

CARTOGRAPHIE DE L'HIMALAYA PAR TÉLÉDÉTECTION : BILAN ET PERSPECTIVES POUR LE "GLOBAL CHANGE"

par Claude BARDINET (ENS-Paris) - Président de la Commission Cartographie et Télédétection de l'Environnement du Comité National de Géographie.

◆ Résumé

Le Second Symposium international sur la cartographie des régions de haute montagne par télédétection réuni par l'ACI à Beijing et Lhasa du 16 au 30 août 1992 a traité de l'apport de l'imagerie sans cesse renouvelée des satellites à la saisie de l'évolution des phénomènes affectant la biosphère et la géosphère.

Les résultats de l'utilisation de toutes les sources d'images satellitaires contrôlées sur le terrain et combinées avec les données de station ont été présentés et une réflexion a été conduite sur leur utilité dans le programme PIGB "Global Change". Un projet de coopération entre ICIMOD, IRSA et CODATA a été évalué en fonction des conclusions du Symposium qui ont porté principalement sur :

- la méthodologie de la cartographie multisatellitaire et de différentes techniques d'affinement de l'imagerie, y compris l'analyse des sources et bases de données concernant les domaines étudiés
- les faits géographiques à diverses échelles et leur repérage spécifique par combinaison des différentes images satellitaires
- des applications infographiques, combinant images satellitaires, images aériennes numérisées et bases de données cartographiques ou de données de station.

◆ Abstract

The "Second International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography" of the CIA was held in Beijing and Lhasa from August 16 to 30, 1992. The aims of this II-HMRSC Symposium was to study the state of the art in the use of GIS and remotely sensed data in the field of high mountain cartography. Some of the authors have insisted on the need of data in support to IGBP, that means remotely sensed data, digital terrain model data, and data from ground station and ground truth investigation.

Concluding in the field of the environmental studies, the II-HMRSC has estimated that the results of the research in the field of IGBP could be mapped in form of textural (land cover) and structural analysis (lineaments and hydrography), particularly using computer aided mapping techniques for the automatic processing of reliefs and slopes classification, erosion processing and landslide location, hydrographic networks and drainage areas, location of forests, deforestation and afforestation areas.

In the International context, a Case study in the Himalayas has been presented by the CODATA Commission for Global Change date, and the evaluation of the needs of data at regional scales in the regional UNEP-GRID network has been considered important for the IGBP objectives and it has been proposed to test in the area of Tibet and Nepal this CODATA proposal with ICIMOD, a UNEP-GRID center in Kathmandu, and with IRSA, a research institute of the Chinese Academy of Sciences.

■ **Keywords** : Cartography, Remote Sensing, IGBP, Global Change, Himalaya, Tibet, China, Nepal, ICA, UNEP-GRID, TADAT, EOS, CODATA.

■ **Mots-clés** : Cartographie, Télédétection, PIGB, Global Change, Himalaya, Tibet, Chine, Népal, ACI, UNEP-GRID, TADAT, EOS, CODATA.

◆ I- Introduction

Le Second Symposium International sur la cartographie des régions de haute montagne par télédétection (II-HMRSC'92 Symposium, Beijing/Lhasa, 17 au 31 août 1992) est le deuxième symposium organisé sur cette question par l'Association cartographique internationale (ACI). Le premier s'était tenu à Graz en Autriche en 1990, et le suivant sera organisé à Mendoza en Argentine, en 1994. Il était organisé dans le cadre de l'ACI à l'invitation du Professeur Liu Ji-Yuan de l'Institut des Applications de la Télédétection (IRSA) de l'Académie des Sciences de Chine et du Professeur Manfred Buchroithner du "Joanneum Research Center" de Graz en Autriche.

De nombreux exposés furent présentés à Beijing puis à Lhasa, après quoi ont été étudiés quelques programmes de recherche de grande ampleur sur l'environnement en haute montagne, en particulier les projets TADAT, PYRAMID, EOS et CODATA.

A Beijing, durant la première session, après les exposés, des réunions se sont tenues dans les laboratoires de recherche sur la télédétection et l'environnement (LREIS et IRSA) de l'Académie des Sciences.

A Lhasa, la deuxième session a été organisée par IRSA, en relation avec les instituts d'aménagement, de géologie et de météorologie (station NOAA) et s'est prolongée sur le terrain avec les responsables tibétains du Parc National du Qomolangma (Everest).

Après un géo-transect par la route vers Kathmandou, les conclusions du Symposium ont été analysées à ICIMOD, Centre de UNEP-GRID à Kathmandou. Ce centre est engagé dans de nombreux projets internationaux intéressant le PIGB "Global Change" en particulier sur les bassins hydrographiques de la région Hindu Kush-Himalaya, et cela en coopération avec des organismes aussi divers que UNEP, la FAO, ESCAP ou les Unions Scientifiques affiliées à l'ICSU.

◆ II - Les contributions au II-HMRSC Symposium Lhasa'92

L'énumération des contributions montre la large gamme des thèmes abordés par les participants, tous spécialistes de l'analyse des milieux naturels et aménagés par l'utilisation de la télédétection et des SIG, comme souligné dans l'allocation de bienvenue du Professeur Chen Shupeng, directeur de la Société chinoise de géographie.

Ces contributions ont porté sur :

- **Hubertus L. & Bloemer** - Periodic and interference patterns in earth observation system (EOS) sensor data affecting features extraction in geobiophysical modelling of mountainous terrain.
- **Saturnino Leguizamon** - Description of terrain textures by fractal and Markov Random Fields Techniques.
- **Gerhard Bax** - A 4-D study of Caldeonian dislocation patterns in the high mountains of northern Scandinavia.
- **Yang Ping & Liu Huiping** - The production of DEM and its initial application in the Tibet area, China.
- **Fan Shizhong** - The identification signature of Peat Pogs in MSS image and its producing mechanism ; taking Zoige area for example.
- **Viktor Kaufmann** - A first evaluation of stereoscopic ERS-1 SAR images; a case study in Southern Italy
- **Guan Zegun & Li Deren** - Improving grass land classification in North Tibet using spatial knowledge and GIS.
- **Raimund Fischer, Manfred Buchroithner** - Generation of High Quality 1:50.000 and 1:25.000 image maps of Alpine terrain.
- **John P., Matthews & Jones** - Mapping the Tibet Ophiolite complex with Landsat Thematic Mapper data.
- **Hans Hausler D., Leber, Liu Jiyuan & Zheng Xingnian** - Geo-oriented digital landscape modelling in the "Three rivers valley area", Tibet, based on multisensor remote sensing data.
- **Liu Jiyuan** - Remote sensing land use investigation in Tibet Plateau.
- **Wang Jinfeng** - Integrated study on the natural disasters of China : sample test, the Tibet Plateau.
- **Wu Dengru** - Detection and analysis of regional landscape-ecological changes by remote sensing and computer-aided-cartography.
- **Zhang Zhengxiang, Wang Changyou, Zhao Xiaoli & Peng Xiulong** - Soil erosion mapping in the "Three river valley" of Tibet by using remote sensing techniques
- **Claude Bardinet, Eric Bournay, Surendha Shrestha & Wang Chang-Yao** - A CODATA-IGBP Proposal : Accessibility of multisources data for "Global change" on critical zones : the case of ICIMOD in the Himalayas.

- **Robert Kostka** - Remote sensing activities for glacier mapping in the Langtang Himal, Nepal.
- **Wang Jian, Li Shuo, Zhu Jiahui & ou Renkang** - Establishing DTM of Glacier N°1 and empty cirque in Tian Shan station and calculating variation of glacier value by DTM.
- **Swamy A. N. & Alessandro Brivio P.** - Seasonal snow cover monitoring by satellite for snow melt hydrology in Italian Alps.
- **Shi Changan & Liu Jiyuan** - Studying glacial changes of Central Tibet in recent decades by remote sensing and GIS techniques.
- **Antoninetti M., Zilioli E. & Alessandro Brivio P** - Contribution of satellite remote sensing to the structural assessment in some geological investigation with the EV-K2-CNR "Pyramid" Programme.
- **Manfred Buchroithner & Robert Kostka** - The international TADAT "High Mountain Remote Sensing Programme" in Austrian Alps : Present Status.

La bibliographie (REF. 5 à REF.39) réunie sur la Chine, le Tibet et le Népal, montre l'importance des recherches récemment publiées, souvent sous formes de cartes, et qui sont une contribution importante à la question de l'intégration de la télédétection dans les SIG pour des analyses thématiques à toutes échelles.

◆ III - Un programme CODATA pour le "Global Change" en Himalaya

Le projet CODATA (REF.1 et REF.2) intitulé "Accessibility of multisources data for Global Change on Critical Zones : the case of ICIMOD in the Himalayas" propose de regrouper les données multisatellites (radiomètres et radars) jugées indispensables et de les mettre à la disposition du centre inter-régional de recherche ICIMOD dont la vocation est de permettre l'accès aux données et à leur utilisation à tous les centres qui lui sont affiliés. Une coopération existe notamment avec l'Académie des Sciences de Chine, et IRSA, qui vient de publier sur le Tibet (REF. 12) les résultats de huit années de recherche Sino-Tibétaine sur l'environnement, se déclare prêt à échanger des données et à confronter les méthodes dans le domaine des SIG en haute montagne de la région himalayenne.

Le projet CODATA couvre les bassins du Yarlong-Brahmapoutre et du Gange et concerne la zone Chine-Tibet-Népal-Indes-Bangladesh. Il a été redéfini avec IRSA et ICIMOD, à partir d'un premier projet présenté par CODATA à Stockholm au "First Scientific Advisory Council IGBP Meeting" en 1988. Dans son état actuel, la faisabilité de ce projet a été évalué avec COGEO DATA de l'UISG, le "Study Group on Critical Environmental Zones" de l'UGI, le Joanneum Research Center de Graz, la NOAA-NESDI/NGDC et le WDC. La publication des résultats escomptés sera également une contribution au Programme DICN autant qu'au Global Change.

Quels sont les thèmes et objectifs : essentiellement déterminer le coût et la rentabilité de l'utilisation d'un SIG associant modèles numériques de terrain (MNT-SPOT) et données multisatellites, pour une contribution au programme PIGB dans les domaines suivants :

- Deforestation des hauts et moyens versants des bassins du Gange et du Brahmapoutre
- Estimation de la variation interannuelle de la fonte des neiges dans les Himalayas et sur le plateau du Tibet (bassin du Yarlong Zhanbu Jian et du Brahmapoutre), et analyse des risques présentés par les lacs de glaciers
- Erosion des sols
- Effet des changements globaux et zonaux sur le climat régional.

Le projet veut analyser les conditions optimales d'utilisation d'une "Base de Données multisatellites (BDSAT)" qui regroupera les données suivantes déjà archivées dans divers centres travaillant sur la région des Himalayas ;

- Metric Camera (haute résolution)
- Large Format Camera (haute résolution)
- KFA-1000 stereo (haute résolution)
- SIR. A and SIR.B, ERS-1, ALMAZ (radars en orbite);
- SPOT XS and PAN-stereo (résolution multibande 20m et de 10m pour relief)
- LANDSAT TM (résolution 30m multibande et de 120m pour canal thermique)
- NOAA-TIROS N (résolution 1 km du visible au thermique)
- IRS-1 (multibande) et JRS-1 (multibande et radar).

◆ IV - Conclusion

Une des conclusions du programme consistera en de nouvelles hypothèses de recherche sur l'utilité, pour le Global Change, de SIG établis de l'échelle globale aux échelles zonales et régionales. On tient compte de ce qu'un des thèmes de recherche retenus par IGBP (REF. 3 et REF. 4) porte sur l'importance des bases de données multisatellites dans l'observation des changements à différentes échelles. La mesure multisatellite permet, en théorie, l'évaluation de la fonte des neiges, la mesure de la déforestation, la mesure de l'érosion et l'analyse de ses causes y compris d'origine anthropique ; elle permet d'établir la relation entre érosion et régimes et débits dans les bassins hydrographiques, avec leur conséquence sur le transport des sédiments et les inondations.

Pour l'étude des conditions d'application du programme de CODATA (REF.1 et REF.2), un comité provisoire a été constitué dans le cadre de la "Commission on Global Change Data" de CODATA, composé de C. Bardinnet (ENS-Paris, France), H. Maître (TELECOM-Paris, France), Wang Chang-Yao et Liu Ji-yuan (IRSA-Beijing, Chine), G. Gabert (COGEODATA-Allemagne), M. Buchroithner (Univ. de Dresde, Allemagne), S. Shresta et N.S. Jodha (ICIMOD, Kathmandu, Népal). Ce comité s'est donné comme tâche de préparer rapidement un programme détaillé et de proposer les conditions de son application. Ce programme détaillé devrait comprendre :

L'intégration dans les SIG de données multisatellites et multicateurs existantes (NOAA, LANDSAT, SPOT, Large Format Camera, Metric Camera, ERS-1, SIR-B, ALMAZ, KFA-1000 stereo) pour des recherches sur la cartographie de l'environnement en haute montagne ;

- application des SIG pour l'étude des glissements de terrain et des risques présentés par les lacs glaciaires
- application des SIG pour la cartographie des zones agro-écologiques

- application des SIG pour l'estimation quantitative, la cartographie et le suivi des glissements de terrain en relation ou non avec la déforestation.

Sur proposition des participants de Chine et du Tibet, deux zones tests situées de part et d'autre de la frontière au Tibet et au Népal ont été proposées à la discussion ; la première comprend le bassin de la rivière Poi Qu/Bhotekoshi/Sun Kosi et le bassin du lac Paiku Co en incluant le Mont Xixabangma et la région du Langtang dans le Bagmati : la deuxième comprend le bassin de la rivière Pun Qu/Arun en incluant les deux parcs nationaux du Qomolangma et du Sagarmatha/Everest.

Si les prochaines réunions prévues à Beijing et à Kathmandu débouchent sur un accord sur le programme et son mode de financement, le projet démarrera en 1993.

◆ Références

- REF.1** 1992 - Bardinnet, C., Bournay, E., Shresta, S., Wang, C.-Y. - A CODATA IGBP Proposal: Accessibility of Multisources Data for Global Change on Critical Zones : The case of ICIMOD in the Himalayas. In proc. "11nd High Mountain Remote Sensing Cartography Symp." (Draft 24 pages), Beijing-Lhasa 18-30 August 1992.
- REF. 2** 1992 - Bardinnet, C., Gabert, G.-Multisatellite mapping and stereo-relief construction for the International Geosphere Biosphere Program in the Nepal Himalayas. In Proceedings, 29th International Geological Congress, Kyoto, 24 August-3 september, 1992, *Symposium II-22-6 Digital Mapping* (Draft 20 pages).
- REF. 3** 1987 - Rasool, S.I. (ed.) - Potential of remote sensing for the study of Global Change. *Advanced in Space Research*. Vol. 7 (1). Pergamon Press.
- REF 4** 1992 - *An appeal for the Mountains*. Contribution to the UNCED, Rio de Janeiro, June 1992, 1-44, Ed. Inst. Geography, Univ. of Berne, CH-3012, Berne.
- REF. 5** 1990 - Bardinnet, C., Luo, W., Maître, H., Martel, F., Perlant, F., Wu, Y.F. - Knowledge Pattern Recognition ; application to Landsat and Spot/stereo digital data on China. In CODATA Bull. CODBA4 22 (1), Hemisphere Publ.. U.S.A., 133-134, 1990.
- REF. 6** 1991 - Bardinnet, C., Maître, H., Martel, F., Wang C.-Y., Wu, Y.F.- Stéréoradiométrie et modèle numérique de terrain par Spot : application à la région de Yan'an dans le plateau des Loess, Shaanxi, Chine. In "Télétection et Tiers-Monde : Méthodologie, Pratiques, Nouveaux Enjeux", M. Pouyllau ed. Ed. CNRS-CEGET, 1-394. ISBN 2-222-04565-7, Bordeaux.
- REF. 7** 1991 - Bardinnet, C., Maître, H., Luo, W., Wu, Y.F. - Infographie des paysages par MNT obtenu par données stéréoradiométriques de SPOT (Chine et Burundi). In Symposium International de Cartographie Thématique Dérivée des Images Satellitaires, 100-108. *Bull. Com. Fr. Carto*. N° 127-128, Mars-juin 1991, 1-205. ISSN 0755-764.
- REF. 8** 1987 - Kotska, R. (ed.) - Die Erderkundende Weltraumphotographie und ihre Anwendung in der Gebirgskartographie. *Mitteilungen der Geodätischen Inst. Techn. Univ.* (Folge 57) 1-217, Graz, 3 satellitenbild Karte (Hindukush 1:500.000, Khumbu region 1:250.000, Kathmandu valley : 1:100.000).

- REF. 9** 1982 - Buchroithner, M.F., Jentsch, G., Wanivenhaus, B. - Monitoring of recent geological events in the Khumbu area (Himalaya, Nepal) by digital processing of Landsats MSS data. *Rock Mechanics* 15, 181-197, Wien.
- REF. 10** 1971-1992 - *Die Reihe Khumbu Himal (The khumbu Himal series)*. Geowissenschaften, Kartographie, etc... Universitätsverlag Wagner, A-6010 Innsbruck.
- REF. 11** 1987 - *The mountains of Central Asia*. Compiled by The Royal Geographical Society and The Mount Everest Foundation. 1 folded map inserted, scale 1:3.000.000, 1-98, Macmillan, London, ISBN 0-333-39600-6.
- REF. 12** 1992 - Liu Jiyuan and al. - *Landuse in Tibet autonomous region*. Geological and ecological studies of the Tibet Plateau (in chinese), figures, maps, satellite analysis. CAS and Beijing Press, 1-463, XVI planches couleur, ISBN 7-03-003052-4.
- REF. 13** 1980 - Zhang Rongzu and al. - A scientific guide book to South Tibet. Symposium on Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau. Ed. CAS Beijing, 1-104.
- REF. 14** 1982 - Geological Map of Lhasa-Xigaze-Nyalam district, Xizang-Tibet, China, 1 sheet, Geol. Sc. of Xizang, Inst. Geol. Chinese Acad. Sc., Chinese Geol. Print. House.
- REF. 15** 1991 - Landsat Image Map of China. 2 sheets 1:4.000.000, legend in chinese and english. Ed. IRSA, CAS, Beijing Press. ISBN 7-03-002707-8.
- REF. 16** 1987 - Zhou Xiang, Cao Yougong, Zhu Mingyu, Xia Daixiang, Qian Dingyu. — Plate Tectonic-Lithofacies map of Xizang-Tibet, China. 2 Folded map sheet 1:1.500.000, legend chinese and english, notice in chinese 1-47, Inst. Geol. Sc. Bureau of Tibet, Geological Pub. House. Print. by China Geol. Map Print. House, ISBN 7-116-00238-3.
- REF. 17** 1981 - Wang Xibin, Cao Yougong, Zhen Haixiang. - Geological map of middle section of ophiolite suite along the Yarlung Zangbo river, Tibet, 1:250.000, Geol. Bureau, Tibet. 1986-1988 - Geological map of Qinghai-Xizang Tibet Plateau (in Chinese), 6 sheets 1:1.500.000, ISBN 7-116-00096-8
- REF. 18** 1990 Shi Zuhui and al. - Terrain map of the Qinghai-Xizang Plateau. 1:3.000.000, Research Soc. of Qinghai-Xizang Plateau and Woodlands Mountain Inst. of the USA compiled by thee Inst. Geog. Chinese Acad. Sc. Publ. by Science Press, printed by Zhonghua Print. House, Shangai, (C), ISBN 7-03-002678-0.
- REF. 19** 1988 - High Himalaya : Sheet recto : A computer-generated Landscape Portrait ; Sheet verso : Mount Everest - Sagarmatha - Qomolangma, 1:50.000, UTM origine meridien 87° E. National Geographical Society, and National Geographical Magazine.
- REF. 20** 1991 - Nepal : microseismicity epicentre map (1985-1990) Nepal-France cooperation report. 1 sheet 1:1.000.000, Dept. Mines & Geology, Seismological Laboratory, Ref. N° 2048/1, Kathmandu.
- REF. 21** 1983 - Dobremez, J.F. - *Ecosystème, structure sociale et systèmes agraires : collines du Népal central*. Vol. I, vol. II, INRA, Paris.
- REF. 22** 1987 - Hamilton, L.S. - What are the impacts of Himalayan deforestation on the Ganges-Brahmaputra lowlands and delta ? Assumptions and facts. *Mountain-Research and Development* 7, 256-263.
- REF. 23** 1987 - Yves, J.D. and Yves, P. (eds) - The Himalayan-Ganges Problem. Proc. Conf. Mohonk. Mountain House, 6-11 April 1987, New Palta, New-York., *Mountain Research and Development* 7, 181-344.
- REF. 24** 1990 - Tacke, E.F. - The Brundtland Report and its Relevance to ICIMOD. In *ICIMOD NewLetter* 12, 1990, 1-2, Kathmandu, ISSN 1013-7386.
- REF. 25** 1989 - Bruijnzeel, L.A., Bremmer, C.N. Highland. Lowland Interactions in the Ganges Brahmaputra River Basin : A review of published literature. *ICIMOD Occasional Paper* N° 11, Kathmandu, ISBN 981-00-1244-6.
- REF. 26** 1984 - Blamont, D., Mering, C., Parrot, J.F. - Essai de classification des unités de paysage en région montagneuse (Centre Népal). *L'Espace Géographique* 13 (3), 225-232, h.t. couleur, Paris.
- REF. 27** 1991 - Jodha, N.S. - Rural Common Property Resources : a growing crisis. *Gatekeeper series* SA (24), IIED, 1-16, London.
- REF. 28** 1990 - Jodha, N.S. - Mountain agriculture : the search for sustainability. *Journal of framing systems research-extension*, 1990 vol. 1(1), 55-75.
- REF. 29** 1984 - Fort, M., White, P.G., Shrestha, B.L. - 1:50.000 geomorphic hazards mapping in Nepal. Proc. *Colloque "Mouvements de terrain"*, Caen, CNRS et As. Fr. de Géo. Phys., 186-194.
- REF. 30** 1985 - Paudyal, A.S., Mathur, H.N. - Delineation of landslide prone zones in Nepal. *Indian Forest* 111, 486-495.
- REF. 31** 1983 - Peters, T.J., Mool, P.K. - Geological and petrographic base studies for the Mountain Hazards Mapping Project. *Mountain Research and Development* 3, 221-226.
- REF. 32** 1985 - Ramsay, W.S.H. - *Mass wasting in the Middle Himalaya, Nepal, with a case study of the Phewa valley*. M. SC. Thesis, 1-160, Univ. British Columbia, Vancouver.
- REF. 33** 1986 - Joshi, S.C. and al. (eds.) - *Nepal Himalaya Geological Perspectives*. *Himalayan Research Group*, Nainital, 1-506.
- REF. 34** 1981 - Tang, B.X., Li, D.J. and al. - Mudflows on the Xizang plateau. 1829-1836, in D.S. Liu (ed.), *Geological and Ecological Studies of the Qinghai-Xizang Plateau*. Vol. II, Sc. Press, Beijing.
- REF. 35** 1990 - Li, Tianchi. - *Landslide Management in the Mountain Areas of China*. *ICIMOD Occasional Paper* N° 15, Kathmandu.
- REF. 36** 1981 - Liu, D.S. (ed.) - *Geological and Ecological Studies of the Qinghai-Xizang Plateau*. Vol. II, 975-2138, Sc. Press, Beijing.
- REF. 37** 1989 - Zhang, Rongsu. - Mountain Environmental Management : Nyemo County Tibet, China. *ICIMOD Occasional Paper* N° 13 Kathmandu.
- REF. 38** 1983 — Wagner, A. - The Principal Geological Factors Leading to Landslides in the Foothills of Nepal : a Statistical Study of the 100 Landslides ; Steps for Mapping the Risks of Landslides. *Helvetas/SATA/ITECO*, 1-58, Kathmandu.
- REF. 39** 1992 — Schmidt, R. - MENRIS a GIS for mountain development to appear in *GIS Journal*, Germany.

GLOSSAIRE :

IRSA = Institute of Remote Sensing Application, National Remote Sensing Center, Académie des Sciences de Chine, Beijing.

LREIS = Laboratory of Resource and Environmental Information System, Institut de géographie, Académie des Sciences de Chine, Beijing.

ICIMOD = International Center for Integrated Mountain Development, Centre de UNEP-GRID installé à Kathmandu ; il comprend MENRIS = Mountain Environment and Natural Resources Information System.

UISG/IUGS = Union géologique internationale.

COGEODATA = Commission pour les données géologiques de l'UISG

UGI/IGU = Union géographique internationale.

ACI/ICA = Association cartographique internationale.

CODATA = Committee on Data for Science and Technology (ICSU).

ICSU = International Council of Scientific Unions (ICSU).

PIGB/IGBP = Programme International sur la Géosphère et la Biosphère, programme de l'ICSU ("Global Change").

DIPCN = Programme de la Décennie Internationale de la Prévention des Catastrophes Naturelles.

WDC = World Data Center de l'ICSU.

NOAA = Administration nationale des U.S.A. pour l'océanographie et l'aéronautique, laquelle comporte un service d'étude de l'environnement (NESDIS) et centre national pour les données géophysiques (NGDC).

EOS = Earth Observation System, programme de la NASA.

PYRAMID = Ev-K2-CNR ou projet du Centre National de la recherche d'Italie qui accueille les équipes de recherche dans un chalet "solaire" en forme de pyramide au camp de base de l'Everest.

TADAT = Tauern Dachstein Testsite, programme d'étude au 1:50.000 par télédétection en haute montagne dans les Alpes.