporelles marégraphiques disponibles à l'époque autour de la Méditerranée.

N°	Auteurs	Résultats (mm/an)	N°	Auteurs	Résultats (mm/an)
1	Vignal (1935)	1 à 2	11	Aubrey (1985)	0 à 3
2	Outenburg (1941)	1.1 ± 0.8	12	Gornitz & Lebedeff (1987)	1.2 ± 0.3
3	Kuonen (1950)	1.2 à 1.4	13	Barnett (1988)	1.15
4	Lisitzin (1974)	1.1 ± 0.4	14	Trupin & Wahr (1990)	1.75 ± 0.13
5	Fairbridge & Krebs (1962)	1.2	15	Gornitz & Seeber (1990)	1.26 ± 0.78
6	Emery (1980)	3	16	Peltier & Tushingham (1991)	2.4 ± 0.9
7	Gornitz et al (1982)	1.2	17	Emery & Aubrey (1991)	0.8
8	Klige (1982)	1.5	18	Douglas (1991)	1.8 ± 0.1
9	Barnett (1983)	1.54 ± 0.15	19	Nitrović & Davis (1991)	1.5 ± 0.3
10	Barnett (1984)	1.4 ± 0.14	20	Wöppelmann (1997)	1.6 ± 0.3

Tableau 3 : Estimations de l'évolution séculaire récente du niveau des mers.

Vignal estimait déjà une élévation du niveau général de la mer de l'ordre du millimètre par an.

Il constatait que cette élévation variait très sensiblement et irrégulièrement d'un port à l'autre, remarquant aussi l'abaissement dans certains ports. En outre, il appréhendait déjà correctement la nature du signal délivré par les marégraphes, ainsi que les incertitudes associées : "[...] quand bien même certains appareils marémétriques dénoteraient un mouvement ascensionnel non périodique incontestable du niveau moyen de la mer, cette ascension pourrait tenir, non à une véritable montée des eaux par rapport au socle continental, mais simplement à un affaissement très localisé d'une étroite bande côtière" [Vignal, 1935].

Le fait que, plus de soixante ans après, nous ne cernions pas mieux la question, vient du manque d'informations complémentaires nécessaires à la marégraphie pour mesurer et corriger les mouvements verticaux présents dans ses données. Les estimations actuelles sont approximativement les mêmes 60 ans après. Cela confirmerait la tendance linéaire du marégraphe de Brest. Aucune accélération n'est en effet visible dans cette série de données qui débute avant l'ère industrielle, contredisant donc, en apparence, le lien entre élévation du niveau de la mer et réchauffement climatique d'origine anthropique.

SYSTÈMES D'OBSERVATION

Face aux incertitudes évoquées, la Commission Océanographique Intergouvernementale a démarré en 1985 un programme d'observation du niveau des mers appelé GLOSS. Fondé sur un réseau mondial de stations de marégraphie, ce réseau a été conçu idéalement par un groupe d'experts internationaux, le groupe d'experts GLOSS, pour répondre à des applications scientifiques.

Il s'appuie pour une grande partie sur des marégraphe existants. La carte de la figure 2 montre la couverture du réseau GLOSS tel qu'il est défini aujourd'hui, depuis les dernières modifications apportées en 1997.

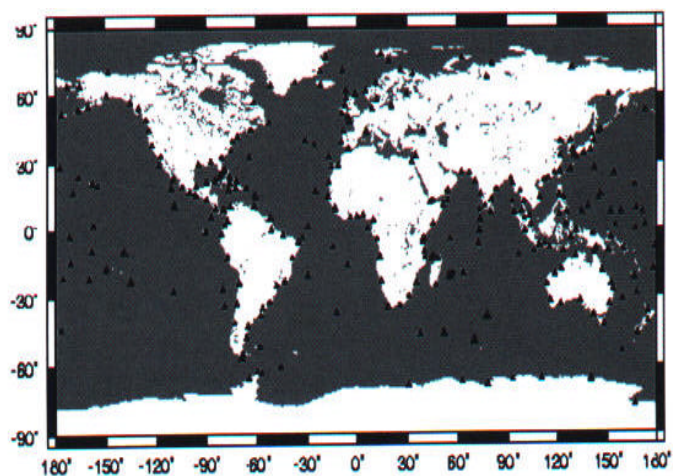


Figure 2 : répartition des marégraphe GLOSS.

Le réseau comporte 287 stations autour desquelles s'articulent des réseaux régionaux. Trois pôles d'intérêt scientifique regroupent les stations :

- . GLOSS-LTT, pour l'étude des tendances à long terme du niveau des mers;
- . GLOSS-ALT, pour la calibration des altimètres radar embarqués sur satellite;
- . GLOSS-OC, pour la surveillance de la circulation générale des océans
- . GLOSS comprend par ailleurs un réseau de contacts et de représentants nationaux. Ce sont eux qui assurent l'adéquation entre le réseau idéal et sa réalisation pratique. Aussi, ont-ils proposé, puis validé, les contributions concernant les marégraphe qui se trouvent sous la responsabilité des organismes de leur pays.

Les critères de qualité GLOSS

Le programme mondial GLOSS a établi un certain nombre de critères pour assurer la qualité des stations qui contribuent à son réseau. Ils sont résumés ici :

- . la mise en place de marégraphe modernes de précision instrumentale d'ordre scientifique, munis de centrales d'acquisition numériques ; ceci permet l'exploitation et la diffusion des observations par les moyens informatiques.
 - . la maintenance et le contrôle du fonctionnement et des performances des marégraphe, notamment par étalonnages et opérations de nivellement annuels;
 - . la surveillance géodésique de la référence des marégraphe par techniques spatiales telles que GPS ou DORIS;
 - . l'accès et la diffusion des données dans des délais compatibles avec les besoins des utilisateurs.
- Ces critères, établis il y a maintenant dix ans, sont encore d'actualité bien qu'ils puissent encore évoluer à la lueur des résultats et des recommandations des groupes de travail internationaux.

La surveillance géodésique

La surveillance géodésique des marégraphe concerne surtout les composantes GLOSS-LTT et GLOSS-ALT. En ce qui concerne la première application, nous avons vu que l'on s'intéresse à des signaux ténus, de l'ordre du mm/an. Il est donc essentiel de réaliser une surveillance rigoureuse de la stabilité de la référence des mesures de ces marégraphe.

D'une part, la référence interne de ces marégraphe doit être déterminée et contrôlée par étalonnages réguliers par rapport à un repère matériel proche, appelé repère de marée. D'autre part, les mouvements verticaux des repères de marée doivent être surveillés en local et, surtout, dans un système de référence terrestre mondial de qualité suffisante. Rappelons que l'on cherche à mettre en évidence des variations de l'ordre du mm/an.

La figure 3 illustre les principaux éléments intervenant dans le processus de surveillance synergique du niveau de la mer par géodésie et marégraphie. Les techniques de nivellement sont souvent nécessaires pour faire la liaison entre repères de marée et repères de géodésie spatiale. Les repères de marée sont en effet rarement adaptés à l'observation directe par des instruments de géodésie spatiale.

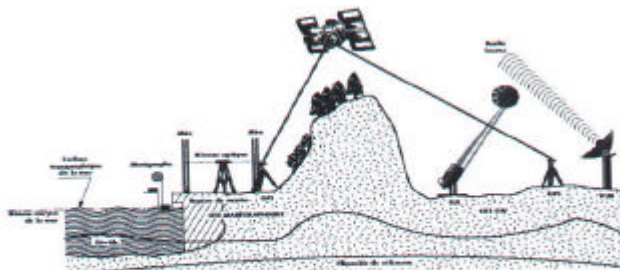


Figure 3 : principe du rattachement géodésique des marégraphe dans un système géodésique mondial (illustration A. Pasquier).

il est intéressant de noter l'évolution des idées sur la stratégie d'observation à mettre en œuvre en géodésie spatiale. Il y a une dizaine d'années, la communauté scientifique s'est engagée dans une stratégie d'observation par campagnes de quelques jours, à répéter annuellement sur dix-vingt ans. Aujourd'hui, l'idée est plutôt de réaliser une surveillance continue par des instruments permanents. Celle-ci s'avère moins coûteuse, notamment par GPS, compte tenu des coûts plus raisonnables aujourd'hui des récepteurs et antennes GPS.

L'avantage d'une surveillance continue est certaine pour les sites éloignés. Il est aussi d'obtenir des résultats plus tôt en évitant les phénomènes de sous-échantillonnage des signaux qui peuvent affecter le positionnement sur la composante verticale. Par analogie rappelons que les marégraphes ne donnent des tendances du niveau relatif de la mer précises qu'au bout d'environ 50 ans.

CONTRIBUTION FRANÇAISE

La France participe au réseau GLOSS par quinze stations, représentées par des triangles dans la figure 2. Elles sont réparties sur l'ensemble du globe. Il s'agit de Brest (242), Cayenne (202), Clipperton (165), Crozet (21), Dumont d'Urville (131), Dzaoudzi (96), Kerguelen (23), Le Robert (204), Marseille (205), Nouméa (123), Nuku Hiva (142), Papeete (140), Pte des Galets (17), Rikitea (138) et Saint-Paul (24). Les chiffres entre parenthèses représentent le numéro GLOSS du marégraphe. Il faut savoir que GLOSS n'a pas de moyens propres pour développer un tel réseau d'observation de près de 300 marégraphes, qu'il convient d'ailleurs de densifier pour mieux appréhender les structures méso-échelles de l'océan. L'objet de GLOSS est de coordonner les ressources et les efforts de chacun au niveau mondial. Son succès repose sur le volontariat des pays et des organismes nationaux.

Dans ces conditions, on voit bien qu'en définitive le succès de GLOSS repose aussi sur un effort analogue de coordination à l'échelle nationale. C'est dans cette optique que l'institut Géographique National (IGN) et le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) ont démarré le développement du projet SONEL : Système d'observation du Niveau des Eaux Littorales.

Le projet SONEL

SONEL s'appuie sur les ressources nationales en matière de marégraphie et de géodésie. L'objet est d'organiser de manière raisonnée et rationnelle les ressources et les efforts nationaux pour mesurer le niveau de la mer dans un ensemble d'observatoires côtiers, et surveiller l'évolution de ce paramètre dans des référentiels local et mondial. C'est aussi de servir d'interface avec l'étranger, notamment dans les projets européens et mondiaux tels que GLOSS, ou encore dans les échanges avec les centres de données internationaux tels que le PSMSL.

SONEL n'a pas à proprement parler de réseau d'observatoires. Il constitue à ce propos un réseau virtuel fédérant des réseaux d'observation indépendants sous la responsabilité d'organismes partenaires.

Ces derniers peuvent trouver dans SONEL une diffusion et une valorisation complémentaires de leurs données, tout autant qu'un soutien scientifique et technique pour contrôler la qualité des observatoires et, le cas échéant, contribuer à leur mise à niveau.

SONEL repose donc sur des réseaux de marégraphie et de géodésie existants ou en cours de développement, tels que RONIM, un réseau de marégraphes modernes numériques en cours de développement par le SHOM avec le partenariat des DDE, des Ports Autonomes et d'organismes divers et scientifiques [Allain, 1998]; le RGFI réseau GPS permanent en métropole, également en cours de déploiement, par l'IGN, avec de nombreux partenaires [Boucher, 1999j; le réseau de balises DORIS déployées sur l'ensemble du globe par l'IGN et le CNES [Willis, 1997], etc.

L'élément central de SONEL est une base de données mixte de produits issus de la marégraphie et de la géodésie spatiale. Le système prévoit de collecter les données de chacun des maillons du processus de rattachement des marégraphes décrit dans la figure 3. Il offrira notamment des données de niveau moyen de la mer exprimées aussi bien dans un repère local que dans une référence géodésique mondiale.

Stations pilotes de Brest et de Marseille

Les marégraphes de Brest et de Marseille sont des stations pilotes importantes du projet SONEL, comme le souligne la recommandation de l'assemblée générale du Comité National Français de Géodésie et Géophysique, le 6 février 1996. L'IGN et le SHOM les ont équipés du matériel nécessaire pour leur mise à niveau suivant les critères du réseau mondial GLOSS.

Marseille dispose depuis juin 1998 d'un marégraphe moderne de type acoustique semblable à celui de Brest. La surveillance géodésique des deux marégraphes se fait par récepteur GPS permanent : celui de Marseille est en place depuis juillet 1998 et celui de Brest depuis octobre 1998. Les observations GPS de ces deux stations sont désormais collectées, puis traitées en routine dans le réseau GPS national RGP.

L'analyse préliminaire des résultats GPS fournis par le laboratoire LA REG de l'IGN montre que la composante verticale est trois à six fois moins bien déterminée que les composantes horizontales. Ce résultat ne surprend pas, il peut s'expliquer par la configuration du système GPS et par les nombreuses sources d'erreur qui affectent a priori cette composante : propagation des ondes radioélectriques dans l'atmosphère, caractéristiques et variations du centre de phase des antennes GPS, stabilité des monumentations, réalisations du système de référence, etc. L'amplitude des effets dépend néanmoins du site et de son environnement comme l'illustrent les courbes de la figure 4.

Les résultats de la figure 4 proviennent des solutions GPS hebdomadaires calculées en réseau libre par l'équipe RGP du LAREG (D. Maillard et P. Nicolon). Ces solutions sont des jeux de positions issues du traitement des mesures GPS enregistrées dans les stations françaises du RGP et dans quelques stations européennes voisines du réseau permanent EUREF.

En raison du calcul en réseau libre, qui optimise la cohérence interne des résultats, chaque jeu se trouve exprimé dans un repère qui lui est propre. Une combinaison de toutes ces solutions hebdomadaires suivant les modèles appliqués dans la section terrestre du Service international de la rotation terrestre (IERS) permet l'expression des positions dans un repère de référence unique [Altamimi, 1997]. Il est ensuite aisé de transformer ce repère "moyen" dans le repère de notre choix, ici l'ITRF97, dernière réalisation disponible du repère terrestre international [Boucher et al, 1999].

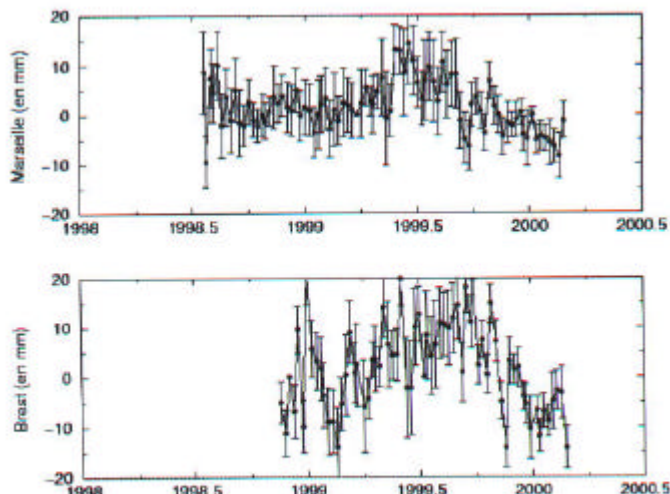


Figure 4 : Résultats sur la composante verticale des stations GPS de Brest et Marseille, en millimètres (communication personnelle Z. Altamimi, IGN).

La figure 4 représente les écarts de chaque solution hebdomadaire transformée avec la solution "moyenne". Les pentes ont été retirées dans le processus de combinaison. Les incertitudes sur les tendances sont encore trop importantes par rapport à celles qui sont indiquées par les marégraphes, d'un facteur dix environ, soit de l'ordre du mm/an. Rappelons cependant que les mesures GPS sont récentes et trop brèves pour fournir des résultats clairs et significatifs. Il est donc encore difficile de les interpréter comme des mouvements réels de l'écorce terrestre et donc de les utiliser pour corriger les tendances du niveau de la mer indiquées par les marégraphes.

PERSPECTIVES

Les stations GPS permanentes de Brest et de Marseille sont motivées par l'existence des séries temporelles historiques de marégraphie et leur grand intérêt scientifique. Une nouvelle station d'intérêt pour la communauté scientifique vient d'être équipée par l'IGN à Ajaccio. Le marégraphe devrait bientôt être installé par le SHOM.

Cette expérience corse est pilotée par P. Exertier de l'observatoire de la Côte d'Azur. Elle a pour objet la calibration du futur altimètre radar Jason-1

Les calculs GPS conduits dans le RGP se limitent à la France continentale et à la Corse. Mais nombreux sont les marégraphes d'intérêt pour la communauté française qui se trouvent ailleurs, répartis sur l'ensemble du globe.

Un calcul global est d'ores et déjà envisagé dans le cadre d'une expérience pilote avec le Service international GPS (IGS) pour atteindre la meilleure précision possible en cet ensemble de marégraphes équipés de GPS. La composante verticale du positionnement par GPS mérite une attention particulière lorsqu'on s'intéresse aux déplacements verticaux à la surface de la Terre et aux variations générales et à long terme du niveau de la mer. L'objet est de fournir un signal géodésique aussi pur que possible pour permettre une exploitation géophysique correcte en aval. Les premiers résultats de Brest montrent une allure singulière sur la composante verticale. Un effet de surcharge océanique de plusieurs centimètres a été mis en évidence (Llubes et al, soumis), mais il semble que le signal soit plus complexe encore. Des recherches sont en cours aujourd'hui pour mieux comprendre ce signal. Elles mettent notamment à profit le gravimètre absolu que la communauté scientifique nationale a acquis.

RÉFÉRENCES

- Allain [1998]** : "Observation systématique du niveau de la mer". Revue XYZ numéro 74 - 1er trimestre 1998, pp.71-76.
- Altamimi Z. [1997]** : "Analyse d'un logiciel de combinaison de positions et vitesses tridimensionnelles". Publication LAREG MM017, Mai 1997.
- Boucher C. [1999]** : "L'expérience pilote Réseau GPS Permanent (RGP)". Revue XYZ, Nr. 79, 2e trimestre 1999, pp. 21-24.
- Boucher C., Z. Altamimi & P. Sillard [1999]** : "The 1997 International Terrestrial Reference Frame (ITRF97)". IERS Technical Note 27, May 1999, 191 pp.
- COI [1997]** : "Global Sea Level Observing System (GLOSS): Implementation Plan - 1997". Commission Intergouvernementale Oceanographique de l'UNESCO, Technical Series 50.
- Emery K.O. & D.G. Aubrey [1991]** : "Sea levels, land levels, and tide gauges". Springer Verlag, 237 pp.
- Pirazzoli P. [1996]** : "Sea-level Changes - The last 20 000 Years". Chichester, Wiley 1996, 211 pp.
- IPCC [1995]** : "Climate Change 1995: The Science of Climate Change". Contribution of Working Group 1 to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press 1996, 572 pp.
- Vignal J. [1935]** : "Les changements du niveau moyen des mers le long des côtes en Méditerranée et dans le monde". Extrait des Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. Numéro d'octobre, 52 pp.
- Willis P. [1997]** : "Système DORIS, applications scientifiques". Revue XYZ numéro 73, 1997, pp. 67-74.
- Wöppelmann G. [1997]** : "Rattachement géodésique des marégraphes dans un système de référence mondial par techniques de géodésie spatiale". Thèse de Doctorat de l'observatoire de Paris, 23 juin 1997, 263 pp.
- Wöppelmann G., S. Allain, C. Boucher, L. Daniel et B. Simon [1999]** : "Présentation du Système d'observation du Niveau des Eaux Littorales - SONEL " Document SHOM-IGN, Version 1.0, mai 1999, 40 pp.

REPORT ON THE SECOND WORKSHOP "UNIFICATION OF THE GEODETIC REFERENCE SYSTEM IN NORTH AFRICA"

In May 26 and 27, 2001, the second workshop related to the unification of North African geodetic reference system was held at Hotel El Aurassi, Algiers, Algeria, organized by the "Institut National de cartographie et de Télédétection (INCT)" in association with the "Organisation Africaine de Cartographie et de Télédétection (OACT)". The workshop focal point was the implementation of the North African Reference Frame (called NAFREF).

The implied countries are: Algeria, Egypt, Libya, Mauritania, Morocco and Tunisia.



During the workshop, three working groups were created:

Group 1: Definition and implementation of a Terrestrial Reference System for North Africa

Group 2: Geoid determination for North Africa

Group 3: Institutional Aspects

Members of these three groups were appointed: one representative per country for each group.

A general Report (in French) on NAFREF project as defined and discussed during this workshop was issued by the INCT describing the main mission of the three groups as well as workshop recommendations and summary.

If you are interested by this report, please contact Fethi Benhamouda (e-mail: benhamoudaf@hotmail.com and inct99@wissal.dz) to receive a copy.

The main conclusion remarks are as the following:

- The North African participants insisted on their (natural) need of assistance by the international organizations (IAG Commission 10, IGS, IgeS, EUREF...) and institutions for the success of NAFREF project.

- The implication of outside organizations is a key element of this project to help the implied countries working together.

- The participants emphasized on the co-ordination role which should be organized by the OACT.

- The six countries are willing to start installing GPS permanent stations with the financial and technical support of the international organizations. Interested institutions and organizations on GPS permanent stations in North Africa are encouraged to contact the OACT general secretary Dr. Muftah Unis (e-mail: oact@wissal.dz)

- An action planning was defined and adopted for the two main working groups for the upcoming year (June 2001 - Mai 2002). The two main actions to mention here are:

* organization of a GPS observation campaign to be realized in October - November 2001. This campaign will be a test of the feasibility of a common work between the 6 implied countries. Interested organizations to help in this campaign should contact the OACT.

* Geoid computation using the existing data in the 6 countries.

- The next workshop is planned to be held in Morocco, may 2002



Vue d'ensemble de l'Atelier

2^{ème} Atelier Nord Africain de Géodésie Alger, 26-27 Mai 2001

Projet NAFREF

(North African Reference Frame)

La séance inaugurale du deuxième Atelier Nord Africain sur l'unification des systèmes de référence était marquée par l'allocution d'ouverture officielle de l'Atelier, prononcée par Monsieur Le Président du Conseil National de l'Information Géographique. Elle était suivie par les discours de Monsieur le Secrétaire Général de l'Organisation Africaine de Cartographie et de Télédétection, et de Monsieur le Directeur Général de l'Institut National de Cartographie et de Télédétection.

Dans son allocution d'ouverture Monsieur Le Président du Conseil National de l'Information Géographique a insisté sur le principe de concertation et de coopération retenue par les pays de l'Afrique du nord, via les recommandations des organisations africaines, de l'Union du Maghreb Arabe (UMA) et de la Ligue des Etats Arabes, pour unifier les systèmes de références géodésiques et calculer un géoïde régional. Il a aussi fait ressortir les enjeux et les intérêts réciproques des pays à adhérer à cette unification. Il a souligné enfin, l'importance d'asseoir nos études relatives à l'environnement, à la cartographie multitemporelle nécessaire au diagnostic en terme de désertification, sur des références et des normes communes.

L'intervention de Monsieur le Secrétaire Général de l'Organisation Africaine de Cartographie et de Télédétection (OACT) a situé tout d'abord le contexte du projet North African REFERENCE (NAFREF), qui est une composante régionale du projet AFREF, à savoir AFrican REFERENCE (AFREF). Il a mis l'accent ensuite sur l'intérêt de la coordination par l'OACT, afin d'implémenter le projet sur l'ensemble du continent, où en Afrique australe, un projet similaire à NAFREF est en cours de montage, sous les auspices de la Commission Économique pour l'Afrique.

De par sa vocation et son expérience, l'OACT suggère pour la réussite du projet suscité, de s'appuyer sur les stations permanentes de l'International GPS Service (IGS), et insiste sur la nécessité de profiter de l'expérience du projet Européen EUREF pour unifier les différents matériaux géodésiques.

Enfin, Le Secrétaire Général de l'OACT considère que les retombées du 2ème Atelier d'Alger, seraient une impulsion décisive au développement des disciplines géographiques dans notre région durant la décennie en cours.

Dans son discours, Monsieur le Directeur Général de l'INCT a en premier lieu rappelé l'importance des résolutions du 1er atelier de Tunis (mai 2000), qui sont une assise sur laquelle s'appuiera le deuxième Atelier d'Alger.

Il a ensuite mis en avant l'intérêt de l'unification des systèmes géodésiques pour les projets de développements et pour les projets scientifiques, où il cita le projet SASS et le projet AFRICOVER.

Pour assurer le succès du projet NAFREF, Le Directeur Général de l'INCT a mis l'accent sur la nécessité de capitaliser l'expérience ADOS (African DOPPLER SURVEY) et surtout de s'inspirer des projets implémentés en Amérique du Nord, en Europe "EUREF" et en Amérique du sud "SIRGAS". Il a aussi souligné fortement l'indispensable soutien des organisations continentales et celui des organisations internationales, en particulier celui de l'Association Internationale de Géodésie "AIG", où l'on attend beaucoup d'elle en terme de transferts de technologie et de savoir-faire.

Il termine son intervention par rappeler les objectifs assignés au 2ème Atelier d'Alger, dont le principal est la mise en place du projet NAFREF dans sa configuration scientifique, technique et organisationnelle.

Rapport de la session 1

Expériences Internationales

1. Communication du Prof. SANZO (Président de l'AIG, Italie).

Le professeur Sanso souligne de prime abord que durant ces dernières années, l'AIG était plus orientée vers les aspects théoriques de la géodésie et que depuis son élection comme président de l'AIG, elle s'oriente de plus en plus vers des aspects pratiques et ce par le renforcement des services de l'AIG (BGI, IGS, IGeS.). Une nouvelle organisation de l'association va être discutée lors de l'assemblée scientifique de Budapest, en septembre 2001. Concernant le projet NAFREF, le Professeur Sanso informe les présents de la disponibilité de l'Agence Spatiale Italienne d'installer des stations GPS permanentes en Afrique du Nord.

2. Communication Zuheir ALTAMIMI, IGN (France)

Il a commencé par présenter la commission 10 de l'AIG, l'IERS (*International Earth Rotation Service*) et l'IGS. Par la suite, il a détaillé la configuration de l'EUREF et les travaux réalisés et a également présenté le réseau EUREF permanent. Enfin, il a présenté une démarche pour la réalisation du projet NAFREF dans le cadre du projet continental AFREF.

Monsieur ALTAMIMI a présenté les structures de la commission 10 de l'AIG, à savoir la commission "réseaux géodésiques Globaux et régionaux", actuellement présidé Par Mr Claude BOUCHER (IGN, France). Cette commission se compose de 03 groupes de travail: le groupe 1 s'occupe des " Datums et systèmes de coordonnées"; le groupe de travail 2 s'intéresse à l'utilisation du GPS et des produits IGS pour la densification de l'ITRF, et enfin le troisième groupe de travail, qui se focalise sur les aspects liés à "l'unification mondiale des datums verticaux". Il a brièvement cité les projets régionaux en cours, à savoir les sous commissions, pour l'Europe EUREF, pour l'antarctique "SCAR", pour l'Amérique du nord le "new NAD", pour l'Amérique du Sud "SIRGAS", pour le Sud Est Asiatique et le Pacifique SC "SEAP" et enfin pour l'Afrique "AFREF".

La deuxième partie de sa présentation était consacrée aux produits développés par les Services de l'AIG, à savoir l'IGS et l'IERS. Alors que le troisième partie était consacrée aux considérations théoriques et pratiques liées à l'International Terrestrial Reference System "ITRS" et à sa réalisation l'International Terrestrial Reference Frame "ITRF. Le réseau actuel est composé de plus de 800 stations, localisés dans 400 sites (mesures de position et de vitesse).

Le calcul est réalisé quasi annuellement par l'IGN-France sur la base d'une combinaison des solutions VLBI, SLR, GPS et DORIS.

Il a souligné le fait que tous les produits IGS sont reliés à l'ITRF, et que le réseau IGS est composé de 200 stations GPS permanentes.

L'IGS fournit entre autres à des fins non commerciales les éphémérides précises du système GPS et les mesures en terme de position et vitesse.

Le Service "IGS dispose, de 03 centres de données (2 aux Etats Unis et un (01) en France à l'IGN), de 07 centres d'analyses et d'un bureau central au niveau de "Jet Propulsion Laboratory, USA".

Pour ce qui du projet EUREF, Monsieur ALTAMIMI a rappelé que le projet a démarré en 1987 lors de l'Assemblée Générale de l'UIGG/IAG à Vancouver, comme une continuation de la sous commission "RETRIG". La sous commission EUREF a pour mission l'établissement et la maintenance du Système de référence Européen. Le réseau actuel correspond à un réseau de très haute précision déterminé par de nombreuses campagnes GPS, et où on note un très bon réseau géodésique composé de plusieurs stations GPS permanentes. Cette sous commission dispose aussi, d'un réseau de GPS pour les datums verticaux (EUVN: European Vertical GPS Reference Network).

La dernière partie de son intervention était orientée vers le projet AFREF, qui est un projet de l'AIG, à l'initiative de la commission 10 de l'AIG. L'objectif du projet AFREF est la densification de l'ITRF sur le continent Africain par les techniques de GPS, et sur la base des produits de l'IGS. Pour cela, une approche régionale est nécessaire pour la mise en réseau des pays, ce qui peut être le cas de NAFREF. Il a terminé son intervention en proposant quelques recommandations relatives au projet NAFREF.

3. Communication de Michel SARRAILH, BGI (France).

L'intervention de Mr SARRAILH du Bureau Gravimétrique International était axé en premier lieu, sur les techniques de validation des données gravimétriques; qui sont souvent hétérogènes et mal géoréférencées, exécutées dans le cadre des prospections minières et pétrolières.

Il a rappelé que le calcul d'un géoïde, "dépend non seulement du gravimètre (le g est connu avec une précision de quelques centièmes de mGal à 1 mGal pour les gravimètres plus anciens) mais aussi, de la précision de l'altitude et des coordonnées planimétriques de la station.

La précision de l'altitude est le plus souvent déterminante : une erreur de 3 m entraîne une erreur de 1 mGal sur l'anomalie à l'air libre.

Il est alors nécessaire de bien connaître les systèmes de référence non seulement gravimétriques mais aussi planimétriques et altimétriques utilisés pour chaque levé, sous peine d'introduire des erreurs systématiques, qui se répercuteront sur les hauteurs du géoïde".

Il a aussi, insisté sur l'intérêt de disposer de Modèles Numériques de Terrain "MNT" précis et détaillé, qui est très important à différents titres :

- pour le calcul des anomalies de Bouguer complètes, en prenant en compte réellement l'effet du terrain, ce qui permettra de mieux détecter les mesures erronées, tout particulièrement en zone montagneuse,
- pour le contrôle des datums planimétriques et altimétriques utilisés par les levés gravimétriques,
- pour l'utilisation des levés gravimétriques, pour lesquels on ne dispose que des cartes d'anomalies de Bouguer - c'est un cas fréquent dans le domaine de la recherche pétrolière . La connaissance de l'altitude permettra alors de restituer l'anomalie à l'air libre.
- pour la détermination de l'effet résiduel du terrain pour le calcul du géoïde.

L'orateur a conclu son intervention en décrivant les méthodes de prédiction utilisées par le BGI.

4. Communication de Sonia Maria ALVES COSTA, IBGE (Brésil)

La présentation de Mme ALVES COSTA de l'IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Institut Brésilien de Géographie et de Statistiques) était consacré au projet SIRGAS (Sistema de Referência Geocêntrica para as Américas), qui concerne toutes les activités liées à l'adoption d'un système de référence géocentrique, compatible avec les techniques modernes de positionnement. Mis en place en 1993, ce projet regroupait au démarrage 13 pays de l'Amérique du Sud, et depuis février 2001 le projet concerne 21 Pays. Sur le plan organisationnel, le projet SIRGAS est doté d'un comité de projet, d'un conseil scientifique et de trois groupes de travail (le Groupe 1 sur le système de référence, le groupe 2 sur le datum géocentrique et le groupe 3 sur le datum vertical). La dernière réalisation SIRGAS2000, en terme de système de référence concerne 180 stations GPS. Dans un deuxième temps, Mme ALVES COSTA a présenté le travail en cours relatif à la détermination d'un quasi - géoïde et à la génération d'un modèle Numérique du Terrain sur l'ensemble de l'Amérique du Sud. Elle a clôturé son intervention par la présentation du projet relatif à la détermination d'un géoïde sur le continent africain sous l'égide de la commission des pays en développement de l'AIG. Le groupe de travail est composé d'experts africains au nombre de sept (07) et est actuellement présidé par le professeur Charles MERRY d'Afrique du Sud.

Rapport de la Session 2

Synthèse des propositions des pays Nord Africains relatives au projet NAFREF

Rapport de l'Algérie:

Le rapport de l'Algérie fait état des travaux déjà réalisés à savoir, un modèle calculé de géoïde préliminaire, qui sera amélioré et un Modèle Numérique de Terrain en stade d'avancement. Le rapport propose d'autre part:

- de retenir 12 points sur le territoire Algérien comme contribution au réseau NAFREF, et propose 02 sites pour des observations permanentes par GPS,
- que l'OACT coordonne les relations avec les organisations internationales (Commission 10 de l'AIG, ITRF, IGS,...),
- de mettre à disposition de tous les pays concernés les données communes sous forme d'une base de données, selon des spécifications qui restent à définir,
- que des sessions de formation soient organisées sous l'égide de l'AIG.

Rapport du Maroc :

Le rapport insiste sur les points suivants:

- La coordination du projet NAFREF doit être confiée à l'OACT,

- Le support de l'AIG et du BGI est important pour l'avancement du projet,
- La constitution d'un comité de pilotage comprenant un représentant par pays
- La nécessité d'inventorier l'existant de données géodésiques, de définir les moyens, le choix des points, la méthodologie d'observation, les modalités des échanges et de traitement des données et de la formation.

Rapport de la Mauritanie :

- Le rapport présente l'état des lieux des travaux géodésiques récents et en particulier le réseau de 32 points GPS (dit d'ordre zéro).
- Les observations faites en 1999 ont été effectuées par des récepteurs LEICA et le calcul par le logiciel SKI 2.3. Le calcul inclut des lignes de bases avec les stations IGS de St. Fernando et de Calgari. Le réseau du nivellement a également été présenté.
- Le rapport propose d'autre part, en ce qui concerne le projet NAFREF, la création d'un comité de pilotage, l'inventaire de l'existant et la coopération approfondie entre les pays concernés.

Rapport de la Tunisie:

Le rapport présente l'état des lieux des différentes activités géodésiques à l'OTC. Cet organisme apporte son soutien au projet NAFREF et propose 7 points de référence pour le réseau. L'OTC possède en outre, 4 récepteurs GPS "Ashtech". Le rapport propose également de:

- procéder à l'inventaire des données géodésiques et des logiciels,
- définir les critères de sélections des stations,
- d'organiser des observation en octobre 2001,
- d'établir un consortium pour le traitement des données

Rapport de la Libye:

La proposition Libyenne a porté sur l'intégration du géoï de Libyen dans le projet NAFREF. L'objet de la présentation a porté sur le modèle du géoï de calculé sur le territoire Libyen et son intégration dans un modèle de géoï de unifié à l'échelle de l'Afrique du Nord. La détermination a été effectuée à partir de la collecte des données existantes (gravimétrique, astro - géodésique, GPS/ nivellement, altitudes orthométriques), de la structuration sous forme de base de données, suivi de l'étude des techniques les plus usitées et enfin l'analyse et la comparaison des différents résultats obtenus.

Rapport de la session 3

Présentation de l'avant-projet d'Unification de Système de Référence Géodésique

Président: M. C. FEZZANI, Directeur exécutif de l'OSS

Vice-Président: M. OULD BRAHIM (Mauritanie)

Rapporteur: S. KAHLOUCHE (Algérie)

Après avoir pris connaissance des différentes propositions des pays de l'Afrique du Nord et examiné les rapports préliminaires des deux groupes de travail portant respectivement sur le référentiel géodésique (Président: ALTAMIMI, Z) et sur le calcul du géoï de (Président: SANSO, F), le président de la session a proposé la poursuite des travaux au sein de chaque groupe afin de dégager un plan d'actions concrètes et un plan de travail à mettre en œuvre avec un calendrier précis pour concrétiser les résolutions prises lors du premier atelier de Tunis.

Considérant l'importance du projet NAFREF, le président de session a en outre, procédé à la mise en place d'un troisième groupe chargé d'examiner les aspects institutionnels relatifs à la participation de chaque pays. Les aspects organisationnelles, les modalités de mise en œuvre ainsi que la préparation du troisième atelier sont les principales questions soumises au débat. Après un riche débat, le groupe 3 a adopté les recommandations relatives aux aspects suscités.

Débat général et recommandations

Après présentation des différentes propositions et plannings de travail pour chacun des groupes, les **résolutions des groupes de travail ont été adoptées**. Un débat général a eu lieu et a permis d'adopter les mesures suivantes :

- L'OACT est chargé, avec le concours du **CRTEAN**, de faire aboutir les résolutions et le programme de travail adopté lors de cet atelier. Le **CRTEAN** doit être impliqué par l'OACT pour une meilleure prise en charge des différentes tâches du projet.

- Pour le groupe de travail relatif aux aspects cartographiques, notamment le choix de représentation plane, un mandat est donné à l'OACT pour la prise en charge de cette préoccupation qui a fait l'objet lors de l'atelier de Tunis d'un groupe de travail spécifique. L'OACT capitalisera les expériences nationales des pays membres et des organisations internationales à travers notamment l'International Cartographic Association (**ICA**), pour faire l'état des lieux et de l'art dans ce domaine particulier.

- Il a été recommandé, afin d'homogénéiser les plans de travail des deux groupes d'assurer d'une part une formation sur le traitement de données **GPS** (G1 avec les logiciels de recherche: Bernese, GYPSI, GAMIT,..) et d'autre part de procéder, après validation des données gravimétriques, au calcul du géoïde par les méthodes développées notamment lors de l'école sur le géoïde de l'IGeS (utilisation du logiciel de recherche Gravsoft) qui se tiendra au Caire, ou celles utilisées dans le cadre du projet **SIRGAS** (méthode de Stockes).

- Il a été recommandé la création d'un site Web pour le projet **NAFREF**, pour informer la communauté scientifique nord africaine et internationale des développements du projet.

- Le protocole d'échange des données (par exemple données GPS) a été soulevé par les participants.

Cette question sera prise en charge par l'OACT qui recueillera les données collectées au niveau de chaque pays pour les mettre à la disposition des centres de traitement nationaux.

- Dans la plupart des recommandations des ateliers, une réunion à brève échéance (fin juin) a été programmée. Considérant le temps imparti à cette rencontre, il a été convenu que l'OACT se charge de l'organiser au sein de son siège à Alger avec le soutien de l'Institut National de Cartographie et de Télédétection d'Algérie.

Il a aussi été question de multiplier les rencontres entre les pays nord africains en marge des manifestations internationales.

- Les exemples de l'assemblée scientifique de l'AIG (Budapest – septembre 2001) et du **Committee on Development Information CODI** (Addis Abeba où pourrait avoir lieu la présentation du projet **African Reference Frame "AFREF"** par Ruth NEILAN, chef du Bureau Central de l'IGS) ont été cités.

- Enfin, il a été arrêté le principe d'organiser le troisième atelier nord africain de géodésie au Maroc en Mai 2002.

Les participants au 2ème atelier Nord Africain adressent aux hautes autorités Algériennes leurs vifs remerciements pour l'accueil chaleureux et fraternel qui leur a été réservé. Ils adressent aussi leurs remerciements à l'Institut National de Cartographie et de Télédétection et à son Directeur Général, pour avoir abrité cet atelier et pour tous les efforts consentis par le comité d'organisation pour faire de cette importante manifestation scientifique une grande réussite pour l'avenir de l'infrastructure géodésique en Afrique du Nord, fondement d'une coopération régionale bénéfique et mutuellement profitable.

Résolution du groupe 1

Définition et mise en œuvre d'un Système de Référence Terrestre pour l'Afrique du Nord : "NAFREF"

Au cours des travaux du 2ème Atelier, il a été décidé de former le Groupe 1 au sein de l'OACT, sur la base d'un représentant par pays. Les membres désignés sont les suivants:

Algérie:	CHEMAA Boualem (INCT)
Egypte:	à désigner
Libye:	Ali SWISSI (SDL)
Maroc:	Abdallah EL ABDI ALAOUI (ACFCC)
Mauritanie:	DIENG PAPA DAOUDA (DTC)
Tunisie:	Abdelmajid BEN HADJ SALEM (OTC)

Ce groupe a la charge de définir les modalités techniques de la mise en œuvre du projet NAFREF et en particulier:

1. Définir le système de référence terrestre associé, en liaison avec le Système de International de Référence (ITRS) et sa réalisation "ITRF". Cette définition doit se faire en concertation entre l'OACT et l'AIG (particulièrement la commission 10);
2. Procéder à l'inventaire dans tous les pays concernés de l'existant en termes de:
 - Données géodésiques, et en particulier GPS, exploitables pour la réalisation de NAFREF
 - Logiciels de calcul
 - Récepteurs GPS
3. Planifier en termes techniques et opérationnelles la mise en œuvre d'une campagne d'observations GPS simultanées dans les six pays concernés d'Afrique du nord;
4. Promouvoir l'installation de stations GPS permanentes (ou semi-permanentes) dans tous les pays concernés, en partenariat avec des organismes internationaux (IAG, IGS, EUREF) ou des institutions gouvernementales Européennes.

Placé sous l'égide de l'OACT, le groupe doit en outre:

1. organiser des réunions de travail de manière régulière;
2. tenir informé toutes les parties concernées par des rapports détaillés sur l'état d'avancement du projet

Après discussion, le plan d'action Juin 2001 – Mai 2002 a été retenu :

- Première réunion du groupe fin Juin 2001 (au siège de l'OACT à Alger) durant laquelle les points suivants doivent être réalisés:

- chaque membre doit présenter l'inventaire en termes de données, logiciel de calcul et récepteurs GPS
- adoption d'une stratégie d'observation pour la campagne d'observation prévue pour Octobre - Novembre 2001
- arrêter une configuration des points à observer dans chacun des six pays concernés

- L'obtention avant la fin de l'année 2001 par chaque centre de calcul d'un logiciel scientifique de traitement GPS: Bernese, GIPSY ou GAMIT. Une formation spécifique doit être organisée afin de faciliter l'utilisation du logiciel de traitement et accélérer l'obtention des solutions,

- Exécution de la campagne de mesures entre Octobre – Novembre 2001,

- Mise à disposition des données de la campagne dans les six centres de calcul en avant Janvier 2002,

- Janvier – Mars 2002: traitement et analyse de données par les six centres de calcul,

- Avril 2002: réunion du groupe pour comparaison et validation des résultats,

- Mai 2002: Présentation des résultats finaux au prochain Atelier (3ème Atelier Nord Africain sur la géodésie).

Résolution du groupe 2

Détermination d'un géoïde unifié

Les pays d'Afrique du Nord reconnaissent aujourd'hui, qu'il est devenu essentiel, même du point de vue pratique des applications cartographiques, d'avoir un bon modèle de géoïde qui est nécessaire pour transformer les hauteurs orthométriques en hauteurs ellipsoïdales et vice versa. Ils admettent aussi, que le calcul d'un géoïde à l'échelle régionale est plus efficace qu'à l'échelle locale.

Ils expriment leur volonté de coopération sur ce sujet concernant le problème de l'échange de données et de la coopération avec les institutions internationales du domaine commun de l'OACT ou bien les services intéressés de l'AIG, comme le BGI ou l'IGeS.

Le calcul d'un géoïde régional implique l'utilisation de séries de données comme les données gravimétriques, des modèles numériques du terrain et des modèles globaux du champ de la pesanteur. Ces données sont la propriété d'institutions gouvernementales ou d'autres institutions comme la NASA, l'ESA, ... pour les données de satellites, ou la propriété des compagnies pétrolières, concernant les données de gravité.

Le projet implique aussi l'usage de logiciels particuliers comme ceux qui sont distribués par l'IGeS pour une utilisation non commerciale. Pour toutes ces raisons, les pays Nord Africains, en coordination avec l'OACT et l'AIG, et dans le cadre des programmes de NAFREF, ont décidé de créer un groupe de travail, comprenant un expert pour chaque pays participant. Ces experts doivent travailler comme une interface entre le comité NAFREF et les communautés nationales des institutions et des scientifiques intéressés.

Actuellement, les candidats (ou les représentants), qui doivent être confirmés par les institutions nationales et complétés par un représentant de l'Egypte, sont:

Algérie: Sid Ahmed BENAHMED DAHO (CNTS)

Libye: Abdessalem ELLAFI (SDL)

Maroc: Nouredine EL FETTAH (ACFCC)

Mauritanie: Sow CHEIKH (DTC)

Tunisie: Farid SMIDA (OTC)

Le programme de ce groupe de travail pour les mois à venir est le suivant :

A délai d'un (1) mois:

- Identification et sensibilisation au projet NAFREF des organismes détenteurs d'information gravimétrique;
- Mise en place d'un groupe de travail à l'échelle nationale.

A délai de quatre (4) mois:

- Recensement des levés gravimétriques (caractéristiques des levés: références, couvertures, qualité);
- Définition des clauses d'utilisation des données pour le projet: mise au point de protocoles d'accords d'utilisation et d'échange des données entre les pays concernés par le projet;
- Définir l'organisme national chargé de la collecte et de la validation;
- implication des services internationaux comme IGeS et BGI dans le projet, pour apporter leur aide à la collecte de toutes les données utiles disponibles au niveau international;

A délai de six (6) mois:

- Rapport intermédiaire sur l'avancement des travaux établi pour chaque pays transmis pour diffusion par les soins de l'OACT;
- Définition des protocoles de validation des données, distribution de logiciels de validation;

A délai d'un (1) an:

- Collecte et validation des données;
- Planification par les organismes nationaux de campagnes de renforcement des réseaux et de densification.
- Organisation lors de la prochaine école internationale du Géoïde au Caire - Egypte (19-24 janvier 2002), d'une réunion de travail pour faire le point sur l'état d'avancement des travaux.
- Calcul du géoïde à partir des données existantes et validées au niveau de chaque centre de traitement.
- Analyse des résultats, comparaison des solutions obtenues et adoption de la solution finale.

Résolution du groupe 3 :

Mise en place du cadre institutionnel pour la réalisation du projet NAFREF

Au cours des travaux de ce 2ème Atelier, il a été jugé important de mettre en place le cadre institutionnel organisationnel adéquat pour la prise en charge du projet NAFREF. Le groupe a adopté les résolutions suivantes:

- **Comité de pilotage:** Afin d'assurer une meilleure coordination du projet, sous ses différentes composantes, le Groupe a proposé de mettre en place un comité de pilotage qui sera composé, à raison d'un représentant par pays, du responsable de l'institution ayant en charge le réseau géodésique national ou de son représentant dûment mandaté.

- **Comité scientifique:** Le comité scientifique du projet NAFREF sera composé de deux éléments par pays, ceux désignés pour les groupes relatifs au système de référence et au calcul du géoïde. Les éléments proposés provisoirement, et dont la candidature doit être officialisée par la suite par les institutions ayant en charge le réseau géodésique national, sont par pays:

- Algérie: Boualem CHEMAA, Sid Ahmed BENAHMED DAHO
- Egypte: à désigner.
- Maroc: Abdallah EL ABDI ALAOUI, Nouredine EL FETTAH
- Mauritanie: Dieng Papa Daouda, SOW CHEIKH
- Libye: Ali SWISSI, Abdessalem ELLAFI
- Tunisie: Abdelmajid BEN HADJ SALEM, Ferid SMIDA

Des experts internationaux, notamment affiliés à l'Association Internationale de Géodésie, seront sollicités pour renforcer le comité scientifique.

- **Coordination du projet:** Il a été demandé à ce que l'OACT assure la coordination du projet NAFREF. L'Algérie a exprimé sa disponibilité à mettre à la disposition de l'OACT un expert. Les termes de référence d'experts mis à disposition de l'OACT seront élaborés ultérieurement pour être diffusés à tous les pays et solliciter leur concours.

- **Rôle des institutions régionales:** Les institutions régionales (OACT et CRTEAN) devront avoir une coordination étroite et forte pour la réussite du projet.

- **Coopération internationale:** L'Association Internationale de Géodésie, à travers les engagements de son président (F. SANZO) présent lors de cet atelier, a manifesté un vif intérêt à intégrer le projet NAFREF dans le plan de charge de l'AIG et a proposé la contribution scientifique de l'AIG et de ses services (IGS, IGeS, IERS,...) pour la mise en œuvre du projet.

Les participants à l'atelier ont noté avec grand intérêt la proposition de l'Agence Spatiale Italienne de doter les pays de la région de stations GPS permanentes. Les modalités pratiques seront arrêtées ultérieurement après examen de la proposition. En outre, le groupe recommande qu'un protocole d'accord entre l'OACT et l'AIG doit être défini à brève échéance (1 mois) et que des représentants africains doivent participer plus massivement au sein des différentes structures scientifiques (commissions, groupe de travail,...) de l'AIG.

- **Moyens de mise en œuvre:** Il est important que des moyens, complémentaires à ceux mis en place par les institutions nord africaines participantes au projet, soient octroyés aux experts sollicités pour la réalisation du projet NAFREF. Les moyens complémentaires porteront éventuellement sur l'accès à Internet, des micro-ordinateurs, des moyens de transport, documentations et abonnements. Une partie de ces moyens pourra être dégagée de la contribution à l'OACT et au CRTEAN par les pays concernés par le projet.

PRESENTATION DE L'OFFICE DE LA TOPOGRAPHIE ET DE LA CARTOGRAPHIE DE TUNISIE

Activités Géodésiques

Les Activités Géodésiques à l'OTC :

L'office de la Topographie et de la cartographie, par la loi de sa création, exécute les travaux nécessaires pour assurer sur le territoire national, l'implantation et la conservation d'un réseau géodésique et d'un réseau de nivellement de précision

Rappel Historique :

Les premiers points géodésiques ont été créés en 1876 par les géodésiens Italiens lors de la liaison entre le Cap-Bon et l'île de Sicile. Le premier réseau géodésique Tunisien a été défini à partir de l'extension du réseau Algérien, par l'observation du point astronomique Carthage en 1878 et la mesure de l'azimut Carthage - Bir. Bou Regba pour l'orientation du réseau.

La structure géodésique Tunisienne jusqu'à 1978 était comme suit :

- un réseau géodésique dit du 1^{er} ordre,
- un réseau géodésique du 1^{er} ordre complémentaire,
- un réseau géodésique du 2^{ème} ordre,
- un réseau géodésique du 2^{ème} ordre complémentaire,
- un canevas de points astronomiques au sud (Sahara).

A un réseau de points géodésiques est associé le système géodésique c'est-à-dire les éléments de référence à partir desquels sont calculées les coordonnées géographiques (latitude, longitude) ou les coordonnées planimétriques (X,Y). Nous donnons ci-dessous le système utilisé en Tunisie.

Le Système Géodésique 'CARTHAGE 34' :

Les éléments de définition de ce système sont :

- le point fondamental : le point Carthage en Tunisie,
- l'ellipsoïde de référence : l'ellipsoïde de Clarke Français 1880,
- l'azimut de l'orientation : la direction Carthage- Bir. Bou Regba ,
- la mise à l'échelle : les bases de Tunis et de Medenine .

Le calculs des points géodésiques de la partie nord ont été achevés en 1934.

Les Représentations planes :

La représentation plane est la transformation mathématique du modèle de la Terre (sphère ou ellipsoïde) en une figure plane, c'est-à-dire représenter un point de la Terre sur un plan. A un système géodésique donné, on peut lui associer plusieurs types de représentations planes. Les représentations planes en usage en Tunisie sont:

- La représentation Lambert Nord -Tunisie pour les latitudes au dessus de 37.5 grades,
- La représentation Lambert Sud -Tunisie pour les latitudes au dessous de 39.5 grades,
- La représentation UTM (Universal Transverse Mercator).

Les Travaux de modernisation des Réseaux Géodésiques Tunisiens :

De 1978 à 1984, l'OTC a entrepris des travaux pour revaloriser les réseaux géodésiques Tunisiens. La structure des réseaux géodésiques Tunisiens comporte :

- Le Réseau Géodésique Primordial (RGP) composé de 138 points,
- Le Réseau Géodésique Secondaire (RGS) composé de 5770 points,
- Le Réseau de Référence Spatiale (RRS) composé de 28 points observés par la technologie spatiale de positionnement à savoir le GPS (Global Positioning System), introduite à l'OTC dès 1998.

Action En Cours :

Les principales actions en cours de réalisation et de développement sont :

- l'observation du Réseau GPS de Base (environ 600 points),
- L'introduction de la gravimétrie (mesure du champ de pesanteur),
- Installation d'une Station GPS Permanente,
- Détermination d'un Géoid de précision pour la Tunisie,
- L'utilisation de la représentation UTM comme représentation plane officielle.

Activités Micro-Géodésiques

LEVES GEODESIQUES

Pour le compte des Tiers

INTRODUCTION

L'activité, Micro-Géodésique à l'O.T.C. occupe une place très importante dans le secteur économique du pays, sa vocation internationale lui permet d'établir régulièrement toute l'infrastructure de base nécessaire pour les travaux de réfection et d'aménagement des sites portuaires, hydrauliques ...ainsi que pour les projets de développement d'une manière générale.

Grâce à son extrême précision au niveau du positionnement géodésique et de nivellement qui l'adapte aux recherches scientifique de grandes intérêt, son importance est considérable dans la contribution active des travaux de contrôle et surveillance des grandes infrastructures patrimoniales du pays telles les barrages, stades, ouvrages, bâtiments, édifices,..., qui sont considérés en permanence comme des zones à risques contre les catastrophes naturelles.

LES DIFFERENTS TYPES DES TRAVAUX

Les différents types de prestations Micro-Géodésiques appliquées à l'office de la Topographie et de la Cartographie pour le compte des tiers se résument comme suit :

-Travaux de contrôle et surveillance des grandes infrastructures : auscultation des barrage, bâtiments, stades, Edifices. Ponts, Cimenteries, Centrales électriques, Silos de blés, citernes pétrolières, sites archéologiques... en vue de connaître leur déformation latérale et transversale dans le temps .

-Travaux de rattachement altimétriques et planimétriques des grandes infrastructures aux réseaux géodésiques et de nivellement du pays ... en vue de contrôler la stabilité des piliers de base nécessaire pour les auscultations périodiques des ouvrages.

- Implantation des puits de pétrole pour l'expansion des gisements.
- Implantation des lignes sismiques .
- Orientation magnétiques des tours de contrôle des aéroports, mosquée...
- Levé des infrastructures aéroportuaire.
- Contrôle des installations.

Les deux premiers types de prestations sont effectués d'une manière générale selon un calendrier annuel périodique établi sous forme d'une convention renouvelable chaque année par tacite reconduction . Le reste son effectués par bon de commande.

Nos principaux clients permanents sont le Ministère de l'Agriculture et la Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux qui supportent un programme annuel de travaux de contrôle des grandes infrastructure < auscultation des barrages >. Le premier dispose de 23 barrages dont 6 lacs collinaires et le deuxième dispose de 5 barrages, la cadences moyenne annuelle de mesures par barrage est estimée à 2.

Les autres clients pour les autres travaux divers d'implantations, d'orientations, de levés et de contrôle, sont la SITEP, la SEREPT, l'OACE ...

Cinq brigades spécialisées munies chacune d'un équipement de base complet et souvent permutable assurent avec coordination l'exécution de tous ces travaux tiers .

METHODE DE LEVE MICRO-GEODESIQUE

Pour le contrôle et surveillance des grandes infrastructures, la méthode d'observation est à usage classique par les instruments planimétriques T3 et par les instruments altimétriques N3 et le stockage des informations est reporté manuellement sur des feuilles et carnets d'observations. La méthode de traitement est à structure semi informatisée, l'introduction des donnée s'effectue manuellement sur le terminal HP3000 .

Cette opération est précédée d'une étape de vérification des mesures brutes reçues et de leur report sur des bordereaux de saisie informatiques, la compensation se fait par la théorie des moindres carrés et de dessin est assuré manuellement.

Pour les travaux de détermination des coordonnées des points des aéroports et autres travaux divers de positionnement et d'orientation, la méthode d'observation est par GPS par le récepteur géodésique type ASHTEC/SOKKIA T3.

Le stockage des informations est automatique sur des cartes et le calcul des coordonnées sont assurés par le logiciel standard WINPRISM.

MODERNISATION DE L'ACTIVITE MICROGEODESIQUE

Afin d'asseoir dans la continuité et dans la sérénité les travaux quotidiens des bureaux d'ingénieries conseils qui sont les principaux utilisateurs de nos prestations de services en matière de contrôle et surveillance des grandes infrastructures, l'utilisation d'un support d'informations géographiques fiable est homogène est indispensable .

La prépondérance des données micro- géodésiques ainsi que leurs variations sensibles dans le temps qui constituent les principaux indices de continuité et de survie d'un barrage ou d'un ouvrage à risque d'une manière générale, fait que ce support d'information soit le résultat de la mise en place d'un système d'information géographique organisé, traité et géré d'une manière relationnelle interactive et en temps réel, et ce, en vue d'obtenir le modèle numérique terrain de l'ouvrage recherché avec une détermination tridimensionnelle précise dépourvu de tout mouvement résiduel et substantiel au moment de la campagne d'auscultation.<< qu'on peut l'assimiler à une excellente photographie prise à l'instant t >>

C'est sur la base de cette hypothèse scientifique que l'Office de la Topographie et de la Cartographie a préconisé depuis l'année 2000 à la conception et au développement d'un modèle prototype de système d'information micro- géodésique en temps réel qui permettra dans un premier temps de mieux cerner l'information géographique, et de combler par la suite toutes les insuffisances ressenties par le passé jusqu'à ce jour ou qui peuvent en découler par le futur sur les barrages de Tunisie

Ce modèle prototype de système d'information qui va être appliqué à partir de l'année 2001 sur tous les barrages de la Tunisie, repose sur une communication des données

claires, intégrales et en temps réel émanant d'un processus de détermination pilote assuré par un staff technique optimisé composé d'un ingénieur et 2 techniciens de terrains/Barrage, qui utilisent des méthodes de positionnement précises et évolutives, et ce, afin de garantir à temps la fiabilité des travaux d'analyses et d'interprétations qui permettent à cet effet d'établir des diagnostics précis et formels sur l'état très sensible des barrages de la Tunisie, et ce, afin d'éviter toutes répercussions d'ordre préventive aux risques d'apparition des catastrophes naturelles qui peuvent avoir lieu à n'importe quel moment et à n'importe quel lieu.

Activité de Nivellement

LE RESEAU GENERAL DE NIVELLEMENT DE LA TUNISIE

DEFINITIONS :

Le Nivellement d'une région a pour objet de déterminer les altitudes des points caractéristiques du sol au-dessus d'une même surface horizontale de référence choisie très voisine du niveau moyen des mers, il est considéré comme l'une des techniques la plus précise de la géodésie. Son extrême précision l'adapte aux recherches scientifiques (de grand intérêt et son importance sont considérables pour le développement de l'infrastructure de notre pays.

A l'heure actuelle tous les pays civilisés, possédant sur leur territoire de vastes réseaux de nivellements extrêmement précis de caractères officiels destinés à servir de base à tous les travaux publics et privés.

ORGANISATION DU RESEAU GENERAL DE NIVELLEMENT

Héritière d'un ancien réseau de nivellement datant de l'époque coloniale dont sa valeur a été jugée imparfaite à cause de plusieurs contraintes, la Tunisie a préconisé depuis l'indépendance à la mise en place d'un réseaux général de nivellement constitué suivant un plan d'ensemble universel.

Il est subdivisé en trois catégories de réseaux, nivelés et calculés avec une précision individuelle décroissante sur une chaîne de tronçons de longueur totale de 6740 KM couvrant le pays du nord au sud jusqu'au 34^{ème} parallèle. Le réseau du 1^{er} ordre, le plus précis est le seul compensé dans son ensemble, chacun des suivants l'est à l'intérieur des polygones fermés délimités par le précédent.

Les réseaux du 1^{er} et 2^{ème} ordre constituent l'armature du réseaux général et le réseaux du 3^{ème} ordre contient les

nivellement divers réclamés par les administrations, entreprises publiques et géomètres privés.

Les travaux de nivellement sont exécutés dans le cadre d'un programme national, il s'agit d'établir tout le long des routes du pays des repères de nivellement (niveau d'1 point par rapport au niveau moyen des mers). On procède à une reconnaissance du terrain, à la construction et à l'observation des repères de nivellement, au calcul et aux vérifications sur le terrain des données relevées.

STRUCTURE DU RESEAU GENERAL DE NIVELLEMENT

Le réseau du 1^{er} ordre, établi entre 1959 et 1965 jusqu'au 34^{ème} parallèle à proximité de Chott Jerid, comprend 21 Polygones et zones périphérique d'une longueur totale de 3546 Km 1939 repères dont 330 anciens et 3529 rivets. Il a été observé en aller et retour par double cheminement et l'écart moyen de fermeture est de 17 mm seulement. Deux jonctions ont été réalisées en 1972 pour permettre une liaison avec le réseau algérien et transsaharien existant (Nafta-Hazoua et Medenine Bordj El Khadra)

Le réseau du 2^{ème} ordre, établi entre 1973 et 1985 à l'intérieur de quelques polygones du réseau précédent, comprend 47 mailles d'une longueur totale de 2126 Km et 2153 repères et rivets. Il a été observé en aller et retour par double cheminement avec une erreur moyenne kilométrique de 4mm.

Le réseau du 3^{ème} ordre, établi entre 1982 et 1985 à l'intérieur des mailles de six polygones des réseaux précédents dans les régions du nord Est et plus au moins celles du centre, comprend 1524 repères et rivets.

La longueur totale des tronçons nivelés est de 1068 Km il a été observé en aller simple par double cheminement sur place avec une erreur moyenne Kilométrique de 6 mm.

Le système d'altitude adopté est le système orthométrique et le repère fondamental origine des altitude est la console de la porte de France dont sa côte a été fixée à 7.00 m par rapport au médiramètre de la goulette.

Deux marégraphes de types numériques sont actuellement installés aux ports de la Goulette et Gabèse pour surveiller le niveau moyens des mers pour les besoins de rattachement

MODERNISATION DU RESEAU GENERAL DE NIVELLEMENT

Ce réseau à vocation internationale est malheureusement entrain de se détériorer d'une manière agressive à cause des conséquences de l'expansion économique en Tunisie parmi lesquelles l'évolution du réseau routier qui s'est manifesté par la création des nouvelles routes et l'aménagement d'autres tels que le revêtement et l'élargissement des chaussées. Si la création des nouvelles routes nous invite à l'extension et densification de notre réseau de nivellement l'aménagement des routes par contre a pratiquement endommagé notre réseau actuel de nivellement. Et c'est pourquoi une compagnie d'entretien du réseau a été lancée depuis 1993 qui s'est limitée à visiter 4631 Km de nivellement répartis sur les trois chaînes d'ordre (1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} ordre), et a constaté que l'état des repères de nivellement existants présente un taux moyen de destruction de l'ordre de 60% sur la totalité du réseau touchant principalement l'ossature primordiale.

Cela nous mène à entreprendre de toute urgence une vaste opération de remise en place d'un patrimoine scientifique de très haute précision qui sera appliqué à une nouvelle structure routière solide et durable et dont son importance est considérable pour le développement de l'infrastructure national. Son extension par la suite dans la partie restante du territoire et sa densification totale à l'intérieur, seront nécessaires en vue d'appuyer les travaux, de cartographie, de topographie et les travaux de contrôle et surveillance des grandes infrastructures, ainsi que pour les besoins des projets de développement d'une manière générale.

Ainsi les objectifs de la modernisation du réseau général de nivellement dans un avenir prévisible 10 à 12 ans se présente comme suit :

- Remise en place des réseaux du 1^{er} et 2^{ème} ordre (6000 Km aller et retour)
- Extension des réseaux du 1^{er} et 2^{ème} ordre (1800 Km aller et retour) au-dessous du 34^{ème} parallèle.
- Densification totale et homogène du réseau du 3^{ème} ordre (4000Km aller simple) à l'intérieur des mailles des réseaux précédents.
- Rattachement du réseau général en plusieurs points portuaires fixes des côtes afin d'annuler sensiblement le niveau moyen des mers.
- Création d'un réseau primordial et secondaire dans un système d'altitude plus adéquat qui sera destiné à mieux exprimer le désir de fournir des altitudes au public pour le besoins des usagers.

CHOIX DE LA METHODE DE MODERNISATIONS.

Compte tenu de cet important volume de travail prévisible, et afin d'activer notre production et de répondre au mieux à la demande de nos clients en matière de nivellement, l'intégration conjointe de l'automatisation et de l'informatique à notre réseau général de nivellement s'est avérée indispensable pour perfectionner notre technique actuelle et de nous permettre d'assurer une production en temps réel tenue dans des délais raisonnables. Cette méthode moderne de nivellement numérique déjà opérationnelle l'O.T.C depuis 1997 a bien démontré qu'après une étude technique et financière que le prix du kilomètre nivelé est beaucoup moins élevé que celui obtenu en nivellement classique, la cadence de production a été multipliée par 3, la brigade de terrain s'est limité à 1 seul technicien au lieu de 2 et la fiabilité des transferts et mise à jour des données a été nettement améliorés.

Avec l'instauration d'un réseau gravimétrique national organisé le long des traverses de nivellement, le choix d'une telle méthode numérique moderne mais terrestre nous conduira à l'obtention d'un réseau de nivellement primordial débarrassé de toutes anomalies de pesanteur destiné à servir de base à la densification du réseau du 3^{ème} ordre qui pourra être observé moyennant la connaissance d'un géoïde local précis, par la méthode numérique spatiale le GPS.

AVANCEMENT DES TRAVAUX DE MODERNISATION

L'O.T.C dispose depuis 1997 de niveaux numériques types SDL1 marque SOKKIA munis en permanence par deux carnets électroniques type SDR31 d'enregistrement et de pilotage automatique des données destinées principalement à l'élaboration des réseaux du 1^{er} et 2^{ème} ordre.

Le transfert de la collecte des données sont automatiques et en temps semi-réel. Il sont organisés et traités dans un modèle de base de donnée structurée et interactif spécifiquement conçu pour le traitement des données du nivellement de précision incluant tous les paramètres correctifs théoriquement prévisibles ou imprévisibles affectant les observations.

Étant au stade d'une collecte intensive d'information terrain en provenance d'un réseau qui a pratiquement disparu et qui nécessite une assez longue période avant la compensation finale en blocs successifs, un calcul provisoire de compensation des altitudes s'appuyant sur quelques points nœuds rescapés a été entrepris sur chaque section achevé.

Les travaux de Nivellement sont actuellement concentrés dans la partie Nord du pays entre la latitude 40° et 42° dans les polygones A, B, C, D,E et G des feuilles au 1/200000 du N° 1 au N° 9 :

- 1400 km de Nivellement de 1^{er} et 2^{ème} ordre construits.
- 800 km de Nivellement de 1^{er} ordre observés en aller et retour.
- 500 Km de Nivellement de 1^{er} ordre compensées provisoirement.

Presse locale et organisations territoriales : la Presse Hebdomadaire Régionale

Michel Bussi

Université de Rouen, Laboratoire MTG,
UMR 6063 IDEES

Hélène Debeaurain

Université de Rouen, Laboratoire MTG,
UMR 6063 IDEES

Sylviano Freire-Diaz

Université de Rouen, Laboratoire MTG,
UMR 6063 IDEES



... La Presse Hebdomadaire Régionale (PHR) est une forme de presse écrite peu connue et peu étudiée vis-à-vis de la Presse Quotidienne Régionale et de la Presse Quotidienne Nationale. A travers près de 250 titres en France, la PHR tire pourtant à trois millions d'exemplaires, pour un lectorat estimé à quinze millions de français. L'approche cartographique met en évidence la vitalité de la PHR dans des espaces spécifiques : les bourgs moyens des espaces ruraux les plus isolés, en particulier en périphérie Sud du massif central, et les espaces ruraux des régions industrielles, principalement dans le Nord de la France. Elle est dans ces lieux la presse écrite la plus lue, parfois de façon hégémonique (jusqu'à 80 % des foyers). A l'inverse, elle totalement absente dans certaines régions, telles la Champagne ou la Lorraine. On peut alors supposer que l'aire de diffusion des titres correspond à des espaces « cohérents » géographiquement. Une analyse détaillée de la Haute-Normandie, une des régions qui possède la plus forte densité de titres, montre une réalité plus complexe. Si les journaux recouvrent le plus souvent des « pays » identifiés, ils pénètrent peu les espaces qui ont connu de profondes mutations démographiques, telles les périphéries urbaines. Presse de proximité principalement rurale, la PHR pourrait apparaître, dans un contexte de mondialisation et « d'urbanité globale », comme un média en sursis, voire anachronique. Sa vitalité (une trentaine de titres créés ces 8 dernières années) contribue à l'inverse à positionner la PHR comme un acteur important des systèmes locaux en France. Les logiques émergentes de développement local se justifient principalement par une revendication de démocratie participative locale... Et il n'existe nulle part de démocratie sans citoyens informés avec pluralité...

Le bassin de Longwy: Quelle reconversion grâce au programme européen Objectif 2 ? (1989-1996)

Magali Hardouin-Lemoine

Docteur en Géographie et Aménagement
du territoire
Groupe de Recherche en Géographie Sociale,
UMR ESO, Université du Maine

...Jusqu'au début des années soixante-dix, l'industrie sidérurgique a apporté la prospérité au bassin de Longwy. Toute la population vit au rythme des usines qui encadrent parfaitement ses ouvriers et leur famille. Mais, au milieu des années soixante-dix, la crise de la branche sidérurgique apparaît. Le paysage économique et social du bassin de Longwy en est complètement modifié. La chute du nombre d'ouvriers employés dans la sidérurgie dans le bassin de Longwy est dramatique : environ 24 000 salariés en 1960, ils ne sont plus que 700 en 1994. Si les emplois sidérurgiques sont touchés, ceux qui dépendent de cette industrie le sont également. Le nombre de chômeurs progresse de 1107 personnes en août 1975 à 3468 en juin 1983, et la population abandonne le bassin (moins 12 % entre 1975 et 1982, soit une baisse de plus de 11 300 personnes). Parallèlement aux politiques nationales et locales, la Communauté Européenne, au travers de sa Politique Régionale Européenne, s'investit dans la lutte contre le chômage en particulier, dans les zones en reconversion industrielle. Avec la réforme des fonds structurels (FSE, FEOGA, FEDER) survenue en 1988, ce nouvel acteur apporte des aides financières importantes dans ces espaces. L'article a donc pour objectif d'analyser l'utilisation du programme objectif2 dans le bassin en reconversion industrielle de Longwy (France). La recherche débute en 1988, date du début du programme objectif2, et se termine en 1996. En effet, il était nécessaire de prendre un peu de recul, d'une part pour mieux analyser la situation et, d'autre part, pour obtenir les listes des projets...



vers une typologie des représentations spatiales

Claude Caron

Université de Laval, Faculté de foresterie et de géomatique, Centre de recherche en géomatique, Pavillon Casault, Québec, Canada, G1K 7P4, E-mail : Claude.Caron@scg.ulaval.ca

Stéphane Roche

Université d'Angers, laboratoire de géographie humaine et sociale, CARTA CNRS-ESO UMR 6590, 35 Rue de la Barre, 49000 Angers, France, E-mail : Stephane.Roche@univ-angers.fr

...Les problématiques d'appropriation des technologies de l'information géographique par certains utilisateurs sont souvent liées aux différentiels engendrés par la confrontation entre leur représentation cognitive du territoire et les modèles physiques proposés par la technologie. La typologie des représentations spatiales proposée dans cet article, accompagnée d'une série d'exemples concrets, constitue un cadre de référence pour la validation de cette hypothèse générale de recherche. Cette typologie est construite sur une catégorisation des facteurs spatiaux déterminants du processus de représentation cognitif de l'espace géographique...

Modélisation d'une interaction individus, espace et société par les systèmes multi-agents : pâturage en forêt virtuelle

Jean-Luc Bonnefoy¹, François Bousquet²,
Juliette Rouchier³

...Un système multi-agents permet de construire des modèles où les actions d'individus virtuels sont spatialisées et autonomes. Il est possible de mettre en place une interaction entre les représentations dynamiques que ces individus ou le groupe ont de l'espace et les contraintes que la collectivité leur impose. Dans cet exemple, nous avons simulé l'usage de la forêt par une communauté de bergers, chacun ayant un troupeau. Les résultats qui apparaissent au niveau global montrent qu'il existe une rétroaction très forte entre la manière de construire les représentations utilisées pour les choix d'actions - au niveau individuel ou collectif -, l'impact que celles-ci ont sur la structuration de l'espace et la transformation en retour des représentations elles-mêmes. Nous concluons sur le fait que cette technique de simulation se montre tout à fait adaptée à tester les hypothèses géographiques souhaitées...

L'enclavement, Réévaluation théorique et application à l'Afrique de l'ouest

Jean Debie, Benjamin Steck

CIRTAI UMR IDEES 6063, Université du Havre,
25 rue Philippe Lebon, 76086 le Havre cedex

...L'enclavement est une catégorie spatiale de référence. Mais, à force d'en user sans précaution, la question de sa pertinence finit par se poser. Il est donc nécessaire d'en ressaisir rigoureusement les significations dans toute leur richesse et leur diversité. Ce travail théorique est un préalable à l'étude des territoires dits enclavés, identifiés généralement par leur éloignement, des réseaux dynamiques. Cette investigation trouve un champ d'application fécond dans l'espace de l'Afrique de l'Ouest. L'enclavement, posé comme la condition des difficultés de développement qui y sont concentrées, n'est pas un attribut spatial qui conformerait l'identité des territoires concernés à l'absolu d'une position continentale. C'est un processus relatif fondé sur des discontinuités produites par des mécanismes fondamentalement historiques et qui aboutit à des inversions territoriales. Ce sont les stratégies des acteurs publics et privés qui suscitent l'enclavement et ces stratégies sont réversibles...

Évolutions des organisations urbaines et mobilités quotidiennes : espace de référence et analyse des processus

Jean-Marie Halleux

Géographie économique, SEGEFA-LEPUR,
Université de Liège,
2 Allée du 6-Août, Sart-Tilman B11, B-4000 Liège,
Belgique, Jean-Marie.Halleux@ulg.ac.be

...Cet article traite des liens entre la mobilité quotidienne et les évolutions intra-urbaines. Dans ce cadre, un espace géographique urbain de référence a tout d'abord été construit ; afin de clarifier des processus d'évolution, il semble en effet naturel de débiter par la définition d'un état stable. Concernant les processus, plusieurs différenciations ont été opérées, notamment: l'urbanisation par rapport à la désurbanisation et l'urbanisation fonctionnelle par rapport à l'urbanisation morphologique. La problématique des types de mobilité a également été intégrée, ce qui a déterminé une réflexion sur le thème de la transition périurbaine, c'est-à-dire le processus de mutation de la ville sous l'impact de la mobilité automobile...

Un siècle de diffusion des services aux entreprises dans les systèmes urbains français, britannique et ouest-allemand

Sophie Baudet-Michel

Université de Lille III, UMR Géographie-Cités,
13 rue du Four, 75006 PARIS

...L'Allemagne de l'Ouest, la France et la Grande-Bretagne sont structurés par une forme particulière de système de villes, allant du système réticulé ouest-allemand au système macrocéphale français. L'évolution de la distribution spatiale des services aux entreprises permet d'observer leur relation avec les modalités de la diffusion spatiale des innovations. Trois phases principales mettent en valeur des comportements différents, liés à la forme de la hiérarchie urbaine: si le processus de diffusion est rapide lors de l'apparition de l'innovation en Allemagne de l'Ouest, il est ralenti par la suite, alors que c'est l'inverse en France...



Hauts lieux et mauvais lieux du Kazakhstan

Roger Brunet

CNRS, Maison de la Géographie,
17 rue Abbé de l'Épée, 34090 Montpellier,
roger.brunet@mgm.fr

...Depuis son indépendance, le Kazakhstan a changé des noms de villes, simplifié la division administrative héritée, et s'est choisi une nouvelle capitale, Astana. Des informations assez précises sont devenues disponibles sur les implantations stratégiques, notamment de Stepnogorsk et des environs de Semeï, sur les exploitations d'uranium et sur les plus graves atteintes écologiques. Le pays compte sur l'appui de firmes étrangères pour nettoyer et remettre en exploitation ses richesses minières et touristiques; mais l'Etat y a repris fermement en mains les principaux secteurs depuis 1996, et la privatisation reste partielle...

Les « communautés fermées » dans les villes des États-Unis Aspects géographiques d'une sécession urbaine

Renaud Le Goix

Université Paris 1, UFR de géographie, Équipe PARIS,
UMR 8504 CNRS Géographie-Cités,
13, rue du Four, 75006 PARIS, rlg@parisgeo.cnrs.fr

...Les Gated Communities posent des problèmes inédits aux métropoles américaines. Quartiers résidentiels dont l'accès est contrôlé et dans lequel l'espace public est privatisé, elles sont les manifestations d'un morcellement de la ville en communautés homogènes et autarciques en quête d'une indépendance politique et fiscale préjudiciable à la métropole. Dans ces territoires fermés et ségrégués, il s'agit d'approcher la discontinuité dans ses formes urbaines, dans ses degrés de différenciation dans le voisinage, dans ses aspects juridiques et politiques. Morceaux de villes, il s'agit d'apprécier les éléments d'intégration et d'appartenance urbaine de ces communautés, éléments d'un nouveau genre de vie urbain...

Les géographes français de la fin du XVIII^e Siècle et le terrain, recherches sur une paradoxale absence

Isabelle Laboulais-Lesage

*Maître de conférences, Institut d'histoire moderne, Université
Marc Bloch, Strasbourg,
isabelle.lesage@wanadoo.fr*

...A partir d'une relecture de textes géographiques publiés entre les années 1750 et les années 1820, cet article analyse la méfiance exprimée par les géographes de cabinet vis-à-vis de l'expérience de terrain et étudie les conséquences de cette disjonction entre le temps de l'observation et le temps de la description sur la production du savoir géographique. Alors qu'à cette période les naturalistes ont dépassé le stade de la collecte pour s'ouvrir à une intelligibilité nouvelle de l'espace, les géographes se contentent d'une simple nomenclature des lieux et considèrent toujours la géographie comme relevant de la culture de curiosité...

Le Marais Breton de Loire-Atlantique : la qualification paysagère d'un marais oublié

Sophie Le Floch, Jacqueline Candau
Cemagref,

50 avenue de Verdun, 33 612 Cestas cedex

...Loin de ne concerner que des espaces « remarquables » à un titre ou à un autre, un processus de qualification paysagère tourné, vers l'action publique peut également concerner des espaces ruraux ordinaires. A partir d'une enquête auprès des acteurs institutionnels intervenant sur le Marais Breton de Loire-Atlantique, une approche phénoménologique montre l'émergence d'une qualification paysagère à propos d'un espace jusqu'à présent resté peu pertinent pour leur intervention. Les auteurs s'interrogent sur les signes annonciateurs d'une conséquence habituellement inhérente à la constitution du paysage en tant qu'objet d'intervention publique : la mise en musée de l'espace...



Paysages et représentations dans les guides touristiques La Loire dans la collection des Guides-Joanne, Guides Bleus (1856 à nos jours)

Sophie Bonin

*Doctorante Paris 1, ATER Paris 8, laboratoire
LADYSS-CNRS
191 rue Saint-Jacques, 75005 Paris*

...Les guides touristiques ont jusqu'à présent surtout intéressé les chercheurs dans leur relation à un groupe social ou à une pratique donnée, et non dans leur relation à un territoire (ses transformations matérielles) et leurs autres représentations (celles de l'habitant ou celles de l'aménageur par exemple). Nous avançons l'hypothèse que les représentations offertes par le guide touristique font système avec l'ensemble des représentations que la société a de son territoire. Cette hypothèse a été validée par une analyse dans le temps du contenu des guides touristiques concernant un objet spatial précis, linéaire, dont on connaît très bien les transformations physiques, physiologiques, sur ce même temps. Le terme de « code des représentations » traduit bien cette hypothèse : il s'agit de considérer le contenu des guides comme une proclamation objective et non comme une opinion subjective...



Les modèles urbains en économie et géographie Approche comparée

Frédéric Gilli

*INSEE, Université Lille 1 et CERAS (ENPC)-INSEE Picardie,
1 rue Vincent Auriol, 80040 Amiens Cedex, frederic.gilli@insee.fr*

...Émanation d'une formidable concentration d'hommes et d'activités, l'urbanité transcende les sociétés humaines. Autour de ce sujet, économistes et géographes ne se sont rapprochés que depuis une trentaine d'années, en dépit d'ancêtres communs. Ce sont les conditions actuelles de ce rapprochement qui m'ont intéressé. Pour un économiste, raisonnant à l'équilibre, une parcelle sera définie ex-post par l'activité de l'agent qui s'y est localisé. En analyse spatiale, un lieu sera plutôt caractérisé par la façon dont les activités qui sont localisées en son sein influent sur ses relations avec les autres espaces de la ville. D'une certaine manière, lorsque les activités sont distribuées à la surface de l'espace le travail de l'économiste est terminé, celui du géographe commence : caractériser l'espace considéré afin de déterminer ses fonctions dans l'organisation de la ville et ses relations avec les autres lieux. Il semble ainsi que la ligne séparant une science spatiale holiste ou individualiste-méthodologique passe entre géographie et économie, cristallisant les débats autour de la notion de lieu...

Réussites, enjeux et contradictions du développement d'une ville industrialo-portuaire, Richards Bay, Afrique du Sud

Fabrice Folio, Annick Lamy¹, Sylvain Guyot²

...Le centre urbano-portuaire de Richards Bay est situé sur la côte orientale sud-africaine. Inauguré officiellement le 1^{er} avril 1976, le port traite aujourd'hui plus de 80 millions de tonnes de marchandises par an, de sorte qu'il s'impose désormais comme le plus grand port vraquier africain. Le développement portuaire a entraîné l'implantation d'une véritable zone industrielle. Le but de cet article est d'expliquer les réussites, les enjeux et les contradictions du développement de Richards Bay, ville nouvelle issue de l'apartheid. Les conséquences de ce développement sont à rechercher dans la ségrégation ethno-spatiale, les problèmes posés par trop d'éloignement ou trop de proximité et par l'altération d'un littoral sauvage. L'attitude des acteurs, gestionnaires de la ville, apparaît contradictoire. Le développement touristique semble absurde face aux enjeux réels. Les oppositions restent encore trop marginales et le pouvoir est bel et bien détenu par les industriels...

Les organisations spatiales de la ségrégation urbaine : l'exemple des comportements électoraux

Frédéric Girault, Michel Bussi

*UMR IDEES 6063, Laboratoire MTG,
Université, de Rouen
76821 Mont-Saint-Aignan Cedex*

...Le « sérographe » est un graphique qui croise la dispersion statistique d'une variable (mesurée par exemple par l'indice de ségrégation de Duncan) et sa cohésion spatiale (mesurée par exemple par l'indice d'autocorrélation de Geary). Il constitue une aide à la typologie de différenciations sociospatiales, que nous appliquons dans cet article aux espaces urbains. L'approche statistique par agrégats collectifs (démarche écologique) apparaît pourtant souvent réductrice pour comprendre des logiques de ségrégations, largement conditionnées par des trajectoires individuelles. Par la représentation sur le « sérographe » de données comportementales, tels les résultats électoraux, nous faisons l'hypothèse inverse que les comportements individuels sont également conditionnés par un environnement collectif, et que cet effet d'entraînement est mesurable par des outils d'analyse spatiale (autocorrélation, dispersion statistique, effets de structure)...



LES « TRÈS GRANDES VILLES » DANS LE MONDE ÉTUDE CARTOGRAPHIQUE

Hervé Théry, Sébastien Velut

...L'analyse statistique et cartographique du niveau supérieur de l'armature urbaine mondiale (les villes millionnaires) amène à confirmer certaines hiérarchies et en remettre d'autres en question, et à s'interroger sur les processus de la diffusion urbaine à l'échelle de la planète...

INTEGRATION QUANTITATIVE DU PAYSAGE LORS DE LA DETERMINATION DE TRACES D'UN AMENAGEMENT LINEAIRE

Kamal Serrhini

...La nécessité d'une prise en compte « systématique » de l'objet paysage lors de la mise en place de projets d'aménagement d'une grande ampleur (TGV, autoroute) s'impose de plus en plus...

PRATIQUES CARTOGRAPHIQUES ET DISCOURS GEOGRAPHIQUES CHEZ LES PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Jean-François Thémines

...Un modèle d'analyse des pratiques cartographiques dans l'enseignement de la géographie dans le secondaire est conçu à partir de catégories de la sémiotique et du paradigme d'organisation de l'espace. Ce modèle permet d'appréhender les postures épistémologiques des enseignants : des types distincts de mise en ordre du monde coexistent dans la géographie enseignée par les cartes et les modèles graphiques...

D'AGELINOPOLIS A POSTMETROPOLIS, OU L'EXCEPTION DEVENANT PARADIGME : UN MODELE POUR LA VILLE MONDIALE ?

Claude Mangin

...Le modèle graphique de la ville globale reste à faire. Il doit mettre davantage l'accent sur ses dynamiques spatiales que sur ses structures. Longtemps contre-exemple à l'archétype de la grande ville, Los Angeles en deviendrait-elle le paradigme ? L'objet de cet article est de proposer un modèle spatial généralisable qui s'inspire de son exemple...

NOUVEAUX ESPACES EN AMERIQUE DU SUD : LA FRONTIERE PARAGUAYO- BRESILIENNE

Sylvain Souchaud

...A la frontière extrême-orientale du Paraguay, les Brésiliens ont structuré un espace original : qualifié de « brésiguayen », il n'est plus totalement paraguayen, il n'est pas non plus une simple extension vers l'ouest du Brésil méridional. Espace encore récemment à la limite de l'écoumène, il est devenu une zone de contact des structures territoriales locales, nationales, macro-régionales et même mondiales...

ORGANISATION SOCIO- SPATIALE DE LA VIEILLE DE KATMANDOU A LA FIN DU XX^e SIECLE

Annick Hollé

...Comment l'hindouisme, à travers les traits urbanistiques anciens et le système de caste, a-t-il servi de base à l'édification de nombreuses cités ? L'exemple présenté est celui de Katmandou, actuelle capitale du Népal, cité royale et hindoue depuis au moins le XIV^e siècle. Sont abordés les liens entre macrocosme et microcosme, organisation sociale et distribution spatiale, qui reposent sur le respect de divers principes, nécessaires au maintien d'une certaine harmonie...



AUTOROUTE ET STOCKAGE DANS LE GRAND SUD-EST DE LA FRANCE

Maximilien Piquant, Jean-jacques Bavoux

...Dans le Sud-Est de la France, 80 % des activités de stockage se trouvent à moins de 20 km d'un diffuseur autoroutier. Mais les mécanismes d'implantation ne se limitent pas à une simple attraction automatique de l'autoroute, car cette capture s'accompagne d'un puissant effet de drainage exercé par les aires urbaines...

DÉSAMENAGEMENT DU TERRITOIRE : L'ENERGIE EN FRANCE

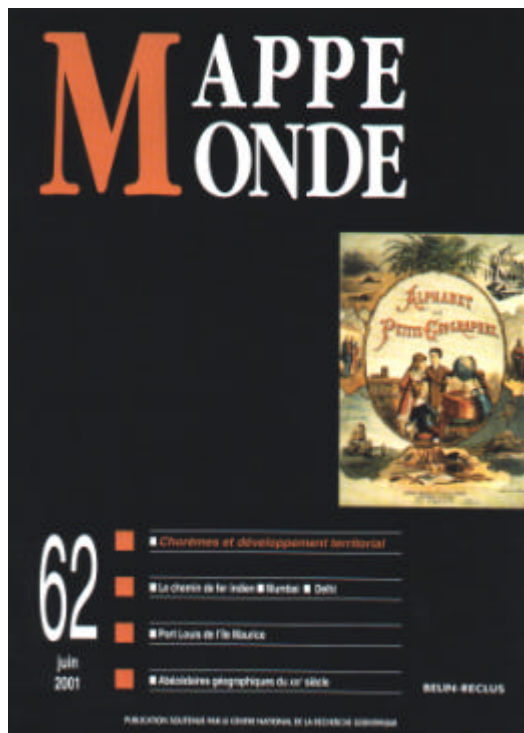
Roger Brunet

...La France a connu des époques d'assez large diffusion des ressources énergétiques. La tendance récente est à la reconcentration sur les axes déjà les plus lourdement chargés du territoire national, au risque des accidents de transport, et de nouveaux déséquilibres...

L'EXCEPTIONNELLE DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DE L'ŒUVRE DE JOHANNES VERMEER

Rémy Knafou

...L'œuvre de Vermeer, composé de trente-cinq tableaux, est présent dans seulement sept pays. Près de 40 % d'entre eux se trouvent sur la côte est des États-Unis. Il s'agit d'une exceptionnelle distribution géographique pour un peintre non moins exceptionnel dont la (re) découverte a coïncidé avec l'affirmation de la puissance économique des États-Unis...



L'ACCES AUX ESPACES NATURELS : L'APPORT DES CHORÈMES A LA GESTION DES CONFLITS D'USAGE

Charlotte Michel, Sylvie Lardon

...Les espaces naturels, agricoles ou forestiers sont des lieux où se rencontrent toutes sortes d'usagers. L'accès à ces espaces est remis en cause lorsque augmentent des conflits d'usage entre ces différents utilisateurs. Cette étude dans une commune du Puy-de-Dôme montre les configurations spatiales propices à leur émergence : proximité entre une maison et un chemin de randonnée, traversée d'une zone d'estive par un chemin de randonnée, etc. La « grammaire spatiale » des chorèmes permet de caractériser des situations types et d'imaginer des solutions...

TERRITOIRES DES EXPLOITATIONS ET FINAGES : MUTATIONS LORRAINES

Mathieu capitaine, Marc Benoît

...Le lien qui associait traditionnellement en Lorraine territoires d'exploitations et finages a beaucoup évolué. L'analyse chorématique permet de représenter et de comprendre ces évolutions, en mettant en évidence les logiques d'exploitation et la transformation des organisations spatiales...

NOUVELLES FONCTIONS DE L'AGRICULTURE ET DYNAMIQUES DES EXPLOITATIONS UNE ANALYSE CHOREMATIQUE DANS LES MONTS D'ARDECHE

Muriel Bonin

...Les modèles spatiaux sont utilisés pour l'analyse des trajectoires d'exploitations agricoles pour mettre en évidence les liens entre les transformations socioéconomiques et les dynamiques de territoires. Les traits de dynamiques spatiales sont identifiés et utilisés pour analyser l'impact de l'introduction de l'agritourisme dans les exploitations dans le parc naturel régional des monts d'Ardèche...

MODELISATION GRAPHIQUE ET CHOREMES : LA GESTION DES PARCOURS COLLECTIFS A MASSAROCA (BRESIL DU NORDESTE)

Patrick Caron

...En vue d'analyser les pratiques pastorales individuelles des éleveurs de la région de Massaroca, des modèles chorématiques ont permis de représenter les dynamiques d'appropriation et d'usage des ressources foncières et fourragères collectives. L'évaluation montre que cette formalisation logique et graphique a stimulé la coordination entre acteurs et la définition de nouvelles règles de gestion des communs, rendues nécessaires par le développement d'un processus de clôture...

MUMBAI : MUTATIONS SPATIALES D'UNE METROPOLE EN EXPANSION

Marie-Caroline Saglio

...La croissance urbaine de Mumbai (Bombay) , coincée sur une presqu'île, et son essor comme capitale internationale exigent aujourd'hui l'aménagement de son territoire municipal et régional: création d'un nouveaux centre d'affaires dans Mumbai, développement de la ville nouvelle de Navi Mumbai et de la périphérie sont parmi les solutions proposées...



MODERNISATION DU CHEMIN DE FER INDIEN : ENTRE INTEGRATION ET ACCROISSEMENT DES DISPARITES REGIONALES

Clarisse Didelon

...Le réseau de chemin de fer indien est en pleine rénovation. Le but affiché de ces travaux est de favoriser l'intégration des régions « en retard » à l'espace national. L'étude des modifications du réseau dans le Nord-Ouest de l'Inde montre qu'ils pourraient aussi bien contribuer à améliorer les liens entre les deux régions de Delhi et de Bombay' qu'à accroître les disparités régionales...

DELHI : DYNAMIQUE DEMOGRAPHIQUE ET SPATIALE D'UNE GRANDE METROPOLE

Véronique Dupont

...Malgré un fléchissement au cours des dernières décennies, le rythme de croissance démographique de Delhi depuis 1947 est remarquable pour une ville de cette taille. Cette dynamique globale recouvre une tendance au desserrement de la population, avec un dépeuplement du vieux centre historique et une croissance accélérée des zones périphériques. Cette croissance déborde les limites administratives du Territoire de Delhi. La migration, surtout depuis les Etats voisins, a joué un rôle majeur...

LES ABECEDAIRES GEOGRAPHIQUES DU XIX^e SIECLE : UNE « GEOGRAPHIE- PRETEXTE »

Bernard Huber

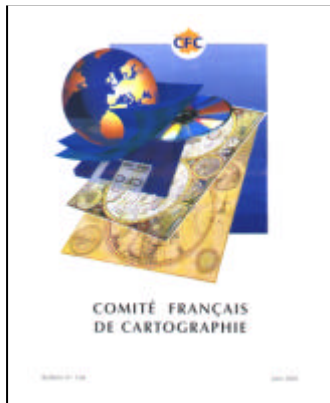
...Seuls quelques rares spécialistes connaissent aujourd'hui l'existence de ces opuscules éphémères que sont les abécédaires géographiques du XIX^e siècle. Leur finalité consistait en l'exercice des outils de lecture que sont les lettres et les syllabe. La géographie demeurait reléguée au rôle de prétexte pour cet apprentissage. Ces ouvrages, témoins d'une époque, méritent cependant d'être tirés de l'oubli...

PORT LOUIS DE L'ILE MAURICE : UN PORT, UNE CAPITALE

Jean-Michel Jauze

...Port Louis, capitale de l'île Maurice, montre un développement qui s'est appuyé, tantôt sur la fonction portuaire, tantôt sur une certaine autonomie de fonctionnement, à partir d'autres moteurs. L'article propose une lecture synthétique des relations entre la ville et le port, dans une perspective d'appréhension de la dynamique urbaine, d'une part, et d'autre part, dans un souci de clarification des rapports sur lesquels se construit la réussite économique mauricienne et qui font de la capitale une ville portuaire...

Bulletin du Comité Français de Cartographie



CARTOGRAPHIE PAR SONDEUR MULTIFAISCEAUX, DE LA RIDE MEDITERRANEENNE ET DES DOMAINES VOISINS

Par Benoît LOUBRIEU*, Catherine SATRA*

Ifremer Institut français de recherche pour
l'exploitation de la mer
Département géosciences marines
BP70, 29 280 Plouzané

...Le groupe de cartographie du département Géosciences Marines de l'Ifremer a pour vocation principale de traiter les données de bathymétrie et d'imagerie acoustique des fonds marins pour l'élaboration de documents cartographiques exploités par les chercheurs, géologues en particulier, dans le cadre de programmes scientifiques. Certaines zones océaniques ont fait l'objet de campagnes successives de reconnaissance au cours des dernières années : l'accès à une quantité importante de données sur une même zone a conduit le groupe de cartographie à mettre en place des projets de synthèse. Plusieurs campagnes scientifiques du navire océanographique de l'Ifremer, N/O L'Atalante, utilisant le sondeur multifaisceaux Simrad EM12D, ont été réalisées en Méditerranée orientale. Les levés cartographiques de ces campagnes recouvrent une grande partie de la Ride Méditerranéenne et des domaines voisins que sont le delta profond du Nil (au large de l'Egypte), les monts Anaximandre (au sud de la Turquie), le mont Eratosthène et la ride de Florence (respectivement au sud et à l'ouest de Chypre) et enfin le prisme calabrais du bassin ionien. Cette quantité importante de données collectées ainsi que le niveau de résolution et l'intérêt prononcé des équipes scientifiques concernées, ont motivé la réalisation d'une synthèse cartographique de la Ride Méditerranéenne et des domaines voisins. Les représentations cartographiques, issues du processus de traitement, apportent une vision nouvelle de cette partie de la Méditerranée orientale...

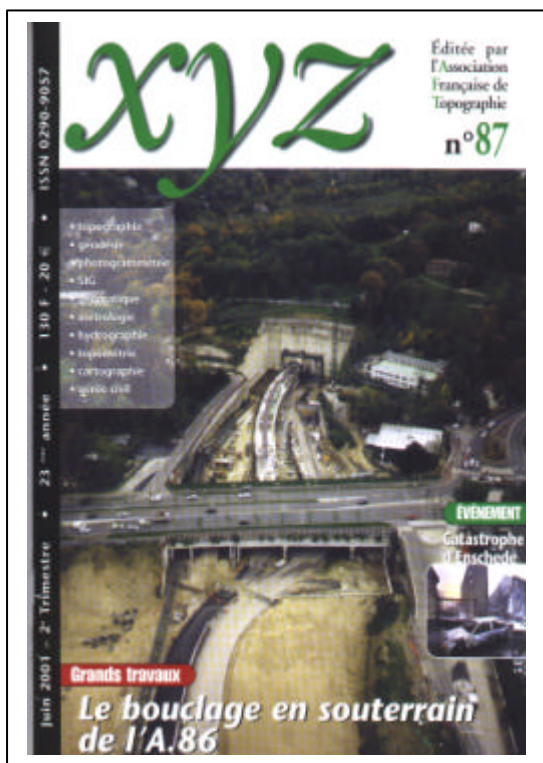
LA LETTRE DU CRAAG

La Lettre du CRAAG est un bulletin d'information sur les activités du Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique, ainsi que sur les événements scientifiques internationaux dans le domaine de la Géophysique et de l'Astronomie. Le sommaire du troisième numéro de ce bulletin traite de plusieurs sujets entre autres :

- violent séisme au Pérou (23/06/2001)
- éruption volcanique au philippines (24 /06/2001)
- la mesure du fond diffus cosmologique dans un nuage lointain.
- Pluton dévoilée.
- Message radio d'une naine brune.
- GENESIS à la recherche du vent solaire.

Ainsi qu'un article sur le champ magnétique terrestre par Dr Abdesselam Abtout (Directeur de recherche).





GENERATION DE MNT PAR PHOTOGRAMMETRIE AERIENNE DE PETIT FORMAT : APPLICATION AU VERSANT INSTABLE DE SUPER-SAUZE

*J.-B. Henry, P. Grussenmeyer, J.-P. Malet
et O. Maquaire*

...La multiplicité des techniques d'acquisition d'information géométrique à la disposition du géomorphologue, leurs complexités et exigences spécifiques mènent à des choix et des compromis. Nous présentons des résultats obtenus sur le glissement-coulée de Super-Sauze (basin de Barcelonnette, Alpes-de-Haute-Provence, France). La méthodologie des photographies à basse altitude est le fruit d'un compromis jugé satisfaisant entre coût, précision et lourdeur de mise en œuvre. Les moyens choisis sont suffisamment légers pour permettre des temps de réponse rapides face à des événements soudains, les outils et méthodes de traitement assez performants pour rivaliser avec les techniques de saisie directe sur le terrain. Le résultat final obtenu est évalué à une précision sud-métrique...

APPORT DE L'ALTIMETRIE PAR LASER AEROPORTE A LA CARTOGRAPHIE DES ESTRANS : EXPERIMENTATION DE L'ANSE DE L'AIGUILLON

*Gérald Barreau-Jacques Populus (Ifremer)
Jacques fazilleau (DDE 17)*

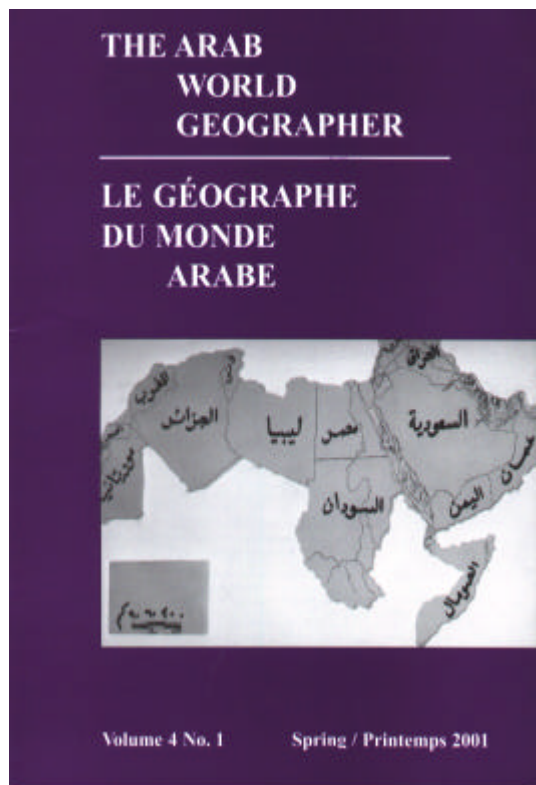
...L'altimétrie par laser aéroporté combine et intègre des capteurs de haute technologie : des récepteurs GPS, un système de navigation inertielle et un télémètre laser génèrent des données altimétriques. Cette technique aujourd'hui pleinement opérationnelle constitue un outil idéal pour une cartographie altimétrique rapide et de grande précision de zones difficilement accessibles par voie classique, notamment les zones littorales.

Cet article décrit une expérimentation effectuée par l'Ifremer sur le site de l'anse de l'Aiguillon (Charente-Maritime). Une évaluation des données est faite par dégradation de la précision en zone herbue est quantifiée. Un modèle numérique de terrain à maille fine est produit, avec une précision d'environ 15cm...

LES SATELLITES D'OBSERVATION DE LA TERRE AU SERVICE DU DEVELOPPEMENT DES RESEAUX DE TELEPHONIE MOBILE

L. Laurore GEOIMAGE

...A partir du milieu des années 70, la production de cartes géographiques, alors produites essentiellement à partir de campagnes de photographies aériennes, a subi une grande révolution avec le développement de l'informatique et des satellites d'observation de la terre. Disposant, à cette époque, d'images à une résolution kilométrique utilisées principalement pour des applications météorologiques, nous exploitons couramment, de nos jours, des données satellites à des résolutions décimétriques et métriques parfaitement adaptées à la production de bases de données géographiques compatibles avec des échelles de 1/50 000 au 1/5 000. de telles échelles sont adaptées aux besoins des principaux projets de développement et d'aménagement du territoire (urbanisme, infrastructures routières et ferroviaires...) Parmi les domaines d'activité les plus consommateurs de ces nouvelles informations, le secteur des télécommunications sans fil est, sans conteste, le premier. Les différentes phases du cycle de développement d'un réseau de téléphonie sans fil (dimensionnement, déploiement, optimisation, densification, ou expansion) ont en commun la réalisation d'études d'ingénierie (cartes de couverture radio) dont l'étendue et la précision sont propres à chaque niveau d'étude...



The Development of Sudanese Geography

Mohamed Babiker Ibrahim

...Cet article poursuit quatre objectifs : (1) mettre en lumière l'évolution globale passée et présente de la pensée et la méthode géographique, de manière à juger de leur impact sur les géographes soudanais ; (2) évaluer la contribution des géographes soudanais à l'émergence d'un sentiment d'une unité soudanaise en dépit de la grande diversité culturelle ; (3) plaider pour une école soudanaise de géographie appliquée naissante, dont le succès dépend de la maturation de la géographie au niveau universitaire ; et (4) dévoiler les contributions actuelles des géographes qui étudient les problèmes d'environnement et de développement dans les provinces septentrionales du Soudan et l'impact négatif des politiques d'éducation géographique de l'université qui limitent la capacité des géographes à traiter de ces problèmes...

African Immigrants in the USA : Some Reflection on Their Pre- and Post-Migration Experiences

Kwadwo Konadu-Agyemang and Baffour K. Takyi

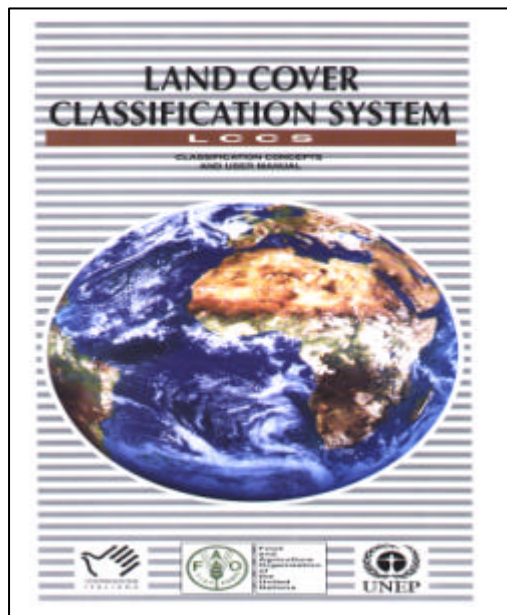
...Cet article présente quelques résultats préliminaires d'une recherche en court qui tente d'explorer les aspects spatiaux de l'expérience d'immigrants africains et de leur adaptation à leur milieu de vie aux États Unis. Nous avons interviewé un échantillon de 363 immigrants africains à travers les États Unis, en particulier dans les régions métropolitaines du grand New York, de Washington DC, et de Baltimore. Puis nous avons analysé leur migration et leur expérience de nouveaux venus afin d'en apprendre plus sur leur adaptation. Entre autres, cette étude montre que de nombreux africains arrivant aux États-Unis ne suivent pas le parcours-type d'obtention d'un visa d'immigrant et d'arrivée avec des documents en règle. Ils ont tendance à s'en remettre aux réseaux informels plutôt qu'aux agences gouvernementales pour résoudre les problèmes concernant leur adaptation au pays. De plus, la plupart des africains sont encore bien liés à leur famille en Afrique et font des virements vers leur pays d'origine sur une base régulière. Non seulement ces transferts sont importants pour les fragiles économies africaines en général, et pour la survie de leur famille en particulier, mais plus important encore, il servent d'assurance aux immigrés pour leur prise en charge quand ils retourneront prendre leur retraite au pays...

Food Insecurity in the Sub-Saharan rainlands : Umm Sial, a Village in White Nile State, Sudan

Samir M.A. Hassan Alredaisy and H.R. Jack Davies

...Cet article est basé sur une recherche réalisée en 1992 sur la sécurité alimentaire dans une région de savane écologiquement fragile du Soudan et présente les résultats relatif à Umm Sial, un village de savane typique. Nous concluons que l'insécurité alimentaire est ici non seulement le résultat des irrégularités des précipitations, mais aussi de la négligence du gouvernement, qui aboutit à une population agricole âgée, avec une sur-représentation féminine, un haut niveau d'asservissement infantile et une grande pauvreté. La région n'est pas sans ressources naturelles, ayant un bon potentiel pastoral, mais sérieusement dégradé, suite au manque de politique cohérente pour connecter la région aux terres d'irrigations voisines, plus prospères, situées le long du Nil Blanc...

LAND COVER CLASSIFICATION SYSTEM



The Land Cover Classification System (LCCS) is a comprehensive, standardized a priori classification system, designed to meet specific user requirements, and created for mapping exercises, independent of the scale or means used to map. Any land cover identified anywhere in the world can be readily accommodated. The classification uses a set of independent diagnostic criteria that allow correlation with existing classifications and legends.

Land cover classes are defined by a combination of a set of independent diagnostic criteria

- the so-called classifiers - that are hierarchically arranged to assure a high degree of geographical accuracy. Because of the heterogeneity of land cover, the same set of classifiers cannot be used to define all land cover types. The hierarchical structure of the classifiers may differ from one land cover type to another. Therefore, the classification has two main phases:

- an initial Dichotomous Phase, where eight major land cover types are distinguished; and
- a subsequent Modular-Hierarchical Phase where the set of classifiers and their hierarchical arrangement are tailored to the major land cover type.

This approach allows the use of the most appropriate classifiers and reduces the total number of impractical combinations of classifiers.

Because of the complexity of the classification and the need for standardization, a software application has been developed to assist the interpretation process.

This will reduce heterogeneity between interpreters and between interpretations over time. Because of the flexible manner in which the classification is set up, with creation of classes at different levels of the system and the optional use of modifiers, environmental attributes and specific technical attributes in combination, coupled with the tremendous number of classes possible, this innovative software application assists the user to select the appropriate class using a step-by-step process, i.e., classifier by classifier. The software application will be available both as a stand-alone product and integrated into a digital image interpretation software suite which will allow interpretation of imagery followed by labeling of the mapping units with the land cover classes, the Africover Interpretation and Mapping System (AIMS).

The classification system leads to mutually exclusive land cover classes, which comprise: (1) a unique Boolean formula (a coded string of classifiers used); (2) a standard name; and (3) a unique numerical code. Both the numerical code and standard name can be used to build an automatically generated Legend, with the classes created grouped according to the main land cover categories and their domains according to the level of detail. The nomenclature can be linked to a user-defined name in any language. Further definition of the Land Cover Class can be achieved by adding attributes. Two types of attributes, which form separate levels in the classification, are distinguished:

- Environmental Attributes: these are attributes (e.g., climate, landform, altitude, soil, lithology and erosion) which influence land cover but are not inherent features of it and should not be mixed with "pure" land cover classifiers; and
- Specific Technical Attributes: these are associated with specific technical disciplines (e.g., for (Semi-)Natural Vegetation, the Floristic Aspect can be added; for Cultivated Areas, the Crop Type; and for Bare Soil, the Soil Type).

All Primarily Vegetated land cover classes are derived from a consistent physiognomic-structural conceptual approach that combines the classifiers Life Form, Cover and Height (in (Semi)Natural Vegetation) and Life Form (in Cultivated Areas) with Spatial Distribution. The Primarily Non-Vegetated classes have a similar approach, using classifiers that deal with surface aspects, distribution/density and height/depth.

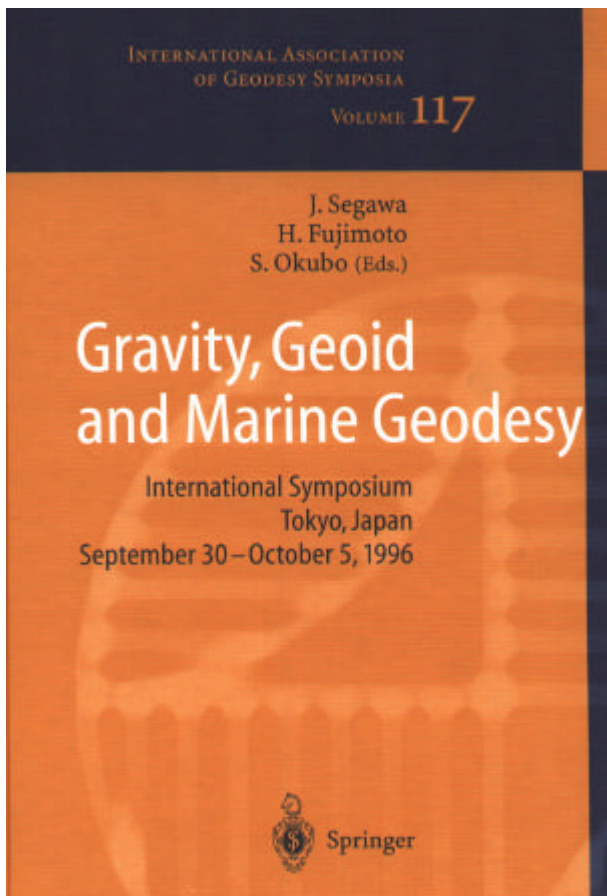
The advantages of the classifier, or parametric, approach are manifold. The system created is a highly flexible a priori land cover classification in which each land cover class is clearly and systematically defined, thus providing internal consistency. The system is truly hierarchical and applicable at a variety of scales. Re-arrangement of the classes based on regrouping of the classifiers used facilitates extensive use of the outputs by a wide variety of end-users.

Accuracy assessment of the end product can be generated by class or by the individual classifiers forming the class. All land covers can be accommodated in this highly flexible system; the classification could therefore serve as a universally applicable reference base for land cover, thus contributing towards data harmonization and standardization.

*** Tout ces titres peuvent être consultés au niveau de la bibliothèque de l'I.N.C.T**

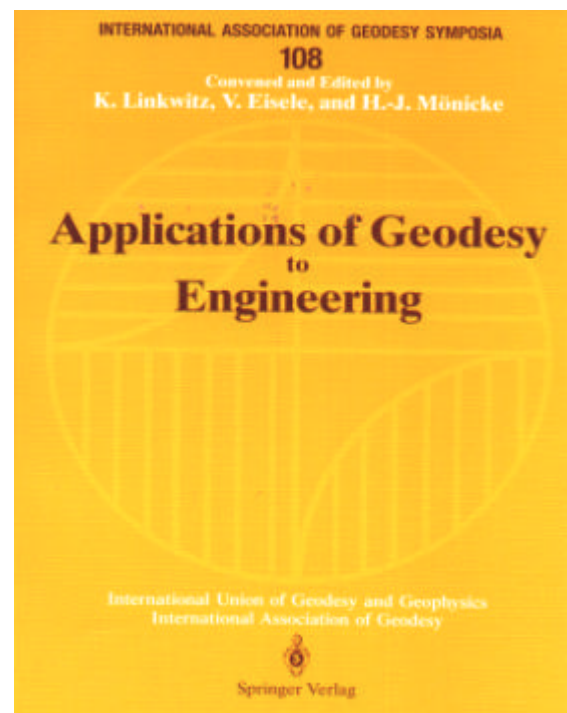
Gravity, Geoid and Marine Geodesy

International Symposium
Tokyo, Japan
Septembre 30-October 5, 1996



Applications of Geodesy to Engineering

Accuracy requirements of fractions of a millimeter for the positioning of beam-guiding magnets in synchrotrons, monitoring of speedy subsea tunneling with lengths exceeding 25km, the construction of extremely long bridges of suspension or « cast-and-push » type, as well as geometrical industrial quality control and robot calibration in real time, and even the analysis of prestressed cable nets, are examples of the challenging new tasks demanding responses from the modern engineering geodesist.



Based on an international symposium held in Tokyo, the volume combines papers in the fields of gravity, geoid and marine geodesy.. Special emphasis is placed on the use of gravity in modeling tectonic processes and the problems of geophysical inversion. In addition, absolute and relative gravity measurement in static and airborne mode, satellite altimetry, geopotential modeling, and global geodynamics are dealt with. The field of marine geodesy includes contributions on sea level change, seafloor deformation and mapping, sea surface positioning, electronic charting, and datum transformations.

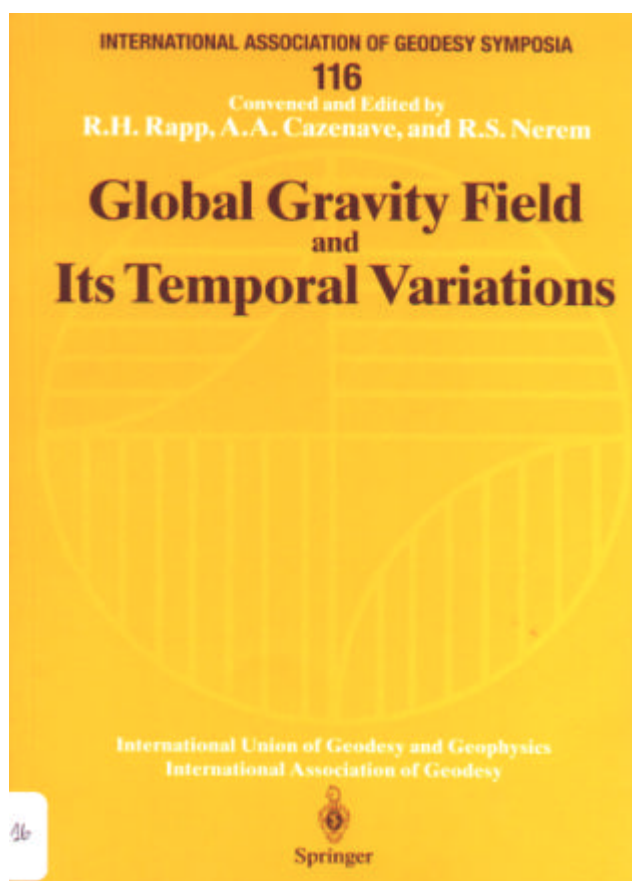
Edition: Springer Verlag

In this volume, a general view of engineering geodesy, its state of the art and up-to date information on recent scientific tasks, aims and methods are presented. The contributions focus on theoretical aspects, measurement techniques, data processing and computing techniques, reports on selected executed projects, special tasks, e.g. real-time positioning and navigation, industrial measurements, and image processing. Furthermore, the role of geodesists in collaboration with civil and mechanical engineers, technical designers and architects is outlined.

As a reference book, this volume will be useful for researchers, students and practitioners in engineering geodesy and neighbouring disciplines.

Edition: Springer Verlag

Global gravity field And its temporal variations

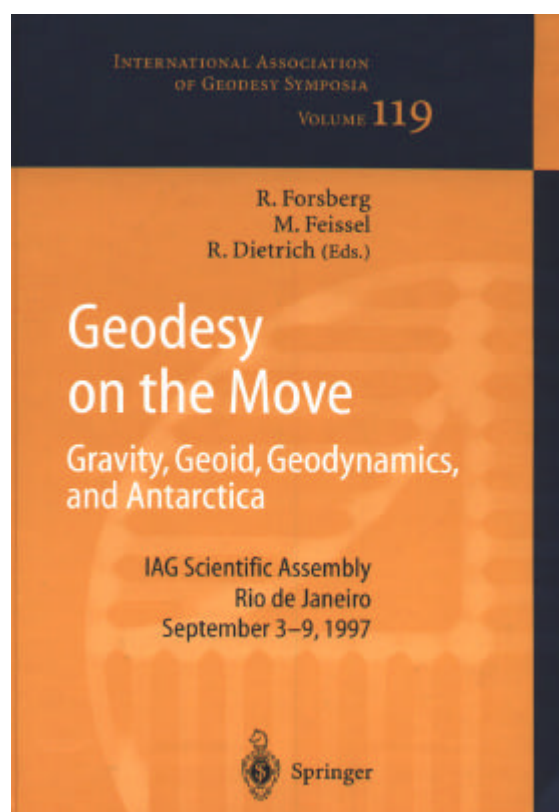


This book contains most of the papers presented at G3 symposium (Global and Gravity Field and its Temporal Variations) sponsored by the International Association of Geodesy at the XXI General Assembly of the IUGG held in July 1995, Boulder, Colorado, USA. Four papers review the following areas : applications of global gravity models in geodesy and oceanography, high resolution gravity information in the oceans from satellite altimeter data, and temporal variations of the gravity field measured by terrestrial and satellite techniques. Other papers provide new results and future plans, for example, in the areas : global potential coefficient models, new terrestrial and altimeter-derived anomaly data, improved estimation techniques, and use of GPS data in gravity field modeling.

EDITION: Springer Verlag

Geodesy on the move gravity geoid, geodynamics, and Antarctica

Based on the IAG scientific assembly in Rio de Janeiro, Brazil, this volume combines papers in the fields of gravity and geoid, geodynamics, and geodesy in Antarctica. The volume contains papers on recent progress in absolute and relative gravimetry , on models of the global gravity field, theoretical developments in physical geodesy, and many examples of regional gravity field and geoid models. Geodynamics chapters include papers on earth rotation and geo-potential variations, reference frames and global deformations, as well as a section on the combination of space and terrestrial methods for deformation observations.

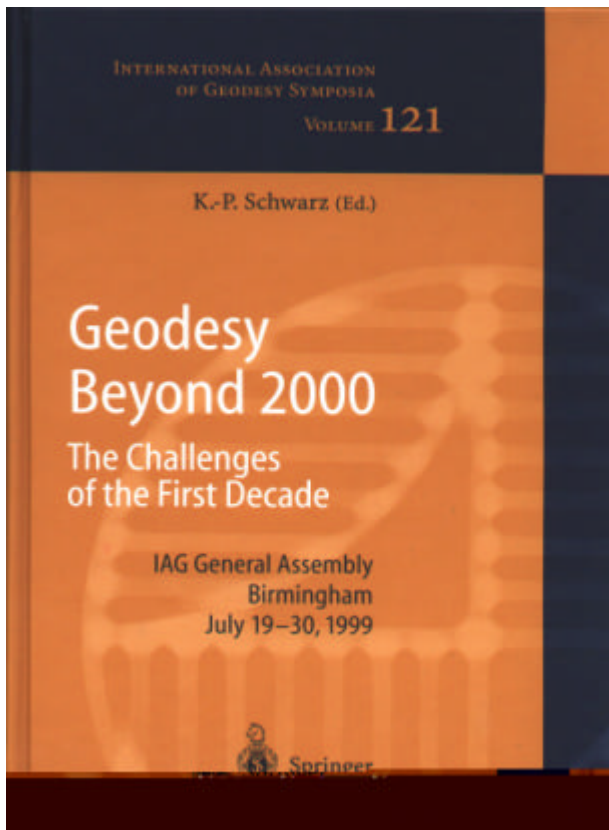


The current status of geodesy in Antarctica is illustrated by a number of papers describing large-scale and local observation campaigns, the establishment of fundamental geodetic reference stations, and the utilization of new techniques such as SAR interferometry.

EDITION: Springer Verlag

Geodesy Beyond 2000 The Challenges of the First Decade

volume 121



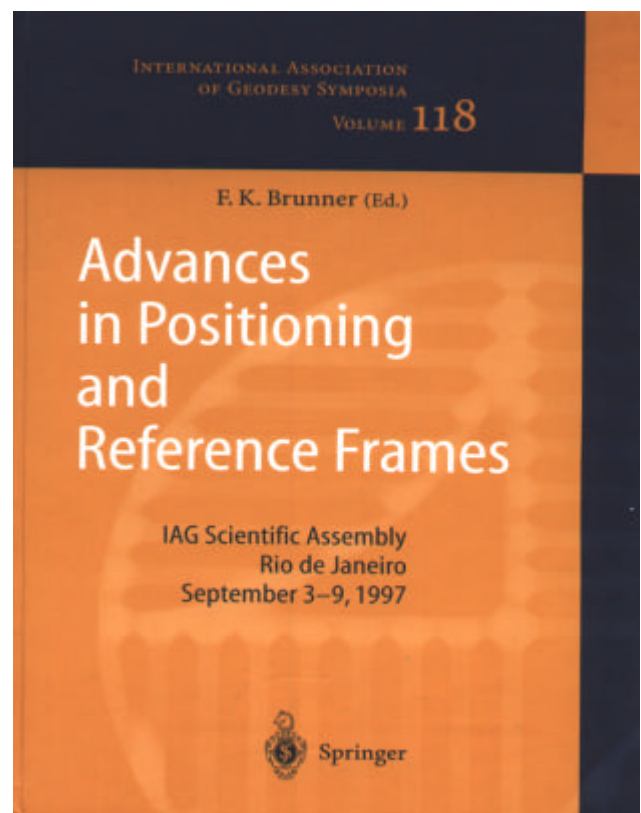
In this volume, the state of the art in geodesy is presented with special emphasis on the challenges of the next decade. It is subdivided into six parts. The first five parts discuss the challenges of providing a stable global reference at the parts per billion level by space methods, the impact of recently approved dedicated satellite missions on the determination of a high resolution global gravity field and its refinement by airborne gravity, advances in geodynamics and their impact on the monitoring of seismic hazards and earthquake prediction, the increasing use of GPS and INS in kinematic mode for mapping the earth's surface and monitoring the behaviour of large man-made structures, and the related advances in mathematical theory and numerical techniques. The last part is dedicated to the discussion of a new structure for the IAG to meet these challenges.

Edition: Springer Verlag

Advances in Positioning and Reference Frames

Volume 118

This volume is based on an international symposium held in Rio de Janeiro. It gives a progress report on geodetic positioning with GPS. The maintenance and the densification of reference frames are treated for the purpose of establishing global and regional GPS networks .



The scientific achievements of the South American Geocentric Reference System project (SIRGAS) are described .Several contributions review the state of the art of GPS analysis techniques, ambiguity resolution methods, as well as GPS antenna and site problems Novel applications of kinematic GPS positioning and quality control issues of real – times GPS positioning are discussed.

Edition: Springer Verlag

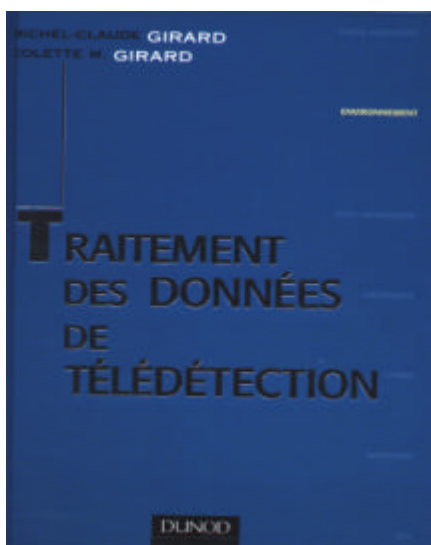
TRAITEMENT DES DONNEES DE TELEDETECTION

TECHNIQUE ET INGENIERIE

Série Environnement

Michel-Claude Girard

Colette M. Girard



Les données de télédétection constituent des sources d'information indispensables pour la gestion des territoires. Afin d'en tirer le meilleur profit, il est important d'en connaître les bases physiques et de maîtriser les techniques de traitement existantes.

Les deux premières parties de cet ouvrage traitent des sources de données et de leur interprétation physique. La troisième partie, la plus importante, est consacrée aux techniques de traitement :

interprétation visuelle et classements automatiques, traitements textural et structural, photogrammétrie, etc. La quatrième partie est consacrée à l'étude de la qualité des images. Enfin, la cinquième partie développe de nombreuses applications dans des domaines divers : agronomie, prairies, sols, paysages, mines, bordures côtières, etc.

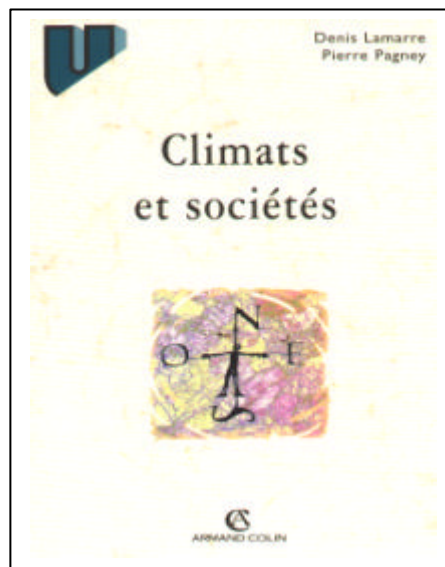
Le cédérom joint détaille toutes les méthodes statistiques de référence et comporte une version du logiciel de traitement TeraVue, à l'aide duquel le lecteur pourra notamment traiter les exemples du livre. Un autre logiciel spécifique du spatial OASIS peut être demandé aux auteurs.

Véritable outil de travail, ce livre s'adresse aux professionnels qui utilisent la télédétection et veulent trouver des solutions pour traiter leur données numériques spatialisées. Il constituera également une référence utile aux chercheurs et étudiants du domaine.

Édition : DUNOD

Climats et Sociétés

Denis Lamarre, Pierre Pagney



Face à des pré-supposés, il est facile de nier le déterminisme climatique. Pour autant on ne peut soutenir que les hommes vivent sans lien avec le climat au sein du « milieu géographique ». La notion systémique de « potentiel climatique », fil conducteur de ce livre, dégage des relations entre les composantes « physiques » du climat (structures, variabilité, normales et écarts, accidents) et les composantes sociologiques, démographiques, économiques, politiques et culturelles.

L'ouvrage met l'accent sur certains éléments qui interagissent pour former le complexe climatique ou social et interviennent de manière plus soutenue. Ainsi le manque d'eau contraint les hommes à se concentrer là où d'autres ressources en eau sont accessibles ; de même que le vent, les conditions thermiques pèsent sur les comportements humains et les déplacements. Il insiste surtout sur les aspects spatiaux ou territoriaux d'échelle moyenne :

l'essentiel des faits ne se situe pas en effet à l'échelle locale ou à celle du système climatique planétaire, mais aux niveaux des « méso-échelles ».

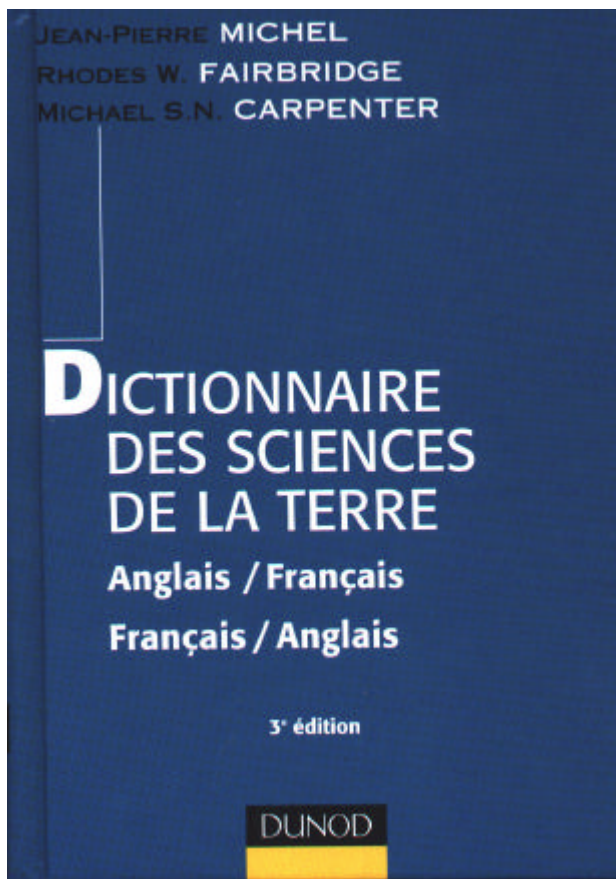
Il bat ainsi en brèche la tendance qui réduit la place et le rôle des faits physiques dans le complexe géographique. L'homme ne disposerait-t-il pas désormais des moyens de se libérer de l'environnement naturel ? Mais en même temps l'usage massif des énergies fossiles conduit au trouble chimique de l'atmosphère, du niveau local (pollution) au niveau planétaire (gaz à effet de serre) ; l'eau est usée inconsidérément. Ce sont bien des situations auxquelles les sociétés humaines n'étaient pas confrontées avant le xx^e siècle.

Édition : ARMAND COLIN

Livres

DICTIONNAIRE DES SCIENCES DE LA TERRE

Anglais / Français • Français / Anglais



Ce dictionnaire réunit l'ensemble des termes scientifiques, techniques et généraux les plus utilisés dans les divers domaines des sciences de la Terre :

géologie, géophysique, géomorphologie, hydrogéologie, minéralogie, paléontologie, pédologie, pétrographie, géologie du pétrole et des mines, planétologie, sédimentologie, stratigraphie, tectonique...

Il constitue ainsi une importante source terminologique bilingue, à la fois spécialisée et synthétique.

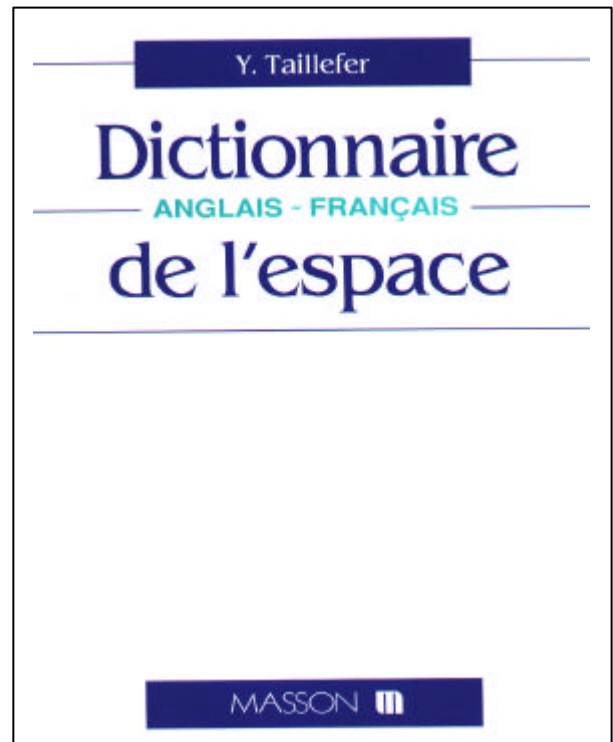
Véritable outil de travail, il offre aux professionnels, aux chercheurs et aux étudiants, une base de documentation et de traduction indispensable.

EDITION : DUNOD

Dictionnaire de l'espace

Anglais-Français

Ce nouveau dictionnaire spécialisé regroupe environ 11 000 termes et plus de 4 000 abréviations. Outre la technique des fusées et des engins spatiaux, il embrasse un champ extrêmement vaste: astronomie, astrophysique et mécanique céleste, aérodynamique et mécanique des fluides, automatismes, cryogénie et technique du vide, électronique, géophysique et télédétection, informatique, intelligence artificielle, robotique et traitement du signal, optronique, physiologie et médecine, physique des particules et des plasmas, télécommunications, télémétrie et télécommande... sans oublier la gestion de projet.



Conçu dans le même esprit que les autres ouvrages de la série, ce dictionnaire s'adresse aussi bien à l'étudiant, au journaliste, à l'ingénieur, au chercheur qu'au traducteur et à l'interprète.

EDITION : MASSON

*** Tout ces livres sont disponibles au niveau de la bibliothèque de l'I.N.C.T**

CALENDRIER DES MANIFESTATIONS SCIENTIFIQUES INTERNATIONALES

2 0 0 1			
DATE	EVENT	SITE	CONTACT
1-3 Oct 2001 UPDATED Confirmed by Council	5 th Conference on Optical 3-D Measurement Techniques (Jointly sponsored by FIG Commission V, ISPRS Commission V, ISPRS WG VI/2 and IAG Section 1 – Special Commission4) http://info.tuwien.ac.at/ingeo/optical3d/o3d.htm	Vienna, AUSTRIA	Prof DR. Heribert kahmrn (FIG ComV) F: +42-1-58801-12895 E: hkahmen@pop.tuwien.ac.at Prof : Dr. Armin Gruen P:+41-1-633-3038/F: 633-1101 E: argruen@geog.ethz.ch Pro : Mark R. shortis F: +61 3 9347 2480 E: m.shortis@unimelb.edu.au
1-5 Oct 2001	6 th International Carbon Dioxide Conference http://co2.geophys.tohoku.ac.jp/	Sendai, JAPAN	P: +81-22-217-5792/F: 217-5797 E: secre@co2.geophys.tohoku.ac.jp
2-5 Oct 2001 NEW Cosponsorship Confirmed by	International Conference on Spatial Information for Sustainable Development FIG& http://fig3.boku.ac.at/call4papers/kenya.html http://www.ddl.org/figtree/events/events2001.htm http://www.ddl.org/figtree/events/nairobi.htm	Nairobi, KENYA	Markku Villikka Director, FIG office P : +45 3886 1081 ,+45 2343 8910 F : +45 3886 0252 E : markku.villikka@fig.net E: FIG@ddl.org
7-12 Oct 2001	20 th Brazilin Congress of Cartography 9 th Congress of Land-Survey Engineering 8 th Iberoamerican conference on GISs www.cartografia.org.br	Porto Alegre, BRASIL	Prof : Francisco Braganca P: +55 51 233-3277 F: +55 51 231-9851 E: xxcbc@orion.ufrgs.br
9-10 Oct 2001 NEW Confirmed by Council	Commission VI Seminar on Education	Proto Alegre, BRASIL	President: Dr. Tania Maria Sausen P: +55 12 345 68 62 F: +55 12 345 68 70 E: Tania@ltid.inpe.br
21-28 Oct 2001 29-31 Oct - NEW Confirmed by Council	IAPSO – IABO Oceanography of the XXI Century “2001- An Ocean Odyssey” WWW.retina.ar/2001_ocean/ Joint Workshop WG IV/6	Mar del Plata, ARGENTINA Athens, Georgia, USA	Gerado M.E. Perillo P: +54-291-486-1112/f:486-1527 E: iado@criba.edu.ar Dr, Marguerite Madden P: +706-542-2379 F: +706-542-2358 E: mmadden@crms.uga.edu
NEW Confirmed by Council	1 st IEEE/ISPRS Joint Workshop ON Remote Sensing and Data Fusion Over Urban Areas WG III/6 http://tlc.unipv.it/urban2001	Rome, ITALY	Paolo Gamba P: +39-0382-505781 F: +39-0382-422583 E: p.gamba@ele.unipv.it E: urban_2001@ele.unipv.it
8-9 Nov 2001 NEW Confirmed by Council	Symposium “Geodetic, Photogrammetric and Satellite Technologies- Development and Integrated Application”	Sofia , BULGARIA	Georgi Milev E: milev@argo.bas.bg
Tbr Nov 2001	15 th CEOS Plenary	Kyoto, JAPAN	STA/NASDA

2002

DATE	EVENT	SITE	CONTACT
21-26 Apr 2002	XII FIG Congress & XV General Assembly	Washington, Dc USA	Mary Clawson E: clawsonm@nima.mil
27-31 May 2002 Approval pending	Symposium of Commission IV	Ottawa, CANADA	President : Dr.Costas Armenakis P: +1 613 992 4487 F: +1 613 995 4127 E: armenaki@nrca.gc.ca
4-6 Jun 2002	22nd EARSeL Annual Symposium	Prague , CZECH REP.	P: +33-1-45-5-673-60 F: 45-56-73-61 E: EARSeL@meteo.fr
24-28 Jun 2002	IEEE/IGARSS 99 www.igarss.org	Toronto , CANADA	Tammy Stein P: +1-281-251-6067 F: 251-6068 E: tstein@phoenix.net
20-23 Aug 2002 Approval pending	Symposium of Commission II	Xian, CHINA	President : Prof. Chen Jun P: +86 10 6842 4072 F: +86 10 6842 4101 E: chenjun@nsdi.gov.cn
Tbr Aug 2002	Internatinal Association of Geodesy Hotine-Marusse Symposium	tbr	P: +45-3532-0600 F: 3536-5357 E: iag@gfy.ku.dk
2-5 Sep 2002	7 th UN Conference on Standardization of Geographic Names	Berlin, GERMANY	Dr. Laaribi P: +1-212-963-4996
3-6 Sep 2002 Approval pending	Symposium of Commission V	Corfu, GREECE	President : Prof.Petros Patias P: +30 31 99 61 16 F: +30 31 99 61 28 E: patias@topo.auth.gr
9-13 Aug 2002 Approval pending	Symposium of Commission III	Graz, AUSTRIA	President : Prof.Dr.Franz Leberl P: +43 316 873 5011 F: +43 316 873 5050 E: leberl@icg.tu-graz.ac.at
10-12 Aug 2002 Approval pending	Symposium of Commission VI	Rio de Janiero, BRASIL	President : Dr.Tania Mria Sausen P : +55 12 345 68 62 F : +55 12 345 68 70 E : tania@ltd.inpe.br
24-28 Sep 2002 NEW	The 27th General Assembly of ICSU & Associated Meetings	Rio de Janiero, BRASIL	Maureen brennan E: maureen@icsu.org
11-15 Nov 2002 UPDATED Approval pending	Symposium of Commission I Joint meeting with Pecora XV	Denver, Colorado USA	Amy Budge P: +1-505-277-3622 ext 231 F: +1-505-277-3614 E: abudge@spock.unm.edu
11-20 Oct 2002	IAF/COSPAR World Space Copngress www.aiaa.org/wsc2002/sub/news.html	Houston, USA	P: +703-264-7500 F: 264-7551
4-6 Dec 2002 Approval pending	Symposium of Commission VII	Hyderabad, INDIA	President : Dr.Rangnath Navalgund P: +91 79 676 88 62 F: +91 79 676 27 2735 E: rangnath@ad1.vsnl.net.in