

xyz

aft
association française
de topographie

n°120



Montpellier en perspectives

Page 23

- topographie
- géodésie
- photogrammétrie
- SIG
- géomatique
- métrologie
- hydrographie
- topométrie
- cartographie
- génie civil
- histoire

Numérisation 3D développée des colonnes de Karnak

page 33

Directeur des publications

André Bailly
Ingénieur géomètre ETP, Paris

Directeur adjoint des publications

Jean-Baptiste Henry
Ingénieur LNE, Trappes

Rédaction et administration XYZ

107, rue La Boétie - 75008 Paris
Tél. 01 43 98 84 80
Fax 01 42 25 41 07

Rédacteur en chef

Jean-Pierre Maillard
Urbaniste, Géomètre-expert foncier,
Marne-la-Vallée

Comité de Rédaction

Stéphane Durand
Enseignant-chercheur - ESGT Le Mans

Pierre Grussenmeyer
Professeur des universités
INSA de Strasbourg

Michel Kasser

Professeur des universités
Directeur ENSG - Marne-la-Vallée

Tania Landes

Maître de conférences

INSA de Strasbourg

Emmanuel Natchitz

Ingénieur géomètre ETP, Cachan

Responsable du site Internet

Tania Landes

Publicité : Samuel Guillemin

Tél. : 06 72 12 08 97

communication@aftopo.org

Conception et maquette

Dorothee Picard

Autre publication: L'annuaire de l'AFT

ALBEDIA IMPRIMEURS

137, avenue de Conthe
BP 337 15003 Aurillac Cedex
Tél. : 04 71 63 44 60
Fax : 04 71 64 09 09



Dépôt légal

3^e trimestre 2009 ISSN 0290-9057
N° CPPAP : 01 11 G 80 866

Tirage de ce numéro : 1 600 ex

Abonnement annuel

France CEE : 83 €

Etranger (avion, frais compris) : 86 €

Les règlements payés par chèques
payables sur une banque située hors
de France doivent être majorés de 10 €,
sauf à utiliser l'identifiant international
de compte IBAN

FR69 2004 1000 0116 3000 3Y02 048

Le numéro : 23 €

Membre du SPCS Syndicat de la
Presse Culturelle et Scientifique

Le bulletin d'adhésion est en p. 72

L'AFT n'est pas responsable des opinions
émises dans les conférences qu'elle
organise ou les articles qu'elle publie.
Tous droits de reproduction ou d'adaptation
strictement réservés.

Couverture : Le scanner Reigl LMS Z 390 dans la travée
centrale de la Grande Salle Hypostyle de Karnak, au levé
du soleil. © CFEETK/ATM3D/ENSG



La revue XYZ est éditée par l'association française de topographie

Membre de la FIG (Fédération internationale des géomètres)

107, rue La Boétie - 75008 Paris - Tél. : 01 43 98 84 80 - Fax : 01 42 25 41 07

Courriel : info@aftopo.org • Site Internet : <http://www.aftopo.org>

Editorial 5

Info-Topo

> Les informations de la profession 7

La vie des écoles

> Vers la création d'une nouvelle section BTS
"Géomètres-topographes" en France ? 11

Manifestation

> Une première édition réussie
pour les Rencontres SIG La Lettre
Françoise de BLOMAC 12

> Réunion internationale de scientifiques
de la mer à Brest 14

> FIG 2009
Jean-Pierre MAILLARD 15

> Nouvelles technologies et concertation
Jean-Pierre MAILLARD 16

La Vie associative

> "Engagez-vous !" (Extraits du Rapport moral de l'année 2008 de l'AFT)
Mathieu KOEHL 18

> Du nouveau sur le site www.aftopo.org
Tania LANDES 19

> Les cinquante ans de la SFPT 20

> L'Assemblée générale de l'AFIGÉO 21

> L'Assemblée générale de l'IFN 21

Photogrammétrie



> Montpellier en perspectives
Franck PERDRIZET 23



Photogrammétrie

> Numérisation 3D et déroulé
photographique
des 134 colonnes de la Grande
Salle Hypostyle de Karnak
Laure CHANDELIER
Bertrand CHAZALY - Yves EGELS
Emmanuel LAROZE
Daniel SCHELSTRAETE 33

Lasergrammétrie

> Scannerisation laser et photogrammétrie :
deux techniques complémentaires pour l'étude
des risques naturels par télédétection rapprochée
en haute montagne
Thierry VILLEMEN 40

Cadastre

> La période "moderne"
Gilles BERTEAU 45

Géodésie

> Greenwich or not Greenwich
Robert VINCENT 52

Topométrie



> La mesure de l'espace au service
de la performance sportive : l'exemple
de la Fédération Française d'Athlétisme
Bernard AMSALEM - Didier FEUILLOLEY
Michel MELET - François VIGNEAU 55

Carnet de voyage

> Le coût de la panne
Robert CHEVALIER 61

IGSF

> L'Assemblée générale de Géomètres
sans frontières
Claire GALPIN 65



Art et Géométrie

> Jean Morette :
la totémisation de la vallée
Jean-Pierre MAILLARD 66

Livres 68

Récréation Cosmographique

> Raymond D'HOLLANDER 70

Pour la recherche de nos annonceurs consulter la page 69.

PROCHAIN XYZ - n° 121

Représentation des déformations dans
des réseaux géodésiques par des tenseurs

On vous a déjà mis la puce à l'oreille, car le design de la revue a légèrement changé depuis le début de l'année... En effet, votre association se refait une beauté et une santé ! Pour fêter ses 30 ans, elle s'offre un lifting sous la forme d'un nouveau site Internet et d'un nouveau logo !



En cette période de crise et de morosité, il nous a semblé approprié de revêtir les trois lettres de notre Association Française de Topographie d'une tenue rose ! Certaines langues rétorqueront que la gent féminine – puisque le métier de topographe se féminise – souhaitait s'affirmer par ce biais ! Les férus de chromathérapie ajouteront qu'elle possède des propriétés rajeunissantes ! D'autres diront, à juste titre, que ce choix fait partager l'optimisme des membres de l'AFT enclins à voir la vie en rose, car comme l'a écrit si justement le philosophe Alain (Emile-Auguste Chartier) : *"Le pessimisme est d'humeur, l'optimisme de volonté !"* (Propos sur le bonheur, 1928).

La revue XYZ, fer de lance des activités de l'AFT, apparaît sous le logo, soulignant ainsi le lien, parfois confus encore, entre l'association et sa revue. Par ailleurs, les pixels de part et d'autre du logo symbolisent l'ère du numérique qui nous a apporté l'image, devenue un support incontournable dans l'exercice des métiers de la topographie. Enfin, leur taille variable signifie le mouvement perpétuel qui anime l'association et son goût pour le changement !

Parlons site Internet. Est-il nécessaire de préciser qu'un organisme sans site Internet est comme un représentant sans catalogue ou un magasin sans vitrine ? Le nouveau site a été réalisé par la *Souris Magique* grâce au soutien de *l'Ecole Chez Soi*.

Concrètement, les piliers les plus importants sont :

- Un espace membre donnant accès, en tant qu'abonné, à la totalité des articles des revues XYZ existantes à ce jour, du n°1 au numéro actuel. Précieuse source d'information !
- Un paiement en ligne pour acquérir des ouvrages ou des revues ou encore régler cotisations et abonnements !
- Un nouveau moteur de recherche dans la base des articles et dans le lexique.
- Des bannières publicitaires de tailles différentes, réservées aux annonceurs (habituels et ponctuels)
- Des liens avec les partenaires de l'AFT

Assez mis d'eau à la bouche, venez visiter et utiliser notre nouveau site qui ne change pas d'adresse : www.aftopo.org !!

Bon surf !

Cela ne vous dispense pas de profiter de tous les articles du n° 120 d'XYZ qui, comme annoncé, publie la deuxième partie de la conférence cadastre et le second sujet traité au forum de la topographie de mars dernier.

Bonne lecture !

Tania LANDES

■ BLOM au service de la géomatique en France

Déjà 64 villes françaises couvertes par les images obliques Pictometry®.

Blom, créé en 1954 et coté à la bourse d'Oslo, est un groupe international spécialisé dans l'acquisition et le traitement d'informations géographiques de haute qualité en développant des applications et services basés sur cette information. Il fournit des prestations d'aval en amont de la géomatique : photographie aérienne analogique et numérique, Lidar, Lidar bathymétrique, imagerie oblique, production d'orthophotos et de MNS/MNT, cartographie, modélisation 3D urbaine, navigation et services cartographiques Web.

Douze avions de la flotte importante dont dispose Blom sont équipés du système Pictometry®.



Pictometry® est une technologie innovante basée sur l'imagerie aérienne numérique couleur à très haute résolution, notamment oblique, et sur un logiciel d'exploitation permettant aux utilisateurs de visualiser et d'exploiter ces images en choisissant l'angle de vue.

Ces images obliques sont l'élément unificateur d'une librairie pan-européenne constituée de base de données cartographiques et de modèles de terrain, disponible pour la commercialisation. Actuellement, la librairie comprend 43 pays d'Europe occidentale et centrale.

Blom CGR (la société italienne du groupe), déjà présente en France grâce à des partenaires institutionnels et industriels, a décidé d'ouvrir un bureau à Lyon afin d'apporter aux clients de l'hexagone des solutions innovantes en matière de géomatique.

► Pour plus d'informations : www.blomasa.com



■ Nouvelle gamme de sondeurs multi-faisceau chez Cadden



Cadden élargit son offre de sondeurs multi-faisceau en incluant la nouvelle gamme du constructeur américain R2Sonic.

Cette gamme comporte le Sonic 2024, destiné aux sondages hydrographiques des fonds côtiers et fluviaux.

Dévoilé à l'occasion du dernier salon Ocean Business en mars dernier, cet équipement dispose d'une très grande ouverture (160°, 11 fois la hauteur d'eau), d'une très haute résolution (1°x 0,5°), d'une fréquence modifiable en temps réel (fonction "on the fly") et d'une faible consommation (< 50 W). Ces performances s'expliquent par une architecture originale où les modules de contrôle et de traitement sont entièrement intégrés à la tête du sonar. A la fois compact et léger, le sondeur Sonic 2024 peut s'adapter sur des unités de type ROV (Remotely Operated Vehicle) et AUV

(Autonomous Underwater Vehicle). Immersible jusqu'à 3 000 m, il adresse des activités hydrographiques telles que la cartographie, le dragage ou la surveillance de l'environnement.

► Pour plus d'informations : www.cadden.fr ou www.r2sonic.com

■ La géolocalisation au service de l'accessibilité des personnes à mobilité réduite

Le milieu urbain peut s'avérer être un environnement hostile pour les personnes à mobilité réduite (PMR). En fournissant une solution de navigation adaptée aux besoins des PMR, à la fois multimodale (à bord et en dehors du véhicule) et transparente à l'environnement (extérieur et intérieur des bâtiments), AVANTAGE permet à tous d'effectuer les déplacements de la vie quotidienne.

AVANTAGE propose dans un premier temps, un guidage vers une place de parking disponible réservée aux PMR. Le service se poursuit ensuite à l'extérieur du véhicule en proposant un itinéraire tenant compte du handicap jusqu'au lieu de destination finale.

Côté équipements urbains, un système de capteurs permet de connaître l'état d'occupation en temps réel de l'ensemble des places de stationnement réservées aux PMR. Côté utilisateur, un téléphone portable permet à la fois de dialoguer avec le serveur de gestion et d'être guidé vers une place de stationnement libre et à proximité du lieu de destination.

Le système AVANTAGE repose sur la précision apportée par la technologie POLE STAR en matière de navigation et de localisation par satellites qui, en corrigeant les insuffisances des GPS classiques, permet de répondre aux exigences de cet ambitieux projet.

AVANTAGE a été testé sur trois sites illustrant différents scénarios :

- Une consultation médicale au CHU de Bordeaux
- Un stationnement en parking souterrain dans le centre-ville de Bordeaux
- Un déplacement dans une zone commerciale de Colomiers (Grand Toulouse)

Le projet AVANTAGE est piloté par la société toulousaine POLE STAR, spécialisée dans la géolocalisation "indoor" et "outdoor" particulièrement adaptée à la navigation piétonne.

Il est soutenu et financé à 45 % par le Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie (projet lauréat de l'appel à projet ULISS) et a reçu le label d'Aerospace Valley.

► Pour plus d'informations : www.polestar.eu

Elections au conseil supérieur de l'OGE



Le 17 juin 2009 le mandat de Pierre Bibollet, président de l'Ordre des géomètres-experts (OGE), a été renouvelé et les membres du bureau ont été élus.



Agé de 59 ans, **Pierre Bibollet**, chevalier de l'Ordre national du mérite, exerce depuis 1978 à Thônes, Haute-Savoie. Au conseil supérieur de l'Ordre des géomètres-

experts, il a été élu successivement membre (2001), vice-président (2003), 1^{er} vice-président (2005) puis président en juin 2007. Très actif auprès de l'Association des maires de France, Pierre Bibollet est aussi vice-président de l'association Mairie 2000 dont l'objet porte sur la formation des élus. Sensibilisé aux questions environnementales et tenant compte de l'implication des géomètres-experts dans les domaines de l'urbanisme et de l'aménagement, Pierre Bibollet a déjà engagé la profession au service du développement durable. Dans cet élan l'OGE s'est inscrit dans l'Agenda 21 à l'échelle de la profession ce qui constitue une première en France.

Rappelons que l'Agenda 21 est un programme d'actions pour le XXI^e siècle orienté vers le développement durable. Il a été adopté par les pays signataires de la Déclaration de Rio de Janeiro en juin 1992. Ses principales fonctions sont la lutte contre la pauvreté et l'exclusion sociale, la production de biens et de services durables, la protection de l'environnement.

Dans cet esprit, au cours de son deuxième mandat Pierre Bibollet promouvra la prise en compte systématique du développement durable dans la gestion des entreprises et dans

celle des multiples métiers de la profession relevant de l'aménagement de l'urbanisme comme dans le champ de leur délégation de service public, le foncier.

Ce faisant l'OGE mettra en œuvre la charte d'engagement en faveur du développement et de l'aménagement durables signée avec le MEEDDM. Cette charte officialise l'adhésion de la profession à la démarche initiée par le Grenelle de l'environnement et prend acte des priorités du gouvernement : réforme des autorisations d'urbanisme, mise en place d'outils de libération du foncier, soutien des opérations innovantes, promotion des actions de recherche, etc.

Outre l'aboutissement de la démarche d'Agenda 21 Pierre Bibollet s'emploiera à l'élaboration d'un programme d'actions concrètes orienté vers le développement durable à soumettre au 40^e congrès national de la profession en juin 2010 à Marseille.

Les autres axes prioritaires du mandat sont la promotion de la profession auprès des instances européennes (Directive services) comme des pouvoirs publics et son ouverture aux étudiants de l'université et la formation professionnelle. ●

Nouvelle composition du bureau de l'Ordre des géomètres-experts :

Président du Conseil supérieur : **Pierre Bibollet** (Rhône-Alpes)

Premier Vice-président : **François Mazuyer** (Aquitaine)

Vice-président : **Jean-François Dalbin** (Ile-de-France)

Vice-président : **Yves Delavigne** (Normandie)

Trésorier : **Dominique Desmet** (Centre)

Secrétaire : **Vincent Picard** (Pays de la Loire)

Commissaire du gouvernement : **Daniel Labetoulle**, Conseiller d'Etat

► Pour plus d'informations : www.geometre-expert.fr

■ L'Arrangement de reconnaissance mutuelle des qualifications professionnelles (ARM)

L'Ordre des géomètres-experts (OGE) et celui des Arpenteurs-géomètres québécois (OAGQ) concrétisent pour ce qui les concerne l'accord sur la mobilité de la main-d'œuvre signé en octobre 2008 par le président Nicolas Sarkozy et le Premier ministre du Québec Jean Charest. Ce dernier avait alors qualifié cette entente France-Québec de "première mondiale".

La signature de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle des qualifications professionnelles (ARM) est intervenue à Nantes le 9 juin 2009 à l'occasion du congrès mondial "L'accès à la terre et ses usages", entre Jacques Patenaude, Président de l'OAGQ, et Pierre Bibollet, Président de l'OGE, sous le parrainage de Bernard Hagelsteen, préfet de la Région Pays de la Loire, préfet de Loire-Atlantique.

Lors de la visite d'Etat du président Sarkozy au Québec, les arpenteurs-géomètres et les géomètres-experts avaient signé une lettre d'intention engageant les deux ordres à faciliter l'accès à l'exercice de la profession des ressortissants français en considérant la présence de 100 000 d'entre eux résidant aujourd'hui au Québec.

Au-delà de la reconnaissance mutuelle de qualification, l'ARM permet de dynamiser les liens qui unissent les deux ordres professionnels en matière de prise en compte du développement durable, notamment dans les domaines de la géomatique, de l'immobilier, du foncier, de la recherche et de l'enseignement. Une thèse et une étude comparée relatives à la profession dans les deux pays, respectivement entreprises à ce jour par deux étudiants, souligne déjà l'intérêt du rapprochement.

► Pour plus d'informations : www.geometre-expert.fr - www.oagq.qc.ca

■ Leica Geosystems partenaire du meeting d'athlétisme Areva 2009

Si la chaîne d'arpenteur a toujours été la référence traditionnelle pour la mesure des performances des athlètes, elle requiert des conditions d'utilisation contraignantes pour garantir la précision centimétrique exigée par les fédérations (température ambiante de 20°C et tension de 20N). Les tachéomètres, plus faciles à mettre en œuvre, ont donc remplacé la chaîne dans les meetings internationaux.



Le 17 juillet dernier, Leica Geosystems a assuré la mesure des résultats du triple saut et du javelot avec des stations totales TPS1200+. Les juges utilisent le tachéomètre via une télécommande intégrant un programme dédié à l'athlétisme. Guidé par la main du juge, l'instrument détermine la performance de l'athlète par une mesure sur prisme, l'envoi directement à l'ordinateur du concours pour apparaître à la fois sur les écrans du Stade de France et à la télévision.

► Pour plus d'informations : www.leica-geosystems.fr

Voir aussi l'article page 55, "La mesure de l'espace au service de la performance sportive : l'exemple de la Fédération Française d'Athlétisme"

■ EXPOSITION

du 23 juin au 22 novembre 2009
Cosmos - Un cheminement jusqu'aux confins de l'Univers
une exposition de l'Observatoire de Paris présentée au Palais de la découverte.

■ FARO présente une nouvelle technique de numérisation laser ainsi que le projet Road-Scanner au salon Intergeo 2009

À l'occasion du Salon Intergeo, FARO présentera les nouveaux scanners laser Photon 120 et 20, ainsi qu'une nouvelle version de FARO Scene V4.6, le logiciel de traitement de nuages de points capturés par le scanner 3D FARO Photon. FARO sera présent sur le stand 1210 Hall 1. Les nouveaux scanners laser Photon capturent jusqu'à 976 000 points de mesure par seconde. Par ailleurs, FARO présentera avec la société informatique italienne Siteco, le système de cartographie routière Road Scanner à l'extérieur du Salon. Les nouveaux modèles Photon 120 et Photon 20 présentent une vitesse de numérisation huit fois supérieure à celle des modèles précédents. De plus, le Photon 120 est capable d'offrir une portée de 120 mètres, tout en utilisant la technologie de décalage de phase. Le Photon 20 a, quant à lui, été conçu pour la numérisation d'objets compris dans une plage pouvant aller jusqu'à 20 mètres. La nouvelle version du logiciel de traitement de scans FARO Scene 4.6, permet le recalage automatique des scans, ce qui entraîne un gain de temps de 90 % par rapport à une méthode manuelle. Le Road-Scanner est un système de cartographie routière (MMS) permettant d'effectuer le relevé 3D d'axes routiers entiers. Il s'agit de la dernière avancée en matière d'évolution des systèmes. Le système Road-Scanner permet de créer une vue d'ensemble détaillée de toutes les infrastructures routières et de saisir des quantités de données importantes concernant notamment les images de référence géographiques, les itinéraires routiers et le profil longitudinal de la route. La rugosité de la chaussée est également mesurée sur la base de l'IRI (indice international de rugosité). Pour permettre une mesure exacte des routes, le scanner laser est intégré dans un système de cartographie mobile et est synchronisé avec le système de position de la société IXSEA. Tout au long du déplacement, le laser numérise en spirale son environnement et crée un nuage de points 3D à partir des données saisies. Le système de position calcule la distance parcourue au moyen d'un récepteur GPS, d'un appareil de mesure à inertie (IMU) et d'un odomètre. L'IMU calcule la position et l'altitude du véhicule pendant les interruptions GPS fréquentes. Ainsi, la position et l'altitude de tous les capteurs (caméras, scanners laser, géoradars, profilomètres) peuvent être parfaitement synchronisées et calculées avec une très grande précision. Le logiciel de traitement de scans de la société Siteco permet d'afficher les images et les nuages de points et d'effectuer des mesures d'une précision comprise entre 1 et 10 cm.

► Pour plus d'information : www.sitecoinf.it ou www.faro.com/france

■ Agenda des manifestations

■ **Du 16 au 18 septembre 2009**
Journées de la Topographie
INSA de Strasbourg
www.insa-strasbourg.fr

■ **Du 22 au 24 septembre 2009**
INTERGEO Karlsruhe
Allemagne - www.intergeo.de

■ **Du 22 septembre au 2 octobre 2009**
GEBCO 2009 - SHOM
Brest - www.gebco.net

■ **Du 30 septembre au 1^{er} octobre 2009**
Journées francophones ESRI
Versailles - www.esrifrance.fr

■ **Du 1^{er} au 4 octobre 2009**
FIG
Saint-Dié-des-Vosges
www.fig-saintdie.com

■ **Les 13 et 14 octobre 2009**
Langues, communautés et territoires en France aujourd'hui - Recherches et enquêtes en ethnologie et en linguistique

CTHS - INHA Paris
www.cths.fr/ac

■ **Du 19 au 22 octobre 2009**
Conférence régionale de la FIG
Hanoi - Viêt Nam - www.fig.net

■ **Du 2 au 7 novembre 2009**
BATIMAT
Paris - www.batimat.com

■ **Du 17 au 19 novembre 2009**
Salon des maires
Paris - www.salonsparis.ccip.fr

■ **Les 26 et 27 janvier 2010**
5^e Colloque interdisciplinaire en instrumentation "C2I 2010"
Le Mans - www.C2i2010-lemans.org

■ **Du 3 au 5 février 2010**
Imagina 2010
Monaco - www.imagina.mc

■ **Du 6 au 11 avril 2010 - Paysages - 135^e congrès national des sociétés historiques et scientifiques** - Faculté de Neuchâtel - Suisse - www.cths.fr

■ Bionatics reçoit le prix de la Performance Technique 2009 pour son logiciel LandSIM3D®

Ce prix honorifique fut attribué par l'ensemble des associations statutaires de la fonction publique territoriale technique (AITE, ATTE, ACTTF) réunis en congrès à Lyon lors des Assises Nationales de l'Ingénierie Territoriale 2009. LandSIM3D a été lancé par Bionatics sur le marché français en 2007. Ce logiciel de modélisation et de visualisation 3D des territoires urbains et ruraux propose un ensemble de fonctions et de services orienté vers les métiers de l'aménagement du territoire. LandSIM3D permet ainsi à une collectivité de modéliser rapidement son territoire en 3D et de manière géo-référencée, en offrant de réelles bases d'analyse et d'étude de son territoire existant et à venir. Des projets 3D simples ou complexes peuvent ensuite être insérés dans la maquette avec facilité et précision pour étudier les alternatives envisagées et leurs impacts au cours du temps sur l'environnement.

► Pour plus d'information : www.landSIM3D.com



PUBLICATIONS DE L'AFT

Retourner ce bulletin accompagné du règlement à l'Association française de topographie

107, rue La Boétie - 75008 Paris – Tél. : 01 43 98 84 80 – Fax : 01 42 25 41 07 – Courriel : info@aftopo.org - Internet : <http://www.aftopo.org>

Titre	PU (TTC)	Qté	total
Jean-Jacques Levallois Mesurer la Terre - Trois cents ans de géodésie française (390 pages + cartes)	Broché Relié Etudiant, enseignant, retraité - Broché (sur justificatif)	35 € 50 € 23 €	
Raymond D'Hollander Sciences géographiques, connaissance du monde et conception de l'Univers dans l'Antiquité. (480 pages)	Relié	49 €	
Lexique topographique	Broché Etudiant - Broché (sur justificatif)	12 € 8 €	
L'exemplaire d'un XYZ jusqu'au n°117 inclus	n° _____	11 €	
Collection complète de la revue	Se renseigner		
Total			

Frais de port en sus.

M./Mme/Mlle Nom : Prénom :

Société ou organisme: _____

Adresse:

Code postal: | | | | | Ville: _____

Tél.: | | | | | | | | | | Fax: | | | | | | | | | |

Courriel: _____

Règlement par chèque joint, à l'ordre de l'Association française de topographie

☐ Je désire recevoir une facture

Vers la création d'une nouvelle section BTS "Géomètres-topographes" en France ?

Ancienne école nationale professionnelle créée en 1933, grâce à la pugnacité de Charles Spinasse, et élevée au rang de lycée en 1966, le lycée Pierre Caraminot d'Egletons (Corrèze) est d'abord un établissement de proximité jusqu'à la fin de la classe de seconde. Il s'articule ensuite autour de trois pôles : scientifique, mécanique et génie civil.*

Il offre des filières de formation de qualité avec des taux de réussite aux examens le plus souvent excellents. Son large recrutement lui assure, notamment en génie civil, une audience nationale. Fort de cette notoriété, le lycée Caraminot est également établissement support du GRETA Haute-Corrèze, pilote de la plate-forme Travaux publics.

La région Limousin n'offre aucune possibilité de formation aux élèves qui choisissent la filière géomètres-topographes. Au plus près, les candidats doivent aller à Poitiers ou Bordeaux. C'est pourquoi le projet de la création d'une classe spécialisée déjà envisagé en 1982 a été de nouveau formé, cette

fois à l'initiative de l'actuel proviseur, M. Lamorille. Au printemps il a su intéresser le Rectorat, l'Ordre des géomètres-experts, le Conseil régional et obtenir les encouragements de deux anciens présidents de l'AFT, MM. Bailly et Catinot.

Dans un premier temps il propose la création d'une demi-section (15 élèves) dès la rentrée 2010. Il est soutenu par la demande de formation, les besoins des entreprises, même dans une période si éloignée du plein emploi, et une équipe enseignante motivée. Pour preuve, sans attendre la décision du Rectorat, trois professeurs de lycée agrégés en génie civil ont accepté de passer une partie de leurs vacances 2009 en stage dans des cabinets de géomètres-experts ou des sociétés spécialisées pour mieux connaître la profession.

Les partenaires du projet attendent une réponse de l'administration à la fin de l'année 2009. ●

► Pour plus d'informations : www.lyceecaraminot.com

* Maire d'Egletons (1929-1944/1965-1976), ancien ministre, dont on peut louer l'œuvre urbanistique locale tout en n'oubliant pas son regrettable passé vichyste pendant l'Occupation (NDLR).



Egletons : vue du lycée Pierre Caraminot.

COMITÉ DE LECTURE D'XYZ

BAEHR Hans-Peter, Université de Karlsruhe
BAILLY André, Ingénieur ESTP
BILLEN Roland, Université de Liège
BORDIN Patricia, ENSG
BOTTON Serge, ENSG
BRETAR Frédéric, Laboratoire MATIS, IGN
CHRISMAN Nicholas, Université Laval, Québec
DEBARBAT Suzanne, Astronome Observatoire de Paris
DISSARD Olivier, ENSG
D'HOLLANDER Raymond, Ingénieur Général Géographe, IGN
DONNAY Jean-Paul, Université de Liège
DRAP Pierre, Chargé de recherches CNRS
DUQUENNE Henri, IGN
DUQUENNE Françoise, IGN
DURAND Stéphane, ESGT
FERHAT Gilbert, INSA de Strasbourg
GRUSSENMEYER Pierre, INSA de Strasbourg
HENO Raphaële, ENSG
HOMBROUCK Laurent, Ingénieur ENSAIS, Grenoble
KASSER Michel, Directeur ENSG, IGN
KOEHL Mathieu, INSA de Strasbourg
LANDES Tania, INSA de Strasbourg
MAILLARD Jean-Pierre, Urbaniste, Géomètre-Expert Foncier
MAYOUD Michel, Ingénieur ESGT
MERMINOD Bertrand, Professeur EPFL, Lausanne
MOREL Laurent, ESGT
NATCHITZ Emmanuel, ingénieur ETP
NICOLAS Joëlle, ESGT
PANTAZIS N. Dimos, Technological Education Institution (TEI), Athènes
POLIDORI Laurent, Directeur de l'ESGT
RAVEZ Bertrand, Bouygues TP
REIS Olivier, Ingénieur ENSAIS
RIFFAULT Jacques, Directeur Commercial
ROCHE Stéphane, Université Laval, Québec
RUAS Anne, Chef du Cogit, IGN
VINCENT Robert, Ingénieur ECP
WILLIS Pascal, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

Une première édition réussie pour les Rencontres SIG La Lettre

■ **Françoise DE BLOMAC**

Les premières rencontres SIG La Lettre organisées à l'ENSG à Marne-la-Vallée du 12 au 14 mai 2009 ont bien rempli leur mission. Plus de 360 participants aux conférences, 25 entreprises, institutions et associations présentes et 60 conférenciers ont dressé un portrait d'un domaine en questionnement permanent.

Pendant trois jours, les spécialistes de la géomatique ont eu l'occasion de faire le point sur de nombreux sujets d'actualité : la 3D, la directive INSPIRE, les observatoires, les Webservices, les nouveaux modes de production, le RGF93, les bases de données d'adresses, l'Open Source, l'évaluation financière des SIG, les SCOT, les transports en commun...

Quelques personnalités ont également mis la géomatique en perspective :

- face à l'hypermobilité de notre société, grâce à Michel Lussault, géographe et président de l'université de Lyon, auteur de *"De la lutte des classes à la lutte des places"*,
- face à la mise au travail du consommateur, grâce à Marie-Anne Dujarier, sociologue, auteur de *"Le travail du consommateur : de Mc Do à eBay, comment nous coproduisons ce que nous consommons"*
- en imaginant un monde couvert de nuages où nous serions restés bloqués au néolithique, grâce à Laurent Polidori, directeur de l'Ecole Supérieure des Géomètres-Topographes.

Des rencontres plus informelles ont également permis d'aborder d'autres formes de cartographie, avec la complicité de Claude Aschenbrenner, auteur du blog Serial Mapper, et de



Une vingtaine d'industriels et d'institutions ont soutenu la manifestation et sont venus présenter leurs nouveautés.

pratiquer des jeux littéraires autour du terme "métadonnées".

Ces trois jours ont permis aux visiteurs de découvrir les nouvelles offres d'Atol, d'Atos Worldline, de Bionatics, de Blom, d'eMc3, d'ESRI France, de GeoConcept, de GeoSignal, de Geosystems France, d'I2G, de l'IGN, d'Infoterra, d'Intermap, de Latitude Geosystems, de Pitney Bowes, de Simalis, de Spaceyes et de Star-Apic. Les visiteurs ont également eu l'occasion de discuter avec l'Afigeo (association Française pour l'Information Géographique), l'AFT (Association Française de Topographie), le Forum OGC France (Open Geospatial Consortium), GeoRezo (portail géomatique) et le SPDG (Syndicat des Professionnels de la Géomatique).

Matthieu Noucher, du cabinet Leti Consultants a présenté son travail de

thèse sur Partage et coproduction de données géographiques : Quels leviers d'action pour rendre nos SIG plus collaboratifs ?

Ces premières rencontres furent enfin l'occasion de lancer officiellement *"Comment je suis devenu géomaticien ?"*, publié aux Editions du cavalier bleu. A travers douze portraits de géomaticiens, ce livre montre comment une nouvelle profession se constitue peu à peu, à la croisée des chemins de la géographie et de l'informatique.

Merci à tous ceux qui ont permis à ces premières rencontres d'exister, notamment au comité de programme et à toute l'équipe de l'ENSG. ●

► Toutes les présentations de ces trois jours sont en ligne sur le site de SIG La Lettre : www.sig-la-lettre.com

Au gré des conférences

Les conférences ont permis de faire le point sur de nombreuses thématiques qui intéressent les géomaticiens. Impossible de rendre compte de la richesse de l'ensemble des débats et des présentations qui se sont succédés pendant ces trois jours. Notons cependant que de nombreuses interventions ont posé la question de la place de la géomatique et des formes qu'elle peut prendre à l'heure du Web 2.0.

Aucune session, aussi technique, pointue et apparemment éloignée du sujet soit-elle, n'a laissé de côté la question de l'utilisation des technologies de l'Internet dans le domaine de la géomatique. Si la 3D permet de fabriquer des maquettes de mieux en mieux adaptées aux usages, elle envahit désormais Internet et devient un outil de communication essentiel des territoires, comme l'ont par exemple montré Benjamin Mathieu et Florent Langeron du Conseil général des Alpes-Maritimes.



Les amphis de l'ENSG ont permis d'accueillir les participants dans des conditions à la fois studieuses et confortables.



Les observatoires s'appuient, eux aussi, de plus en plus sur les outils web comme l'ont prouvé Benoît Morillon de la communauté d'agglomération de Poitiers et Christophe Lefert, de l'Observatoire de l'économie et des territoires du Loir-et-Cher. De même, les SCOT trouvent là un moyen de diffusion bien plus efficace que les anciennes expositions dans un coin de la mairie ou les énormes dossiers réservés à quelques élus.

C'est encore grâce au web que l'IGN propose des dispositifs d'accompagnement pour passer en RGF 93... Internet, en tant qu'outil de diffusion, a envahi toutes les strates de la géomatique.

Les services en ligne de mire

Mais Internet permet aujourd'hui de fournir plus que des images de cartes. Les services en ligne connaissent un incontestable succès.

Elodie Gondran de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Nord-Pas-de-Calais et Pierre Lagarde du BRGM ont présenté un premier retour d'expérience sur Carmen (abréviation de "Cartes du Ministère en Charge de l'Environnement"). Cette application SIG Web de publication de données géographiques environnementales est mise à la disposition des services centraux et déconcentrés du ministère ainsi que de certains partenaires, notamment les adhérents au Système d'Information Nature et Paysage (SINP) depuis environ un an.

Une chance pour les industriels

Didier Giacobbo a présenté l'approche de SPOT Image. Pour l'entreprise toulousaine qui a des clients dans le monde entier, les services web interviennent (et interviendront de plus en plus) à plusieurs niveaux. Ils s'adressent d'une part aux clients habituels et permettent de fluidifier les processus traditionnels de commande de produits images (catalogue multisources et commande en ligne, téléchargement...). Les services web permettent également de proposer de nouveaux services, orthorectification en ligne de données, suivi de la programmation des satellites..., qui devraient fidéliser les clients habituels et mieux les servir. Mais c'est aussi l'occasion de toucher une nouvelle clientèle, en proposant par exemple des services d'alerte (le client n'achète plus une série temporelle de données mais il est alerté quand l'élément qu'il "surveille" apparaît – ou évolue – sur une image) ou de découverte par le biais de globes virtuels (Google notamment).

L'heure n'est plus à l'angélisme

Les participants à la session sur les nouveaux modes de production l'ont bien compris : le web 2.0 n'est pas seulement une évolution technique. C'est également un catalyseur de changements profonds entre les producteurs d'information et leurs utilisateurs, entre les entreprises et leurs clients, entre les professionnels et les amateurs... Marie-Anne Dujarier, sociologue du travail et auteur de *"Le travail du consommateur : de Mc Do à eBay, comment nous coproduisons ce que nous consommons"* (éditions de la Découverte) a bien montré que derrière l'autoproduction (j'imprime moi-même ma facture ou mon extrait de plan cadastral) ou la coproduction collaborative aussi appelée "crowd-sourcing" (eBay ou Map Maker), ce



n'est pas une société horizontale qui se dessine mais bien une société verticale qui fait du "client roi" un travailleur à part entière, impliqué dans la création de la valeur ajoutée et soumis à la bonne vieille censure (même si elle s'appelle désormais "modération").

Une véritable révolution

Cette coproduction remet en cause les rapports entre professionnels et amateurs. Il faut pourtant aller au-delà du discours simpliste qui consiste à ranger les produits "amateurs" dans les cabinets des curiosités dont on peut au pire s'amuser, au mieux tirer quelques informations pour préparer ses vacances. L'information géographique est en train de vivre une véritable révolution. Les exemples ne manquent pas. Le dernier en date (jusqu'au prochain événement) étant sans doute celui de la grippe porcine dont les cas ont été très largement cartographiés par toutes sortes de personnes, des plus amateurs aux plus professionnels, en exploitant principalement les globes virtuels gratuits. Thierry Rousselin a par ailleurs



Ces quelques jours ont été l'occasion de mettre le petit monde de la géomatique en perspective, notamment grâce à la rencontre avec Claude Aschenbrenner qui a parlé des nombreux usages non géographiques de la carte.

rappelé que ces nouvelles cartographies (issues de Google MapMaker, d'Openstreetmap ou de projets comme MadMappers) peuvent intéresser des gens très sérieux et n'ayant aucun problème d'argent comme les militaires !

Chaque type de coproduction porte en lui ses difficultés et ses risques comme l'a montré Mathieu Noucher, consultant au cabinet leti, qui vient de soutenir sa thèse sur "Partage et coproduction de données géogra-

phiques : Quels leviers d'action pour rendre nos SIG plus collaboratifs ?"

En donnant corps à de nouveaux modes de production, le web 2.0 change profondément le jeu d'acteurs et les pratiques de la géomatique, en centrant la valeur sur l'usage. Une réflexion qui a également été au centre des discussions de la session sur l'open source qui a donné lieu à de riches débats autour de la notion de communauté. Les contributeurs s'opposent-ils aux consommateurs de l'open source ? Quelle est la place de la commande publique dans l'essor des communautés ? Autant de questions qui ont permis de dépasser le traditionnel débat entre logiciels propriétaires et libres.

Gros succès enfin pour la session INSPIRE qui a rassemblé plus de 110 participants pendant une journée entière ! Le sujet s'avère inépuisable et les géomaticiens restent attentifs à toutes les précisions sur le calendrier. Car, même si tous ont bien compris l'intérêt de la directive, des interrogations subsistent sur son impact dans le quotidien de leur système d'information. ●

Réunion internationale de scientifiques de la mer à Brest

Du 22 septembre au 2 octobre 2009, des scientifiques de la mer, d'envergure internationale, se réunissent à Brest sur le site du SHOM.

Ces chercheurs, membres des comités de la GEBCO¹, acronyme qui a pour origine la Carte générale bathymétrique des océans, débattent de leurs travaux relatifs à la connaissance des fonds marins et aux reliefs sous-marins particuliers qu'ils sont chargés de baptiser par des toponymes...

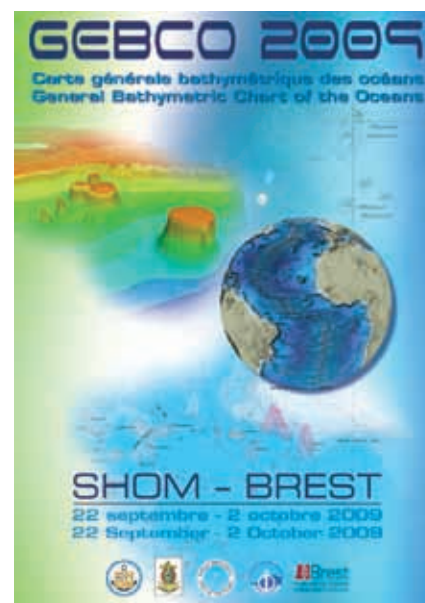
La GEBCO est une organisation internationale sous co-tutelle de l'OHI (Organisation hydrographique internationale) et de la COI (Commission océanographique intergouvernementale) qui dépend de l'UNESCO.

Cette organisation a été créée par le prince Albert de Monaco en 1903. Des réunions sont organisées une fois par an dans un pays différent.

Cette année, trois réunions à caractère international sont organisées au SHOM à Brest : le SCUFN² (Sous-comité sur la toponymie des reliefs sous-marins), le TSCOM³ (Sous-comité technique sur la cartographie océanique) et le Comité directeur de la GEBCO.

Ces réunions devraient réunir une cinquantaine de personnalités et de scientifiques, experts du milieu marin. Le 29 septembre, une journée scientifique ouverte se déroulera également dans les espaces d'Océanopolis avec le concours de Brest Métropole Océane. Dans la continuité du Grenelle de la mer, la France se mobilise au service de la communauté internationale dans l'objectif de mettre à la disposition du plus grand nombre les connaissances sur les fonds marins acquises depuis plusieurs décennies. ●

► Pour tout renseignement : www.gebco.net



- (1) GEBCO : The General Bathymetric Chart of the Oceans, www.gebco.net
- (2) SCUFN : Sub-Committee on Undersea Features Names
- (3) TSCOM : Technical Sub-Committee on Ocean Mapping

FIG 2009

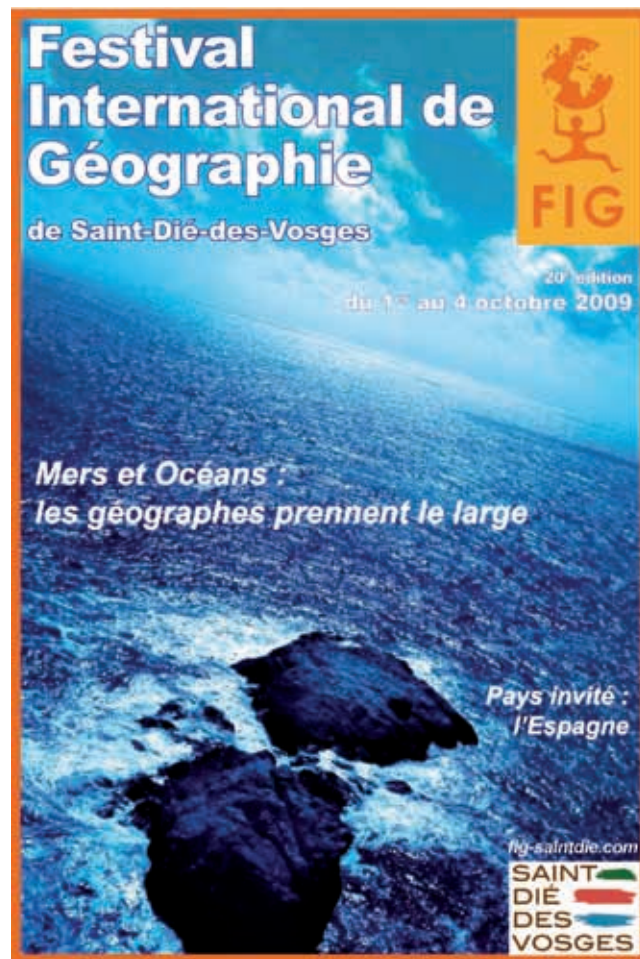
■ Jean-Pierre MAILLARD

En 2009 le Festival international de géographie de Saint-Dié-de-Vosges (FIG) fête son vingtième anniversaire. Le président-fondateur, Christian Pierret s'étonne du chemin parcouru en vingt ans et savoure le pari réussi d'une manifestation mêlant la science, la découverte et les arts de la fête. Il est vrai que le concept d'origine est toujours vivace tant est conservé l'esprit de résistance aux idées reçues ou préfabriquées. Pour leur part les géographes sont unanimes à remercier la ville de Saint-Dié-des-Vosges de les accueillir avec autant de générosité depuis si longtemps. Ils savent gré au FIG de leur permettre de s'exprimer en toute liberté et, notamment, de montrer à leurs contemporains que la géographie n'est pas une vaine accumulation de statistiques mais constitue un vrai savoir.

Le FIG 2009 sera présidé par Dominique Fernandez, écrivain et académicien, et son grand témoin Philippe Meyer, journaliste et homme de radio. Il honorera Terry McGee, géographe canadien qui vient de se voir attribuer le prix Vautin Lud, le Nobel de la géographie et les lauréats des trois autres prix décernés en 2009 : "Prix de la thèse du comité national français de géographie", "Prix FIG des posters scientifiques" et "Prix de géovisualisation et cartographies dynamiques".

Sous le titre "Mers et océans : les géographes prennent le large" l'édition 2009 se tiendra du 1^{er} au 4 octobre 2009. Fascinants, inquiétants autant qu'attrayants, mers et océans offrent de multiples facettes : des joies ludiques du tourisme aux actes de piraterie, des ressources halieutiques aux pollutions, des richesses géologiques et environnementales aux convoitises qu'elles attisent, des côtes aménagées et peuplées aux immensités de la haute-mer.

Les organisateurs proposent six tables rondes, dix conférences débat et plus de soixante-dix conférences pour effectuer un tour du monde des mers et des océans qui va susciter de nombreux questionnements et appeler le croisement des points de vue pour comprendre, sur des fondements scientifiques, leur réalité d'aujourd'hui et celle de demain. Le tout est encadré par six itinéraires scientifiques respectivement désignés : "Mers, océans...entre mystère, fascination et peur", "Mers et océans tels qu'ils sont, tels qu'ils vont", "les océans dans le cyclone de la mondialisation", "Les océans : espaces de paix, enjeux de guerre", "Le tourisme et la mer : un couple infernal ?" et "mers et océans, traits d'union ou barrières ?". Un septième itinéraire est centré sur le pays invité : "L'Espagne". Ce pays s'est très fortement transformé au cours des dernières années. Jusqu'à la crise de 2008, son développement économique si rapide a forcé l'admiration. Les évolutions sociétales tout



autant que celle de ses paysages tant urbains que ruraux, témoignent de l'importance, parfois de la brutalité, des mutations. Les sujets traités s'attacheront à mettre en lumière les faits et les réalités et identifier la problématique à laquelle les espagnols ont aujourd'hui à faire face.

L'Espagne ne sera pas uniquement un sujet d'étude puisque Saint-Dié-des-Vosges revêtira son habit de lumière et vivra à l'heure espagnole pendant quatre jours. Les rues de la ville seront pavoisées aux couleurs du pays, les bars animés par des guitaristes et des danseuses sévillanes réchaufferont les soirées du FIG. Des films, spectacles et concerts "ibériques" jusqu'à la cuisine espagnole, dominante du salon de la gastronomie, compléteront un programme plus que fourni, sans oublier les expositions, les cafés-géographiques, les animations de rue... Il faut signaler enfin deux autres manifestations qui participent à l'identité du FIG, les salons du livre et de la géomatique. Sur ce dernier, comme en 2008, l'AFIGéO et l'AFT vous attendent sur leur stand.

Rendez-vous à Saint-Dié ! ●

► Pour tout renseignement : www.fig-saintdie.com

Nouvelles technologies et concertation

■ Jean-Pierre MAILLARD

Le 1^{er} juillet 2009, dans la salle Victor Hugo de l'Assemblée nationale, les Troisièmes rencontres de l'association "Décider ensemble" ont examiné l'impact du développement des technologies de l'information et de la communication (TIC) sur l'expression publique. Outre les députés intervenants, ont été remarqué au nombre des participants Yves Riallant, secrétaire général de l'AFIGÉO, et Jacques Breton, président de la Compagnie nationale des commissaires-enquêteurs, ancien président de l'Ordre des géomètres-experts. Dans une démarche de maîtrise des données numériques, ils sont venus, chacun dans son domaine, partager leurs expériences et confronter leurs réflexions sur les inévitables évolutions induites par les TIC dans l'idée de leur donner du sens.

Tenant compte des nouvelles possibilités offertes par Internet le séminaire a analysé l'incidence des TIC sur le processus décisionnel et leurs conséquences sur l'évolution de la pratique de la démocratie. En effet les citoyens peuvent être de manière croissante acteurs de la vie démocratique au travers des différents réseaux auxquels ils ont librement accès et qui se révèlent de véritables accélérateurs de l'échange d'opinions. De même ils accèdent aujourd'hui très rapidement à une multitude de données publiques de toute nature qu'elles soient réglementaires, financières, statistiques, géographiques... Les rapports entre élus et citoyens s'en trouvent modifiés et ce faisant l'utilisation des TIC pose la question de sa limite et des risques qu'ils peuvent générer.

Dans une conception héritée du siècle des Lumières, un public compris comme une entité active jusqu'à "parler comme un seul homme" se distingue d'une audience, purement passive, par sa capacité au débat. Ce faisant, les technologies comme les forums, Twitter ou autre FaceBook peuvent être perçues comme prétendant à constituer des outils du débat public. Pour éviter les écueils de l'injure ou du monologue militant et s'assurer d'un minimum de pertinence, le débat sur Internet ne peut se dérouler qu'à des conditions garantissant à la fois l'égalité d'accès, la prise de parole et une volonté tournée vers la recherche d'une solution commune.

Dans ce contexte, l'ambition du législateur vise à étendre l'assise de la démocratie et améliorer le contenu de la décision en la nourrissant de points de vue les plus larges possible. Cela conduit à une nouvelle vision de la citoyenneté plus active, réactive et mature. Cette perspective doit pourtant se garder de la tentation du pouvoir politique d'utiliser par trop ces moyens informatiques pour emporter l'adhésion des citoyens et régler la question de la privation de parole des citoyens qui eux n'ont pas accès aux technologies.

L'analyse comparée de la pratique des TIC dans les pays de l'Union européenne montre, en constatant un inégal développement des méthodes de participation, que la primauté est accordée plutôt à la diffusion d'informations plutôt qu'au débat lui-même, la priorité donnée à l'expression, à la réactivité et au classement l'emporte sur les délibération et concertation collectives.

Quoi qu'il en soit et sauf à la regretter on doit s'emparer des TIC qui appellent de nouvelles pratiques de la démocratie. Les espaces publics numériques doivent avant tout servir à la découverte et la prise en compte de l'intérêt général. L'introduction du haut débit et le développement technologique facilitent l'accès aux TIC même si la fracture informatique reste à réduire (seulement 60 % des foyers possèdent aujourd'hui un micro-ordinateur). Les particularités d'Internet sont soulignées : l'information arrive à jet continu, déhiérarchisée, sans contrôle

ni responsabilité éditoriale jusqu'à poser la question de l'anonymat, quand l'internaute est saturé d'information en temps réel comment se faire entendre et à l'opposé de l'instantanéité qui le caractérise, il se révèle un outil de mémoire. A l'évidence, l'absence d'encadrement (il n'y a pas d'appels d'offres comme cela se pratique pour obtenir par exemple une fréquence radio, une chaîne de télévision) pose la question de l'introduction d'un label de type presse qui engage la responsabilité des auteurs.

Pour leur part, les parlementaires présents, Martine Billard, Patrice Martin-Lalande, Sandrine Mazetier et Bertrand Pancher, ont exprimé des craintes sur des effets de loupe, c'est-à-dire la focalisation de l'attention collective sur des sujets secondaires, sur la massification des informations rendant malaisée la vérification de leurs sources, sur une déconnexion entre les publics du virtuel et ceux du réel et sur le coût de déploiement de ces outils pour les collectivités locales.

Dans sa conclusion, Bertrand Pancher président de Décider ensemble, avec la volonté de voir les citoyens s'approprier le plus possible les décisions qu'ils subissent et d'obtenir d'eux une participation accrue, Internet oblige, a validé la nécessaire exigence de l'enrichissement de la vie démocratique. Il attend des TIC le moyen de la mise en œuvre de réformes, de décisions plus consensuelles et éclairées. Il prend acte de la démocratie environnementale qui se met en place et y voit un modèle pour rétablir les liens sociaux dans tous les autres domaines sous responsabilité publique.

Tels peuvent être résumés les interventions et les échanges de qualité exprimés lors du séminaire du 1^{er} juillet à mettre au crédit de Décider ensemble et de son conseil scientifique. ●

► Pour tout renseignement : www.deciderensemble.com

(1) voir XYZ n° 116

"Engagez-vous !"

(Extraits du Rapport moral de l'année 2008 de l'AFT)

■ Mathieu KOEHL

Présenté à l'Assemblée générale ordinaire qui s'est tenue le 28 mai 2009 dans les locaux de l'Institut géographique national (IGN) à Saint-Mandé, le rapport moral mérite une restitution partielle.

.../...

"Le fonctionnement administratif repose essentiellement sur le secrétariat bénévole de Monique Chenot, les membres actifs du Conseil, les bénévoles, la messagerie électronique et le site Internet. Pour l'instant l'ancien site Internet reste encore en usage pour quelques semaines. Les nombreuses connexions témoignent de son importance en tant qu'outil de communication et d'interface avec les nombreux membres ou autres internautes avides d'informations topographiques.

Le nouveau site Internet sur lequel ont porté de nombreuses réunions du Conseil sera bientôt, enfin opérationnel. Nos plus vifs remerciements à Tania Landes qui en est la cheville ouvrière. N'hésitez pas à participer à l'activation et à la mise en place de ce nouvel outil tant attendu. Son système de gestion de contenu permettra d'alimenter et de maintenir à jour toutes les rubriques les plus innovantes comme par exemple un agenda, les sommaire et articles de la revue XYZ en ligne avec, pour ces derniers, une carence de huit numéros pour respecter les abonnés, des liens vers des sites de partenaires, le lexique en ligne, un espace "membres", un lien pour adhérer à l'AFT, etc.

Engagez-vous !

L'AFT s'est dotée d'un logiciel de gestion et de comptabilité (*Ciel Association – Ciel Compta*). Il faut des bras, ou plutôt quelques doigts agiles pour alimenter les bases de données et améliorer le mode de gestion des abonnés, les relances de cotisations, les recherches de sponsors et d'annonceurs, adhérents ou autres membres de soutien.

Là encore, engagez-vous !

Le déménagement du siège social et des bureaux a été réalisé en 2008 vers la nouvelle adresse au 4^e étage du 107, rue la Boétie, 75016 Paris, dans un immeuble de l'IGN. L'AFT remercie l'IGN pour son accueil dans des locaux bien adaptés.

.../...

La participation des membres du Conseil est satisfaisante, le quorum était largement atteint à chaque séance. Mais pour avancer plus encore, il faut des membres actifs.

Engagez-vous !

Je remercie particulièrement tous les bénévoles assidus qui savent donner de leur temps pour la bonne cause de l'AFT, notamment Monique Chenot en relais avec Jean-Pierre Maillard.

A chaque réunion de Conseil, un point est fait sur la situation financière, fruit du travail remarquable de Robert Vincent et du trésorier Roger Serre qu'il convient d'également remercier à ce stade. Le suivi constant permet d'affiner et respecter l'équilibre des budgets et a même permis de dégager une réserve fin 2008.

L'état d'avancement et les prévisions de publication de la revue XYZ, notamment les articles, rubriques sont analysées et présentées. Il convient de saluer le travail, là aussi remarquable du comité de rédaction et, en son sein, de Jean-Pierre Maillard qui l'anime efficacement en qualité de rédacteur en chef, et d'un comité de lecture coordonné par Pierre Grussenmeyer de façon à maintenir un très bon niveau de qualité de la revue XYZ.

La publicité y est également traitée. Ce dernier point est fondamental puisqu'il permet souvent d'équilibrer le budget. Samuel Guillemin s'est énormément investi notamment pour convaincre des annonceurs à faire confiance à la revue XYZ ou encore décider les exposants à participer au Forum 2008. Les effets de la crise se sont malheureusement fait ressentir dès la fin 2008 avec des demandes de reports d'insertions et des difficultés à fidéliser les annonceurs. Je remercie tout autant Samuel Guillemin pour son engagement qui continue à porter ses fruits. Là aussi, le travail est conséquent et toute aide ou suggestion est la bienvenue.

Engagez-vous !

La mise au point de l'organisation des Forums et la définition du calendrier des manifestations à organiser ou celles auxquelles l'AFT a intérêt à participer sont arrêtés en conseil. De même, les rubriques et solutions techniques à retenir pour la mise en place du nouveau site web sont débattues et tranchées en séance.

.../...

Le rythme trimestriel de la publication d'XYZ est bien respecté. On recherche en permanence un équilibre entre les différents thèmes publiés : les brèves des constructeurs et "infos topo", les articles techniques et scientifiques, la rubrique des livres en rapport avec la profession, les récréations mathématiques, la "topo vécue", la publicité, etc. Le comité de rédaction sélectionne ce qui sera publié après révision des articles par le comité de lecture dont l'avis est prépondérant. Depuis 2008, le recours à la visioconférence facilite les échanges entre les participants.

La revue bénéficie jusqu'en 2011 de la commission paritaire qui permet un affranchissement pour la France à un tarif préférentiel. La revue N°114 a particulièrement bien accompagné le 4^e Forum de l'AFT sur le thème de la 3D dans les SIG. Les autres numéros ont également été bien reçus grâce à des articles divers et intéressants.

Par ailleurs, deux collections complètes des revues XYZ ont été mises à disposition du centre de documentation de l'ENSG, une troisième collection ayant été vendue. On doit savoir qu'il n'en reste plus que cinq en stock, libres à la vente. Certains numéros vont devenir des exemplaires à la rareté grandissante !

L'intérêt pour les publications de l'AFT n'a pas faibli. Fin 2008 le nombre d'exemplaires vendus de l'ouvrage de Jean-Jacques Levallois *"Mesurer la Terre - Trois cents ans de géodésie française (1988)"* s'élève à 2268 exemplaires, celui de Raymond D'Hollander, *"Sciences géographiques, connaissance du monde et conception de l'Univers dans l'Antiquité (2003)"* à 529. Il en est de même pour le lexique topographique dont la réédition récente de 1000 exemplaires permet de faire face à la demande. Celui-ci étant accessible sur Internet, on constate une augmentation des connexions. La mise à jour du lexique est envisagée.

.../...

Outre le Forum de la topographie, l'AFT est présente sur de nombreuses manifestations telles les journées franco-phones d'ESRI à Versailles, le Festival international de Saint-Dié-des-Vosges, le Cercle Géo du Mans... Sa lisibilité a été

améliorée par l'acquisition de deux kakémonos dont le projet a été conçu par Dorothée Picard, la maquettiste d'XYZ. Là encore, la participation des adhérents est souhaitée principalement pour la tenue des stands.

Engagez-vous !

.../...

Dans son élan, l'AFT doit poursuivre ses actions de communication pour élargir l'assise de ses adhérents, rechercher des convergences avec les autres associations existantes dans les domaines qui sont les siens, garder un contact étroit avec les constructeurs et annonceurs tout en développant sa capacité d'adaptation et de réactivité face aux mutations rapides du métier de topographe.

Engagez-vous ! ●

► **Pour tout renseignement : www.aftopo.org**

N. B. : Ce jour-là, les adhérents de l'AFT étaient également convoqués pour participer à une assemblée générale extraordinaire (AGE) convoquée pour prendre position sur une modification des statuts relative à une mise en conformité avec la réglementation européenne. Le quorum n'étant pas atteint, une nouvelle AGE sera organisée l'année prochaine sans contrainte de participation de la moitié des membres.

Du nouveau sur le site www.aftopo.org

■ **Tania LANDES**

Le nouveau site Internet a été conçu sur la base d'un système de gestion de contenu (CMS, Content Management Systems). Cela permet à plusieurs personnes d'y travailler simultanément et aura pour effet de générer une plus grande dynamique sur sa mise à jour.

Bien entendu, toutes les bonnes volontés sont les bienvenues pour participer à la vie de ce site Internet !

Accueil : La page d'accueil invite à choisir une rubrique dans la barre de navigation tout en découvrant le dernier numéro XYZ paru. Des bannières publicitaires permettent aux annonceurs de se faire connaître et d'informer sur leurs matériels, produits et services, soit sur la page d'accueil (deux grandes bannières 290 x 60 pixels, cf. figure 1), soit sur la page de la revue XYZ (six petites bannières 180 x 28 pixels, cf. Figure 2).



Figure 1 : Page d'accueil du nouveau site Internet www.aftopo.org

Rubrique XYZ : La base de données des articles XYZ a été mise en place avec l'aide des étudiants de l'ESTP et de l'INSA de Strasbourg, qui se sont attaqués avec succès à la lourde tâche de scanner les articles principaux des revues n°1 à 85, les suivants étant entièrement numériques. La Figure 2 présente la page relative à cette rubrique. Vous pourrez effectuer des recherches dans cette base de données, par mot-clé, thème, auteur ou numéro.

Espace Membre : La nouveauté de ce site ! Des droits d'accès privilégiés sont réservés aux membres de l'association (Figure 2). Ainsi, un membre abonné à la revue pourra consulter ou télécharger des articles issus de la totalité des revues existant à ce jour, depuis le n°1 jusqu'au dernier numéro XYZ publié. Il recevra toujours la revue papier, mais pourra en plus accéder à sa forme numérique. En revanche, les autres internautes pourront toutefois consulter ou télécharger les articles des revues jusqu'aux numéros ayant deux ans d'âge. Enfin, ils pourront également télécharger la revue complète à partir du n°86, pour la modique somme de 11 euros.

Rubrique Lexique : La recherche dans le lexique est envisageable à tout moment dans le site, en saisissant un mot-clé dans le champ prévu à cet effet, en haut à droite. Ainsi, on pourra découvrir des définitions toujours très instructives, comme par exemple celle de la "demoiselle coiffée" ou de la "mire parlante" !

Enfin, un paiement en ligne sécurisé vous permettra de régler vos achats en ligne, que ce soit pour l'acquisition



Figure 2 : Page de la rubrique XYZ, avec recherche avancée et téléchargement possible des articles.

► d'ouvrages publiés par l'AFT ou d'un numéro d'XYZ ou encore pour être à jour de cotisations. Nous espérons que ce nouveau site vous plaira et qu'il vous donnera envie, si ce n'est pas encore fait, de rejoindre notre association ! ●

■ Les cinquante ans de la SFPT

Le 4 juin 2009 la Société française de photogrammétrie et de télédétection (SFPT) a fêté ses cinquante ans dans le solennel amphithéâtre Abbé Grégoire du Conservatoire national des arts et métiers à Paris sous le regard bienveillant de Laurent Lavoisier et Denis Papin dont les profils sont figés dans deux médaillons ornant l'auditorium. La manifestation s'est déroulée en l'honorable présence du professeur Orhan Altan, président de l'International society for photogrammetry and remote sensing (ISPRS).

Laurent Polidori, président de la SFPT a rappelé la vocation de l'association élevée au rang de société savante. La SFPT est par excellence l'organe de liaison entre les chercheurs, constructeurs, industriels et utilisateurs, autant d'acteurs impliqués dans la photogrammétrie et la télédétection. Ce faisant elle constitue l'interface entre deux disciplines, encourage la recherche scientifique et assure le lien avec les sociétés savantes des autres pays. En effet, la SFPT représente la France auprès de l'ISPRS et participe activement aux travaux des diverses

organisations internationales porteuses des mêmes domaines. Son action se traduit par la publication de la revue de la SFPT, scientifique, international, trimestriel et francophone, la tenue d'un site Internet, l'organisation de manifestations scientifiques dans son domaine de compétence et la gestion d'une bibliothèque de huit cents ouvrages en lien avec le centre de documentation de l'Ecole nationale des sciences géographiques (ENSG) à Marne-la-Vallée.

Laurent Polidori s'est aussi félicité du soutien sans faille des deux piliers de la société que sont l'Institut géographique national (IGN) et le Centre national d'études spatiales (CNES) et a donné la parole à ses représentants. Patrice Parisé, Directeur général de l'IGN, a notamment fait valoir le laboratoire MATIS (Méthodes d'analyses pour le traitement d'images et la stéréorestitution) fort de 27 chercheurs en automatisation de la stéréophotogrammétrie. Pour sa part, Stéphane Janichewski, directeur général délégué du CNES, a rappelé l'aventure de Spot, le satellite pour l'observation de la Terre.

Membres fondateurs de la SFPT, Maurice Carbonnell et Robert Vincent ont retracé à grands traits l'histoire de

la photogrammétrie française et de ses principaux acteurs, de Laussedat à Poivilliers.

Yves Egels a ensuite complété cette présentation historique par les évolutions plus récentes de la photogrammétrie, et proposé à titre récréatif une démonstration de chambre claire sur écran d'ordinateur.

Alain Beaudoin, de son côté, a présenté une rétrospective sur les premières décennies d'observation de la Terre depuis l'espace.

La SFPT a également profité de cette journée pour attribuer officiellement le prix de la SFPT de 3 000 € à l'article écrit par Mahzad Kalantari, qui termine sa thèse à l'ENSG. La lauréate, qui a déjà contribué à notre revue à plusieurs reprises, a ensuite bénéficié de la tribune pour présenter ses travaux, qui portent sur de nouvelles approches pour réaliser l'orientation automatique d'images acquises en milieux urbains.

La prochaine Revue française de photogrammétrie et de télédétection détaillera le contenu des interventions. ●

► Pour tout renseignement : www.sfpt.fr



■ 12 juin 2009 : Assemblée générale de l'AFIGéO

Le Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU) a accueilli à Lyon l'Assemblée générale 2009 de l'Association française pour l'information géographique (AFIGéO).

Membre invitant, le CERTU a présenté ses diverses missions centrées sur la thématique de la ville. Au nom de l'Etat il est un centre de ressources et éditeur de plusieurs lettres d'information. Le CERTU est aussi le pôle géomatique du ministère de l'écologie (MEEDDM). Il est connu par sa revue spécialisée Sign@ture qui traite de l'actualité géomatique qu'elle procède du MEEDDM, de ses services déconcentrés ou de l'analyse des grands dossiers nationaux et internationaux. Son représentant, Gilles Troispoux, est intervenu sur la qualité de l'information géographique au travers des normes ISO et signalé l'existence d'un CD-Rom CERTU "La qualité des données géographiques". Les domaines appréhendés par l'AFIGéO sont rassemblés dans trois pôles : "Entreprise / Industrie", "Formation / Recherche" et "Usages / Utilisateurs".

Ces pôles participent à la réponse au besoin d'organisation de la communauté géomatique française dans un environnement en constante évolution.

Dans l'élan de la publication du guide des bonnes pratiques dédié aux appels d'offres géomatiques, objet d'une mise à jour en 2009, le pôle "Entreprise/Industrie" attend la valorisation de l'annuaire des géo-entreprises et l'étude d'un dispositif d'assistance conseil juridique mutualisé. Analysant l'impact du plan de relance gouvernemental sur l'information géographique, il propose de faire savoir aux instances politiques

qu'elle constitue, plus qu'un moyen, une véritable infrastructure durable.

Le pôle "Formation/Recherche" souligne la participation officielle de l'AFIGéO à la coordination des quatre écoles d'ingénieurs spécialisées en sciences de l'information géographique comme intervenants à leurs commissions et conseils. Outre le recensement des formations réalisé sous forme de wiki en partenariat avec GéoRezo.net, l'AFIGéO doit aussi s'engager dans des actions de formation pour ses membres.

Enfin le pôle "Usage/Utilisateur" estime que la directive Inspire est un moyen de mobiliser les décideurs sur le thème de l'information géographique et susciter leur intérêt pour l'AFIGéO. Pour sa part, François Salgé a fait le point sur les différents projets européens en cours ou à venir (eSDI NET¹, EURADIN², Plan4all). Les restrictions de la CNIL relatives à l'usage des données géographiques ont été regrettées. C'est pourquoi une démarche auprès de cette instance est envisagée pour proposer des préconisations. Enfin est souligné le rôle fédérateur de l'AFIGéO autour des infrastructures de données géographiques (l'organisation des 4^{es} Rencontres des dynamiques régionales à Lille de juin 2009 et la publication de l'observatoire des IDG dans le cadre du projet eSDI NeT+).

En conclusion, les rapports moral et financier 2008 et les projets 2009 ont été approuvés, le nouveau logo de l'AFIGéO validé et le CERTU remercié.

► Pour tout renseignement : www.afigeo.asso.fr

(1) SDI : special data infrastructure

(2) EURADIN : european adress infrastructures"

■ 18 juin 2009 : Assemblée générale de l'IFN

A l'invitation du président de l'Institut français de navigation (IFN), deux représentants de l'AFT ont assisté à son assemblée générale ordinaire 2009 dont le compte rendu peut être résumé comme suit.

L'IFN encourage ses membres collectifs (personnes morales) à assurer une grande partie des ressources de l'association en contrepartie des services appréciables rendus étant bien entendu qu'ils peuvent et doivent eux-mêmes contribuer à les définir et orienter. L'IFN sait gré à plusieurs industriels de ses membres de s'être déclarés prêts à une augmentation de leur cotisation. Pour leur part, des services publics importants (DGAC, SHOM, CETMEF, etc.) soutiennent tout autant l'IFN dans la mesure de leurs moyens. Au premier rang des services figure le site Internet dont le nouveau (www.ifnavigation.org) est hébergé par le SHOM. Il remplacera l'ancien site (www.ifnavigation.com) tout

prochainement. Conçu et développé par Philippe Lecat il prévoit, en plus des rubriques habituelles, un espace réservé aux membres, avec des informations techniques, des forums et un annuaire. Des pages de présentation des membres collectifs seront également disponibles. Le premier colloque "GNSS France" est à l'étude et devrait porter sur le thème "GNSS et développement durable" sous l'égide du MEEDDM. De même des conférences sont à organiser sur les applications modernes de la navigation, tels les capteurs inertiels miniaturisés, le e-Loran, la navigation "indoor", la cartographie coopérative, les suivis de conteneurs, etc... En mettant en avant l'utilité de l'IFN pour l'innovation, les démarches relatives aux études et subventions ont été entreprises par le président auprès des services du Premier ministre et des Finances. Ils l'ont conduit jusqu'aux pôles de compétitivité, notamment System@tic, où il a été bien accueilli. Des

contrats d'étude sont aussi envisagés sur la e.Navigation, ce qui pourrait se faire d'ici fin 2010 ou encore sur les risques de dépendances techniques en navigation et positionnement. Le Groupe de réflexion stratégique de l'IFN a conclu à une mise au point et à la publication d'un manuel "basique" d'utilisation du GPS à l'usage de l'aviation "légère et sportive". Par ailleurs il a identifié les besoins actuels de la navigation fluviale qui suppose un lien avec Voies navigables de France (VNF).

Les rapports moral et financier, le projet de budget pour 2009 sont approuvés tout comme le relèvement des montants des cotisations et abonnements pour 2010. La conférence ENC-GNSS 2010 (EUGIN) prévue en Espagne se tiendra finalement en Allemagne. L'Institut allemand (DGON) appelle à une participation au comité de programme. ●

► Pour tout renseignement : www.ifnavigation.org

L'AFT organise la 7^e édition du concours ouvert aux Jeunes Ingénieurs Diplômés en Topographie

Les étudiants des Ecoles d'ingénieurs sont invités à soumettre au Comité de rédaction de la revue XYZ un article portant sur leur travail de fin d'études d'ingénieur géomètre-topographe. Les meilleurs articles seront récompensés et publiés dans la revue XYZ. Un montant global de 1500 € est prévu en 2009.

Conditions de participation :

- ▶ être âgé(e) de moins de 26 ans ;
- ▶ joindre l'attestation du diplôme d'ingénieur ;
- ▶ proposer au comité de rédaction de la revue XYZ un article de 6 pages au moins en français (environ 4000 mots, avec un résumé en anglais), en vue d'une publication dans la revue avec une présentation de l'ingénieur (résumé du curriculum vitae) ; les consignes aux auteurs sont téléchargeables sur le site Internet de l'AFT : <http://www.aftopo.org>
- ▶ certifier que l'article n'a pas été soumis ou publié dans une autre revue ;
- ▶ date limite pour la proposition des articles : le 30 septembre 2009 (pour les projets présentés dans les Ecoles en 2009 et avant).

Comité d'attribution :

Le Comité de rédaction de la revue XYZ, assisté du conseil de l'association, est chargé de désigner le jury d'attribution du Prix de l'AFT. Ce comité pourra associer un ou plusieurs représentants d'Ecoles Françaises. La qualité du contenu scientifique et de la rédaction de l'article sont les critères essentiels retenus.

Publication des résultats :

- ▶ les candidat(e)s seront informé(e)s individuellement des résultats au plus tard le 31 décembre 2009 ;
- ▶ les résultats du concours seront publiés dans la revue XYZ dans l'année suivant la publication des résultats ;
- ▶ le Président de l'AFT remettra les prix à l'occasion d'une manifestation organisée par l'AFT.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE TOPOGRAPHIE

(association régie par la loi du 1^{er} juillet 1901 - N° SIRET 31876201000029 - CCP 16300 03Y PARIS)
Bureau: 107, rue La Boétie - 75008 Paris - Tél. : 01 43 98 84 80 – Fax : 01 42 25 41 07
Courriel : info@aftopo.org • Site Internet : <http://www.aftopo.org>

Montpellier en perspectives

■ Franck PERDRIZET



Certains passages de cet article sont écrits en bleu afin de renvoyer à l'application DELTA (acronyme pour Découvrir, Explorer, Localiser le Territoire et ses Aménagements, abrégé en Δ) qui sert de vecteur de diffusion à l'imagerie territoriale de Montpellier et de ses environs. DELTA est accessible depuis la page d'accueil du site municipal www.montpellier.fr. Les numéros des vues indiqués dans le texte sont à saisir à l'aide de la fonction "Localiser" par "numéro de vue".

■ MOTS-CLÉS

3D, aérostation, imagerie urbaine, innovation, Montpellier, perspective, photogrammétrie

Une ville est en général trop étendue, et le relief alentour trop peu élevé, pour pouvoir être observée du sol dans son ensemble. C'est un système complexe qui s'explore habituellement de façon linéaire et lacunaire en parcourant le réseau de ses voies. La mémorisation individuelle, ainsi canalisée, en est d'autant plus réductrice. A la Renaissance, la perception visuelle a été considérée comme le plus important des sens, et dès lors, on ne s'est plus contenté d'un récit faisant appel à l'imagination pour décrire l'espace urbain. Au fil des siècles, la figuration de celui-ci a évolué à la recherche du meilleur compromis entre information synoptique, modélisation géométrique, et aspect naturel, afin que décideurs, chercheurs, techniciens,

et simples visiteurs s'y retrouvent. Une vision synthétique ne s'obtenant qu'en prenant de la hauteur, c'est un survol spatio-temporel de Montpellier qui est proposé ici, pour suivre l'évolution des techniques de représentation urbaine, depuis l'invention de l'imprimerie jusqu'aux innovations actuelles en imagerie numérique conçues par l'auteur, et mises en application par le service d'informations géographiques qu'il dirige (auquel se rapporte l'abréviation SIG dans tout l'article).



Figure 1. Portrait de Montpellier publié dans la Cosmographie universelle par F. de Belleforest en 1575 (réduit ici de 1/2).

Portraits de l'Ancien Régime

Si l'on excepte les représentations symboliques figurant aux revers des sceaux médiévaux des consuls de Montpellier, ville fondée vers l'an Mil, la plus ancienne représentation de celle-ci est une vue gravée sur bois vers 1552 et publiée en 1564 dans l'atlas d'Antoine du Pinet. Distinction due à la renommée de sa faculté de médecine. Cette estampe sera copiée à plusieurs reprises, notamment par François de Belleforest en 1575 (Figure 1), avant d'être rééditée à partir du bois original dans la Cosmographie Universelle de Sébastien Münster en 1598 (version allemande conservée aujourd'hui aux archives municipales de Montpellier). Les atlas d'Europe et descriptions du monde d'alors sont illustrés de tels plans de villes réalisés en tant que "portraits" urbains qui combinent dessin des monuments en élévation, et vision étalée des lieux. Technique évidemment influencée par les méthodes de construction de perspective centrale établies par les peintres italiens de la Renaissance, au siècle précédent ; celles-ci sont développées et largement diffusées à partir du XVI^e siècle (en 1505, premier traité imprimé de perspective, par Jean Pèlerin, dit "le Viator"). Sur la figure 1, on constate que cette image initiale offre un panorama de la ville, et de ses abords depuis l'ouest, qui est suffisamment riche pour pouvoir être légendé. Le regard est plongeant, alors que le relief alentour est peu marqué, contrairement à ce que pourrait laisser croire le décor fantaisiste en arrière-plan, d'où, en visée réciproque, la ville du siècle suivant ne fait que se profiler derrière la citadelle édifée sous Louis XIII (Figure 2). Les vues à vol d'oiseau se répandront en Europe pour des représentations de cités de plus en plus réalistes et détaillées.



Figure 2. Vue gravée et éditée par Mathieu Merian et fils dans *Topographiae Galliae* de M. Zeiler, 1660 (réd. 1/2).

La mise à plat classique

Parallèlement à ces "portraits" de villes, se perfectionnent les instruments et les méthodes de levé géométrique qui vont rendre prépondérante, à partir du XVIII^e siècle, une cartographie en projection orthogonale sur plan horizontal. Celle-ci montre une ville de façon non naturelle, à la verticale de tout point à la fois ; l'ensemble des constructions, et terrains à ciel ouvert, y apparaît avec des contours mesurables à une même échelle. Toutes les voies sont visibles, et la toponymie peut s'insérer efficacement. Désormais, les plans de villes vont se présenter essentiellement sous forme géométrale. Ainsi, en 1774 est gravé, à une échelle proche du 1/9300, un plan de Montpellier



Figure 3 : Extrait du plan géométral de Montpellier et de sa citadelle, gravé par N. Chalmandrier en 1774 (réd. 2/3).

par Nicolas Chalmandrier (Figure 3), où seuls les arbres sont encore représentés en perspective, avec leurs ombres ; la vue d'aplomb du centre fortifié justifie son surnom d'Ecusson. Deux années plus tard, est achevé le levé pour la feuille de Montpellier de la carte de Cassini, qui couvre la France au 1/86400 (une ligne pour 100 toises ; par hasard, inverse du nombre de secondes que contient un jour). Le plan de 1774 agrandit donc environ neuf fois une zone de la carte contemporaine, ce dont tire parti la cartographie Δ fin XVIII^e.

La troisième dimension en option

Cependant, cette vision abstraite des lieux décrits en deux dimensions a dû souvent être complétée par diverses représentations en perspectives, d'autant mieux maîtrisées qu'elles reposent sur des mesures précises. C'est notamment le cas pour la place royale du Peyrou (Figure 4). Au-dessus de l'échelle graphique de 40 toises (1 toise \approx 1,95 m), il est écrit : "Echelle de la base dans le point de vue a été prise à 150 toises en hauteur" ; au-dessus des Arceaux sont indiquées leur longueur (360 toises) et celle de l'aqueduc jusqu'à la source de Saint-Clément (6544 toises). Sur la gauche de cette figure, le rempart fait la séparation entre rigueur graphique du projet récent, et dessin au jugé du tissu urbain.

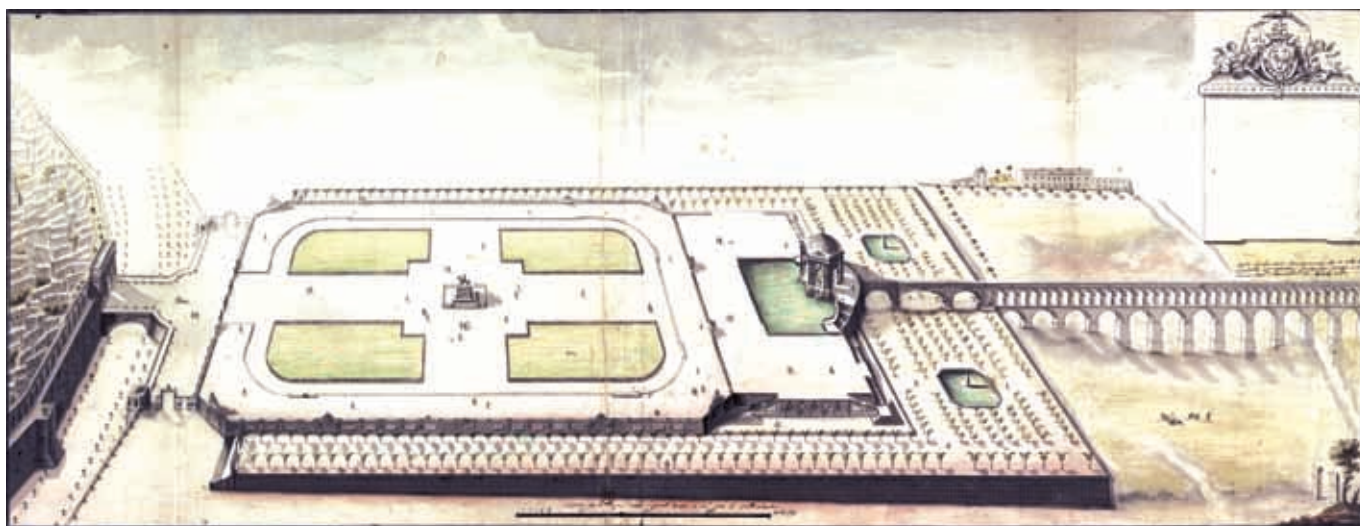


Photo : M. Decossy - © Région Langue-d'Oc-Roussillon - Inventaire général, 1983

Figure 4. Plan perspectif de la place royale du Peyrou par J-P Nougaret, d'après les dessins de J-A Giral, fin XVIII^e siècle (réd. 1/5).

De l'abstraction à l'observation directe

Au XIX^e siècle, l'essor de l'aérostation a offert aux dessinateurs des observatoires élevés à plusieurs centaines de mètres au-dessus du sol, pour mettre un terme au travail d'imagination depuis un point de vue fictif. Ainsi, en comparant ses croquis, saisis *de visu* depuis un ballon captif, aux cartes et plans existants, l'architecte Alfred Guesdon a pu restituer de nombreux paysages urbains, en France et à l'étranger. Pour partie, ceux-ci sont compilés sous forme de lithographies dans "Le voyage aérien en France" publié en 1848. Il s'y trouve une vue de Montpellier prise au-dessus de la gare, en direction du nord-ouest (Figure 5). L'aérostation connaît alors un succès durable : les spectacles et les envols depuis la Promenade du Peyrou sont fréquents, et une prise de gaz sera installée à demeure en 1894 pour le gonflage des ballons (Figure 8).

L'enregistrement automatique de la perspective

Un regain d'intérêt pour les vues panoramiques est apparu à la fin du XVIII^e siècle avec l'aménagement de vastes salles en rotondes, au centre desquelles les spectateurs ont une vision circulaire sur des paysages peints en continu. En 1829, Louis J. Daguerre, directeur du Diorama, théâtre parisien à effets spéciaux sur décors translucides, s'associe à Nicéphore Niepce qui a fixé la première image photographique connue. A la mort de ce dernier, il développe l'invention sous forme de daguerréotypes, directement inscrits sur supports métalliques, qui sont commercialisés de 1839 à 1857. D'autres procédés, basés sur le principe négatif-positif, s'imposeront avec leurs clichés reproductibles. Gaspard F. Tournachon, alias Nadar, réussit les premières photos aériennes en ballon, à Clamart en 1858, puis à Paris en 1868. Il fera des émules (Figure 6).



© Médiathèque centrale d'Agglomération Emile Zola, Montpellier.

Figure 5. Vue aérienne de Montpellier dessinée d'après nature par A. Guesdon. Lithographie d'A. Springer, 1848 (réd. 1/3).



Figure 6. Photographie antérieure à 1908 (en bord d'Esplanade, le cinématographe Pathé n'est pas encore construit).

► A l'origine de la photogrammétrie et de l'armée de l'air

Vers 1850, après avoir contribué à des travaux de terrain relatifs à la carte d'Etat-major dans les Pyrénées, Aimé Laussedat, capitaine du Génie, intègre la photographie à ses méthodes de relevé topographique par intersection de faisceaux perspectifs. La photogrammétrie est née avec son procédé qu'il appellera "métrophotographie". En 1861, Laussedat exécute ainsi le plan au 1/2000 du village de Buc, près de Versailles, à partir de huit clichés. Après la guerre de 1870-1871, celui-ci, devenu colonel, réorganise l'école aérostatique de Meudon qui va coordonner huit établissements militaires, dont celui de Montpellier (cf. [vue Δ fin XIX° n° M47B5.u](#)). Ils sont équipés de petits ballons sphériques captifs, gonflés au gaz, que l'on transporte sur place pour la reconnaissance aérienne ; avec leurs 750 m³, ceux de type E (Figure 7), mis en service en 1884, peuvent emporter deux personnes à 800 m au-dessus du sol. En 1910, l'aéronautique militaire regroupera les aérostats et les avions.



Figure 7. Manœuvres au parc à ballons de Montpellier vers 1900.



Figure 8. Gonflage d'un ballon sur la Promenade du Peyrou.

Entre photo et plan, le progrès s'affiche

Lorsque Friedrich Hugo d'Alesi vient à Montpellier pour en dresser un plan en perspective, le contexte est très favorable à son projet : présence de l'aérostation, configuration des lieux, perfectionnement de la photographie argentique sur plaques sèches (déjà utilisées par Gaston Tissandier et Jacques Ducom pour leurs clichés aériens de Paris en 1885). On ne trouve guère d'information sur la méthode employée par d'Alesi, si ce n'est qu'il dit s'être servi d'un ballon captif pour sa vue de Marseille dessinée en 1886. A Montpellier (Figure 9), son plan dans l'axe de la rue Nationale (aujourd'hui Foch) a l'allure d'une perspective centrale, telle qu'en forme un objectif. Précision et agencement des détails semblent aussi indiquer le recours à la photographie. Dans ce cas, avec un appareil photo d'alors (déjà doté de mouvements, comme

une chambre professionnelle du XX^e siècle), le point de fuite principal au milieu du bord supérieur de l'image serait obtenu par décentrement de l'objectif ; et le parallélisme des lignes verticales, par maintien du fond de chambre dans un plan vertical. Le positionnement précis de la nacelle, élevée à proximité du château d'eau du Peyrou, s'opère simplement depuis le sol par alignement visuel du ballon captif sur l'aqueduc des Arceaux (Figure 4). Cependant, l'examen de ce document révèle certaines anomalies : quelques déformations locales, et défauts d'orientation de bâtiments au premier plan, font penser à l'emploi de clichés d'appoint pour achever la construction graphique de cette vue à grand angle de champ. De plus, hormis la position médiane de la voie qui vient d'être percée (entre 1878 et 1884), le dessinateur use de divers artifices pour mettre en évidence les signes de la modernité : chemins de fer (avec gares et trains filant au loin vers Nîmes ou Palavas), usines (à gaz, entre autres), aérostat à la verticale du parc à ballons militaire (cf. agrandissement), nouvelles halles, édifices récents. Autant d'éléments que l'on pourra retrouver en ligne sur la [cartographie Δ fin XIX^e aux niveaux "Ilot" et "Parcelle"](#) où apparaît le plan de ville publié en 1896 par l'architecte municipal Adolphe Kruger. Comme pour Toulouse, l'atelier de lithographie Lemerrier imprimerait en couleurs cette vue entourée d'une vingtaine de vignettes monochromes (gravées très certainement d'après photos) pour donner un aperçu de quelques monuments de la ville et des sites alentour vus du sol. Plusieurs villes feront l'objet de telles représentations par d'Alesi, qui connaîtra par ailleurs la notoriété avec ses affiches publicitaires, pour les compagnies de chemins de fer, entre autres.

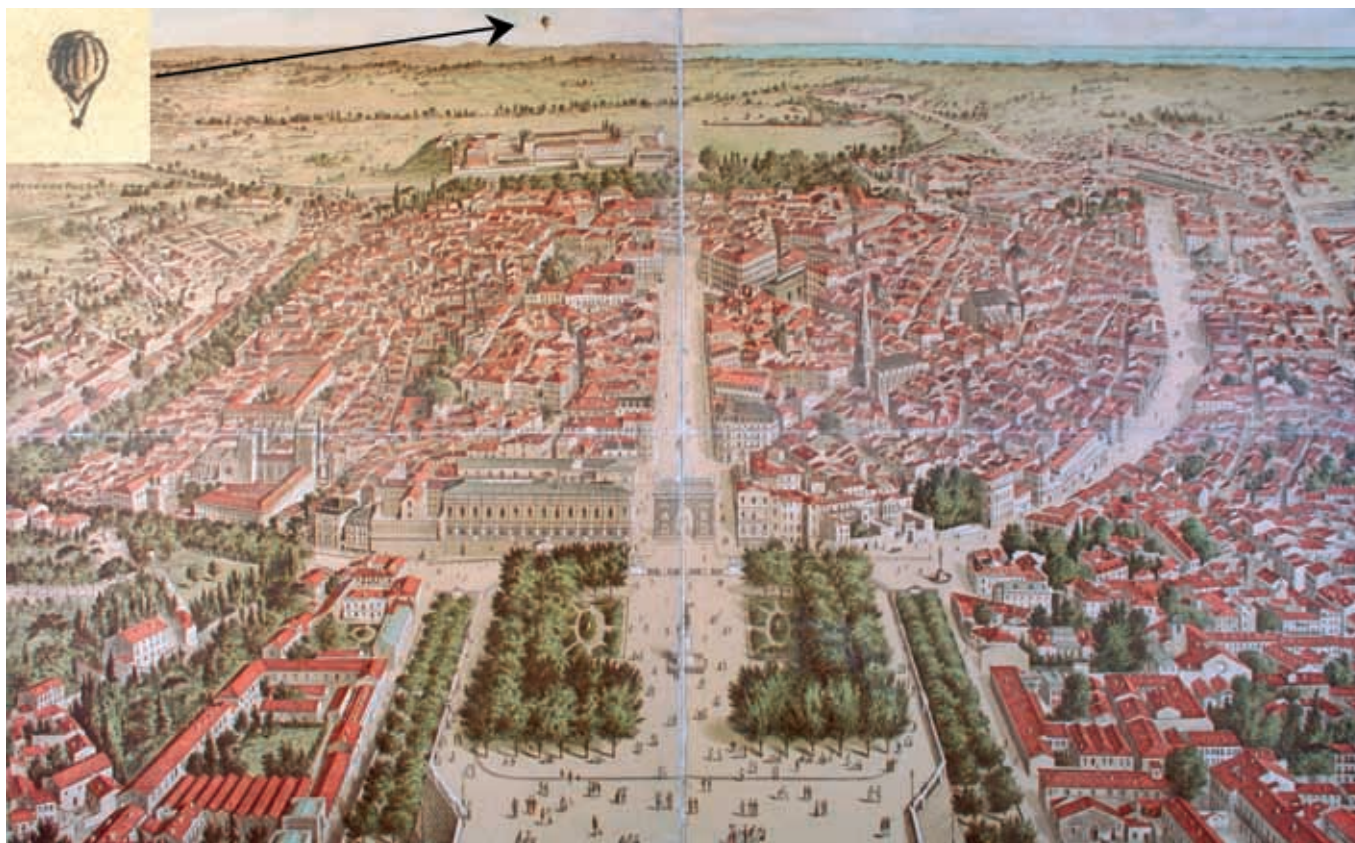


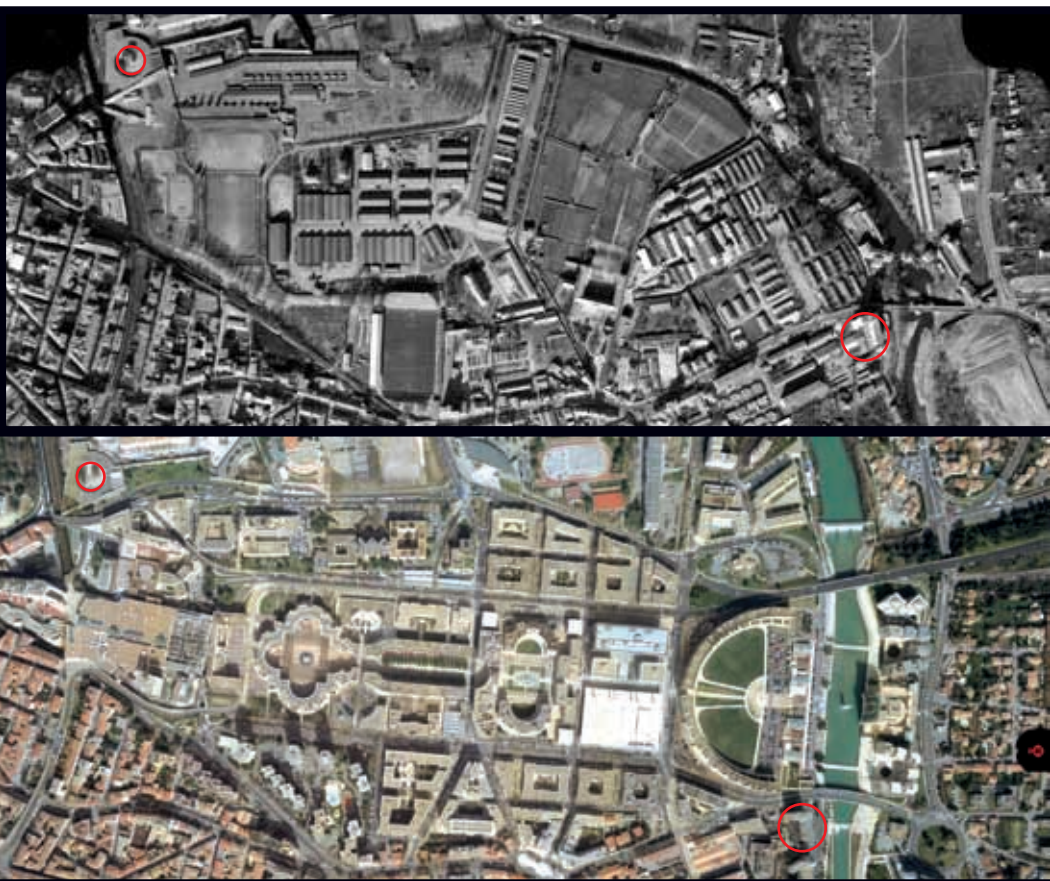
Figure 9. Image oblique de Montpellier réalisée par F. H. d'Alesi. Lithographie Lemerrier, 1886 (réd.1/4).

► Survol et vision en profondeur

L'idée de mettre la photographie aérienne au service de la cartographie a accompagné, si ce n'est précédé, le premier cliché pris en ballon. En effet, Nadar dépose, en octobre 1858, un brevet d'invention pour un système de prise de vues verticales depuis un aérostat (avec transformation du fond de la nacelle en chambre noire), afin de faciliter notamment les levés topographiques, hydrographiques et cadastraux. Mais, le passage d'une photo à un plan géométral n'est simple que pour une zone plate, dont on peut décalquer les traits après redressement. La méthode des perspectives de Laussedat ne s'applique, à cette époque, qu'aux levés terrestres ; il s'agit d'une construction graphique point par point, reliés ensuite par des lignes, qui sera surtout employée, en France, pour les formes réglées de l'architecture. En fait, c'est l'exploitation de la vision stéréoscopique qui lancera la cartographie à partir de clichés aériens. Ce sens précis de la profondeur, que nous partageons avec quelques animaux, permet de bien saisir ce qui se trouve à proximité, grâce à la disposition faciale des yeux, et au fusionnement des images formées dans chaque œil sous des angles différents. Dès les premières années de la photographie, des scènes sont prises depuis deux points de vue pour pouvoir être observées en relief : le succès des daguerréotypes stéréoscopiques est immédiat. L'ingéniosité de la stéréophotogrammétrie consiste à utiliser toute l'acuité de la perception tridimensionnelle dans l'espace rapproché, pour mesurer et exploiter graphiquement les modèles réduits virtuels en volume, que forment des paires de photos d'objets éloignés ; celles-ci étant prises selon des intervalles réguliers (bases) qui démultiplient l'écartement naturel des yeux. En

reproduisant optiquement ou mécaniquement les faisceaux perspectifs enregistrés lors des prises de vues, les appareils de restitution analogique permettent au début du XX^e siècle de tracer en continu les contours de tout objet, et les courbes de niveau du terrain. A cette époque, l'aviation a déjà succédé à l'aérostation, tandis qu'une école de pilotage a été créée dès 1911 au sud de Montpellier, au bord d'un étang. En 1926, l'endroit et les villages alentour sont photographiés par avion, au 1/10000 ; il sert aujourd'hui à l'aéromodélisme (cf. [carte Δ de référence n°M80D.u](#)). Les premières cartes issues de la stéréophotogrammétrie apparaissent dans les années 1920, et, à partir de 1946, l'IGN effectue des couvertures aériennes régulières en France, notamment pour la réalisation et la mise à jour de la carte topographique au 1/25000. De nos jours, le catalogue en ligne de sa photothèque permet de commander de riches archives numérisées (Figure 10). Pour les exploiter, le SIG a élaboré un programme qui permet déjà d'enchaîner zoom et affichage des [vues aériennes Δ 1963-1964](#), et de les superposer approximativement à d'autres fonds actuels ou anciens. Vers l'an 2000, la photogrammétrie numérique sur station de travail a remplacé les restituteurs analytiques équipés d'un stéréocomparateur asservi par logiciel. Elle a permis de modéliser en trois dimensions la ville de Montpellier à partir des diapositives scannées de la prise de vues de 2004 (Figure 11), qui a été actualisée en 2008. Cette restitution s'est effectuée à l'écran sous un pointé spatial décimétrique, avec des lunettes de vision stéréoscopique par polarisation alternée. Au SIG, de telles lunettes sont aussi utilisées pour la simple observation en relief des photos aériennes.

Figure 10, ci-contre :
Partie d'une photo 19x19 cm²,
couverture stéréoscopique au
1/ 8000 par l'IGN, février 1964
Figure 11, ci-dessous :
Partie d'une photo 24x24 cm²,
couverture stéréoscopique au
1/ 8000 par l'IGN, mars 2004
Même endroit, même échelle,
réduite ici à environ 1/ 11000,
à 40 ans d'écart. Le quartier
Antigone relie la place de la
Comédie aux berges du Lez.
(repères : cercles rouges sur
éléments conservés)



Façades en vue au bord du champ

La focale de 210 mm employée pour la couverture aérienne de 1964 (Figure 10) se trouve dans la plage d'accommodation d'un œil normal. Si, à cette distance, celui-ci visait orthogonalement le centre d'un cliché (contact sur plaque de verre), il capterait les proportions réelles de la scène telle que photographiée. L'observation binoculaire fausse ce résultat, et fait ressentir la planéité du document. On a identifié ici le centre du cliché à l'image du nadir au sol (pied de l'aplomb du centre optique de l'objectif), ce qui en fait le point de fuite des lignes verticales de la scène. Toutes choses égales par ailleurs, une focale de 125 mm formerait exactement la même perspective, mais élargie à un champ, au bord duquel l'effet de déversement progressif depuis le point nadiral dépasserait celui saisissable par la vision naturelle. Il faudrait aussi agrandir ce dernier cliché et l'observer avec un recul en rapport, afin de rétablir une vision en perspective centrale conforme : par exemple, un format porté à 76 cm devrait être regardé à 50 cm (sans qu'on puisse en couvrir l'étendue d'un seul coup d'œil). Pour des raisons de précision de pointé spatial et de rendement, l'emploi d'objectifs grand-angulaires a été privilégié pour les couvertures aériennes destinées à la stéréorestitution : des focales de 125 mm puis de 150 mm ont été utilisées par l'IGN pour les formats de 19 x 19 cm² puis de 24 x 24 cm² ; ce qui, dans les deux cas, correspond à un angle de champ de l'ordre de 90° à 100°. Or, un angle droit a la particularité, en milieu urbain, de faire apparaître sur le pourtour de la photo, et à l'échelle moyenne de celle-ci, certaines façades qui se trouvent simplement rabattues autour de leurs bases, sans autre anamorphose perceptible. Pour exploiter cette propriété afin de révéler toutes les façades de la ville, quelles que soient leurs orientations, on se sert de la figure de l'octogone qui peut être considérée comme une approximation pratique du cercle (en architecture, on l'emploie souvent pour assurer la transition entre un plan carré et une coupole). L'orientation d'un plan vertical correspond à l'un quelconque des angles d'une



Figure 13. Vue oblique de la cathédrale au Loxoscope®.

boussole qui, en appliquant l'approximation octogonale, peut être assimilée à l'une des huit directions cardinales : nord, nord-est, est, etc... Celles-ci suffisent à montrer toute façade, quelle que soit son exposition géographique. D'autre part, il s'avère que tout lieu est photographié neuf fois par une couverture aérienne dont les clichés verticaux se recouvrent aux deux tiers de tout côté : en terrain dégagé, un objet apparaît approximativement à l'aplomb sur une photo, et sur celles qui l'entourent, successivement déversé selon l'une des huit directions cardinales (Figure 12). L'emploi d'un objectif grand-angulaire permet d'obtenir la visualisation recherchée. En pratique, les prises de vues stéréoscopiques au-dessus de Montpellier, en mars 2004 et mars 2008, ont été réalisées à une altitude d'environ 1300 m avec des focales de 150 mm pour un format de 24 x 24 cm². Le taux de recouvrement entre clichés est un peu supérieur aux deux tiers pour tenir compte des marques-repères et des aléas du vol, ce qui crée par endroits quelques vues de second rang (doublant potentiellement les huit directions cardinales) ; vues plus ou moins tronquées, mais dont les dévers accrus complètent, directement du bon côté, ceux trop courts du premier rang. Le **Loxoscope®**, conçu et réalisé au SIG, est un module intégré à DELTA qui permet de choisir et de changer l'exposition sous laquelle est affiché un lieu aux **niveaux Δ "Parcelle"** ou **"Arpent"**. Chacune de ces images ne représente que quelques ha parmi les 3 km² couverts par un cliché, elle est éloignée du point nadiral, et observée de bien trop près sur un écran, pour correspondre à la vision naturelle ; en fait, elle a l'aspect d'une axonométrie (Figure 13). C'est un document iconographique très fiable, car il n'est ni interprété, ni modélisé. Deux boutons permettent de modifier son orientation par quart de tour, afin que la perspective fuie à peu près dans l'axe du regard, ce qui la rend intelligible. L'observation des parties à l'ombre peut être améliorée par réglage du contraste et de la luminosité. La coïncidence des clichés avec le carroyage urbain articule la visualisation oblique sur les représentations planimétriques. En mode de déplacement synchronisé, on peut parcourir la ville sous une exposition donnée, ce qui revient à faire défiler, à l'intérieur d'une lucarne, un panorama urbain à vol d'oiseau.



Figure 12. Cathédrale et faculté de médecine vues sous huit expositions en hiver, et d'aplomb en été.

► Du plan-relief au photomodèle

Dans le hall d'accueil de la mairie de Montpellier se trouvent deux imposantes maquettes de quartiers de la ville au 1/500, ainsi qu'un agrandissement partiel de l'une d'elles au 1/250. L'expansion urbaine y est régulièrement répercutée (Figure 14).



Figure 14. Vue partielle d'un plan-relief moderne : berges du Lez, et Nouvel Hôtel de Ville au premier plan.

Ce type de représentation tangible d'une ville en miniature s'inscrit dans la tradition des plans-reliefs à l'échelle du 1/600 (un pied pour cent toises) qui ont notamment reproduit les places fortifiées par Vauban à la fin du XVII^e siècle. De tout temps, des modèles réduits solides ont servi à l'examen à distance, et sous n'importe quel angle, de constructions existantes ou projetées ; par exemple, pour faciliter l'étude de l'imbrication des propriétés d'un îlot (Figure 15). De nos jours, on peut manipuler à l'écran d'un ordinateur les équivalents virtuels de ces modèles tridimensionnels. Ce que l'on désigne par 3D, dans le monde numérique, consiste la plupart du temps en l'enchaînement plus ou moins fluide de projections planes depuis une multiplicité de points de vue et sous des angles variables. D'abord utilisées dans les projets de conception assistée par ordinateur (CAO), puis banalisées par les jeux vidéo, les représentations en 3D ont finalement gagné le domaine de l'information géographique, notamment urbaine. Avec toutes les contraintes de structuration, de fiabilité et de précision que cela suppose. Pour y répondre, le SIG s'est très tôt orienté vers la réalisation d'un vrai photomodèle de Montpellier, c'est-à-dire une maquette d'aspect photographique au plus près de la ville réelle ; la priorité étant donnée au rendu fidèle des bâtiments, à l'échelle maximale du plan cadastral urbain (1/500). Après quelques essais de prises de vues au sol, une méthode aérienne originale a été expérimentée, puis présentée en détail lors du colloque "Pixels et Cités" qui s'est tenu à l'Ecole Nationale des Sciences Géographiques, fin 2003. Cette approche contourne les obstacles de la rue qui, vus du ciel, sont relégués au second plan. Elle repose sur une couverture photographique spécifique, où apparaissent toutes les façades de la ville (cf. § précédent), qui sert à la fois à la



Figure 15. Maquette des n°8 et 10 de la Grand'rue, 1725.

stéréorestitution du modèle graphique 3D de la ville, et à la texturation, pixel par pixel, de ses facettes (éléments plans de toits, de façades ou de terrain) ; celle-ci se faisant par projection de chaque grain de diapositive (environ 15 µm) à partir de sa position spatiale au moment de la prise de vue. Le traitement simultané des constructions et du terrain assure la continuité entre ombres propres et portées, ce qui contribue au rendu naturel du photomodèle. Le vol se déroule en fin d'hiver pour enregistrer les voies et les façades à travers les ramures dépouillées des arbres à feuilles caduques (Figure 13 et 18). La brièveté de l'opération crée un instantané datant cette image urbaine, conformément à ce qui est implicitement attendu de tout document photographique. Pour pouvoir être considéré comme une nouvelle catégorie d'archive jalonnant l'évolution de Montpellier, le photomodèle ne doit pas être retouché ponctuellement au fur et à mesure des changements constatés. C'est pourquoi, il est périodiquement régénéré en bloc à partir d'une nouvelle couverture aérienne qui sert, entre autres, à la restitution des constructions récentes ; celles-ci sont détectées, tout comme les destructions, par différence altimétrique des enveloppes numériques relatives à deux prises de vues consécutives (cf. § suivant). Le photomodèle est visible actuellement au [niveau Δ "Parcelle"](#), pour la partie qui correspond à la scène planimétrique en cours d'affichage. En mode automatique, le centre de celle-ci est visé sous une incidence de l'ordre de 45° depuis un vol circulaire. Dans ces conditions d'observation, tout élément apparent est texturé, tandis que le rendu des objets au sol non restitués en 3D reste acceptable (Figure 16). On peut aussi arrêter l'animation pour manipuler librement cette maquette numérique.



Figure 16. Photomodèle de la Place de la Comédie.

Modèle plastique numérique

Des vues d'hiver sont nécessaires à l'enregistrement quasi exhaustif des façades urbaines. Il est intéressant de présenter aussi un aspect moins minéral de la ville, ce qui conduit à alterner missions aériennes d'hiver et d'été. Ces dernières, depuis 2003, scannent Montpellier à l'aide de dispositifs à transfert de charges qui sont alignés sur quelques barrettes enregistrant, chacune sous un angle donné, une rangée de pixels perpendiculaire à la direction de vol. Comme dans le cas d'un satellite de type SPOT, l'image se forme en bande continue, ligne par ligne de pixels (par balayage), du fait de la progression de l'avion. Il en résulte, pour l'image brute, une perspective dite cylindro-conique (Figure 17) ; les lignes d'égal dévers sont parallèles à la trace des nadirs, un peu comme la terre rejetée de part et d'autre du sillon par le soc d'une charrue. Les données brutes sont ensuite traitées par mise en correspondance automatique (corrélation stéréoscopique) des pixels montrant un même point sous plusieurs angles, pour réaliser, presque sans intervention humaine, une trame altimétrique serrée (maille de 50 cm) enveloppant la ville,



Figure 17. Dévers unidirectionnel en bord d'image acquise par balayage (en haut) et effet de perspective centrale sur extrait de photo (en bas) du même lieu (quartier Mosson).

arbres y compris (modèle numérique de surface, abrégé en MNS). Le MNS est exploité par le SIG pour : indiquer l'altitude moyenne dans une emprise de 50 cm de côté ; déterminer la hauteur à quelques dm près, par exemple d'un arbre, à partir de deux pointés, l'un au sommet, l'autre au sol (cf. [outil Δ "Mesurer"](#)) ; créer une image en teintes hypsométriques du sursol pour le contrôle visuel de la restitution stéréoscopique, par comparaison des contours graphiques avec les pixels qui leur correspondent ; réaliser des cartes d'évolution urbaine par détection systématique des constructions et destructions survenues entre deux prises de vues (utiles en particulier pour guider les opérateurs mettant à jour les modèles 3D). De plus,



Figure 18. Vue oblique trop agrandie du modèle plastique de la cathédrale depuis l'ouest (à comparer avec la figure 13).

un MNS sert essentiellement de surface de projection au redressement différentiel de l'image spectrale, au niveau du sursol, pour donner une vraie ortho-image, sans dévers de bâtiments. Un contrôle par GPS a permis de vérifier que la précision de positionnement en X,Y des pixels de celle-ci est de l'ordre du double de leur taille (16 cm). Une ortho-image se superpose directement aux plans géométraux et se prête bien à une structure pyramidale, où la résolution de chaque niveau s'optimise par rééchantillonnage proportionnel à une échelle prédéfinie. Mais, elle porte beaucoup moins d'information qu'un photomodèle, puisque d'un bâtiment cubique isolé, elle ne montre que sa face supérieure, contre cinq faces visibles de la maquette, dont quatre identifiables du sol. Cependant, on peut draper une ortho-image sur son MNS pour obtenir une visualisation en 3D, car le fruit des murs virtuels, propre au relief du MNS, favorise la pseudo-texturation des façades par étirement des pixels d'arêtes. Ceci a permis de mettre en place rapidement, fin 2003, une borne publique enchaînant des vols circulaires au-dessus des quartiers de Montpellier. Le cycle de présentation automatique peut être interrompu afin d'explorer la ville sous des inclinaisons et des zooms bridés, car de trop près ou de trop bas, le rendu des façades montre vite ses limites, et tous les arbres prennent l'allure de saules pleureurs (Figure 18). Ce type de représentation efficace de la volumétrie de l'espace urbain, végétation comprise, doit être réservé aux échelles moyennes. Un tel modèle plastique de la ville est exploité pour l'affichage en 3D aux niveaux Δ "Commune", "Quartier" et "Ilot" (Figure 19). Aux niveaux supérieurs, la combinaison d'une ortho-image ou d'une carte (d'Etat-major par exemple, cf. [cartographie Δ fin XIX^e](#)) avec un modèle numérique de terrain suffit à la visualisation en 3D.



Figure 19. Modèle plastique de l'Esplanade et de ses abords.

Optique cohérente

Loxoscope®, affichage stéréoscopique, modèle graphique 3D, photomodèle et ortho-images d'hiver, dérivent d'une même couverture aérienne, qui est calée sur le carroyage urbain exploité dans DELTA. Pour essayer de résumer de façon visuelle ce principe de réemploi, qui assure économie des opérations et cohérence des données, on adapte un puzzle connu (Figure 20). Dans le dodécagone s'inscrit le profil utile d'un module stéréoscopique ; les six pièces de cette figure se réagencent en un carré qui est occupé pour moitié par une épure de pyramide, vue du sol et en biais de 15°.

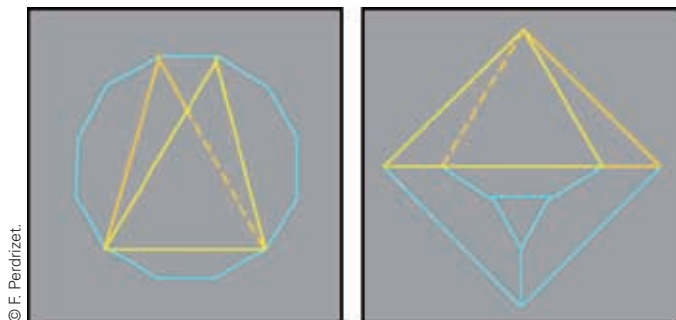


Figure 20. Perspectives et quadrature du dodécagone.

Conclusion

Depuis la Renaissance, se poursuit une recherche spécifique de représentation de l'espace urbain, qui suscite ou exploite les progrès de l'imagerie géographique en général. Elle a intégré notamment les avancées technologiques majeures de l'imprimerie, des instruments de mesure, de la photographie, de l'aéronautique, et du traitement numérique de l'information. Une vision en profondeur, à la fois globale et détaillée se manifeste dans les "portraits" de villes, nécessairement figés, qui préfigurent les panoramas actuels que l'on explore et fait varier à l'écran d'un ordinateur. Héritière d'une longue tradition de graphisme géométrique, la photogrammétrie fait prospérer, depuis plus d'un siècle, la notion féconde de perspective qui régit désormais la scène urbaine numérique, observable à distance, et sous tous les angles. Bien que virtuelle et animée, il s'agit, comme dans l'art pictural, de la représentation d'un espace naturellement tridimensionnel sur un support plan. Les illustrations de cet article donnent un aperçu de l'urbanisme et du patrimoine architectural de Montpellier, dont la cohérence et la richesse seront beaucoup mieux révélées par la consultation de DELTA. Dans le monde actuel, plus que jamais, la construction d'une ville et celle de son image sont en interaction directe. Dorénavant, la cité réelle se bâtit, sera gérée et sera (re)connue à l'aide de ses clones numériques. En définitive, les innovations qui viennent d'être présentées ici ont pour but de servir le projet urbain au moyen de perspectives partagées. ●

Contact

Franck PERDRIZET

Responsable du service municipal d'informations géographiques (SIG) de Montpellier
franck.perdrizet@ville-montpellier.fr

Remerciements

L'auteur témoigne sa reconnaissance à la Ville de Montpellier et à son maire, Madame Hélène Mandroux, pour la confiance et les moyens accordés depuis des années, afin de mettre l'innovation au cœur du développement du SIG municipal. Il adresse aussi ses remerciements à son équipe, qui œuvre quotidiennement à la mise en images de l'espace urbain et de sa périphérie. Pour leurs renseignements sur la partie historique du présent article, que soient enfin remerciés ici Christine Feuillas, responsable des archives municipales de Montpellier, Jean-Louis Vayssettes, chercheur à l'Inventaire Général, Région Languedoc-Roussillon, et Roland Jolivet, auteur d'ouvrages qui mettent en valeur un important fonds iconographique sur Montpellier et ses environs.

Bibliographie

- M. Kasser et Y. Egels**, "Photogrammétrie numérique" éd. Hermès, 2001.
K. Kraus et P. Waldhäusl, "Manuel de Photogrammétrie" traduction P. Grussenmeyer et O. Reis, éd. Hermès, 1997.
L. Lliboutry, "Sciences géométriques et télédétection" éd. Masson, 1992.
F. Perdrizet, "Méthode d'acquisition, d'organisation et d'exploitation des images texturant des bâtiments modélisés en 3D" Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection n°173/174, 2004.
G. Poivilliers, "La naissance de la photogrammétrie" Bulletin de la Société Française de Photogrammétrie n°2, 1961.
J.P. Saint Aubin, "Le relevé et la représentation de l'architecture" éd. L'Inventaire, 1992.

ABSTRACT

A city is generally too large, and its surroundings too flat, for it to be seen as a whole from the ground. The urban spatial perception usually tends to be reduced to a linear and incomplete view of channels that follow the street network. Since the Renaissance, visual perception has been considered as the most important of the senses, turning down narrative forms that appeal to imagination to depict urban spaces. Over the course of the last few centuries, urban representation has developed to reach the best compromise between synoptic information, geometric modelling and natural appearance, in order to provide a common support to decision-makers, researchers, technicians and ordinary visitors. Considering that an overall view can be obtained only from above, this article proposes a spatio-temporal fly-over of Montpellier, to follow the evolution of urban representational techniques, from the invention of the printing press to the recent innovations in digital imagery designed by the author, and developed in the department he runs.

Numérisation 3D et déroulé photographique des 134 colonnes de la Grande Salle Hypostyle de Karnak

■ Laure CHANDELIER - Bertrand CHAZALY - Yves EGELS - Emmanuel LAROZE - Daniel SCHELSTRAETE

MOTS-CLÉS

Scanner laser 3D, relevé 3D, modèle 3D maillé, lasergrammétrie, photogrammétrie, orthophotographie, relevé épigraphique, Egypte Antique.

Les décors pariétaux des colonnes monumentales de la Grande Salle Hypostyle du temple de Karnak résistent depuis toujours à la représentation graphique qui permettrait de les apprécier dans leur ensemble. Clichés photographiques, parties de relevé, dessins etc. : ces techniques ne permettent généralement de saisir qu'une partie du décor. Or pour les chercheurs, une représentation globale des décors est souvent une base indispensable pour mener une étude épigraphique ou archéologique. En Egypte, où les décors couvrent l'ensemble des parois des temples, la problématique du relevé est particulièrement intéressante. Ainsi, malgré leur renommée, les décors des 134 colonnes n'ont jamais pu être relevés ni représentés dans leur globalité. La difficulté réside d'abord dans la géométrie des colonnes qui est un support non planaire. Un ambitieux programme de relevé a été initié, mettant en œuvre des techniques de pointe fondées sur la photogrammétrie et le scannage laser 3D. Ce projet doit produire une documentation inédite : le déroulé ortho-photographique des décors pariétaux des 134 gigantesques colonnes, ainsi que des coupes architecturales sur la grande salle. Pour mener à bien ce défi technique, une recherche approfondie sur les outils et les méthodologies de relevés a été menée entre différents partenaires. Le Centre National de la Recherche Scientifique, l'Ecole Nationale des Sciences Géographiques et la société ATM3D spécialisée en lasergrammétrie, collaborent sur ce programme, sous la tutelle du Centre Franco-Égyptien d'Étude des Temples de Karnak et avec le soutien financier de la Fondation Simone et Cino del Duca¹. Au-delà des questions de représentation graphique, l'enjeu était aussi la mise au point d'une procédure d'intervention visant à optimiser au maximum l'opération, compte tenu du nombre de colonnes, de la fréquentation touristique du site et du temps imparti pour réaliser les travaux.

Le contexte

La salle hypostyle de Karnak se situe entre le II^e et le III^e pylônes construits respectivement par Horemheb (-1323 à -1295) et Amenhotep III (-1391 à -1353). Dans ce vaste espace d'environ un demi hectare, se dressent 122 colonnes de part et d'autre de l'allée centrale composée de douze grandes colonnes papyri-formes à chapiteau ouvert. Cette forêt de colonnes évoquant un fourré de papyrus succède à la grande cour et forme une sorte d'antichambre au temple proprement dit : l'Ipet-Sout. Il semble que la construction ait été entreprise en plusieurs étapes ; les douze colonnes de la nef centrale pourraient avoir été dressées par Horemheb pour former une sorte de colonnade d'entrée comme celle du temple de Louqsor. Les autres, disposées au nord et au sud de cette nef auraient été construites plus tard par Séthi I^{er} (-1291 à -1278). La décoration a été réalisée au cours de trois règnes.

Séthi I^{er} n'a décoré que les colonnes de la moitié Nord de la salle alors que Ramsès II (-1278 à -1213) et Ramsès IV (-1153 à -1146) sont intervenus sur toutes les colonnes, ce dernier, spécifiquement sur

certaines au sud-ouest et trois dans l'angle sud-est. Chaque colonne représente une, deux ou plusieurs scènes gravées qui comportent elles-mêmes une, deux ou plusieurs divinités².



La salle hypostyle de Karnak succède à la grande cour et forme une antichambre au temple proprement dit.

► L'histoire

Au sein même de l'équipe du CFEETK, le photographe Antoine Chéné (CNRS), a mis au point et breveté un système ingénieux pour photographier "en développée" les décors des vases : la périphotographie³. Le principe consiste à faire tourner le vase devant un appareil photographique qui reste fixe, obturateur ouvert et dont le film se déroule simultanément avec le mouvement de rotation du vase. Grâce à ce système de prise de vue, on obtient un cliché photographique avec une représentation déroulée du décor. Pour photographier en déroulé des supports cylindriques de plus grande dimension telle que celles des colonnes ou des bornes milliaires, Antoine Chéné développa un autre système : le périgyrophot, une variante du système précédent. L'objet ne pouvant pas subir de rotation, c'est l'appareil photographique lui-même, monté sur un rail circulaire, qui tourne autour de la colonne. Les prises de vues se faisant dans l'obscurité, le projecteur tournant en même temps que l'appareil photo permet d'obtenir un éclairage homogène de la surface de la colonne.

C'est dans le cadre du projet documentaire des parois de la salle hypostyle que l'usage du périgyrophot a été envisagé puisqu'il était le seul moyen technique de l'époque, capable de photographier sur un cliché l'ensemble du décor des colonnes.

Toutefois, deux problèmes se sont posés pour l'emploi de cette solution mécanique :

- La forme et les dimensions extrêmes des colonnes qui, de 2 à 3,5 mètres de diamètre et de 13 à 20 mètres de haut, demandaient une adaptabilité du système et la mise en place d'un échafaudage impressionnant.
- Si radialement, le déroulé pouvait convenir, verticalement, la projection géométrique restait une projection centrale et ne correspondait pas à une projection cartographique exacte, surtout si l'objet présentait un relief irrégulier comme c'est le cas des colonnes.

Finalement, face à la lourdeur des moyens à mettre en place et dans



Etat de la documentation du CFEETK sur la salle hypostyle. En vert, les zones traitées, en rouge celles restant à publier.

l'attente d'une nouvelle solution technologique, la documentation photographique s'est concentrée dans un premier temps sur l'ensemble des parois de la salle⁴.

Parallèlement, dès le début des années 80, Yves Egels avait réalisé au sein de l'IGN une projection de mercator d'une coupole peinte de Saint-Aignan sur Cher, avec un orthoprojecteur OR1 de Wild, puis le déroulé conique de la chemise du donjon du Louvre pendant les fouilles préparatoires de la pyramide de Pei, et le déroulé intérieur et extérieur de la tour de Pise, dans les années 1990.

La solution réside aujourd'hui dans une approche totalement numérique.

Depuis plus de 10 ans, sont développés des programmes informatiques qui, à partir d'une série de prises de vues et des mesures topographiques, aboutissent à la génération d'une image numérique déroulée d'un objet de révolution (colonnes, tours, dômes)⁵.

Cette solution informatique a l'avantage d'être applicable à n'importe quel objet, pourvu qu'il soit de révolution. Elle a par exemple été utilisée en 2000 pour restituer au 1:50^e toutes les élévations intérieures des tours cylindriques du château de Blandy-les-Tours en Seine-et-Marne, dont le donjon mesure 8 m de diamètre et de 30 m de haut⁶.

Plus récemment Elise Meyer⁷ s'est intéressée au sujet en consacrant son

mémoire de fin d'études sur la problématique de représentation d'un décor appliqué sur des surfaces non planes⁸.

Dans notre cas, la solution optimum pour produire une représentation déroulée des décors fut établie grâce à un couplage de la technique du scannage 3D à une couverture photographique. D'un point de vue technique, la procédure élaborée requiert l'association de deux types de données : un modèle numérique 3D de la salle – c'est-à-dire une représentation de la géométrie du support des décors – et une couverture complète d'images photogrammétriques. La mise en place d'un réseau topographique très précis est également indispensable pour permettre de géoréférencer et donc d'unifier l'ensemble de ces données. Les capteurs et les techniques d'acquisition étant différents l'opération s'est déroulée en deux étapes : une première campagne organisée en novembre 2007 fut consacrée à la numérisation 3D tandis que la seconde qui s'est déroulée six mois plus tard s'est intéressée aux prises de vues photogrammétriques.

Numérisation 3D géométrique

La numérisation 3D ou lasergrammétrie est une science ou une technique en plein essor qui exploite la technologie des scanners laser 3D (mesure laser haute densité, sans contact et longue portée). Un scanner 3D lève plusieurs



Le scanner Riegl LMS Z 390 dans la salle hypostyle.



Caractéristiques du scanner Riegl LMS Z 390 utilisé

- Portée mini 1 m
- Portée maxi 300 m à 400m
- Précision sur 1 point (1 sigma): 6 mm
- Précision par compensation : 2 mm
- Champ horizontal: 360°
- Champ vertical : 80°
- Système d'inclinaison calibré permettant de basculer la tête de -90° à +90° au pas de 5°
- Résolution angulaire maxi : 0.0025° (soit un point tous les 4 mm à 100 m)
- Vitesse d'acquisition : de 6500 à 10 000 points à la seconde
- Information enregistrée pour chaque point acquis : coordonnées XYZ, intensité de réflexion
- Capteur laser de classe I

Extrait du nuage de points 3D acquis dans la salle hypostyle.

millions de points en trois dimensions en quelques minutes. Le principe consiste à enregistrer en 3D tout ce qui est perceptible dans le champ de vision de l'appareil, généralement sur 360°. Les points 3D peuvent être tellement denses que l'on parle de nuage de points.

Le paramètre de base étant la résolution angulaire de l'appareil, la densité des points mesurés à la surface de l'objet à numériser varie beaucoup selon la distance et l'orientation de chaque élément de surface de l'objet. Si le scanner n'est pas face à l'objet et si la surface est irrégulière, la densité ne sera pas homogène et des masques vont apparaître. C'est systématiquement le cas. Pour compenser ce problème, il faut multiplier les positions de numérisation autour de l'objet, pour assurer la couverture la plus dense et la plus homogène possible.

Si la lasergrammétrie est devenue aujourd'hui performante, le contexte de la salle hypostyle de Karnak était très contraignant. Les espaces entre les colonnes sont en effet si étroits qu'ils empêchent l'installation convenable des capteurs. Ce manque de recul associé à l'effet de masque des 134 colonnes qu'il faut contourner a contraint à multiplier les stations de scannage. A ces difficultés s'est également ajoutée l'obligation d'œuvrer sans perturber les circulations quotidiennes des milliers de visiteurs.

C'est donc après une longue période de réflexion que la stratégie d'inter-

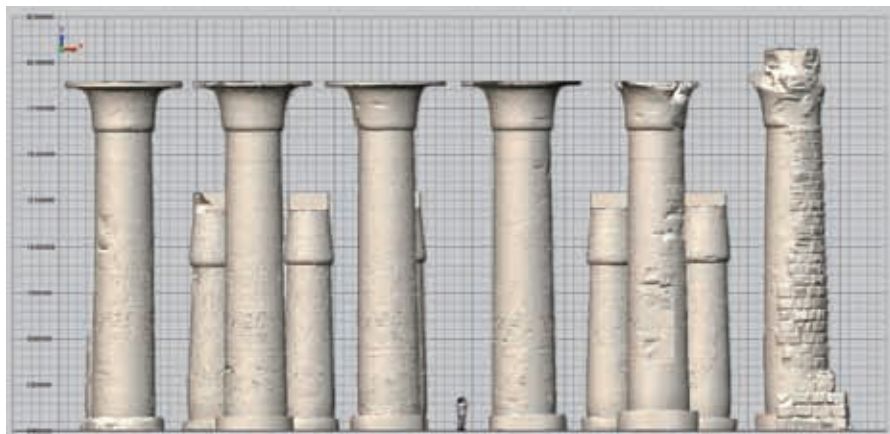
vention fut établie dont les objectifs visaient essentiellement à optimiser le nombre de stations de l'appareil, tout en garantissant une densité suffisante et un recouvrement convenable des mesures. Au total, ce sont près de 300 stations de scan qui ont été réalisées. Pour chaque station, une acquisition tête droite et deux acquisitions tête inclinée à + et -50° a permis l'enregistrement d'un nuage totalement sphérique de 3.8 millions de points. Afin de couvrir l'ensemble de la salle à raison d'un point tous les 5 mm en moyenne, ce sont près d'un milliard de points qui ont été enregistrés.

Brut d'acquisition, ce nuage topographique flotte dans l'espace. C'est pourquoi, le scanner doit également numériser finement des repères disposés sur et autour de l'objet et dont on aura préalablement déterminé les coordonnées par un levé

tachéométrique de précision pour que les données soient transformées dans un système connu de coordonnées.

Afin d'éliminer l'erreur de positionnement relative entre les positions de scan, une consolidation a ensuite été opérée à l'aide du logiciel Polyworks d'Innovmetrics, appuyée sur une position de référence réalisée au centre de la salle (algorithme ICP, Iterative Closest Point).

Le traitement de ces données 3D a permis de réaliser pour chaque colonne un modèle numérique 3D précis dont la modélisation s'appuie sur la reconstitution la plus fine possible de la surface de la colonne. La mesure issue d'un scanner est discrète et non continue, c'est-à-dire que l'espace entre chaque point mesuré reste vide. Pour les combler, des solutions informatiques ont été développées au service de cette technologie en



Les modèles 3D maillés des colonnes au nord de la travée centrale.

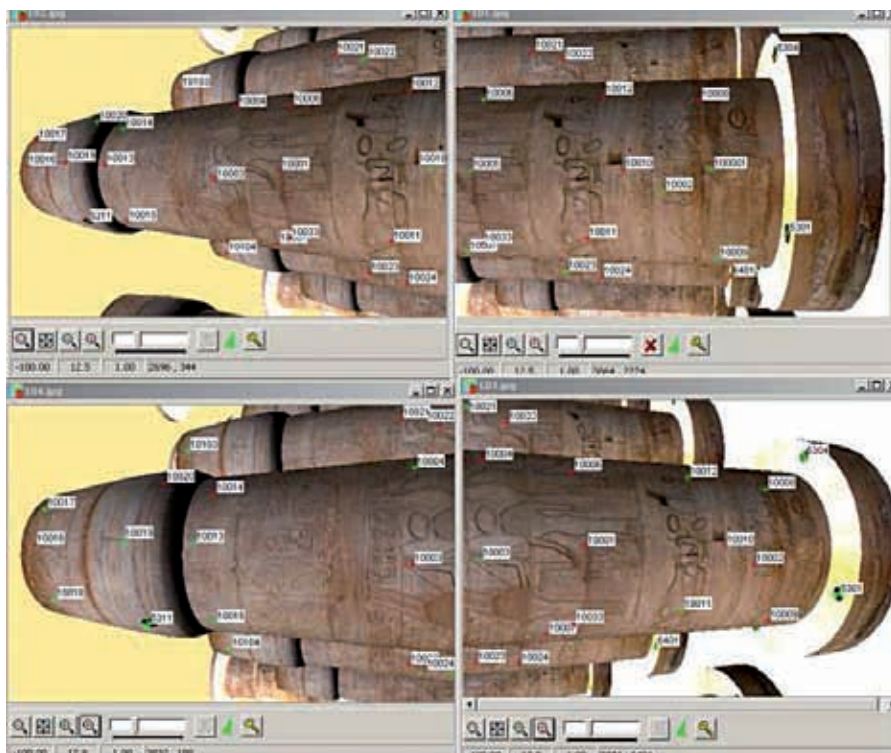


reliant les points du nuage par des triangles. Cette opération permet d'obtenir un modèle maillé triangulé qui constitue une véritable archive 3D. Bien entendu, la qualité de ce modèle dépend directement de la densité et de l'homogénéité du nuage de points sur la totalité de l'objet scanné. Sur la base de cette archive numérique il est possible d'extraire toutes les informations géométriques possibles dont par exemple : l'orientation exacte de l'axe de chaque colonne, le volume précis et par conséquent le poids de chacune, la surface des zones décorées, etc...

La campagne de relevé photogrammétrique

L'information acquise par un scanner, aussi précise soit-elle, reste exclusivement géométrique. Or toutes les géométries ne se distinguent pas seulement par leur relief mais aussi parfois par leur couleur. Ce problème, récurrent en archéologie et en architecture, s'est posé dans notre cas avec les motifs peints des décors pariétaux des colonnes. Pour répondre à cette problématique, les scanners 3D sont donc fréquemment couplés à des chambres de prises de vues photogrammétriques dont la calibration permet de lier géométriquement chaque pixel d'une photographie numérique aux points 3D acquis dans le même temps. Cependant, dans le cas de la salle hypostyle, les prises de vues photographiques acquises depuis les scanners ne permettent pas d'obtenir des résultats satisfaisants. Il s'agit d'une question de résolution des images et surtout d'incidence des rayons perspectifs des prises de vues. Pour obtenir une couverture photographique exploitable, il fallait optimiser la prise de vues en vis-à-vis qui garantisse une résolution suffisamment fine pour enregistrer les détails.

C'est donc lors d'une seconde campagne que l'acquisition photographique a été entreprise⁹ en collaboration avec une équipe de huit étudiants de l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Géographiques (ENSG-IGN), dirigée par Yves Egels, Daniel Schelstraete et Laure Chandelier.



Test d'aérotriangulation sur images de synthèse calculées sous POV-Ray.

Avant toute chose, les enseignants du DIAS (Département d'Imagerie Aérienne et Spatiale de l'ENSG) ont défini la méthodologie à suivre pour mener à bien le relevé. Les élèves géomètres ont été impliqués dans cette phase de préparation. Ce travail était indispensable car de nombreuses questions étaient en suspens.

Comment réaliser la prise de vue en respectant les contraintes de la photogrammétrie, de résolution image (2-3 mm) et le temps disponible (4 semaines de travail sur place), entre

134 colonnes monumentales (13 m de haut pour la plupart, 20 m pour les 12 colonnes de l'allée centrale) espacées de seulement 2 m en moyenne ?

Une étude poussée a été entreprise afin de déterminer les paramètres à retenir avant la mission : configuration de la prise de vue (nombre de stations autour de la colonne, de photos sur une verticale), choix de l'appareil photo, nombre et localisation des points d'appui. Le but était d'obtenir une précision de l'ordre de 1 à 2 pixels correspondant à la résolution terrain de 2 à 3 mm.

Une configuration jugée optimale a été définie "sur le papier" en fonction de la géométrie de la salle et des différents appareils photos envisageables. Pour couvrir entièrement la hauteur des colonnes, il a fallu placer respectivement à 2 et 8 m de hauteur (base de la prise de vue), 2 x 2 appareils photographiques orientés vers le haut et le bas afin d'obtenir un angle de champ suffisant. L'intégralité de la colonne est acquise en tournant autour selon 8 positions.

Des simulations informatiques ont été réalisées à la fois pour valider cette configuration et définir le réseau de points d'appui : la salle a été dessinée schématiquement (toutes les colonnes





sont identiques !) sous Moray, logiciel de modélisation de données en 3D pour POV-Ray. POV-Ray, quant à lui, a permis de simuler des prises de vues photo par des techniques de "lancer de rayon". Pour s'approcher de la réalité, les colonnes virtuelles ont été texturées avec un échantillon des décors d'une des colonnes. Quatre points d'appui à la base de chaque colonne ont été ajoutés ainsi que des points de contrôle sur le haut des colonnes.

Une aérotriangulation de ces 32 images de synthèse a ensuite été effectuée avec le logiciel Comp3D pour vérifier la robustesse de la configuration de prise de vue envisagée, en assurant au sommet des colonnes une précision équivalente au bruit du scanner laser (moins de 5 mm). Les mesures de points de liaison avaient été faites manuellement, ce qui a permis d'estimer la durée de cette opération, environ une journée par colonne, avec un risque d'erreurs assez élevé en raison de la répétitivité des hiéroglyphes couvrant les colonnes. Cela a mis en évidence la nécessité d'automatiser autant que possible cette phase cruciale. Mais les tests de faisabilité et de précision ne pouvaient pas être menés sur les images de synthèse, dont la radiométrie et la résolution n'étaient pas assez représentatives de la réalité du terrain.

Ces différents tests ont permis de valider le nombre et la position des photos et des points d'appui. Au final, 32 photos étaient donc nécessaires pour couvrir chaque colonne : 4 photos sur 8 positions "verticales". Il a par ailleurs été confirmé que quatre points d'appui sur les bases de chaque colonne sont suffisants pour effectuer le calage des images dans le système du laser.

Il est apparu indispensable de réaliser simultanément les 4 photos verticales pour accélérer au maximum l'acquisition photographique.

Le choix des appareils photo à utiliser a été un compromis entre les différentes contraintes, opérationnelles autant que photographiques. La simulation avait montré que 10 mégapixels avec une focale équivalente de 35 mm convenaient. Pour des raisons pratiques, il

fallait utiliser quatre appareils identiques, qu'il fallait pouvoir commander et contrôler (cadrage, ombres et contre-jours, qualité radiométrique, visibilité des cibles) à partir d'un PC.

Le choix s'est porté sur du matériel Canon G9 non réflex, acquis par ATM3D, d'un poids raisonnable pour être manipulé sur une perche de 8 mètres. Ils ont pu être pilotés par ordinateur à distance avec le logiciel "PSRemoteMulti100" de Breeze qui offre toutes les possibilités de réglages, de prévisualisation des images, et qui permet de nommer efficacement les images acquises. Une déconvenue, malheureusement, avec le matériel choisi : l'incompatibilité de la télécommande avec l'enregistrement des images en format brut, et un lissage de débruitage trop violent des images JPEG, qui pénalise les traitements photogrammétriques automatiques. Les quatre Canon G9 ont été étalonnés géométriquement à l'ENSG avant la mission terrain. Et, par sécurité, un polygone d'étalonnage a été mis en place au CFEETK, ce qui a permis de plus d'étalonner plusieurs appareils du centre, et de former plusieurs archéologues du site et d'Alexandrie à la prise de vues et aux traitements photogrammétriques simples, par suite appliqués sur d'autres monuments (Temple d'Opet).

Il restait à confronter la théorie à la pratique : Huit élèves¹⁰ et trois enseignants du DIAS se sont envolés pour l'Égypte le 26 avril 2008. Cette équipe a été renforcée par deux ingénieurs d'ATM3D¹¹ et par des membres du CFEETK¹². Ensemble, il a fallu faire preuve d'ingéniosité et de sens pratique pour construire le mât de 8 m de haut qui supporterait les quatre appareils photos reliés à un ordinateur portable. Ce mât devait être facilement déplaçable dans les allées de la salle hypostyle.

Au total, pendant les quatre semaines de mission, environ 1 000 stations photos ont été effectuées et complétées par des prises de vues spécifiques pour les cas particuliers (colonnes du bord de la salle, pour lesquelles il n'y a pas de recul suffisant et grandes colonnes de l'allée centrale). Les qualités d'organisation des élèves ont été mises à rude



Le mât de prise de vue accueille 4 appareils photos numériques pilotés au sol par un ordinateur portable.

épreuve : entre les facéties des touristes et l'éclairage du soleil à gérer, une organisation rigoureuse était indispensable. Afin d'obtenir des photos ayant un éclairage le plus constant possible, il a été décidé d'effectuer la totalité des prises de vues lorsque la zone d'intérêt de la colonne est à l'ombre.

Le nombre final d'images s'élève à environ 4 400. Un important travail de vérification de ces photos a été réalisé sur place afin de s'assurer de leur bonne qualité radiométrique et de leur exhaustivité. Les élèves ont donc été sensibilisés aux notions de qualité géométrique et radiométrique des photos.

Parallèlement, pour permettre le géoréférencement des images, des cibles de 5 cm de diamètre (visibles sur les photos), avaient été collées sur la base des colonnes. Chaque point de calage a été déterminé par topométrie à partir de plusieurs stations avec des tachéomètres. Le logiciel de compensation Comp3D a été utilisé pour calculer leur position à une précision millimétrique. Enfin, une base de données de ces points a été constituée afin de documenter et pérenniser ce travail.





Extrait de la base de données photographiques.

Un traitement monumental !

Reste à exploiter cette montagne de pixels... Pour l'ENSG, cela signifie en premier lieu la détermination du géoréférencement des images dans le système du modèle 3D laser acquis par ATM3D.

Pendant la mission, les élèves ont entamé le calcul des aérotriangulations (il y en aura 134...). Réalisé manuellement, ce travail est long et fastidieux et doit impérativement être réduit (la simulation avait montré que cette phase devait mobiliser plus de 6 mois un opérateur à plein temps...).

Des développements ont donc été entrepris sur place pour automatiser au maximum ce processus. Les méthodes traditionnelles de corrélation étaient ici inefficaces, car toutes les images sont assez fortement convergentes (environ 45° d'une station à la suivante, et la plupart des points sont visibles sur 3 images de chaque station et sur 3 stations successives). On a donc opté pour des techniques modernes de traitement d'images et notamment sur la mise en correspondance d'images avec SIFT¹³ (Scale Invariant Feature Transform), qui est bien adaptée aux images présentant de grandes variations d'échelle et de rotation. Cette phase, utilisant un algorithme programmé dans le processeur de la carte graphique (implémentation SiftGPU¹⁴), ne prend que 3 à 4 secondes par image.

L'appariement des points d'intérêt a été développé spécifiquement sur place, en tenant compte de la géométrie parti-

culière et répétitive de la prise de vues, la caractéristique principale étant la recherche directe de points de multiplicité maximale, en ajoutant les contraintes photogrammétriques données par la connaissance approchée des stations et des colonnes. Cette phase, assez combinatoire mais entièrement automatique, consomme environ une heure de temps processeur. Elle fournit environ 4 000 points de liaison par colonne, vus en moyenne sur 3 images ; le taux de faux appariement atteint souvent 30 %, et parfois 50 %, cela étant dû aux fortes ressemblances entre les décors des diverses colonnes. Comp3D, logiciel de compensation multicapteurs (topo, scanner, photogrammétrie) a été aménagé de façon à rendre la détection et l'élimination de ces faux appariements entièrement automatiques.

Reste à réaliser manuellement la mesure des quelques points d'appui visibles sur chaque image. Les écarts-types obtenus sont proches de 1 pixel, c'est-à-dire 3 mm sur la colonne cible.

Les enseignants du DIAS ont finalisé la chaîne de traitement qui a été transmise à ATM3D pour le calcul complet des aérotriangulations.

Cette étape est achevée. Elle précède une nouvelle phase, le plaquage des images photogrammétriques sur les modèles 3D, qui aboutit à la réalisation du résultat définitif : les déroulés photographiques haute résolution des colonnes.

Cette nouvelle phase est en cours de traitement et devrait aboutir à la fin de l'année 2009. Ce plaquage des images,

réalisé mathématiquement par méthodes photogrammétriques, est la clef qui ouvre la porte à la représentation graphique globale, complète et détaillée des décors des colonnes. Pour chaque photographie, elle prend en compte les déformations dues à la perspective, les imperfections de l'objectif utilisé, le relief de l'objet lui-même et sa forme cylindrique.

Le processus mis en œuvre au final utilise les mêmes transformations mathématiques qui sont utilisées pour générer un planisphère. La projection est ici cylindrique. La détermination de l'emplacement exact dans un système de coordonnées cylindrique de chaque « pixel » des photographies permet de dérouler numériquement chaque colonne de manière à la mettre à plat, en 2D. Le document technique issu de ce processus offre aux épigraphistes une représentation globale et détaillée de l'ensemble des décors.

Conclusion

Le traitement des données en cours ne s'achèvera pas complètement d'ici la fin de l'année.

Un atlas présentant un déroulé orthophotographique des décors de chaque colonne et une cartographie complète de la salle seront réalisés dans la perspective d'une publication. Sur la base de cette documentation inédite, l'étude épigraphique sera conduite par les docteurs Peter Brand et Jean Revez professeur d'histoire à l'UQAM (Université de Québec à Montréal) et membre du GRCAO,



Vue en élévation et déroulé orthophotographique de la colonne 2n (travée centrale, côté nord).

tous deux en charge des travaux scientifiques de la salle.

Par ailleurs, il est envisagé de diffuser les résultats de ce programme à un public plus large, sous la forme d'une interface interactive (DVD, site Internet...) afin que chacun puisse facilement étudier ou contempler cette magnifique œuvre architecturale. A partir de la documentation numérique produite, il sera en effet possible de réaliser le chemin inverse, c'est-à-dire d'enrouler chaque image numérique haute résolution pour la draper sur le modèle 3D de la colonne correspondante. Le modèle numérique texturé complet de la salle est donc parfaitement envisageable. Il sera ainsi possible, nous l'espérons, de naviguer virtuellement dans la salle hypostyle. ●

Contacts

Laure CHANDELIER (IGN/ENSG)

Bertrand CHAZALY (ATM3D)

Yves EGELS (IGN/ENSG)

Emmanuel LAROZE (UMR8152 CNRS)

Daniel SCHELSTRAETE (IGN/ENSG)

Liens

www.cfeetk.cnrs.fr

www.ensg.ign.fr

www.atm3d.com

<http://history.memphis.edu/hypostyle/>

www.grcao.umontreal.ca/

Références

- (1) Ce prix, sans lequel ce programme n'aurait pu aboutir, a été décerné au CFEETK par l'Institut de France. Une note d'information relative aux premiers résultats des travaux a été présentée à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres le 15 mai 2009. Bertrand Chazaly et Emmanuel Laroze "Relevés des colonnes de la grande salle hypostyle de Karnak", CRAIBL, à paraître.
- (2) **Louis - A. Christophe 1954**, *Les divinités des colonnes de la grande salle hypostyle et leurs épithètes*, IFAO, le Caire, p. 1-5.
- (3) **A. Chéné**, *Une nouvelle méthode pour photographier les inscriptions sur support cylindrique : le périgyrophot*, Bulletin de l'Ecole Antique de Nîmes n°20, Nîmes, 1990, pp. 113-118.
- (4) **Arnaudès A., Chéné A.**, *Les parois de la salle hypostyle de Karnak*, Études égyptologiques 2, Éditions Cybèle, Paris, 2003. (DVD compatible Mac OSX/PC, UNIX/LINUX).
- (5) **Karras G.E., Patias P., Petsa E., Ketipis K.**, 1997. *Raster projection and development of curved surfaces*. International Archives of Photogrammetry & Remote Sensing, 32(5C18), pp. 179-185.
- (6) **Chazaly B.**, 2001. *Cylindrical orthophotography. Complete coverage of inside/outside cylindrical surfaces such as castle towers*, Proc. XVIIIth international symposium of CIPA, Potsdam.
- (7) **Elise Meyer**, *la photogrammétrie pour le relevé épigraphique des colonnes de la salle hypostyle du temple de Karnak*, revue XYZ, n°102, 1^{er} trimestre 2005
- (8) **Meyer, E., Parisel, C., Grussenmeyer, P., Revez, J., Tifadi, T.**, 2006. *A computerized solution for the epigraphic survey in*

Le chantier en résumé

- 264 positions de scan laser 3D réalisées en 3 semaines
- 3.8 millions de points par position
- Précision des mesures 3D après consolidation : 6mm
- 4400 prises de vues numériques enregistrées en 4 semaines
- 12 millions de pixels par image
- Résolution à la surface des colonnes : 2mm
- 133 Déroulés cylindriques centré sur l'axe moyen du tronc principal de chaque colonne
- Résolution des déroulés ortho : 3mm

Egyptian Temples. In, Journal of Archaeological Science, Volume 33, Issue 11, November 2006, Pages 1605-1616.

- (9) **G. Véron**, *134 colonnes à la une*, Le journal du CNRS, n° 231, avril 2009, pp. 28-30 ; Anonyme, "L'ENSG au temple du soleil", IGN Magazine 49, 2008, pp. 16-17.
- (10) **Sylvain Audel, Julie Cheikbossian, Stéphane Coetmeur, Basile Jouan, Jeremy Maillard, Cédric Melet, Nicolas Pourre et David Bourdon**.
- (11) **Bertrand Chazaly et Yvan Robin**.
- (12) *Topographes* : Antoine Marmousez et Louis Elia ; photographes : Jean-François Gout, Clément Apffel et Lucie Morillon.
- (13) **Lowe, David G.**, 1999. *Object recognition from local scale-invariant features*. Proceedings of the International Conference on Computer Vision. 2. pp. 1150-1157
- (14) **Changchang Wu**, University of North Carolina at Chapel Hill, <http://cs.unc.edu/~ccwu>.

Photos : © CFEETK, ATM3D et l'ENSG

ABSTRACT

The Temple of Karnak is one of the largest Temple in the World. The Great Hypostyle Hall contains 134 papyrus columns, each column is between 13 and 20 m in height and 3.5 m in diameter. The hieroglyphic engravings of the columns still had to be study. 3D laser scanning and photogrammetric surveys, undertaken in November 2007 by a french team have already produced a complete coverage of the columns with accurate 3D models and high resolution stereo photography. Using cylindrical projection, the data will soon lead to the production of an accurate unrolled true color image of each column.

Scannerisation laser et photogrammétrie : deux techniques complémentaires pour l'étude des risques naturels par télédétection rapprochée en haute montagne

■ Thierry VILLEMIN

MOTS-CLÉS

Risque naturel, paroi rocheuse, montagne, télédétection

Le besoin d'études structurales quantitatives pour améliorer la connaissance et la prévision des risques naturels en montagne fait maintenant appel aux techniques modernes

de photogrammétrie numérique et de scannerisation laser. Prises individuellement ces deux techniques présentent des inconvénients qui font qu'elles sont encore peu utilisées par les géologues. C'est la combinaison des deux types d'informations, images de qualité photogrammétrique et nuages de points, qui pourrait permettre de généraliser l'utilisation de ces données nouvelles, notamment au travers du concept d'image "solide".

Les risques naturels en montagne sont de différente nature mais la plupart ont un mécanisme et un moteur en commun : sur des pentes fortes à escarpées des masses de différente nature (neige, glace, roche, boue) se trouvent à un instant déstabilisées et mises en mouvement. Une fois mises en mouvement et détachées de leur support ces masses acquièrent une vitesse croissante lors d'une phase d'écoulement le long de la pente sous-jacente. L'énergie ainsi acquise lors de cette propagation peut être considérable et provoquer d'importants dégâts matériels et humains. De ce fait, même la chute de petits volumes (e.g. une pierre de l'ordre du dm^3) peut avoir des conséquences catastrophiques lorsqu'ils impactent le mauvais endroit (le pare-brise d'une voiture circulant sur une route de montagne, par exemple).

Cet article s'intéresse principalement aux chutes de masses rocheuses et aux stratégies d'étude qui permettent de réduire les conséquences de ces aléas. Celles-ci ont été définies par le passé aux travers de différents guides à l'usage des bureaux d'études spécialisés (e.g. [Rouiller et al., 1998 ; LCPC, 2000, 2001, 2004]). Les études faites dans ce domaine reposent à la base sur des reconnaissances sommaires ou approfondies des compartiments rocheux susceptibles de poser problème. Il s'agit notamment, pour le géologue, d'identifier dans un massif rocheux les principales discontinuités préexistantes, d'en qualifier leur nature (strati-

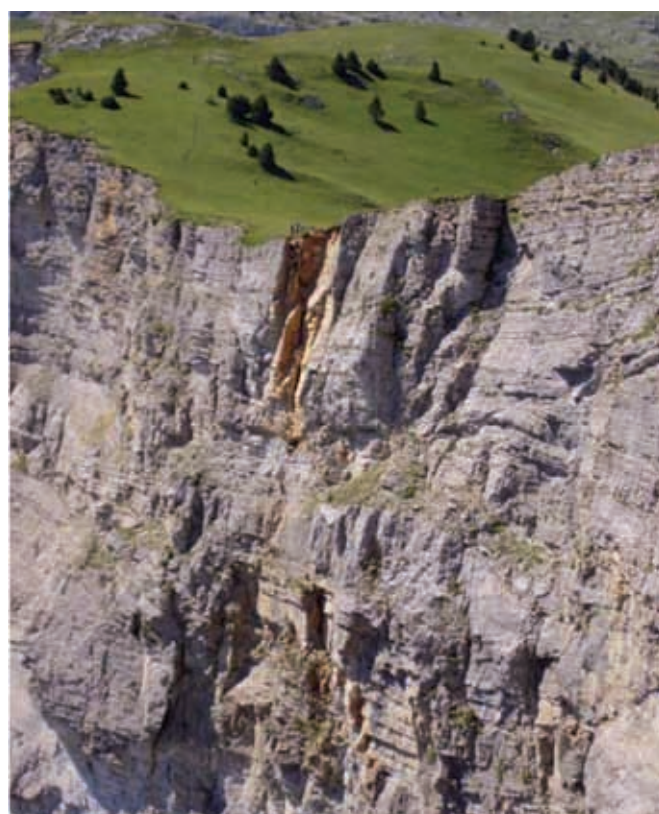


Figure 1 : Exemple typique de site d'étude complexe : le rebord du plateau du Vercors, ici au niveau de Chamousset (SE Vercors). La falaise fait plusieurs centaines de mètres de hauteur et des écaïlles s'en détachent régulièrement. L'inspection directe de tels sites est très difficile et nécessite d'avoir recours à des techniques de télédétection rapprochées.

fication, fracture, schistosité) et d'en quantifier les principaux paramètres (orientation moyenne, espacement, rugosité...). Dans certains cas, les études détaillées vont jusqu'à une cartographie de ces discontinuités dans la paroi et l'élaboration de modèles 3D des volumes instables. Toutes ces données servent de base à des calculs mécaniques qui tentent d'estimer soit un coefficient de sécurité (bilan entre forces résistantes et motrices), soit une probabilité de rupture. Les données géométriques issues des études géologiques sont essentielles dans ces estimations dont découlent l'évaluation du risque et l'adoption de stratégies qui visent à sa réduction.

Intérêt des méthodes de morphologie numérique

Du fait de l'escarpement des sites (Figure 1), ces études géologiques sont cependant difficiles à mener pour deux raisons principales :

(1) la difficulté, voire l'impossibilité matérielle d'un accès direct : dans la plupart des cas l'observateur en est réduit à une descente sur corde, sans possibilité de prendre du recul ni même d'opérer des déplacements latéraux sur la paroi ;

(2) la dangerosité liée aux menaces permanentes de chutes de blocs exposant les géologues à des risques d'accident aujourd'hui difficilement acceptables. Le géologue est donc restreint dans ses approches de terrain traditionnelles et doit s'orienter vers les techniques d'approches déportées (observations à la jumelle, examen monoscopique ou stéréoscopique de photographies, inspection rapide par survol hélicoptère...) qui sont restées jusqu'à présent essentiellement qualitatives.

Les progrès technologiques réalisés récemment dans les domaines de l'imagerie numérique et du positionnement spatial ont fait apparaître de nouvelles démarches pouvant être utilisées dans le cas particulier de l'analyse structurale des parois rocheuses. La morphologie numérique regroupe aujourd'hui un ensemble de techniques permettant de caractériser et modéliser la forme d'objets comme dans le cas qui nous intéresse, celle des parois rocheuses. Ces techniques reposent sur deux types de données :

- des images numériques, stéréoscopiques ou non, mais dont on connaît les caractéristiques géométriques qui s'y rattachent (position du centre de perspective, orientation de la vue, longueur focale et distorsions éventuelles résultant des optiques)
- des scannerisations laser opérées en terrestre par rotation depuis un point fixe ou en aéroportée par balayage. Cette scannerisation aboutit à la connaissance 3D de plusieurs millions de points constitutifs des escarpements.

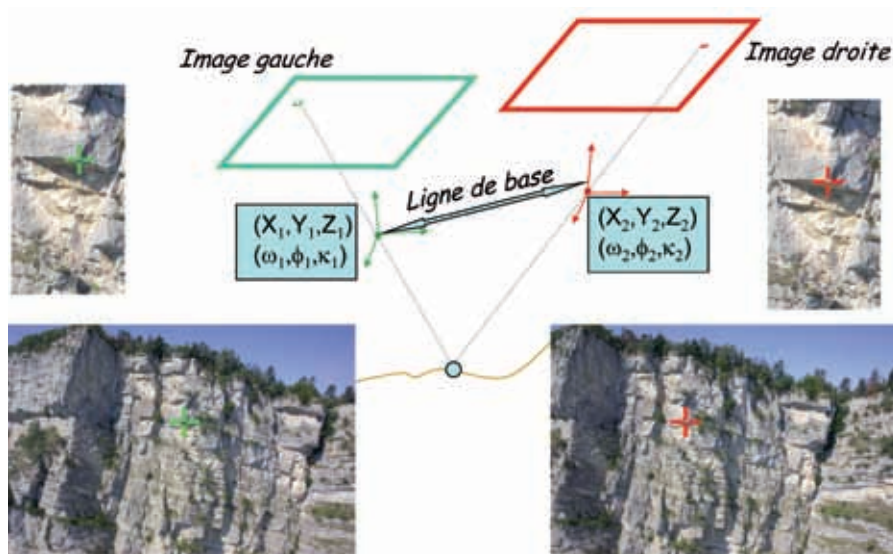


Figure 2 : Principe de base de l'approche photogrammétrique stéréoscopique : sur un couple de deux images orientées des détails homologues sont identifiés sur les deux images et permettent de restituer la position terrain à partir du recoupement des deux perspectives.

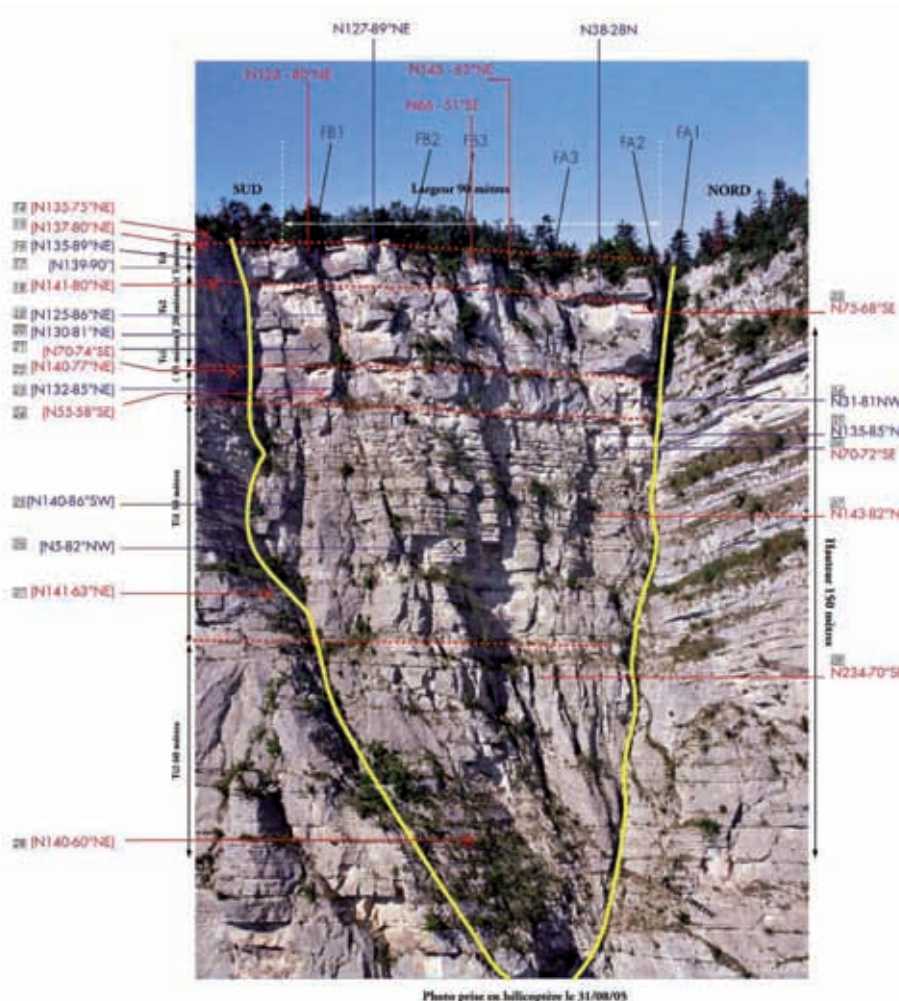


Figure 3 : Orientation de facettes représentatives de discontinuités géologiques : écaïlle du Ravin de l'Aiguille, rebord est du plateau de la Chartreuse, Isère, France. En bleu, plans de fracture mesurés sur le modèle stéréoscopique, en rouge plans de fracture mesurés sur l'image solide. D'après [Fricout, 2008].

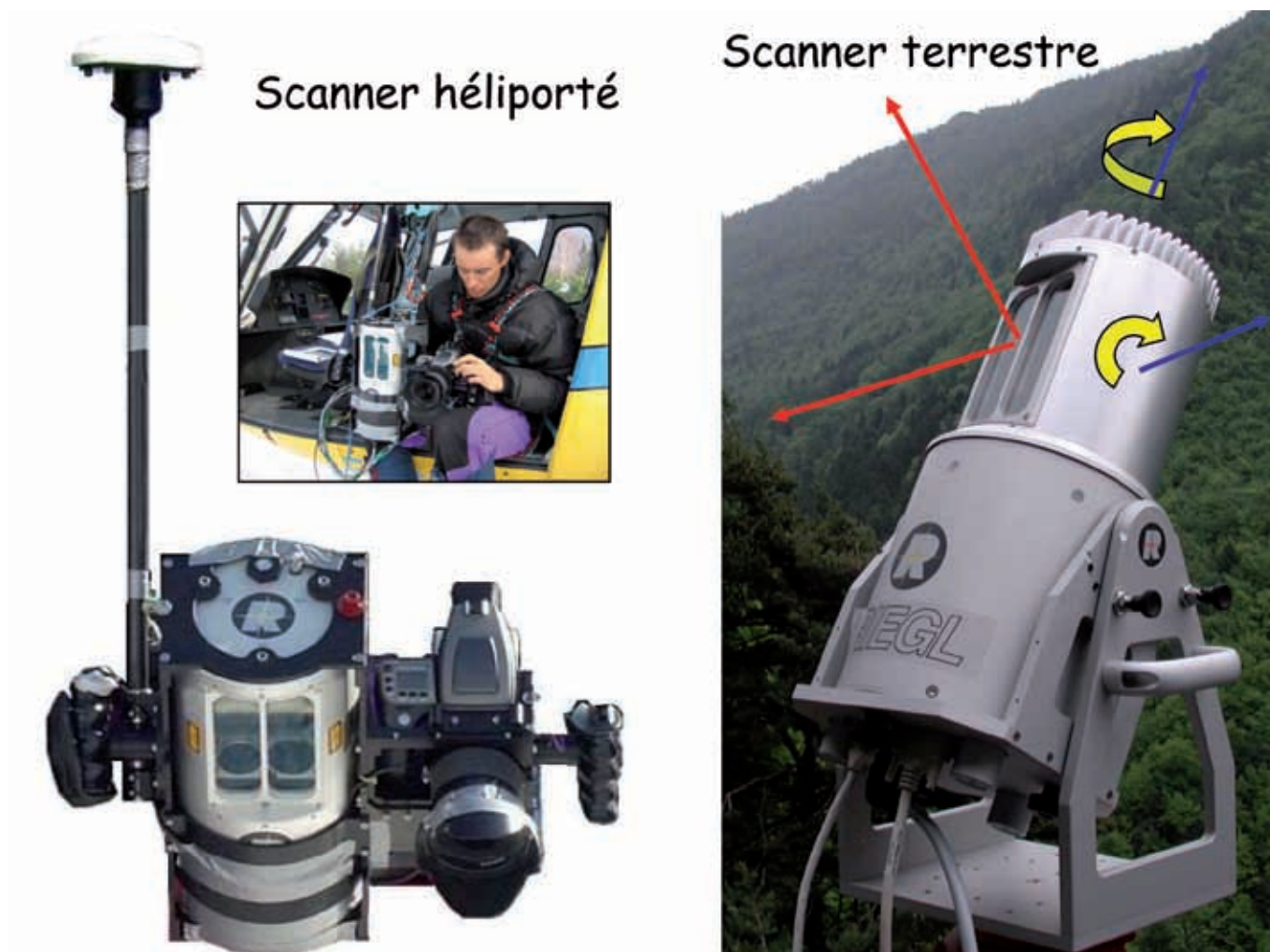


Figure 4 : Les deux modes de scannérisation des parois rocheuses : à gauche héliporté (système Helimap, [Vallet, 2002 et Buckley et al., 2008]) et scannérisation terrestre à l'aide d'un scanner Riegl Z420 à droite.

- ▶ A partir de ce type de données, il devient possible
- (1) d'analyser la planéité de surfaces caractéristiques et d'identifier celles qui pourraient correspondre à des discontinuités : les principales familles de fractures sont alors caractérisables, en orientation et en densité ;
 - (2) de cartographier en 3D les blocs complexes, et d'en estimer leurs principales faces limite et leur volume. Cette approche permet donc de réaliser, au bureau, une étude structurale fine.

L'approche photogrammétrique

Un minimum de deux images, partiellement chevauchantes (Figure 2), est nécessaire à cette approche. Les orientations externes et internes doivent être connues. Comme chacune des images représente une projection plane centrale de l'objet 3D, il est possible, par recoupement des deux projections, de déterminer les coordonnées 3D de tout point de la zone commune (Figure 2).

Deux possibilités sont offertes par cette approche : examen manuel ou analyse automatique de corrélation

entre les deux images. Dans l'examen manuel, le couple d'images est observé en stéréoscopie à l'aide d'un dispositif et d'un logiciel appropriés. C'est l'opérateur qui décide des points dont il veut retrouver les coordonnées. L'analyse automatique de corrélation entre images permet, en ce qui la concerne, de mettre automatiquement en correspondance les pixels homologues, d'image à image et de recalculer leur position tridimensionnelle. Le produit de cette analyse est un nuage de points échantillonnant de manière discrète la surface de l'objet étudié. On obtient par cette deuxième approche un ensemble de données dont l'analyse repose plus ou moins sur les mêmes techniques que celles issues de la scannérisation laser détaillée au paragraphe suivant.

Réaliser une étude de fracturation par photogrammétrie (Figure 3) reste cependant une opération longue et fastidieuse, même une fois l'orientation des modèles réalisée. Pour cette raison elle n'est généralement pas appliquée dans la pratique habituelle des bureaux d'études. Notons également que le recours à des logiciels de restitution capable de gérer correctement des géométries obliques "non conventionnelles" est indispensable.

Données LIDAR - Représentation 3D

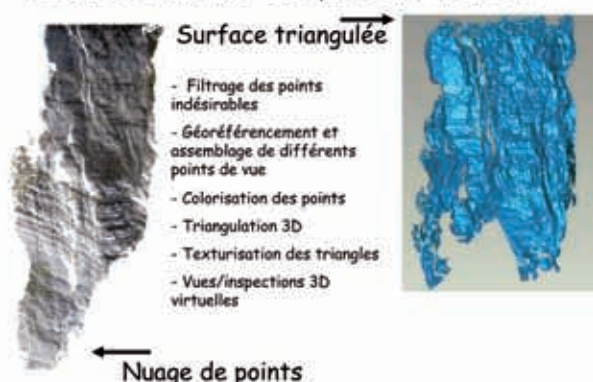


Figure 5 : Les deux produits élaborés à partir de la scannerisation laser : le nuage de points (ici colorisé par combinaison avec une image) et la surface triangulée. Dans le cas des escarpements rocheux de montagne (exemple type de la Figure 1) il est très souvent impossible d'obtenir une couverture complète de l'escarpement à partir de scannerisation terrestre en raison de l'absence de points de vue frontaux.

La scannerisation laser

La scannerisation laser est une technique nouvelle qui permet de disposer rapidement de la position 3D d'un très grand nombre de points. La couverture de l'objet à scanneriser peut être réalisée à partir d'un point fixe par un balayage dans un plan dont l'orientation tourne séquentiellement autour d'un axe contenu dans le plan de balayage. Ce mode de scannerisation laser terrestre (Figure 4) permet, en fonction des appareils et des conditions de terrain, de mesurer des nuages de points avec une précision finale d'ordre centimétrique. La portée maximale de ce type d'instrument, de l'ordre de quelques centaines de mètres, est cependant un facteur limitant dans les études en montagne, compte tenu de la difficulté à trouver des points de vue à moins d'un kilomètre de distance et qui ne soient pas rasants.

Un autre mode d'acquisition peut être opéré en combinant un balayage plan du faisceau laser avec le déplacement du capteur dans une direction approximativement perpendiculaire à ce balayage. La surface est alors "peignée" par le laser. C'est cette technique qui est utilisée en scannerisation laser aéroportée ou héliportée (Figure 4). Sa mise en œuvre est cependant beaucoup plus lourde que la technique terrestre. Son utilisation requiert des mesures complémentaires (GPS, IMU) à fréquence comparable et synchronisée avec celle du laser. La résolution et la précision sont réduites d'un facteur 10 par rapport à la technique précédente [Vallet, 2002 et Buckley et al., 2008].

Les nuages de points issus de scannerisation laser peuvent être utilisés directement pour examiner certaines particularités morphologiques des escarpements. Pour percevoir le relief de celui-ci, il faut utiliser soit l'effet "travelling" en vision monoscopique (impression visuelle de relief qui naît

du changement de point de vue), soit directement l'effet stéréoscopique binoculaire. Dans ce deuxième cas, un dispositif d'affichage stéréoscopique est nécessaire.

Comme dans le cas précédent, réaliser une étude structurale à partir d'un nuage de points n'est pas très aisé : bien que l'opérateur n'ait qu'à sélectionner les points qui l'intéressent, c'est, dans ce second cas, la perception du modèle qui pose problème. L'utilisation des nuages de points bruts souffre de l'impossibilité d'éliminer les parties cachées et du manque d'information radiométrique. On est limité à examiner des perspectives proches de celles de la prise de vue initiale et à l'identification des discontinuités les plus grandes.

L'image solide ou image géoréférencée dans sa géométrie d'origine

Contrairement à l'utilisation faite de la scannerisation laser en rétro-ingénierie ou en architecture, il est vite apparu indispensable pour les études géologiques de combiner au mieux les images et les nuages de points pour une utilisation approfondie.

Une première approche, assez classique, consiste à créer un modèle synthétique en combinant une triangulation des nuages de points et une ou plusieurs images, le tout étant co-référencé. Les images sont re-projetées sur le modèle maillé et l'habillent de leur texture. Il est possible de créer autant de scènes virtuelles que l'on souhaite, de visualiser le massif en relief... Ces différentes images, souvent d'effet visuel spectaculaire, ne permettent généralement qu'une inspection qualitative des escarpements. Elles sont très utiles pour les opérations de communication et certaines figurations (e.g. représentation du départ d'un bloc). Pour autant le travail d'étude structural quantitatif n'est pas forcément facilité. Pour être drapées, les images doivent être déformées, parfois de manière exagérée. La résolution s'en trouve diminuée et des effets particuliers apparaissent (trous et zones ultracondensées). Un autre défaut de ce type d'image synthétique est de mal représenter les arêtes des objets, tout simplement parce qu'elles ont été émoussées lors de l'opération de triangulation.

A cette approche nous préférons utiliser celle définie initialement sous le terme de "Solid Image" [Bornaz et Dequal, 2003]. Dans cette approche ce sont directement les points du nuage de points qui sont re-projetés dans la géométrie de l'image et rajoutés à celle-ci sous la forme d'une couche d'information supplémentaire, en plus des couches d'information radiométrique. On obtient ainsi des images dont chaque pixel est renseigné sur sa localisation. Cette approche permet un travail quantitatif simplifié sur l'image qui n'est plus altéré par un quelconque ré-échantillonnage ou défaut de maillage. Des outils spécifiques [Bornaz et al., 2002 ; Agosto et al., 2006 et 2007 ; Fricout, 2008] peuvent alors être facilement développés et adaptés aux exigences de l'étude structurale [Deparis et al., 2008] (Figure 6). La plupart de ces outils ont l'avantage d'être produits dans le cadre du logiciel libre et de pouvoir être

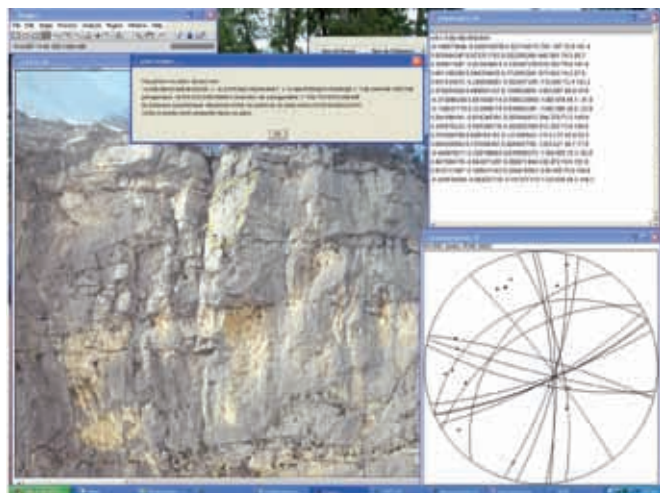


Figure 6 : Interface de travail du logiciel ImageJ pour lequel des greffons spécifiques aux études structurales ont été développés [Fricout, 2008]. L'utilisateur doit sélectionner une partie de l'image (ici en jaune) qui lui semble correspondre à une discontinuité. La position de l'ensemble des pixels est alors utilisée pour calculer l'orientation du plan moyen correspondant à cette zone. La projection hémisphérique est construite automatiquement et permet de caractériser les principales familles de fractures présentes dans le massif.

► utilisés très facilement par des non professionnels de la photogrammétrie et de la scannerisation laser, ce qui est le cas de beaucoup de géologues chargés d'études structurales. Par contre l'élaboration de l'image solide reste une procédure délicate, notamment en ce qui concerne le référencement conjoint des deux sources d'information (images et nuages de points).

Conclusions

La combinaison d'images de qualité photogrammétrique et de nuages de points issus de scannerisation laser, notamment au travers de modèles de type "image solide", permet au géologue de réaliser des relevés structuraux à distance et en toute sécurité sur des modèles de parois rocheuses sur lesquelles il n'aurait pas pu réaliser ce travail directement. Des logiciels pour effectuer ces études sont disponibles gratuitement et leur prise en main est simple. Les applications de l'image solide à l'étude des escarpements rocheux sont potentiellement nombreuses mais nécessitent que des bureaux spécialisés en topographie et photogrammétrie et équipés de moyens de scannerisation laser élaborent de tels modèles pour les utilisateurs finaux qui feront l'interprétation géologique. ●

Contact

Thierry VILLEMEN - Professeur
EDYTEM, Université de Savoie
thierry.villemin@univ-savoie.fr

Références

- Agosto E., Bornaz L., Rinaudo F. (2006).** *The visualization of the solid image on the web: a new tool for 3D information on the net based on an Open Source environment.* Goedatabase for sustainable development, ISPRS Commission IV Symposium, Goa, India.
- Agosto E., Picco E., Rinaudo F. (2007).** *The Solid Image Web Viewer: a new way for 3D survey data web-fruition.* XXI International CIPA Symposium, 01-06 October 2007, Athens, Greece.
- Bornaz L., Dequal S. (2003).** *The Solid Image: A new concept and its applications.* ISPRS. Commission V, WGV/4. Ancona.
- Bornaz L., Lingua A., Rinaudo F. (2002).** *A new software for the automatic registration of 3D digital models acquired using laser scanner devices.* Proceeding of International Workshop CIPA on Scanning for Cultural Heritage Recording. Corfu.
- Buckley S.J., Vallet J., Wheeler W. and Braathen A. (2008)** *Oblique helicopter-based Laser scanning for digital terrain modelling and visualisation of geological outcrops,* The Internal Archives of the Photogrammetry, remote sensing and Spatial Information sciences, Beijing, Commission 4.
- Deparis J., Fricout B., Jongmans D., Villemin T., Effendiantz L et Mathy A. (2008)** *Combined use of geophysical methods and remote techniques for characterizing the fracture network of a potential unstable cliff site (the "Roche du Midi", Vercors massif, France).* Journal of Geophysics and Engineering. 5, p. 147-157.
- Fricout (2008).** *Application de deux méthodes de télédétection rapprochée à l'étude des escarpements rocheux instables : la photogrammétrie et la scannerisation Laser.* Thèse Université de Savoie. 221p.
- LCPC (2004).** *Les études spécifiques d'aléa lié aux éboulements rocheux.* Guide technique. Editions LCPC - Collection Environnement, Les risques naturels. 86 p.
- LCPC (2001).** *Parades contre les instabilités rocheuses.* Editions LCPC - Collection Environnement, Les risques naturels. 143 p.
- LCPC (2000).** *Caractérisation et cartographie de l'aléa dû aux mouvements de terrain.* Editions LCPC - Collection Environnement, Les risques majeurs. 91 p.
- Rouiller, J-D., Jaboyedoff, M., Marro, C., Philippossian, F. et Mamin, M. (1998).** *MATTEOCK: une méthodologie d'auscultation des falaises et de détection des éboulements majeurs potentiels.* Rapport final PNR 31, VDF, Zurich, 239 p.
- Vallet, J. (2002).** *Saisie de la couverture neigeuse des sites avalanches par des techniques aéroportées* PhD Thesis n°2610 EPFL.

ABSTRACT

Numerical photogrammetry and laser scanning are now two techniques essential for studying natural risks in mountain areas. Used separately these two techniques have inconveniences which make that they have been little used by structural geologist. On the other hand, the combination of image and point cloud, accurately co-registered as it should be for solid images, give the opportunity for new remote analyses of mountain cliffs, more secure and more efficient than field measurements.

La période "moderne"

Textes issus d'une conférence "à deux voix" donnée au CNAM à Paris le 11 décembre 2008, par M. Gilles Berteau et Pierre Clergeot

2^e partie

■ Gilles BERTEAU

La période qui fait l'objet des développements suivants est celle des trente dernières années, plus marquées par l'évolution des technologies que par celle de la législation. Cette période sera elle-même scindée en deux : avant et après 1990, année charnière dans les évolutions que le cadastre a connues au cours de cette époque qualifiée de moderne, par opposition à celle plus historique exposée dans la première partie.

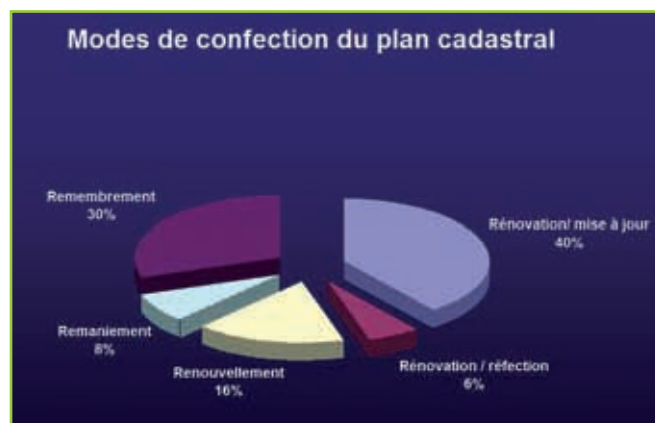
De 1974 à 1990

Au début des années 70, la rénovation n'est pas encore totalement achevée que le besoin se fait déjà sentir de rénover à nouveau les plans dont la mise à jour ne peut plus être assurée de manière satisfaisante. Il s'agit de zones du territoire qui se sont fortement urbanisées, souvent en périphérie des villes, et dont l'échelle n'est plus adaptée au morcellement, ou de plans de mauvaise qualité dès l'origine, en général rénovés par une simple mise à jour (par opposition à la réfection).

■ La "rénovation de la rénovation" : le remaniement

La loi du 18 juillet 1974 autorise une nouvelle "rénovation de la rénovation", qu'on appellera remaniement. Cette opération est mise en œuvre selon les principes du décret du 30 avril 1955 en utilisant la seule méthode de la réfection (pour faire simple : le géomètre part d'une "feuille blanche", établit un canevas de points dans le système de référence national, fait reconnaître les limites aux propriétaires de façon contradictoire avant de procéder au lever et de dessiner le nouveau plan cadastral à une échelle adaptée à l'occupation du sol). Toutefois, contrairement à la loi de 1930 sur la rénovation, celle de 1974 précise que le remaniement n'est pas une opération destinée à couvrir l'ensemble du territoire. Sa mise en œuvre reste limitée aux seules communes ou aux parties de communes dont les plans ne peuvent plus être mis à jour de manière satisfaisante.

S'il est besoin de démontrer que cette nouvelle possibilité répond à un réel besoin, il suffit de savoir que depuis 1980, date à laquelle ont réellement commencé les travaux de remaniement, ce sont plus de 1 500 000 hectares qui ont été ainsi remaniés, représentant environ 1 900 communes (remaniées en totalité ou en partie). C'est toutefois moins que les plans de remembrement produits par les géomètres-experts et intégrés dans la documentation cadastrale, qui représentent aujourd'hui près de 4 fois plus de feuilles que le remaniement.



Si les principes de confection des plans remaniés restent les mêmes que pour ceux "refaits" (au sens de réfection) après 1955, les techniques mises en œuvre en cette fin des années 70 connaissent des évolutions importantes qui vont conduire à des plans d'une meilleure qualité géométrique et à une documentation plus accessible.

■ La photogrammétrie généralisée

Première évolution majeure, la photogrammétrie est désormais préférée au lever terrestre.

La prise de vues, à axe vertical, est effectuée depuis un avion volant à altitude et vitesse constantes, selon un axe rectiligne (la hauteur de vol est d'environ 600 m [elle varie selon l'échelle] et la vitesse de l'ordre de 250 km/h). Les vues sont prises à intervalles réguliers de telle façon que deux photographies se recouvrent longitudinalement d'environ 60%. Les photographies prises selon un axe de vol constituent une bande de vol. Plusieurs bandes de vol sont le plus souvent nécessaires à la couverture complète de la zone à lever. Les bandes de vol voisines doivent également se recouvrir. Ce recouvrement dit latéral, est d'environ 25%.

Les plans remaniés sont établis à l'échelle du 1/500^e, du 1/1000^e ou du 1/2000^e, ce qui correspond à des échelles de prises de vues respectivement de 1/2500^e, de 1/4000^e et de 1/8000^e.

D'une manière générale, on utilise un objectif de prise de vues ayant une distance focale de 152 mm, mais dans les zones urbaines où on trouve des immeubles d'une certaine hauteur, une distance focale de 210 mm sera utilisée.

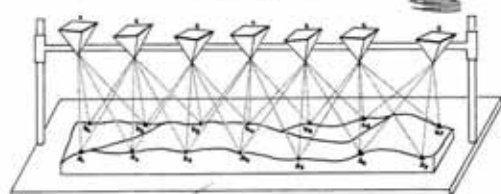
Le remaniement sera tout d'abord exclusivement confié aux brigades régionales topographiques, les services départementaux du cadastre ne participant qu'une dizaine d'années plus tard à ces travaux, souvent sur des chantiers de petite taille et par levé terrestre. En effet la photogrammétrie n'est économiquement intéressante qu'au-delà d'un certain seuil

Confection du plan cadastral par PHOTOGRAMMETRIE



Echelle du plan	1/500	1/1000	1/2000
Echelle		1/4000	
recouvrement de la prise de vues	1/2500	ou	1/3000

• Prise de vues . . .



La photogrammétrie est la méthode privilégiée par le cadastre pour la confection des nouveaux plans.

► que l'on fixe généralement à 100 hectares en confection de plan neuf et à 500 hectares pour la mise à jour des plans cadastraux existants.

Nous avons vu précédemment que l'usage des photos aériennes pour la confection de plans cadastraux ne date pas des années 70, mais c'est à cette date que les progrès de la photogrammétrie ont conduit l'administration du cadastre à privilégier cette méthode pour le remaniement cadastral. D'une bonne précision pour l'établissement des plans cadastraux, la méthode s'avérait, et s'avère toujours, très avantageuse.

On peut s'étonner que la direction générale des impôts¹ (DGI) ait attendu la fin des années 70 pour faire ce choix technique alors que certains cabinets de géomètres l'avaient fait depuis déjà longtemps, mais il est évident que pour une administration de cette taille cela nécessitait un investissement important en matériel, en formation et en organisation. Notamment parce qu'elle a décidé de se doter d'ateliers de restitution et

(1) La DGI a fusionné avec la direction générale de la comptabilité publique en avril 2008 pour donner naissance à la direction générale des finances publiques (DGFIP).



Exploitation des photographies aériennes au début des années 80 : analyse de la qualité, du recouvrement des couples de négatifs.

de gérer elle-même la totalité de la chaîne de production, à l'exclusion des prises de vues aériennes qui étaient sous-traitées.

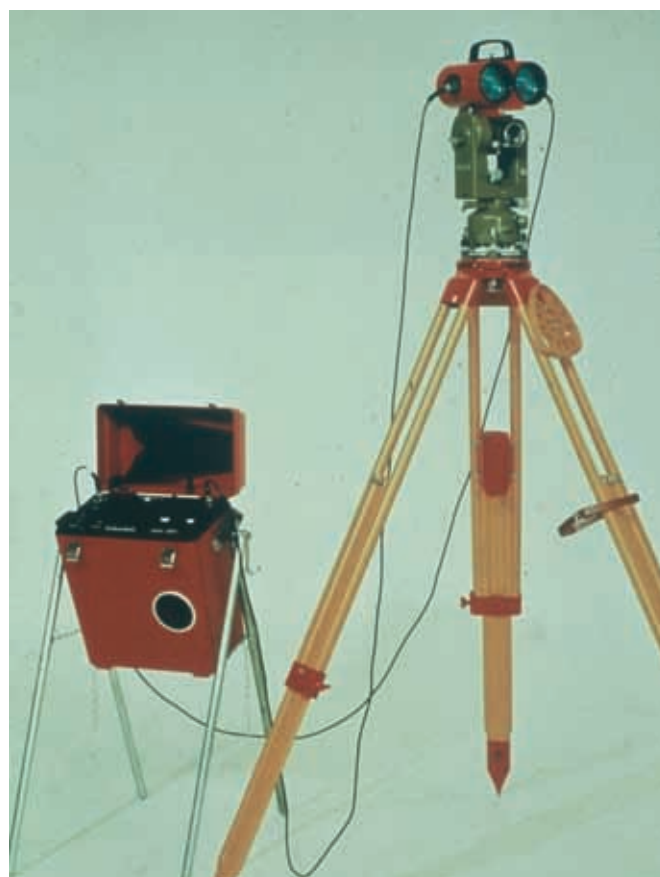
Il ne faut pas croire qu'avec la photogrammétrie les travaux de terrain disparaissent. Outre les travaux de canevas, c'est-à-dire l'implantation de points connus en coordonnées nécessaires à l'exploitation et au calage des photos, il faut compléter les éléments restitués sur le terrain par des mesurages classiques. Cette opération de post-complètement consiste à positionner, par des mesures sur le terrain, les objets à représenter sur le plan cadastral par rapport à ceux vus sur la photo. A titre d'exemple, une clôture peut être en retrait de quelques dizaines de centimètres de la limite de propriété ou bien, tout simplement, la limite entre deux fonds peut ne pas être matérialisée sur le terrain.

Ces travaux de terrain bénéficièrent également des progrès technologiques.

■ Le perfectionnement du matériel topographique

Jusque dans les années 70, alors que les angles pouvaient être mesurés avec une grande précision, au cadastre la mesure des distances se faisait, selon les cas, au moyen de rubans ou de chaînes ou encore d'un tachéomètre et d'une mire.

L'apparition de distancemètres électroniques permet d'améliorer significativement la mesure des distances et donc la qualité des levés cadastraux.



Distomat DI 10 acquis en 1976 par l'ENC.

C'est en 1973 que l'Ecole nationale du cadastre (ENC) en a acheté le premier modèle.

Ce matériel était coûteux et les services du cadastre en furent équipés progressivement. La déconcentration des crédits était moins développée qu'aujourd'hui, bien sûr, aussi l'administration centrale attribua-t-elle les nouveaux appareils aux brigades régionales en priorité. Les services départementaux du cadastre, quant à eux, ne disposaient généralement à l'époque que de tachéomètres. Dans les années 80, ils purent bénéficier de prêts "tournants" d'équipement des directions régionales, en fonction des besoins, mais il n'était pas rare à cette époque, de voir des géomètres du cadastre travailler encore avec un tachéomètre et une mire.

Il a fallu attendre 1988 pour voir apparaître dans les services du cadastre les premiers théodolites intégrant la mesure de distance. Cela n'a pas révolutionné les méthodes de travail ni les performances des mesures de distances, mais a apporté un certain confort de travail du fait de l'encombrement et du poids moindres. De plus, le distancemètre fixé sur le théodolite présentait parfois un inconvénient dû à la non-coïncidence des axes de visée : le géomètre visait le centre du prisme dans la lunette du théodolite mais si l'axe de visée du distancemètre n'était pas parallèle, le rayon ne rencontrait pas le prisme et la mesure ne se faisait pas. Il fallait alors chercher "à tâtons", c'est-à-dire faire faire des petits cercles concentriques à la lunette, autour du centre du prisme, jusqu'à ce que retentisse le signal sonore, émis par le distancemètre lorsqu'il rencontrait le prisme. La difficulté était évidemment proportionnelle à la distance à mesurer.



DI 1000 posé sur un T2, mais utilisé aussi avec le T1000.

■ 1965 : l'informatisation

Troisième évolution de cette époque, encore timide à la DGI, l'informatique.

Dès 1965, la DGI a ouvert le grand chantier de l'informatisation de la documentation littérale, c'est-à-dire de l'ensemble des données relatives aux propriétaires, aux parcelles, aux bâtiments, aux rues, aux lieux-dits, etc.

Ce chantier met en œuvre les premières techniques informatiques adaptées aux traitements de masse. Le terme est adapté car cela concernait environ 100 millions de parcelles et 40 millions de locaux ! C'est un des premiers plus gros fichiers informatisés à l'époque, si ce n'est le plus important. Il y avait en fait quatre fichiers : le fichier des propriétaires, le fichier des parcelles, le fichier du bâti et, enfin, celui des voies et des lieux-dits.

Dès lors, les matrices, ces grands registres que chacun a pu consulter en effectuant des recherches en mairie ou aux archives départementales, ne sont plus remplies "à la plume" mais édités informatiquement.

Ces fichiers pouvaient être diffusés, sous certaines conditions liées à la confidentialité des données (la CNIL n'existait pas encore mais la DGI avait elle-même fixé les limites de la diffusion).

Dans les années 70, l'informatique reste très centralisée et n'est pas encore disponible dans les services locaux du cadastre. Les calculs topométriques sont effectués par le géomètre avec des tables de logarithmes puis, à partir du milieu de la décennie, avec les premières calculatrices électroniques, qui ne deviendront programmables que quelques années plus tard.



Les calculs de surface sont réalisés avec un planimètre que le cadastre utilise déjà depuis très longtemps (l'inventaire du matériel de l'ENC ne débute qu'en 1945, mais le planimètre existait bien avant). Dans les années 80, l'administration s'équipe en tables à digitaliser qui permettent un calcul des surfaces plus précis, bien sûr, mais aussi de réduire le nombre d'erreurs grâce aux contrôles permis par l'informatique. Il ne faut pas perdre de vue que les contenances cadastrales servent à asseoir l'impôt foncier.

Les communes, détentrices d'une collection complète de la documentation annuelle, profitent également de ces évolutions : en 1980 les matrices cadastrales sont remplacées par des microfiches, ce qu'elles apprécieront grandement, une fois passée la phase de transition où il a fallu que les mairies s'équipent de lecteurs et que les secrétaires de mairie apprennent à faire des recherches sur ces nouveaux supports. Outre le gain de place et la facilité de maniement des microfiches, la possibilité d'imprimer un extrait de la "matrice" était un vrai service rendu aux administrés.

Toutes ces évolutions ont conduit à rendre plus accessible la documentation aux usagers et à l'établissement de plans cadastraux de bonne qualité géométrique et de précision homogène.

Les plans ne sont plus dessinés au tire-ligne mais au rottring, dernière étape du dessin manuel avant celui sur ordinateur.

De 1990 à aujourd'hui

A partir de 1990, la modernisation du cadastre s'accélère. Le cadre législatif et réglementaire est fixé. Il n'a pas évolué depuis 1974 et permet à l'administration de conduire ses nombreuses opérations de modernisation :

- arrivée de la micro-informatique dans les services du cadastre ;
- nouvelle période de modernisation du matériel topographique (GPS, réseaux GPS permanents, lasermètres, tachéomètres à visée sans prisme...) ;
- base de données de la documentation littérale mise à jour en permanence (Majic 2) ;
- informatisation des microfiches sous forme de cédérom ;
- dématérialisation du fichier immobilier des conservations des hypothèques (FIDJI), puis mise en place de téléprocédures avec les notaires ;
- mise à disposition sur extranet des données littérales nécessaires aux notaires ;
- informatisation du plan cadastral ;
- et, enfin, mise en ligne du plan cadastral sur Internet.

Ces évolutions ne sont pas sans conséquences sur l'usage qui est fait de la documentation cadastrale, désormais accessible à tous, ni sur les modalités d'exercice des missions de l'administration du cadastre.

L'apport des nouvelles technologies

Ce n'est qu'en 1990 que les premiers ordinateurs individuels apparaissent dans les services du cadastre, qui ont tout de suite su en tirer profit pour les calculs topométriques (finis les calculs de tangentes reportés sur des imprimés de 4 pages !), pour les calculs de surface, pour le dessin automatisé, avec les premières tables traçantes puis avec les traceurs, avant même que n'apparaissent les logiciels de type DAO. Cela a été le début d'une intense activité des inspecteurs et des géomètres du cadastre qui se sont passionnés pour la micro-informatique et qui ont passé de longues soirées à développer des programmes de calculs topo.

Sur le terrain, nous avons vu qu'à la fin des années 80, les géomètres étaient équipés de tachéomètres avec distancemètre intégré. Quelques années plus tard, en 1991 précisément, c'est un bond technologique : l'Ecole nationale du cadastre acquiert un GPS capable de déterminer en coordonnées la position d'un point du territoire avec une précision centimétrique.

Les géomètres se souviennent qu'il fallait alors faire les observations GPS à des moments précis de la journée, parfois même la nuit, compte tenu du faible nombre de satellites disponibles, et qu'il fallait ensuite laisser calculer l'ordinateur pendant plusieurs heures pour obtenir les coordonnées des points observés.

Aujourd'hui, le nombre de satellites a augmenté, la constellation GPS, américaine, n'est plus seule, les Russes ont lancé leur propre flotte de satellites, GLONASS, et l'Europe aura bientôt sa propre constellation, Galiléo. L'institut géographique national (IGN) a mis en place un réseau de stations GPS permanentes dont les données sont accessibles à tous ; les géomètres-experts se sont dotés de leur propre réseau qui



Exemple de récepteur GPS équipant les services du cadastre aujourd'hui (Trimble R6)



Exemple de station totale à visée sans prisme équipant les services du cadastre aujourd'hui (Trimble M3).

permet aux géomètres du cadastre, moyennant un abonnement, de déterminer les points en temps réel, en quelques secondes, avec un seul récepteur mobile. En quelques années, le progrès obtenu conduit à un levé plus rapide, plus précis et directement sous forme numérique.

Autre évolution, apparue dans les services du cadastre au milieu des années 2000, les stations de levé utilisant la technique laser pour la mesure des distances sans prisme, l'objet visé réfléchissant lui-même le rayon. Les géomètres peuvent ainsi travailler seuls dans de nombreuses situations, mesurer des distances sur des constructions sans entrer dans les propriétés. De nouvelles méthodes de lever doivent alors être inventées. Ces nouveaux gains de productivité sont mis à profit pour accélérer les délais de mise à jour du plan cadastral.

Parallèlement, les services informatiques de l'administration centrale développent des bases de données directement accessibles par les services du cadastre locaux, pour leur consultation, leur mise à jour et la diffusion des informations aux usagers.

■ De la naissance de Majic 2 à la disparition des microfiches

Ainsi les quatre fichiers mentionnés supra donnent-ils naissance en 1990 à une base de données, appelée Majic 2, qui autorise une mise à jour permanente sur tout le territoire par les agents du cadastre des 100 millions de parcelles et des 40 millions de locaux et de leurs propriétaires. Ce système permet de traiter 2 millions de transactions informatiques par jour et de délivrer 5 millions d'extraits cadastraux par an.

L'application a subi une "cure de rajeunissement" de certains de ses écrans, pour permettre son portage sous l'intranet de la DGFiP et la base autrefois découpée par service du cadastre est désormais départementalisée. Elle s'appelle Majic 3 aujourd'hui et sa pérennité est la preuve de sa qualité et de sa robustesse.



Ecran d'accueil de Majic 3.

A leur tour, les communes bénéficient de l'informatisation de la documentation, avec la mise en service en 2004 de l'application VisDGI qui permet de consulter et d'éditer les données littérales à partir de cédéroms et remplace définitivement les microfiches.

■ La dématérialisation du fichier immobilier et des liaisons avec le cadastre

Nous avons vu que le décret du 4 janvier 1955 rendant obligatoire la concordance entre la documentation cadastrale et le fichier immobilier tenu par les conservations des hypothèques, a confié la responsabilité de la tenue de ce fichier immobilier à la direction générale des finances publiques qui l'a également informatisé, un peu plus tard, entre 1999 et 2003. Ce sont 145 millions de fiches cartonnées qui ont été ainsi scannées en 51 mois.

Cette dématérialisation du fichier immobilier a permis alors la mise en place d'une liaison automatique avec la base Majic 2 qui assure définitivement la concordance entre les deux documentations, tout en supprimant les risques d'erreurs liés à la double saisie et en apportant des gains de productivité non négligeables.

■ L'accès aux bases de données pour les notaires et les géomètres-experts

Dans le même temps, en 2002, une partie des données littérales du cadastre, les informations nécessaires aux notaires pour la publication des actes à la conservation des hypothèques, est mise à leur disposition sous la forme d'un extranet (les géomètres-experts, eux-mêmes délégataires d'une mission de service public, y accèdent aussi). C'est le SPDC (serveur professionnel des données cadastrales).

Puis, dans le prolongement logique de cette informatisation, dès 2006, il est offert aux notaires la possibilité d'interroger directement les conservations des hypothèques par extranet et d'obtenir les renseignements demandés par la même voie. Depuis près de deux ans, ils peuvent désormais télétransmettre leurs actes translatifs de propriété. Ce service s'appelle tout simplement Tél@ctes. En 2009, 40 % des formalités devraient être déposées par ce moyen, sur plus de 80 % qui peuvent potentiellement être transmises sous forme dématérialisée.

■ Le partenariat entre la DGI et les collectivités territoriales

Le plan cadastral se modernise lui aussi au cours de cette période. Au début des années 1990, les collectivités territoriales se sont intéressées de plus en plus à la gestion de leur espace et plus particulièrement aux moyens techniques et informatiques susceptibles d'améliorer cette mission qui devenait pour elles essentielle.

L'information géographique est devenue pour beaucoup une évidence.

Les collectivités ayant des enjeux locaux et très localisés à gérer et disposant depuis sa création d'une collection du plan cadastral annuellement mis à jour, se sont naturellement tournées vers la DGI, pour étudier un dispositif permettant la disponibilité d'un plan cadastral informatisé répondant à leurs besoins de conduire des politiques de gestion de l'espace. Le cadastre, qui s'était progressivement intégré à la société de l'information alors naissante, a répondu présent et dès 1990 des partenariats ont été établis entre la DGI et des collectivités territoriales pour dématérialiser le plan cadastral par vectorisation.

Le démarrage de cette politique conventionnelle a été difficile, les techniques étant mal maîtrisées et la définition des formats d'échange de données compliquée. C'est vers 1995 que la situation se stabilise et que les conventions entre les collectivités territoriales et la DGI prennent leur essor.

■ 460 000 feuilles de plans scannées

En 2000, la DGI décide de compléter la dématérialisation du plan cadastral par scannage des 460 000 feuilles de plans encore gérées sous forme calque. En 2004, la totalité des plans cadastraux est ainsi disponible et gérée sous informatique.

On voit bien à ce moment que le plan cadastral est invité à jouer un rôle auquel il n'était pas originellement destiné, par son ouverture à la sphère de l'information géographique alors



Le SDNC a utilisé 4 tables équipées de caméras Jumbo scan pour le scannage des plans cadastraux.

en plein essor. Aujourd'hui, 55 % des communes sont gérées sous PCI-vecteur, l'application de gestion du plan cadastral, grâce à ce partenariat.

■ La DGI apporte le plan cadastral pour la constitution du référentiel à grande échelle (RGE)

Le gouvernement ne s'y est pas trompé et dès 2001, à la suite d'un rapport du député Guy Lengagne, il décide de doter la France d'un référentiel à grande échelle (le RGE) qui permettra à tous les acteurs de l'information géographique de travailler à partir d'une même source documentaire de base.

La réalisation et la gestion du RGE sont confiées à l'IGN et sa composante parcellaire est élaborée à partir du plan cadastral mis à sa disposition.

Les travaux de constitution de cette composante parcellaire du RGE sont aujourd'hui achevés mais pour autant la collaboration entre l'IGN et la DGI se poursuivra afin d'en assurer la mise à jour et éventuellement son évolution.

■ Bicentenaire du cadastre : mise en ligne du plan cadastral

Tout naturellement, la mise en ligne sur internet du plan cadastral de l'intégralité des 36 000 communes de France intervient début 2008. "cadastre.gouv.fr" est un service ouvert à tous, gratuit en consultation qui, 200 ans après sa création,



cadastre.gouv.fr : un véritable succès.

facilite grandement l'accès au plan cadastral par les usagers qui peuvent le consulter, en éditer gratuitement un extrait, faire des mesures et même commander et payer en ligne, pour une livraison à domicile, une feuille entière, sous forme papier ou numérique. Le rafraîchissement des données est hebdomadaire.

■ Les aspects sociétaux des évolutions du cadastre

Nous avons vu que ces progrès ont engendré des gains de productivité, mais il serait réducteur de négliger les aspects sociétaux de ces évolutions.

En effet, le cadastre tel que Napoléon 1^{er} l'avait conçu, c'est-à-dire un support pour asseoir la fiscalité foncière, est également devenu un outil essentiel pour la gestion du territoire avec le développement de la géomatique. Le rôle de gardien de la paix sociale généralement reconnu au système foncier français se complète désormais de celui de fournisseur de données à grande échelle, pour l'IGN (dans le cadre de la constitution du RGE), pour les collectivités locales, pour les aménageurs du territoire mais aussi pour tous les citoyens qui ont un accès facilité à cette information.

■ Le rôle fiscal du cadastre garde son importance

Le rôle fiscal qui a été attribué au cadastre à l'origine n'a pas disparu pour autant. Il permet aux communes de percevoir les taxes foncières indispensables pour offrir aux citoyens des services publics de qualité. En 2007, la taxe foncière sur les propriétés non bâties a rapporté 1,2 milliard d'euros aux collectivités territoriales, dont 790 millions pour les communes. Montrant ainsi que ce rôle fiscal n'est pas négligeable.

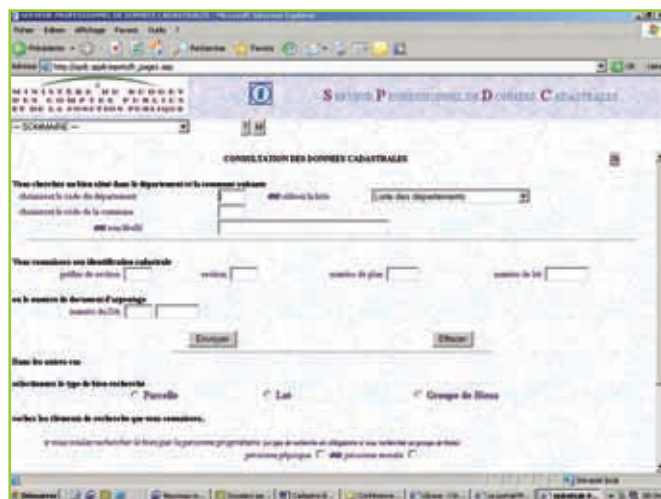
■ Le cadastre garant de la paix sociale

L'informatisation du plan cadastral et du fichier immobilier a également eu pour conséquence de renforcer le rôle de garant de la paix sociale de notre système devenu plus facilement accessible à tous. C'est un système qui, bien qu'appuyé sur un cadastre sans valeur juridique officielle, contrairement à celui de nos voisins allemands, par exemple :

- sécurise les transactions immobilières ;
- protège les droits du propriétaire ;
- protège les droits du créancier (donc facilite l'accès au crédit) ;
- et diminue les risques de conflits (en rendant les transactions plus sûres).

Il faut en effet voir le cadastre comme le support matériel du fichier immobilier, lui-même support à portée juridique de la publicité des droits. Le plan cadastral représente l'assise sur laquelle s'exercent les droits réels immobiliers. Il sert de base à la publicité de ces droits. C'est ce qu'on appelle la mission foncière du cadastre.

En la matière, l'Etat joue un rôle de témoin et de gardien des droits en fournissant aux propriétaires un système qui permet à chacun de publier ses droits et de les protéger. Certes, le conservateur des hypothèques ne vérifie pas les actes au fond mais seulement en la forme, ce qui n'exclut donc pas les risques d'erreurs. Force est toutefois de constater que les



Ecran d'accueil du SPDC.

erreurs conduisant à remettre en cause le transfert de propriété restent exceptionnelles.

L'Etat n'intervient pas dans les conflits : lorsque deux propriétaires ne s'entendent pas sur la limite entre leurs propriétés, ils peuvent avoir recours au bornage (bornage amiable obligatoirement réalisé par un géomètre-expert ou bornage judiciaire lorsque le désaccord des propriétaires persiste).

■ Le cadastre pourvoyeur de données à grande échelle

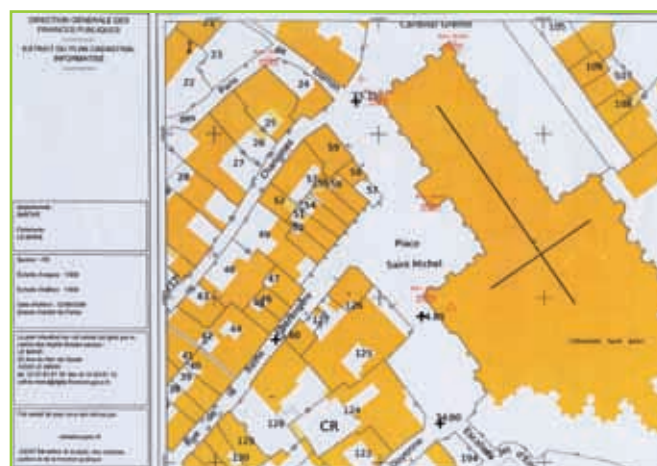
Une autre conséquence de ces évolutions est le renforcement du rôle de fournisseur de données à grande échelle du cadastre. Ce rôle existait depuis de nombreuses années mais est resté limité tant que le plan cadastral était sous forme papier ou calque. Sa forme numérique actuelle ouvre des possibilités d'usage multiples. Si l'on doute de l'intérêt porté par les usagers au cadastre, les chiffres de la fréquentation du site Internet "cadastre.gouv.fr" parlent d'eux-mêmes : depuis son ouverture, le site a enregistré 8,4 millions de visites pour près de 95 millions de pages consultées et 4,6 millions d'extraits de plans ont été téléchargés !

Avec le développement de la géomatique, le cadastre est devenu un outil essentiel à la gestion du territoire. Tous les systèmes d'information géographique des collectivités locales ou des différents acteurs de l'aménagement du territoire disposent du plan cadastral informatisé en couche de base, à laquelle ils associent les données littérales issues de la base Majic2.

Il est en effet impossible de faire des analyses spatiales poussées et d'obtenir des résultats probants si les données retenues ne peuvent être confrontées aux droits qui s'exercent sur le territoire. Bien sûr, c'est la conservation des hypothèques qui publie les droits et non pas le cadastre, mais la fiabilité de la concordance entre les deux documentations facilite toutefois grandement ce travail d'analyse qui devra de toute façon être confirmé *in fine*.

Le poids économique du développement de l'information géographique n'est pas négligeable : l'ordre de grandeur

généralement admis dans les pays développés est de 0,1% du PIB, soit pour la France, en 2008, environ 1,9 milliard d'euros. Cela comprend les activités de production de l'information géographique à caractère institutionnel (c'est-à-dire par l'IGN, le cadastre, le Service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM), les collectivités territoriales...) et celles à caractère privé, cette dernière part représentant environ 10% de ce chiffre.



Extrait cadastral produit sur cadastre.gouv.fr

Conclusion

Après avoir retracé à grands traits les évolutions du cadastre, la question qui vient à l'esprit est celle des prochaines évolutions possibles pour le cadastre.

Il paraît important de souligner que tout au long de son histoire, le cadastre présente une constante : c'est de s'être toujours adapté pour répondre aux besoins. Pas assez vite, diront certains, mais il convient de noter, et c'est particulièrement perceptible dans la première partie historique de cet exposé, que l'échelle du temps des évolutions législatives se mesure toujours en décennies.

Nous pouvons donc penser que le cadastre actuel saura répondre aux attentes d'aujourd'hui et de demain, sans même parler des progrès techniques qui sont incontournables. Alors, pour tenter de répondre à ce que pourraient être les prochaines évolutions, voici quelques pistes sous forme de questions. Le cadastre appartient à la communauté de ses utilisateurs, à elle d'y répondre. Le débat est ouvert.

- mettre à disposition les informations littérales sur Internet ?
- accélérer l'actualisation des modifications du plan cadastral ?
- achever la vectorisation ?
- améliorer la cohérence du plan et le rendre interopérable avec les autres informations géographiques à grande échelle ?

Le cadastre a encore de belles pages d'Histoire à écrire. ●

Contact

Gilles BERTEAU - gilles.berteau@dgfi.finances.gouv.fr

Greenwich or not Greenwich

Ou pourquoi le méridien zéro du système GPS passe à plus de 100 mètres à l'Est du trait méridien de l'Observatoire de Greenwich

■ Robert VINCENT

La projection UTM utilisée pour le positionnement par GPS, est tributaire de l'adoption d'un

système mondial de coordonnées trirectangulaires. Ce système a nécessité l'adoption d'un plan méridien original qui diffère quelque peu du plan méridien passant par le trait méridien de l'Observatoire de Greenwich.

La raison en est ici exposée.

MOTS-CLÉS

Projection UTM,
Méridien zéro,
Ecart au trait méridien
de Greenwich



Le trait vertical marquant le méridien de l'Observatoire de Greenwich.

Longitudes astronomiques et longitudes géodésiques

Les longitudes astronomiques et les longitudes géodésiques, bien que de nature différente, peuvent être confondues pour l'usage courant. Il n'en est pas de même pour le scientifique car les valeurs astronomiques et géodésiques des longitudes ne sont pas tout à fait identiques.

En voici l'explication.

■ Plan méridien astronomique et plan méridien géodésique

La longitude d'un point sur la Terre est l'angle dièdre que fait son plan méridien avec le plan méridien d'un point de référence auquel on attribue généralement la longitude zéro.

Il s'agit donc de définir ce que l'on entend par plan méridien et pour cela nous allons considérer deux droites : l'axe de rotation de la Terre et la verticale du lieu. Tout serait simple si ces deux droites étaient concourantes et le plan méridien serait alors le plan

comprenant les deux droites. Mais il n'en est rien. Les deux droites ne se coupent pas et passent à une certaine distance l'une de l'autre, jusqu'à plusieurs centaines de mètres. En effet, la verticale en un lieu prend la direction de la ligne de force de la pesanteur, certes sensiblement dirigée vers le centre de gravité de la Terre, mais perturbée par le voisinage des masses de la croûte terrestre.

Pour les astronomes, de par la conception des lunettes méridiennes, le plan méridien d'un lieu est le plan vertical qui est parallèle à l'axe de rotation de la Terre. Ce plan méridien est dit astronomique. Il forme avec un plan méridien astronomique origine, un angle appelé *longitude astronomique*. Le plan méridien astronomique origine, de longitude 0°, est celui de l'Observatoire de Greenwich, plan parallèle à l'axe de rotation de la Terre, contenant le trait vertical marquant le méridien de l'Observatoire.

Pour les géodésiens, qui assimilent la Terre à un ellipsoïde de révolution, le plan méridien d'un lieu contient l'axe de l'ellipsoïde, passe par le lieu et contient donc la normale en ce point à la surface géométrique de l'ellipsoïde. Ce plan méridien est dit géodésique. Il forme avec un plan méridien géodésique origine, un angle appelé *longitude géodésique*.

Aujourd'hui, la géodésie est référée à un système de coordonnées tridimensionnelles mondiales géocentrées et l'ellipsoïde WGS 84, adopté au plus près du géoïde, est géocentré, son axe de révolution est confondu avec l'axe de rotation de la Terre. On parle alors de plan méridien géodésique géocentré et de *longitude géodésique géocentrée*.

La détermination du plan méridien origine du système de coordonnées tridimensionnelles mondiales géocentrées et de l'ellipsoïde géocentré est exposée ci-après.

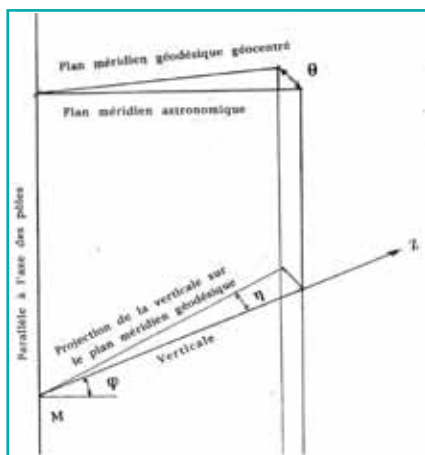
■ Déviation de la verticale

En un lieu, la verticale, donc la normale au géoïde en ce point, n'est ni confondue ni même parallèle sauf exception, avec la normale à l'ellipsoïde au point représentatif du lieu. La différence angulaire est un petit angle que les géodésiens appellent "déviations de la verticale". Ses composantes en longitude η (éta) et en latitude ξ (xi) traduisent les différences entre les coordonnées (longitude et latitude) astronomiques et géodésiques d'un point. Ce sont aussi les angles d'inclinaison du géoïde par rapport à l'ellipsoïde respectivement dans les sens Est-Ouest et Nord-Sud.

Cette déviation de la verticale peut prendre parfois des valeurs relativement importantes. Par exemple, une déviation relative d'une centaine de seconde d'arc, se trouve entre deux points situés à 70 km l'un de l'autre, au Nord et au Sud de l'île de La Réunion, où la distance déduite des positions astronomiques diffère de 3 km de celle qui est trouvée par la géodésie.

■ Angle en un lieu entre son plan méridien géodésique géocentré et son plan méridien astronomique

En un point, le plan méridien géodésique géocentré est défini par ce point et contient l'axe de rotation de la Terre. Il est donc indépendant de tout ellipsoïde géodésique géocentré. Comme le plan méridien astronomique est défini par la verticale en ce point et est parallèle à l'axe de la Terre, nous pouvons dire qu'en un point à la surface de la Terre, l'angle que font entre eux les plans méridiens astronomique et géodésique géocentré est une caractéristique intrinsèque du lieu. Nous allons évaluer cet angle :



En un lieu, le plan méridien géodésique géocentré et le plan méridien astronomique se coupent suivant la droite parallèle à l'axe de rotation de la Terre passant par ce point, et forment entre eux un angle θ (théta) égal à la composante en longitude η de la déviation de la verticale, divisée par le cosinus de la latitude φ :

$$\theta = \eta / \cos \varphi$$

La latitude étant supposée connue, la connaissance de θ dépend donc de la mesure de l'angle de pente Est-Ouest η du géoïde par rapport à l'ellipsoïde géocentré. Cet angle est accessible grâce à des mesures satellitaires donnant la hauteur de points environnants, rapportée à l'ellipsoïde, et à l'altitude de ces mêmes points obtenue par un nivellement local qui révèle le géoïde.

En résumé, on retiendra que le plan méridien géodésique géocentré en un point, défini par ce point et l'axe de la Terre, est indépendant de l'ellipsoïde géocentré adopté, et qu'il fait avec le plan méridien astronomique, un angle θ qui ne dépend que des angles η que la verticale fait avec lui et φ avec le plan perpendiculaire à l'axe de la Terre.

Méridien origine

En 1968, le Bureau International de l'Heure (BIH) a référé le contrôle de l'heure par rapport aux longitudes astronomiques de 68 stations réparties sur le monde entier, en sorte qu'une meilleure précision est obtenue par le zéro statistique de l'ensemble de ce réseau. Bien entendu, l'Observatoire de Greenwich avec sa longitude astronomique égale à zéro pour son trait méridien, donne toujours pratiquement l'origine des longitudes astronomiques.

Par convention, en un point, la différence entre sa longitude géodésique géocentrée λ_g et sa longitude astronomique λ_a est réputée égale à l'angle θ que font entre eux ses plans méridiens géodésique géocentré et astronomique.

$$\lambda_g - \lambda_a = \theta$$

L'angle θ que font entre eux les plans méridiens géodésique géocentré et astronomique a été déterminé en quelques stations parmi les 68 du BIH. Des longitudes géodésiques géocentrées λ_g de ces stations ont ainsi été déduites simplement en ajoutant leur petit angle θ à leur longitude astronomique λ_a .

Ce petit angle θ peut atteindre plusieurs dizaines de secondes d'arc et cet écart, traduit en mètres, est couramment de 50 à 200 mètres et en un cas extrême 1500 mètres.

La précision de ces longitudes géodésiques géocentrées est, dans le meilleur des cas, égale à celle des longitudes astronomiques, de l'ordre de deux dixièmes de seconde d'arc (1.10^{-6} radian).

Or, les longitudes géodésiques géocentrées λ_s issues des systèmes satellitaires tels que le GPS, ont une cohérence entre elles bien meilleure, de l'ordre du millième de seconde d'arc, mais dépendent de la fixation d'une longitude origine.

Cette origine a été fixée de telle sorte que, pour les stations de référence, les différences entre les longitudes géodésiques λ_g déduites des longitudes astronomiques, et celles qui sont mesurées par système satellitaire λ_s , soient minimales, c'est-à-dire que leur somme soit nulle, en affectant des poids pour chaque station, en fonction de la précision estimée sur la longitude géodésique λ_g .

$$\sum p (\lambda_g - \lambda_s) = 0$$

Ainsi, en chacune des stations de référence, la longitude géodésique issue de mesures satellitaires λ_s et la longitude astronomique λ_a diffèrent d'un angle θ' le plus voisin possible de θ .

$$\lambda_s - \lambda_a = \theta' \quad \sum p (\theta' - \theta) = 0$$

Ainsi sont fixées les longitudes géodésiques géocentrées et le plan du méridien zéro de l'ellipsoïde WGS 84 du système GPS qui est aussi le plan Oxz du système mondial de coordonnées trirectangulaires géocentrées.

La longitude géodésique de l'Observatoire de Greenwich

À Greenwich en particulier, où la longitude astronomique du trait méridien est 0° , la longitude géodésique géocentrée n'est pas nulle. On constate en effet :



- **Longitude astronomique du trait méridien** : 0°00'00" et du **cercle méridien de Airy** : 0°00'00,418" E
- **Longitude géodésique par GPS/WGS 84 du cercle méridien de Airy** : 0°00'05,310" W
- **Longitude géodésique du trait méridien** : 0°00'05,728" W

Le plan méridien zéro de l'ellipsoïde WGS 84, et donc le plan Oxz du système mondial de coordonnées trirectangulaires géocentrées qui sert de référentiel au système GPS, est ainsi à 5,728" à l'Est du trait méridien de l'observatoire de Greenwich. Or, en longitude 1" = 19,30 mètres à la latitude de Greenwich. Le méridien zéro GPS passe ainsi à plus de 110 mètres à l'Est du trait méridien.

Cet angle de 5,7" est égal à l'angle que fait la verticale avec le plan méridien géodésique, divisé par le cosinus de la latitude.

Ainsi, les géodésiens britanniques ont regretté de perdre cette référence au trait méridien de Greenwich pour la géodésie mondiale, mais ils ne purent rien contre le fait que la verticale y fait un angle de $5,7'' \times \cos \varphi$, soit 3,6", avec le plan méridien contenant l'axe de rotation de la Terre.

■ La longitude géodésique de l'Observatoire de Paris

De même, à Paris, on constate sur le méridien de l'Observatoire :

- **Longitude astronomique Est**
9 min 20,935s = 2,33723° = 2°20'14,025"
- **Longitude géodésique par GPS/WGS 84** : 2,33653° = 2°20'11,4909"
- **différence** : 0,00070° = 0°00'02,5"

À Paris, la verticale fait un angle de $2,5'' \times \cos \varphi$, soit 1,6" avec le plan méridien contenant l'axe de rotation de la Terre et la pente Est-Ouest du géoïde par rapport à l'ellipsoïde géocentré est ainsi de 8 mm par km.

Les éditions récentes des feuilles de la carte de France à l'échelle du 1/25 000



L'observatoire de Greenwich.

comportent en surcharge bleue le pseudo quadrillage des coordonnées de la projection UTM associée à l'ellipsoïde WGS 84. Sur ces cartes, les angles des feuilles qui ont un côté sur le méridien de Paris, portent bien en bleu l'indication arrondie de la longitude géodésique géocentrée sur l'ellipsoïde WGS 84 de 2°20'11" ou 2°20'12".

La différence des longitudes géodésiques géocentrées entre les traits méridiens des Observatoires de Paris (longitude géodésique GPS 2°20'11,4909" Est) et de Greenwich (longitude géodésique GPS 0°00'05,7" W) est donc de 2°20'17,2".

■ La méridienne d'un lieu

Il est important de souligner qu'avec un ellipsoïde de révolution géocentré, le long d'une ligne méridienne Nord-Sud, tous les points appartiennent à un même plan méridien géodésique et la longitude géodésique est constante, alors que la longitude astronomique change continûment au gré des variations de l'angle que fait la verticale avec ce plan méridien.

Pour éviter toute ambiguïté, on doit réserver le mot méridienne à la méridienne géodésique.

Cela veut dire aussi que deux points ayant même longitude astronomique, ont très peu de chance d'être exactement sur la même ligne Nord-Sud ! Un plan méridien astronomique est l'apanage d'un point, et il n'a pas à être considéré en d'autres lieux. La méridienne d'un lieu, fut-elle celle d'un observatoire astronomique, est la trace au sol de son plan méridien géodésique. ●

ABSTRACT

The UTM projection, used for GPS positioning, is submitted to the preliminary acceptance of a world system of trirectangular coordinates. This system has required the choice of an initial meridian plan which differs in a small way from the meridian plan corresponding to the meridian line of Greenwich Observatory. The reason for it is here explained.

La mesure de l'espace au service de la performance sportive : l'exemple de la Fédération Française d'Athlétisme

■ Bernard AMSALEM - Didier FEUILLOLEY - Michel MELET - François VIGNEAU

Le mot du président

Athlétisme est un sport qui se mesure. Mesure du temps, mesure de l'espace et même mesure de la vitesse du vent ! La performance, juge de paix de toute activité athlétique, s'exprime en centimètres et en centième de seconde. Les lieux de pratique en compétition sont par ailleurs des espaces mesurés, délimités, étalonnés, dans les stades, sur les routes, comme en pleine nature.

Les officiels techniques de la Fédération Française d'Athlétisme (FFA) sont les acteurs principaux de ces mesures. Ils sont, de fait, au cœur de la vie fédérale. Pour organiser une compétition, quel que soit le niveau, il est nécessaire de mobiliser 40 à 50 juges. Pour une compétition d'envergure comme les Championnats de France Elite, 100 à 120 juges sont tous les jours sur le terrain pour juger l'ensemble des disciplines.

Notre Fédération est donc particulièrement attachée à mettre en valeur l'activité de ces 6 000 femmes et hommes passionnés – parmi plus de 190 000 licenciés – qui donnent leur temps libre et leur énergie au service de la mesure de la

performance et de notre sport. Compte tenu de l'importance de leur rôle, une Commission nationale et une Commission régionale dans chacune des 30 ligues de métropole et d'outre-mer sont consacrées à la coordination et à l'évolution de leur action. Ces officiels techniques bénéficient de formations initiales et continues de manière à être au fait des évolutions réglementaires et techniques. Les plus méritants d'entre eux sont mis à l'honneur, au même titre que les meilleurs athlètes et les meilleurs entraîneurs, à l'occasion de notre soirée de gala annuelle.

Nos officiels techniques travaillent régulièrement en collaboration avec des géomètres-experts. En effet, la fédération exige des certificats de mesurage établis par ces professionnels pour classer des espaces de compétition.

La culture de la mesure est ainsi particulièrement ancrée au sein de l'athlétisme français. C'est donc un grand plaisir que ce numéro de la revue "XYZ" puisse consacrer quelques pages à cette facette de notre sport encore trop méconnue du grand public, rendant ainsi hommage à ces "mesureurs de l'ombre" et mettant en évidence le lien fort qu'ils entretiennent avec les géomètres-experts. B.A.



© François Vigneau

Marquage de la ligne d'arrivée d'une piste d'athlétisme.

L'athlétisme, sport de la mesure

Le stade : de la mesure à l'équipement

Même si, depuis plusieurs décennies, se développent les "courses hors stade" (cross-country, courses sur route dont marathon, courses en montagne, trail...), l'équipement emblématique de la pratique de l'athlétisme est le stade.

Par stade, on entend l'enceinte souvent constituée de la piste ainsi que des tribunes accueillant le public et des locaux de service (vestiaires...).

La piste est généralement circulaire de manière à permettre le déroulement de distances longues en effectuant plusieurs tours de celle-ci.

Cet archétype de piste circulaire est apparu après l'introduction au "programme" des Jeux olympiques antiques de la course du double stade (*diaulos*), en 724 avant J.C. Auparavant, les épreuves de course se disputaient sur une piste rectiligne qu'il s'agissait de parcourir d'une extrémité à l'autre, en un "aller simple". La longueur de cette piste correspondait donc à la seule distance de course alors inscrite au programme des épreuves olympiques antiques : la course du stade. En effet, étymologiquement, le stade est une distance. Selon la mythologie, Héraclès aurait défini celle-ci à partir de la longueur de ses propres pieds, rapportés 600 fois. Compte tenu de "l'étalon" choisi, difficilement transposable en tout point de la Grèce, cette distance varie. A titre d'exemple, elle mesure 192,27 m à Olympie, mais seulement 178,35 m à Delphes.

Ainsi, l'espace emblématique de la pratique de l'athlétisme a été, historiquement, défini par une distance. Dès l'origine, athlétisme et mesure de l'espace sont donc intimement liés.

La définition conventionnelle des distances de course "modernes"

De la même manière que la longueur du stade antique, les distances des épreuves de courses en athlétisme ont été déterminées de manière conventionnelle. Comme la plupart des sports modernes, l'athlétisme s'est structuré en Angleterre au cours du XIX^e siècle. Le développement des moyens de locomotion (trains et bateaux à vapeur, automobiles) a favorisé l'accroissement des échanges sportifs. Les confrontations, notamment internationales, ont nécessité la codification et l'uniformisation des règles sportives.

Or, comment faire lorsque les britanniques et les "continentaux" se réfèrent à des systèmes de mesure de l'espace différents ? En effet, Outre-Manche, les distances courues étaient, pour l'essentiel (à l'exception de la course de sprint sur 100 yards) fondées sur le mile, ses multiples et ses sous-multiples. En Europe continentale, en revanche, la distance de référence a longtemps été le kilomètre, d'où la construction ancienne de pistes de 250 m, 333,33 m, voire 500 m.

La définition des distances de courses en athlétisme résulte d'un compromis entre le programme anglo-saxon d'épreuves athlétiques, d'une part, et le système métrique, d'autre part. Ainsi, le mile a été remplacé par la distance métrique plus "ronde" du 1 500 m, alors que le ½ mile et le ¼ de mile ont été transposés, à peu de différence près, respectivement en 800 m

et 400 m. Quant au 200 m, il est à la fois proche du 1/8 de mile et égal au double du 100 m. Dans les distances de demi-fond long, la course du 3 000 m (fondée sur celle du 1 500 m) a longtemps été une distance très courue, par les hommes, puis par les femmes, jusqu'à ce qu'elle soit supplantée, dans les grandes compétitions, par le 5 000 m et le 10 000 m. Le 3 000 m n'a subsisté dans le programme olympique que pour la course — d'origine britannique — du steeple (avec franchissements de barrières et d'une "rivière" artificielle).

Une autre épreuve présente une distance dont la définition a été singulière : le marathon. Cette épreuve est, bien entendu, inspirée de l'exploit antique du guerrier grec Philippides venu en courant à Athènes informer la Cité de la victoire sur les troupes perses à Marathon et mort une fois sa mission accomplie. Il est surtout intéressant de remarquer que la distance de cette épreuve a d'abord été relativement approximative. Lors des premiers Jeux olympiques de l'ère moderne, organisés en 1896 à Athènes, son parcours a relié Marathon à la capitale grecque, soit une distance d'environ 40 kilomètres. Lors des Jeux suivants, à Paris en 1900, le parcours mesurait précisément 40,260 km. A Saint-Louis (USA, Missouri) en 1904, à nouveau 40 km environ. A Londres, lors des Jeux de 1908, le départ fut tracé devant l'entrée du Palais de Windsor et l'arrivée, au pied de la loge royale, dans le stade olympique de White city. La longueur du parcours était de 26 miles et 385 yards, soit 42,1949 km. Depuis lors, la distance du marathon a été fixée, conventionnellement, à 42,195 km.

Par ailleurs, il est à noter que les différentes disciplines de l'athlétisme présentent toutes les facettes des rapports du sport à l'espace et à la distance. Ainsi, certaines spécialités nécessitent des équipements codifiés et uniformisés, dont les caractéristiques (distances, planéité...) sont identiques dans le monde entier. Il s'agit des courses et des concours du programme olympique, qui se déroulent sur le stade. D'autres disciplines requièrent des parcours aux caractéristiques codifiées, mais dont le tracé peut présenter, dans certaines limites, des spécificités propres. C'est le cas de la marche athlétique et des courses sur route dont le marathon. Enfin, certaines courses se déroulent sur des distances, des itinéraires et avec une topographie particulières qui font que chaque épreuve est unique. Ce sont les cross-country et, surtout, les courses en montagne et les trails.

Ce sont essentiellement les rapports de l'athlétisme à la mesure de l'espace dans ces deux premiers cas d'aménagements athlétiques que nous allons maintenant détailler.

La précision de la délimitation des aires constitutives des stades d'athlétisme

Tous les espaces qui composent un stade d'athlétisme font l'objet de règles très précises édictées par l'association internationale des fédérations d'athlétisme : pistes de course et de marche athlétique, pistes ou aires d'élan et zones de réception des sauts et des lancers. Il en est de même pour les lignes qui délimitent celles-ci ou les marques qui

indiquent l'emplacement des haies ou des barrières de steeple et des zones de transmission de relais.

Ces règles concernent bien entendu le plan horizontal (distances), mais aussi le plan vertical (planéité). En effet, les pistes de course de vitesse, les pistes d'élan, mais aussi les zones de réception des sauts horizontaux (longueur et triple-saut) et des lancers présentent des inclinaisons longitudinales maximales (généralement 0,1 % maximum dans le sens descendant, sauf pour l'aire d'élan du saut en hauteur : 1/250 maximum) afin de ne pas biaiser les performances d'un stade à l'autre et permettre ainsi de comparer celles-ci où qu'elles soient réalisées. Dans le sens transversal des pistes, la pente permettant d'évacuer les eaux pluviales ne doit pas excéder 1 %.

Les aires sportives sont généralement définies en termes de longueur et de largeur, mais aussi, pour certaines, en termes de diamètre ou d'angles. Ainsi, les aires de lancer de poids, de marteau et de disque sont circulaires : d'un diamètre, respectivement, de 2,135 m pour les deux premiers et de 2,5 m pour le troisième. Par ailleurs, les zones de réception des lancers sont des arcs de cercles de 34,92° pour le poids, le disque et le marteau et de 29° pour le javelot.

La plupart des dimensions des pistes de course et de marche et des aires de concours d'athlétisme sont assorties de tolérances. Par exemple, la tolérance est de +/- 5 mm pour les rayons des virages de la piste ou pour le diamètre d'un cercle de lancer que celui-ci soit de poids, de marteau ou de disque. La tolérance peut varier selon la distance. Ainsi, la précision de la position des haies est de +/- 1 cm pour le 110 m haies (dont les haies sont espacées entre elles d'un yard, soit 9,14 m) et de +/- 3 cm pour le 400 m haies (dont les haies sont espacées entre elles de 35 m). Surtout, les tolérances relatives aux distances de courses peuvent être qualifiées "d'asymétriques". En effet, la distance réelle mesurée sur la piste ne peut être inférieure à la distance conventionnelle de course (le 100 m par exemple) afin de ne pas avantager les athlètes qui y disputent une épreuve. En revanche, elle peut être légèrement supérieure, mais dans

certaines limites, pour ne pas trop défavoriser ces mêmes athlètes. Ainsi, la tolérance est de 0 à +2 cm pour les distances de 100 m, 110 m et 200 m et de 0 à + 4 cm pour les distances supérieures ou égales à 200 m.

Le mesurage des courses d'athlétisme "hors stade"

Préalablement au déroulement de toute course "hors stade" (course sur route dont marathon, course en montagne, trail...) il convient de mesurer la distance précisément sur le parcours parfaitement défini... et de vérifier que c'est bien le parcours mesuré qui sera suivi. Pour la mesure de ce parcours, la méthode employée est celle de la "bicyclette calibrée". Afin d'éviter qu'un parcours s'avère trop court lors d'une remesure ultérieure, il est recommandé de recourir à un facteur préventif lors de la mesure du parcours. Pour les mesures effectuées avec la bicyclette, ce facteur devrait être de 0,1 %, ce qui signifie que chaque kilomètre du parcours aura une "longueur mesurée" de 1001 m. Pour une course de niveau mondial l'incertitude du mesurage ne doit pas dépasser 0,1 % (par exemple 42 m pour le Marathon) et la longueur du parcours doit être certifiée au préalable par un mesureur expert reconnu par l'Association internationale des fédérations d'athlétisme (IAAF).

En outre, pour les courses sur route organisées sur des distances standard, il est recommandé que la dénivellation entre le départ et l'arrivée n'excède pas un pour mille en moyenne, c'est-à-dire un mètre par kilomètre. Cette disposition constitue un critère pour l'homologation d'un record. Il est également recommandé que les points de départ et d'arrivée, mesurés le long de la ligne droite théorique qui les joint, ne soient pas éloignés l'un de l'autre de plus de 50 % de la distance de la course.

La fonction de mesureur de courses hors stade constitue une fonction spécifique au plan international. En France, elle doit être assurée par un "Juge Arbitre hors stade" qui a reçu une formation adéquate.



Cercle de lancer de poids et secteur de chute.



Tracé d'un parcours de marche athlétique en ville.

Le mesurage des performances en athlétisme

Une fois que les juges ont validé les conditions de réalisation de la performance, il reste à valoriser cette dernière et donc à en effectuer la mesure.

Pour la mesure du temps sur une course dont l'arrivée est jugée par un système de photo finish, les temps seront lus au 1/100^e de seconde. A moins que le temps soit exact au 1/100^e de seconde, il doit être lu au 1/100^e de seconde immédiatement supérieur. Toutefois la mesure possible au millième est conservée au besoin par exemple pour départager deux concurrents. La performance chronométrique est déterminée au moment où une partie quelconque du corps de l'athlète (c'est-à-dire le torse mais pas la tête, le cou, les bras, les jambes, les mains ou les pieds) atteint le plan perpendiculaire au bord le plus proche de la ligne d'arrivée dans le sens de la course.

Pour les épreuves où la performance consiste en un dépassement d'une limite dans l'espace (saut en hauteur, saut à la perche), il faut d'abord placer la barre à la hauteur souhaitée puis vérifier celle-ci, généralement au moyen d'une toise. Tous les mesurages sont effectués en centimètres entiers, perpendiculairement à partir du sol et

jusqu'à la partie du bord supérieur de la barre se trouvant le plus près du sol, soit le centre de la barre. Tout mesurage d'une nouvelle hauteur est effectué avant que les athlètes n'essaient de franchir cette hauteur. Dans tous les cas de records, les Juges doivent vérifier la mesure lorsque la barre est placée à la hauteur du record, puis vérifier à nouveau la mesure avant chaque tentative ultérieure contre le record si la barre a été touchée depuis la dernière mesure. L'utilisation de toise télescopique (notamment pour le saut à la perche) est la plus courante, calibrée et certifiée, elle constitue la référence même en cas d'utilisation d'appareils de mesures électroniques adaptés, essentiellement dans des compétitions de haut niveau.

Pour les sauts horizontaux (saut en longueur et triple saut), ainsi que pour les épreuves de lancers, la marque qui est prise pour référence de la distance réalisée est encadrée par des règles précises. Elle définit le point 0 de la mesure à effectuer.

Pour tous les concours de sauts horizontaux (saut en longueur et triple saut), les distances sont toujours enregistrées au centimètre inférieur le plus proche si la distance mesurée n'est pas un centimètre entier. Tous les sauts sont mesurés à partir de la marque la plus proche faite par l'athlète dans la zone de réception par une partie quelconque du corps de celui-ci jusqu'à la ligne d'appel ou son prolongement. Les mesurages sont effectués perpendiculairement à la ligne d'appel ou à son prolongement. La ligne d'appel est la limite au-delà de laquelle le pied de l'athlète ne peut prendre appui pour son saut.

Pour toutes les épreuves de lancer, les distances sont enregistrées au centimètre inférieur le plus proche si la distance mesurée n'est pas un centimètre entier. Le mesurage de chaque lancer est réalisé immédiatement après le jet :

- à partir de la marque la plus proche faite par la chute du poids, du disque ou de la tête du marteau jusqu'à l'intérieur de la circonférence du cercle de lancer et le long d'une ligne passant par le centre de ce cercle ;
- à partir du premier point de contact de la pointe du javelot avec le sol, jusqu'au bord intérieur de l'arc qui délimite la piste d'élan de lancer et le long d'une ligne passant par le centre du cercle dont cet arc fait partie (rayon de 8 m).

A haut niveau de compétition, ces mesures sont de plus en plus assistées de matériels de haute technologie : appareils de visée optique, guide laser, vidéo adaptée... etc. Bien entendu, ceux-ci requièrent toujours le contrôle des officiels techniques. Néanmoins, ils présentent plusieurs avantages :

- accroître la vitesse de diffusion des résultats au public du stade et aux téléspectateurs ;
- aider au jugement de la validité d'une performance, surtout quand s'y ajoutent aussi des informations dont la fonction première est de rendre plus spectaculaire la réalisation de la performance, tel que la vision de la position du pied à la limite de l'appel pour un saut en longueur, ou encore la vision d'un ralenti de geste au saut à la perche ;
- crédibiliser le jugement de l'officiel technique en instaurant une des conditions essentielles à la réalisation de grandes performances : la confiance de l'athlète dans le jugement et la mesure de sa performance.



© François Vigneau

Mesurage de la barre de saut à la perche au moyen d'une toise.



Mesurage d'un saut en longueur au moyen d'un décamètre en ruban.

Le rôle des officiels techniques de la Fédération française d'athlétisme

La mesure est au cœur de l'activité des officiels techniques d'Athlétisme (juges) : mesure du temps réalisé par l'athlète parcourant une distance de course ou d'une distance dans un temps donné, mesure de la distance atteinte lors du jet d'un engin de lancer (poids, disque, marteau, javelot) ou lors du saut horizontal d'un athlète, mesure d'une limite à dépasser (saut en hauteur ou saut à la perche), mesure de vitesse comme celle du vent qui influe sur la performance dans certaines disciplines (sprint, sauts horizontaux), mesure de dénivelés de piste ou d'espaces de pratique, de parcours hors stade, mesure d'altitude pour qualifier des courses de montagne ou pour valider ou non un parcours hors stade propre à pouvoir y réaliser des records...

Au sein d'un jury de compétition, les officiels techniques veillent au respect des règles qui encadrent la pratique tant au plan gestuel qu'au plan des conditions et espaces autorisés pour cette pratique. Ainsi, ils garantissent la validité des performances réalisées et la précision de leur mesure. Sur stade principalement, mais aussi hors stade, près de 6 000 officiels techniques détenteurs de 13 000 qualifications dans les diverses disciplines de pratique de l'athlétisme constituent le potentiel disponible et bénévole pour couvrir l'arbitrage de toutes les compétitions d'une saison d'athlétisme se déroulant pratiquement sans interruption tout au long de l'année. Un juge peut être qualifié dans plusieurs disciplines ou fonctions : juge de lancers, de courses, de sauts, chronomètres, juge de photo finish, starter, juge d'épreuves hors stade, juge de marche... Les qualifications se répartissent en 4 degrés : départementaux, régionaux, fédéraux, et officiels techniques nationaux. Chaque degré est acquis à la suite de formations et d'examen. Il doit être régulièrement actualisé, à la fois par le suivi de sessions de recyclage et le contrôle de présences habituelles dans les jurys de compétitions. Suivant les règles de la Fédération Européenne et de la Fédération internationale quant au nombre autorisé par pays, certains des officiels techniques

Les classeurs-guides d'aménagement des stades et des stades couverts d'athlétisme

Au cours des dernières années, la Fédération française d'athlétisme a élaboré deux guides complémentaires, présentés sous forme de classeurs :

- un guide d'aménagement des stades de plein air,
- un guide d'aménagement des stades couverts.

Ces guides sont destinés tant aux maîtres d'ouvrages qu'aux maîtres d'œuvres. Ils présentent les règles applicables aux équipements sportifs accueillant des compétitions d'athlétisme. Ils détaillent également la procédure de classement fédéral (précédemment appelé "homologation fédérale") de ceux-ci qui détermine le niveau des compétitions qui peuvent y être organisées. En outre, ils proposent des conseils pour l'aménagement des stades de plein air et couverts.

L'attention des maîtres d'ouvrage est plus particulièrement appelée sur l'éventuelle coordination avec les sports collectifs. Tout projet d'aménagement d'un stade d'athlétisme, que celui-ci soit de plein air ou couvert, s'inscrivant dans le cadre d'une installation multisports doit faire l'objet d'une étude préalable globale tenant compte des autres disciplines sportives dont la pratique est envisagée. En effet, il est indispensable de considérer les caractéristiques de toutes les aires sportives à réaliser afin d'en assurer une implantation harmonieuse.

Les règles édictées par les autres fédérations utilisatrices de stades, en particulier celles relatives aux dimensions ou à la nature du revêtement des terrains de football et de rugby, imposent de faire des choix (par exemple, un terrain en gazon synthétique ne permet pas la pratique des lancers de disque, de marteau et de javelot), ou de chercher des compromis pour concilier les différentes exigences fédérales en vue de l'aménagement d'un stade multisports.

Ainsi, à partir des règles définissant les niveaux de classement et des priorités établies pour l'aménagement des stades multisports, le maître d'ouvrage peut déterminer ses priorités et les préciser au maître d'œuvre avant le début de la phase d'étude.

Ces guides ambitionnent également de faciliter le travail de conception des maîtres d'œuvres grâce à des tableaux qui présentent de manière synoptique les caractéristiques des différentes aires sportives et des locaux connexes, ainsi que grâce à de nombreux plans détaillés et schémas indicatifs.

nationaux ayant réussi à un examen sont nommés, pour une période de 4 années, officiels techniques continentaux (ATO : Area Technical Official) ou/et officiels techniques internationaux (ITO : International Technical Official), Juges de marche internationaux ou mesureurs internationaux (pour les courses hors stade). Tous ceux-ci sont ainsi habilités à arbitrer dans des compétitions internationales. Les qualifications des officiels permettent leur intervention dans les compétitions tant au plan du jugement d'une épreuve, qu'au plan de son arbitrage, mais aussi pour la

► vérification des installations et équipements propres à permettre l'homologation de performances réalisées sur celles-ci. Le niveau de compétition ne constitue pas un critère qui influe sur la qualité d'homologation d'une performance, elle-même de quelque niveau qu'elle soit.

Le Directeur technique d'une compétition sur stade a un rôle essentiel dans la conformité des installations et équipements pour une compétition. Avec son équipe (dont peut faire partie un géomètre), il doit procéder à un préalable déterminant pour la tenue de la compétition qui consiste en la mise en place et/ou la vérification d'éléments de sécurité certifiés et positionnés précisément (cage de protection des lancers, qualité de sable dans les fosses de longueur et triple saut, protection de poteaux de sauts à la perche, etc.). Il devra également s'assurer des tracés et délimitations des secteurs de lancers, des positionnements des aires de sauts verticaux en vérifiant que les espaces d'élan sont conformes aux règles, des divers agencements réglementaires pour la réalisation d'épreuves spécifiques, de la conformité de matériels divers utilisés : anémomètres, horloges de concentration, appareils de mesures de base (ruban acier), ainsi que de la vérification des engins de lancers (masse et dimensions) et autres matériels tels que les blocs de départ mis à la disposition de tous les athlètes. Cette fonction de Directeur Technique est surtout prévue dans les compétitions de haut niveau. Pour l'assurer, il faut aussi avoir de solides connaissances et disposer des divers appareils de mesures de précision : piges, calibres et autre palmer ou pied à coulisse, si ce n'est ruban acier, calibrés et certifiés. Lors d'une compétition dans laquelle ce rôle n'est pas défini et les installations sont, de fait, prêtes et mises à disposition des différents jurys des épreuves, il appartient au responsable de chacun de ces jurys d'effectuer toutes les vérifications en rapport avec l'épreuve qu'il a à juger avec son équipe. Un Officiel Technique de spécialité, quelle que soit sa qualification, doit donc connaître toutes les règles et dimensions de l'installation où il œuvre, ainsi que des matériels qui sont utilisés.

Lorsque des mesures de distances sont effectuées électriquement, un officiel technique de compétition est désigné : Juge préposé aux Mesures Electroniques. Avant le début de la réunion, celui-ci prend contact avec le personnel technique concerné et se familiarise avec le matériel. Avant chaque épreuve, il supervise le positionnement des appareils de mesure, prenant en compte les contraintes techniques indiquées par le personnel technique. Pour s'assurer que l'équipement peut fonctionner correctement, il doit, avant et après chaque épreuve, faire une série de mesurages, conjointement avec les juges et le juge-arbitre, et confirmer que les résultats obtenus sont les mêmes que ceux mesurés avec un ruban en acier calibré et certifié. Il doit conserver la charge générale de l'opération pendant la compétition. Il rend compte au Juge-arbitre du Concours afin de confirmer que l'équipement est au point.

Le rôle des géomètres aux côtés

des officiels techniques de la fédération française d'athlétisme

Le géomètre est un acteur indispensable du développement des stades d'athlétisme, de leur conception à leur réalisation, jusqu'à leur classement.

Dès la conception d'un projet de stade de plein air ou de stade couvert, le maître d'œuvre doit collaborer avec le géomètre-expert pour procéder à tous les calculs topographiques (longueurs, largeurs, angles, niveaux).

Pour réalisation, compte tenu des règles strictes à respecter (avec des tolérances très réduites), en particulier en ce qui concerne le dimensionnement et la planimétrie, il est indispensable de faire appel à un géomètre-expert pour implanter avec beaucoup de précision les différentes aires sportives constitutives d'un stade d'athlétisme.

Pour procéder au classement d'un stade, la Fédération française d'athlétisme exige que lui soit fourni un certificat de mesurage qui ne peut être établi que par un géomètre-expert. Les points de mesure à relever sont très nombreux afin de vérifier toutes les caractéristiques (longueurs, largeurs, angles) et planéité de chaque aire sportive. Le document demandé doit être d'une grande rigueur en raison de la précision des règles sportives auxquelles le stade doit être conforme. Le rôle du géomètre est tellement important pour les compétitions de niveau international que, au sein du corps des officiels techniques, a été créée la fonction de "Géomètre officiel" qui est définie par la règle 135 du règlement des compétitions de l'Association internationale des fédérations d'athlétisme (IAAF) : *"Le Géomètre officiel devra contrôler l'exactitude du marquage et des installations et devra fournir avant la réunion les certificats appropriés au Directeur Technique."*

Il devra avoir plein accès à tous les plans et dessins du stade ainsi qu'au dernier rapport de mesurage pour pouvoir effectuer cette vérification." ●

Contacts

Bernard AMSALEM

Président de la Fédération française d'Athlétisme.

Didier FEUILLOLEY

Juge arbitre général - Chargé de mission installations et matériels auprès du président de la FFA - Ingénieur divisionnaire des travaux publics de l'État honoraire.
didier.feuilleley@athle.org

Michel MELET

Juge arbitre fédéral - Président de la Commission des officiels techniques de la FFA - Membre du Comité directeur de la FFA.
michel.melet@athle.org

François VIGNEAU

Diplômé en architecture, docteur en géographie et aménagement du territoire - Secrétaire général adjoint de la FFA.
francois.vigneau@athle.org
site : www.athle.com

Le coût de la panne

■ Robert CHEVALIER

A travers quelques anecdotes vécues lors des missions de reconnaissance au Cameroun, État où je me suis rendu quelquefois, on montre aisément que dans ces pays d'Afrique si attachants, on peut passer tour à tour de situations parfois angoissantes à des parties de franche rigolade.

Un premier voyage dans ce pays en 1976 m'amène sur place pour un appel d'offres d'études et construction de lignes à haute tension (225 Kv) entre Douala et Yaoundé, avec un raccordement à Edéa et au site du futur (et hypothétique) barrage de Song LouLou, sur le fleuve Sanaga, dans le nord de cette zone. Cette consultation porte sur la réalisation de l'ouvrage "clefs en mains", la mission est mixte et implique deux collègues, ingénieurs spécialistes en travaux de construction et votre serviteur pour la partie étude du projet, dans laquelle la topographie est essentielle.

Il se trouve que l'un des deux arrive en Afrique pour la première fois. Il se trouve aussi que ce garçon, charmant au demeurant, est plutôt timoré, voire pusillanime, ce qui conduira à donner du piquant à certaines de nos pérégrinations. Par courtoisie, je ne citerai pas son nom, mais je l'appellerai R.

Nous arrivons à Douala, par l'ancien aéroport international, digne de l'épopée de l'Aéropostale, quelques hangars où l'on suffoque en sortant de l'avion climatisé, pendant l'accomplissement des formalités interminables d'entrée sur le territoire.

Nous partons avec la voiture de location vers le centre-ville à la recherche de l'hôtel réservé par notre agence, qui s'avère difficile à trouver. Petite parenthèse : fort de ma modeste expérience africaine, je donne quelques conseils à mon ami R en prenant des airs importants (c'est humain !). Entre



Sur la piste.

autres, je lui explique que nous sommes dans un pays étranger, qui n'est plus une colonie, et que la politesse s'impose plus que jamais vis-à-vis des autochtones.

La leçon est trop bien apprise : alors que nous errons pour trouver notre hôtel, j'arrête la voiture à la hauteur d'un policier et R l'interpelle : "S'il vous plaît, Monsieur le policier, auriez-vous l'extrême obligeance de bien vouloir nous dire où se trouve l'hôtel des Cocotiers ?" A l'énoncé de la question qui n'est pas seulement polie, mais carrément obséquieuse, je ne peux m'empêcher d'éclater de rire, d'autant plus que la réponse, peu amène est : "J'en sais rien" ce qui était vraisemblablement faux. Mauvais début pour R...

Durant ce séjour dans la capitale économique, nous nous répartissons les tâches pour mener à bien nos investigations. La première visite est pour le client, la SONEL, l'équivalent de notre E.D.F. Nous rencontrons le responsable, un Français expatrié, pas particulièrement accueillant. Je comprends tout de suite le personnage car il me dit d'emblée, quand il vient réceptionner le projet de tracé, qu'il a pour habitude de faire des repérages des sommets d'alignements au centimètre près. Je suis atterré, car

dans ces pays couverts de forêts, arriver pile poil sur un point précis, après un long et difficile layonnage relève de la gageure.

Certes, habituellement on essaie qu'il en soit ainsi, mais si on arrive à quelques mètres près, ce qui est presque inéluctable par suite des petites erreurs de cheminement, on considère que c'est sans importance, puisque le terrain est homogène et qu'il n'y a généralement pas d'obstacles particuliers au voisinage. C'est vraiment totalement stupide et ça révèle chez notre interlocuteur une volonté délibérée d'enquiquiner le géomètre. Ça promet ! Mais enfin, pour l'instant on ne sait pas si nous serons retenus, on verra bien !

Dans le cadre de nos contacts, un jour, R a un rendez-vous dans un créneau horaire où je me trouve être libre. Comme il s'apprête à prendre un taxi, je lui propose de l'emmener.

Nous voici partis dans Douala que je pensais connaître assez bien. Nous arrivons à un grand carrefour, surveillé par un policier coiffé d'un immense casque "colonial". Les feux tricolores ne fonctionnent pas, puisqu'ils ont depuis longtemps été détruits par des jets de pierres. Je m'avance avec circonspection, lorsque retentit un vigoureux coup de sifflet. Le policier



s'approche lentement, avec un air important et sur un ton sans réplique me dit : *"Vous êtes passé au feu rouge !" Ah, bon ? Pour éviter les ennuis, je préfère m'écraser, mais notre ami R pleurniche et se désole : "Mon rendez-vous, je vais rater mon rendez-vous !". Contre toute attente cette phrase déclenche un doute dans l'esprit du policier, qui gamberge un instant. Après mûre réflexion, il nous dit sur un ton sentencieux : "Ah, je vois, vous êtes des hommes d'affaires !"*

Il avait dû penser que nous avions de hautes relations et qu'il risquait un retour de bâton. Du coup, nous avons droit à un laconique : *"C'est bon pour cette fois, allez-y !"*

Mais tout ça a pris du temps. Pour rassurer R, je lui propose de prendre ce que je suppose être un raccourci. Nous voici embarqués dans les faubourgs, la route, je veux dire la piste, est recouverte d'eau sur une centaine de mètres. Pensant que c'est superficiel, je fonce, mais malheur, la hauteur de l'eau est de près d'un mètre. Celle-ci pénètre sous le capot ; le moteur est noyé, c'est gagné... Par chance, des quantités de gamins, témoins de la scène, nous poussent, nous tirent et nous remettent sur un sol plus consistant.

Miracle ! Après un nettoyage sommaire de la mécanique, le moteur veut bien repartir, mais poussivement, sur "trois pattes", dans un bruit inquiétant, et toujours comme une litanie, mon collègue désespéré : *"Mon rendez-vous, mon rendez-vous !"* Evidemment, celui-ci était largement raté... Le soir je reporte la voiture chez le loueur, en lui disant innocemment qu'elle marche très mal... Comme le garagiste en ouvre la porte, de l'eau restant sur le plancher se déverse sur ses pieds... Simple remarque désabusée : *"Ah, je vois !"* Il devait avoir l'habitude !

Chaque soir, devant l'hôtel – nous sommes maintenant à l'Akwa Palace, vieil établissement de style colonial, sans grand confort, mais non sans charme et plus central – des jeunes gens se proposent de surveiller la (nouvelle) voiture pour la nuit, précaution indispensable si on veut être sûr

de la retrouver en l'état. Comme ils réclament, bien sûr de l'argent, je refuse, prudence élémentaire, de leur donner de suite. Ce sera un bakchich global quand nous partirons ! Ils ne manqueront pas le rendez-vous, ce qui fut dit fut fait et l'auto resta intacte !

A propos de rendez-vous, je voudrais relater une décision qui nous a sans doute sauvé la vie : lors de nos investigations, on essayait toujours de rencontrer des entrepreneurs expatriés installés sur place, histoire d'apprécier l'ambiance et de recueillir quelques conseils.

Comme nous contactons par téléphone un de ceux-ci qui nous a été recommandé, ce dernier nous informe qu'il n'est pas libre le lendemain, car il doit faire un aller-retour à Yaoundé avec son avion personnel (c'est dans cette partie de l'Afrique le seul moyen de ne pas perdre de temps). Comme nous lui annonçons que nous devons nous aussi nous rendre dans la capitale quelques jours plus tard, il nous propose d'inverser notre programme et de l'accompagner.

Nous hésitons longuement devant cette offre attrayante et pratique, mais c'est non, car nous avons des réunions le jour suivant, difficiles à modifier.

Lorsque le surlendemain, nous nous rendons au rendez-vous qu'il nous avait fixé, nous découvrons dans la cour de son entreprise tout le personnel, silencieux, avec des mines moroses. On nous apprend que son avion n'est jamais arrivé à bon port, à l'évidence crashé dans l'immensité de la forêt qui recouvre toute cette région, et où on ne peut se poser nulle part en cas d'urgence. En ce qui nous concerne, ce n'était pas notre heure...

Nous entreprenons ensuite la reconnaissance sur le terrain, et prenons la route de Yaoundé ; enfin quand on parle de route, à part les premiers kilomètres, c'est une piste en assez mauvais état (la saison des pluies vient de s'achever).

Il faut savoir que toutes les pistes sont ainsi, la seule chose qui les différencie étant leur largeur. Là, c'est la R.N.1, donc on peut se croiser, mais avec précaution, car les ornières sont nombreuses et profondes.



Le pont de la "Caution".

Depuis Edéa où nous passons deux nuits dans des chambres pleines de bestioles, nous organisons une virée sur le site du projet de barrage de Song LouLou. C'est une petite expédition, car c'est à l'écart de tout.

Nous avons pu louer pour toute cette phase du travail, un excellent 4x4 Toyota, mais il est très difficile d'évoluer sur ces pistes secondaires peu fréquentées et complètement détrempées, pimentées par des traversées de marigots ou de rivières généralement dépourvues de ponts.

Un des rares que nous rencontrerons est en planches et tout neuf, mais les villageois nous refusent de l'emprunter, car il n'a pas encore été inauguré par les autorités ! Quelques offrandes (appelées pudiquement caution) au chef de village lèveront enfin cette difficulté "administrative".

Malgré un départ très matinal et un retour tardif (comme il est d'usage, nous avons prévenu la direction de l'hôtel en cas de pépin) nous aurons tout juste le temps d'accéder au site, mais les rives et les abords du fleuve Sanaga sont recouverts d'une végétation exubérante qui nous empêche pratiquement de le repérer.

Toute cette énergie dépensée pour pas grand-chose ! Nous devons trouver plus tard dans un aéro-club de Yaoundé, un avion avec son pilote, qui voudra bien nous faire effectuer un survol à basse altitude, seul moyen d'apprécier l'accidentation du terrain et la densité du couvert végétal,



Rapides de Song-Loulou vus d'avion.

éléments importants de l'élaboration du devis, surtout pour la topographie et ce, malgré le danger que constituent ces opérations aériennes, comme on l'a vu avec le sort de notre malheureux compatriote.

De toute façon, dans ces zones de forêt dense, le sol est difficile à apercevoir, on voit surtout le sommet des arbres foisonnant à l'infini, que les pilotes surnomment très justement le persil. Cette configuration, qui était prévisible, est la pire pour le travail du topographe, surtout dans les conditions fixées par l'ingénieur de la SONEL que nous avions rencontré à notre arrivée, conditions absolument aberrantes pour ce pays ...

Plus tard, sur la piste principale, parsemée d'arbres renversés par un orage récent, et qu'il faut dégager à chaque fois, le moteur du 4x4 commence à hoqueter et avoir des ratés, la vitesse se réduit fortement, mais nous arrivons tant bien que mal, au pas, dans un village du nom de Matomb. (Espérons que ce n'est pas un mauvais présage !)

Je sais bien que c'est le carburateur qui est encrassé par de la poussière de latérite et qu'il suffirait d'un simple tournevis pour y accéder et le nettoyer, mais dans les voitures de location, il y a rarement de l'outillage. Les villageois font cercle, désireux de nous rendre service, mais personne ne possède le moindre outil.

L'un d'eux se souvient d'un type qui, paraît-il, aurait autrefois travaillé en

ville, dans un garage, mais il demeure à plusieurs heures de marche d'ici, en brousse, ce qui ne décourage pas deux habitants de se mettre en route pour aller le chercher (à pied, bien sûr).

Nous sommes évidemment contraints de coucher sur place en attendant, dans ce qu'on appelle une case de passage, tenant lieu plus ou moins d'hôtel. On y dort par terre sur des nattes très propres, avec tout de même toutes les petites bêtes habituelles.

Pendant cette longue attente, je prends beaucoup de photos des habitants à qui je promets bien sûr de leur en envoyer. Enfin, le lendemain, le dépanneur arrive avec sa sacoche d'outils. En un rien de temps, il accède au gicleur qu'il nettoie comme prévu. Le moteur repart, on distribue les récompenses rituelles, selon les services rendus par chacun, c'est le coût de la panne ! mais c'est encore beaucoup de temps perdu... On se console en pensant que si c'était arrivé à Song LouLou, ç'aurait été bien plus catastrophique.

Evidemment, durant ces péripéties, notre collègue R se lamente et panique un peu. Il voudrait, rien moins que ça, appeler à l'aide une connaissance à lui qui travaille à l'ambassade de France, mais peine perdue, le seul moyen de communication dans le village est un poste radio émetteur qui s'avère être en panne, sûrement depuis longtemps. De toute façon, on ne voit pas ce qu'un tel appel aurait pu faire pour nous.

A travers cet incident, il faut souligner la gentillesse de la plupart des Camerounais vivant en brousse, et leur politesse. On apprend d'ailleurs, que beaucoup de ceux-ci ont été éduqués et instruits par des missionnaires, ce qui a marqué leur état d'esprit et leur comportement.

Comme promis, de retour en France, j'envoie les tirages des photos aux intéressés. Je ne sais comment fonctionne la Poste, mais contre toute attente, et certes avec des délais importants, ça leur parvient, puisqu'ils me répondent par le truchement de l'écrivain public, pour me remercier et redemander à chaque fois des tirages supplémentaires, ce que je fais bien volontiers.

Dans leurs lettres, on me prend presque pour le bon Dieu et comme je réponds toujours, ça dure plus d'un an. Jusqu'au jour où le fameux écrivain porte-parole me dit dans une Nième lettre qu'il aimerait bien connaître la France. Je le vois venir et l'imagine débarquant chez moi avec ses trois femmes et sa douzaine d'enfants ! J'imagine surtout la tête de mon épouse... Je décide donc lâchement de mettre fin à cette page d'amitié épistolaire... Peut-être me suis-je mépris, mais dans le doute... Les scènes de photos ne se terminent pas toujours aussi bien que dans la brousse : plus tard, dans les faubourgs de la capitale, comme on traverse un immense bidonville, il me vient l'idée saugrenue de prendre des photos par la fenêtre de la voiture. Quelques individus me repèrent et c'est une marée humaine, hurlante et vociférante qui nous poursuit avec des airs menaçants sur des centaines de mètres. Heureusement, cette fois, l'auto ne tombe pas en panne et nous prenons nos distances. En ville, tout est si différent... Inutile de décrire les réactions de ce pauvre R, littéralement affolé !

Un jour, alors que nous longeons un cours d'eau, nous tombons sur une patrouille armée en uniforme, policiers ou militaires, on ne sait trop. Contrôle d'identité et regards intéressés par nos portefeuilles d'où dépassent des billets de banque, quand nous sortons nos papiers.



Bac sur le fleuve Sanaga.



Pour faire diversion, l'un de nous lance : *"Est-ce qu'on peut voir des crocodiles dans cette rivière ?"* Réponse : *"Oui, mais c'est sur demande au syndicat d'initiatives !!!"* On décrypte et on devine que celui-ci doit organiser des safaris pour les touristes (quels touristes ?) afin de leur permettre de voir la faune locale.

Une autre fois, nous rencontrons un indigène avec qui nous partageons notre casse-croûte, et qui nous propose de nous emmener voir les grands animaux, éléphants, buffles etc. mais cela nécessite deux jours pour le pistage et l'approche de ces bêtes ; c'est évidemment impossible.

On continue par la piste toujours aussi détestable. Les tronçons secs sont constitués de ce qu'on appelle la tôle ondulée, dont le nom dit bien ce qu'il veut dire. C'est toute une technique de conduite. Si l'on roule trop lentement, la voiture est secouée comme un panier à salade et fait des sauts de cabri, si l'on roule trop vite, on décolle ; la bonne vitesse est 70/80 km/h, car à cette allure les roues frôlent le sommet des bosses et c'est acceptable.

Le problème est qu'à cette vitesse qui semblerait dérisoire en France, le moindre obstacle peut constituer une catastrophe. Entre les grumiers, énormes camions transportant des billes de bois qui laissent dans leur sillage un nuage de poussière rouge sur des centaines de mètres et qu'on ne peut doubler qu'en remettant son âme à Dieu, et les obstacles en tous genres sur le tracé de la piste, c'est un véritable gymbkhana.

Un jour, dans un autre pays similaire, on voit au dernier moment un trou de la taille d'une machine à laver. Que faire ? Freiner, c'est aller droit dans ce trou. On accélère très fort et on le passe miraculeusement en vol plané avec la secousse qu'on imagine à l'atterrissage. A partir de ce jour, la voiture, curieusement, émet des bruits plus que bizarres qui ne disent rien qui vaille, mais enfin pour l'instant ça roule !

Il faut ajouter que ces pistes sont constituées de latérite, terre rouge extrêmement compacte et dure à l'état sec, ce qui permet de réaliser des talutages pratiquement à 90°. Beaucoup de poussière évidemment, mais dès qu'il pleut, ça glisse d'abord comme du verglas, puis ça se transforme en borborygmes plus ou moins franchissable, au point que les autorités doivent parfois décréter la mise en place de barrières de pluie, comme chez nous les barrières de dégel. Naturellement plus aucun trafic dans ces conditions, notamment pour les poids lourds...

Quand il y a d'importants cours d'eau à franchir, il y a les bacs, tout un poème et véritables reflets de l'Afrique. Temps d'attente parfois interminables, dérives inquiétantes sous l'effet du courant : mais on se lie avec les gens, on bavarde, on fait des rencontres insolites !

Un jour un Africain, torse nu, vêtu à la Tarzan, engage la conversation. On apprend qu'il est le préfet de la région et qu'il va se ressourcer dans sa famille en brousse. Difficile d'imaginer la même scène chez nous !

Parfois c'est plus poignant comme dans ce qui suit : un groupe de femmes nous hèle, ce qui est surprenant car elles sont très timides ; je m'arrête pour leur expliquer qu'on ne peut emmener tout le monde. Elles nous prient de prendre au moins la femme la plus âgée qui vient d'apprendre la mort de son fils, dans un village reculé. Nous la prenons donc avec nous, mais quand on arrive au but où les préparatifs de la cérémonie funéraire ont déjà commencé, on voit cette pauvre femme presque défaillir dans nos bras et se rouler par terre en hurlant sa douleur. On constate, s'il en était besoin, que dans les mêmes circonstances, les gens du monde entier réagissent de la même façon. Triste épisode qui nous laissera retournés et muets pendant un long moment.

Pour finir sur une note plus amusante, une historiette de très peu d'importance, mais qui nous a bien fait rire : Nous nous installons à Yaoundé et le soir au restaurant, la carte propose du capitaine, un excellent poisson très répandu en Afrique. Comme le serveur nous dit qu'il n'y en a plus, histoire de rigoler, on lui dit : *"C'est pas grave, mettez-nous du colonel !"* Pas de réaction chez cet homme, ou bien il n'a aucun humour, ou bien il n'a rien compris...

Je pencherai plutôt pour cette dernière hypothèse, car dix minutes plus tard, on le voit traverser la salle complètement hilare, plié en deux, et éclatant de rire en répétant à qui mieux mieux : *"Ah, Ah ! Du colonel, elle est bien bonne !"* Il fonctionnait apparemment à retardement...

Fin de mission, toujours autant de tracasseries à l'aéroport.

Une femme policier, d'allure peu engageante, décrète en regardant mon passeport que ce n'est pas moi sur la photo ! Malgré mes réclamations et mon énervement, ça dure près d'une heure. Tout le monde est dans l'avion. Alors que retentit le dernier appel avant la fermeture des portes, je lui lâche à tout hasard : *"Bien sûr que c'est moi sur la photo, mais j'étais plus jeune, donc plus beau !"* Elle daigne enfin esquisser un sourire et me rend le passeport d'un air condescendant. Ouf ! C'est ça l'Afrique, tout tient à si peu de choses... ●

Le 24 juin Géomètres Sans Frontières a tenu son Assemblée générale : Compte-rendu

■ Claire GALPIN

*Nous étions une douzaine de personnes dans le bureau de Laurent Polidori, qui nous avait aimablement prêté sa table de réunion. Les anciennes et les nouvelles têtes ont bien noté que le nouveau bureau poursuit les actions engagées par les sortants : soutien aux actions des étudiants de l'ESGT en mission humanitaire, comme maître de stage et comme un relais dans la quête de matériel et de bonne volonté. Les étudiants sont naturellement attachés à leur indépendance et à leur engagement individuel. Nous saluons ces motivations, et bien sûr, soutenons et continuerons à soutenir toutes leurs initiatives car nous partageons leur devise : **Tout seul on va plus vite, ensemble on va plus loin.***

Côté finance, notre réserve ne permet pas pour le moment d'envisager de grandes actions. Le trésorier va appeler les cotisations aux membres inscrits. Les nouveaux membres et les dons spontanés sont les bienvenus.

Pour augmenter les effectifs, GSF va entre autres, contacter les personnes ayant suivi le mastère Systèmes cadastraux et Aménagement foncier (au sens de politique foncière) mais aussi tous les étudiants, aujourd'hui diplômés, et qui ont été soutenus au cours des ans par GSF.

Rappel historique

Née il y a 20 ans, GSF s'est dédié pendant une dizaine d'années à des missions de topographie et de conseil en foncier à l'international. Les dix années suivantes ont été dédiées à la formation sous forme de participations croisées avec des étudiants ESGT, ESTP ou INSA qui allaient effectuer leurs TFE et donnaient en échange des cours à leurs homologues africains. Puis sont arrivées les demandes des étudiants ESGT pour des missions en guise de stage de 1^{ère} ou 2^{nde} année : formule qui perdure.

Et l'avenir...

Dans l'avenir proche, GSF va intervenir au Burundi en partenariat avec FIEF. En effet, sous la caution morale et scientifique de l'Ordre (OGE), pendant 18 mois, FIEF et GSF vont appuyer l'association pour la paix et les droits de l'homme (APDH) dans la réalisation d'un projet de gestion foncière décentralisée. Gestion foncière décentralisée en quelques mots : il s'agit de mettre en place un service foncier au niveau communal, service qui doit permettre

d'instaurer un niveau intermédiaire de sécurisation foncière. En effet, il n'existe aucun instrument technique et juridique entre la coutume qui s'émousse, les conflits fonciers qui augmentent et le titre foncier, preuve absolue de la propriété.

Un projet en devenir

Un ingénieur géomètre français a pris une concession sur 88.000 hectares de réserve naturelle dans le parc national des Quirimbas au Mozambique. Son projet s'appelle Taratibu Wildlife Project et pour plus d'informations il suffit de consulter www.taratibu.fr. Le partenariat avec GSF concerne un projet scientifique d'étude du milieu, pour lequel GSF appuierait la cartographie et la constitution du SIG nécessaire aux scientifiques pour localiser leurs données.



Pour rêver sur Google Earth, la position est S 12 48.975 E 39 41.708.

Ces projets vont dans le sens du souhait de voir GSF prendre une stature d'ONG avec participation active aux projets des grandes organisations internationales. ●

► Nous contacter : geometresansfrontiere@gmail.com



Jean Morette : la totémisation de la vallée

■ Jean-Pierre MAILLARD

Rivière ardennaise s'il en est, en passant la frontière franco-belge et pour le plaisir de l'orthographe, la Semois devient en France la Semoy. Comme dans la vallée de la Meuse, les hommes de la Semoy n'ont cessé de travailler le fer depuis les temps les plus reculés et ont démontré leur capacité à s'adapter aux innovations et aux mutations. Au fil des siècles, l'activité a perduré en créant des paysages marqués par les ateliers et les cités ouvrières tout en laissant une très large place à la forêt et aux rives naturelles. On doit souligner le caractère enchanteur de la route qui borde la rivière depuis la Meuse jusqu'à la Belgique où d'ailleurs elle conserve tout son charme.

Le cœur de la première métallurgie ardennaise se confond avec le territoire de la clouterie à main, approximativement celui de la principauté de Château-Regnault qui inclut les rives de la Basse Semoy jusqu'à Hautes-Rivières. Elle a été d'abord formée d'une multitude de forges domestiques, à la dénomination locale de "boutique", réunissant jusqu'à 7 000 cloutiers. Dans chaque boutique on trouve une roue à chien, variante élargie de la cage à écureuil, qui actionne le soufflet, la forge proprement dite et tous les outils indispensables. L'énergie nécessaire s'obtenait alors par le seul recours aux forces humaine et animale. Au XIX^e siècle, l'augmentation de la productivité induite par la machine à vapeur, a conduit à la concentration des boutiques et corrélativement leur nombre a considérablement diminué tout en continuant à employer jusqu'à 11 000 personnes. Depuis la vallée s'est plus encore industrialisée et les productions mécanisées. Aujourd'hui les entreprises actives résistent à la crise autant que possible pour survivre et aussi défendre le savoir-faire ardennais notamment connu au travers de patronymes devenus des marques, tels Faure ou Arthur Martin.

Les totems de la Semoy

Haulmé, les Hautes-Rivières, Monthermé, Thilay, Tournavaux, les cinq communes qui reçoivent le bassin

de la Semoy appartiennent à la Communauté de communes Meuse et Semoy dont le siège est à Monthermé. En prolongement d'un contrat de rivière binational, la collectivité territoriale a missionné le paysagiste Marc Soucat pour le traitement des entrées d'agglomération de la vallée. Dans plusieurs des socles végétaux aménagés par ses soins, pour en rehausser la perception, il envisage de faire implanter sept objets, au moins un par commune et un à chaque extrémité de la vallée. Comme l'a si bien rapporté Michel Degré, initiateur du projet au travers du Centre d'initiation à la nature qu'il animait alors, la féconde rencontre du paysagiste avec l'artiste Jean Morette amène l'intrusion de l'art contemporain dans un territoire vierge de toute proposition culturelle. Le projet du sculpteur de ficher sept signaux verticaux de grande taille, en tenant compte de la profondeur de la vallée, et surtout en métal pour souligner la tradition métallurgique locale a emporté l'adhésion du maître d'ouvrage et le concours financier des autres institutions, département, région et Union européenne. Le matériau retenu est l'acier Corten dont la couleur rouille est tout autant à l'image de l'activité de la vallée. Rappelons que l'oxydation de l'acier Corten est, de façon paradoxale, une protection définitive contre l'altération des tôles.



© Yvette Velay

Tournavaux carrefour (détail).

Les totems évoquent tour à tour la nature et l'industrie. Chaque unité est constituée d'un assemblage de pièces métalliques aux formes sinueuses et/ou anguleuses empruntant à la géométrie qu'elles soient uniques ou dupliquées. En effet, même les formes arrondies évoquant les méandres rappellent celles des pistolets du dessinateur à la recherche de la courbe idéale réunissant plusieurs points sur un plan. Bien sûr, les totems significatifs du travail de l'homme, plus "carrées" résultent de l'application de ce qui pourrait être aussi bien un dessin industriel avec toutes ses lignes cotées et, ce faisant, leur géométrie est manifeste.

La réalisation a été le fait d'entreprises locales notamment la société Sigma industrie. Jean Morette a donc distrait la production du métallier Jackie Rousseau, réjouit d'être inhabituellement mobilisé sur des œuvres d'art pesant de deux à trois tonnes. La mise en place s'est effectuée en 2003 pour les quatre pièces les plus géométriques et en 2006 pour les trois autres.

Tournavaux carrefour

Volontairement planté à une patte d'oie au centre d'une surface plane aménagée comme les terrasses agricoles de la Semoy, le totem de Tournavaux est bordé par des arbres nouveaux qui marquent encore la limite ancienne de la forêt. Avec un fût à section triangulaire, il peut être vu dans trois directions. Ses formes stylisent des bobineaux de fils et des rouleaux de laminier qui cascadenent le long du support.



© Yvette Velay

Tournavaux carrefour.

Les Hautes-Rivières aval

Marc Soucat définit avec précision le site retenu : *"Au bout de cette courbe nue, un objet métallique émerge d'un socle végétal. Il marque la borne d'entrée dans un monde du travail de l'acier et la permanence d'un cadre naturel étonnant"*. Dans ce qui apparaît comme une clé carrée, Jean Morette montre, galvanisées, une face de produits finis et une autre de déchets industriels évoquant ainsi les étapes de l'acier brut au produit élaboré.

Le site des deux autres totems à dominante géométrique, Haulmé pont et les Hautes-Rivières frontière a été retenu pour avoir le plus souvent possible la rivière en arrière-plan une façon de souligner les liens entre vallées, rivières et villages.

Jean Morette

Jean Morette est né à Valensart (Belgique) sur les bords de la Semois le 10 juillet 1936. Après avoir découvert, dès 1948 le monde de l'art et de la littérature à l'Athénée royal de Virton, il décide en 1954 de devenir professeur de dessin. A cette fin il est inscrit à l'Académie de Mons et, pour la partie pédagogique, à l'Ecole normale de la même ville. Diplôme en poche, il est nommé en 1957 professeur à l'Ecole normale de Couvin. Parallèlement, il travaille à ses premières toiles sur le thème des paysages industriels et des carrières dans un style rigide, déjà quelque peu géométrique. En 1970 suivent les premières sculptures qui développent son goût pour le soudage. Il assemblera d'abord des pièces de voitures et, dans son élan, tout ce qui ressemble à du fer. Sa créativité donne naissance aux céphalocrates étrange amalgame de fonds de réservoir et de cadrans de jeep. Bestiaire imaginaire à tête en forme de macaron, les céphalocrates ne cessent de se reproduire jusqu'à envahir le jardin de l'atelier de l'artiste.

En 1981 un personnage apparaît dans l'œuvre de Jean Morette, un parfait quidam à la silhouette d'Alfred Hitchcock confronté à son environnement et à ses congénères. Au fil des tableaux, seul ou cloné, il traverse des univers à la Magritte. Il ne renonce pas pour autant à son expression par la sculpture caractérisée par la mise en œuvre de produits de récupération. Il s'en explique comme suit en 1999 : *"L'utilisation de déchets est une particularité de l'art actuel initiée par les cubistes et les dadaïstes au début du XX^e siècle. Je suis très sensible à la beauté des objets industriels (un vilebrequin est une sculpture en soi) et sont un matériau à part entière. Je n'ai*



© Yvette Velay

Les Hautes-Rivières aval.

donc rien inventé en utilisant les rebuts de notre civilisation. Mais, outre l'aspect esthétique de ces objets, l'idée de leur réhabilitation est assez séduisante".

Depuis 1992, terme de sa carrière d'enseignant, il consacre tout son temps à son art dans sa propriété du petit village d'Omezée en Wallonie. Son œuvre sculptée est largement présente dans les espaces publics des agglomérations entre Sambre et Meuse jusqu'à désormais gagner, comme on l'a vu, ceux de la France limitrophe.

Avec le cheminement de la vallée de la Semoy, l'œuvre de Jean Morette gagne à être reconnue au-delà de son pays. En revanche on peut regretter que les aménagements du paysagiste Marc Soucat soient quelque peu dénaturés par une gestion des végétaux inadaptée. Quoi qu'il en soit, leurs réalisations sont autant de repères pour l'œil de l'automobiliste comme elles servent de balise aux utilisateurs des parcours pédestres et cyclistes en suscitant durablement l'envie de regarder vers le haut. ●

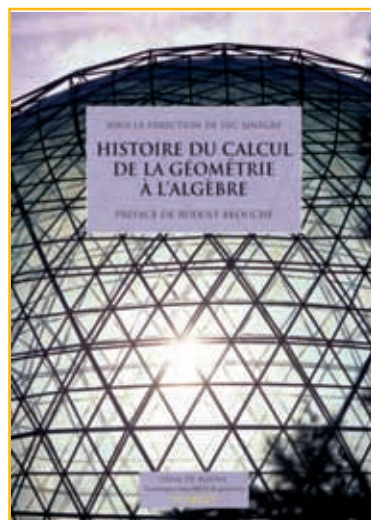


■ Plan itinéraire de Paris par arrondissements en 1850 Marie-Odile MERGNAC Augustin SCHNEIDER-MAUNOURY

Vous venez de prendre ce plan en main ? N'y cherchez ni le métro, ni le RER, ni le XX^e arrondissement : vous feuillotez un plan de 1850, une véritable machine à remonter dans un temps et dans un Paris qui ne sont pas ceux d'aujourd'hui, même s'ils ont des points communs. Les contours ? Ils sont beaucoup plus réduits. En 1850 par exemple, la rue Lecourbe ne fait pas partie de Paris. Pas plus que les quartiers de Passy et d'Auteuil. Pas davantage que les buttes Chaumont ou que l'avenue de Clichy. Les arrondissements ? Ils ne sont que douze, avec un découpage en éventail au lieu du découpage en spirale d'aujourd'hui. Les rues ? Pas la peine de chercher le boulevard Saint-Germain, il n'existait pas. Le préfet Haussmann a éventré la capitale pour y percer des artères et bouleversé un Paris inchangé parfois depuis le Moyen Âge. Ce livre original fournit un historique, un index des noms de rues, avec leurs changements de noms au cours des siècles, et repère sur le plan toutes les paroisses et toutes les études de notaires de Paris. Autant d'éléments indispensables aux généalogistes : ils retrouvent plus vite les lieux de vie de leurs ancêtres parisiens et les actes notariés les concernant en fonction de leurs adresses. Enfin, ce guide permet au curieux des parcours insolites à travers le temps. Marcher dans les rues, plan en main,

permet de constater, avec surprise parfois, les modifications intervenues dans son quartier. Bonne promenade dans le Paris d'autrefois !

► Edition Archives et Culture
Collection : GENEALOGIE
94 pages – 18 €
ISBN 978-235077-036-9



■ Histoire du calcul, de la géométrie à l'algèbre Sous la direction de Luc SINEGRE Préface de Rudolf BKOUCHE

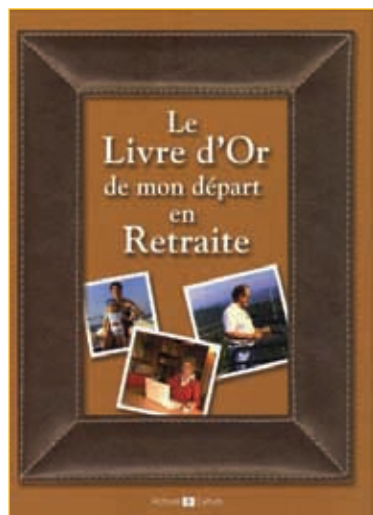
Voici un panorama vivant de la longue et universelle histoire du calcul, montrant comment il a varié au fil du temps, depuis la plus Haute Antiquité – avec ses simples problèmes de dénombrement – jusqu'aux recherches actuelles les plus abstraites. De nombreuses illustrations et des textes de transition en ponctuent la lecture. Dans ce livre d'histoire, on découvrira en quoi le calcul sert non seulement à *mesurer* les choses, mais à les *penser*. Dans l'Antiquité, on avait besoin de mesurer et d'arpenter. Les problèmes que se sont posés les Égyptiens ressemblent d'ailleurs à ceux que l'on étudiait encore à l'école primaire avant la réforme des mathématiques modernes. La si célèbre règle de trois en fait partie (Première partie de l'ouvrage). Quand les problèmes se compliquent, mieux vaut introduire des lettres. On aboutit alors au langage algébrique (qui peut, lui aussi, rester un mauvais

souvenir de classe !). Les problèmes vont alors s'écrire alphabétiquement (chaque mathématicien avait autrefois son propre système) et devenir des *équations*. C'est ainsi que Descartes voulut mettre le monde en équations. Au XVII^e siècle et presque par hasard, le calcul va se mettre au service de la géométrie qui deviendra, avec Newton et Leibniz, la *géométrie analytique*. Côté histoire, on verra que de nombreux mathématiciens rencontrés au fil de ces pages se sont croisés, sous Louis XIII, au siècle de La Rochelle ! (Partie II). Comment menait-on un calcul avant l'usage des calculatrices ? Si l'emploi des règles à calcul et des tables de logarithmes est bien connu, sait-on que les artilleurs de la première guerre mondiale avaient en poche un abaque pour ajuster et régler leurs tirs ? L'efficacité de ces abaques reposait pourtant sur *une géométrie issue de la perspective* qui, au départ, oppose le trait au calcul (Partie III). A partir du XIX^e siècle il faudra bien rassembler et ordonner toutes ces tentatives. Les règles de calcul vont devenir elles-mêmes des objets de pensée qu'on va appeler des *structures*. La dernière partie du livre donne plusieurs exemples de ce processus.

► Edition Vuibert
304 pages – 30 €
ISBN 978-2-7117-2226-6

■ Le livre d'or de mon départ en retraite Martin PAUL

Dans la série des livres d'or pour toutes les occasions, voici celui qu'il faut absolument offrir à l'occasion des départs en retraite de vos collègues, amis ou parents proches ! Humour et souvenirs au sommaire ! Agrémenté de nombreux dessins, il permet à celui qui part, mais aussi à tout son entourage, de noter des souvenirs, des anecdotes, des récits de carrière, des bons vœux pour les années ou les projets à venir, et de coller des photos. Les collègues peuvent déjà le compléter avant le pot de départ, en remplissant les pages qui leur sont dédiées. La famille et les amis peuvent s'y associer. Le futur retraité pourra ensuite compléter le livre chez lui, avec des souvenirs plus personnels,



puis l'utiliser, au fil des années à venir, pour raconter ses envies et ses engagements, ainsi que leur réalisation progressive. Car la retraite n'est pas une fin. Le mot se dit d'ailleurs "jubilation" en espagnol, c'est tout dire !

► Editions Archives et Culture
Collection : GENEALOGIE
110 pages - 25 €
ISBN 978-2-35077-119-9

■ Volcanologue De la passion à la vocation Jacques-Marie BARDINTZEFF Préface de Michel SIFFRE

Dans cet ouvrage passionnant, l'auteur nous fait pénétrer au cœur des volcans comme si nous l'accompagnions sur le terrain, au milieu des explosions et des grondements, près du magma en fusion. C'est la vraie science, mêlant action, risques et connaissances. M. SIFFRE

En retraçant l'expérience réussie de sa vocation scientifique, Jacques-Marie Bardintzeff nous offre également, dans ce livre tout en couleurs et très illustré, une véritable initiation à la géologie et à la volcanologie.

Dans son récit, aussi palpitant qu'émouvant, il nous révèle les réalités d'un métier hors du commun qui suscite des vocations autant



qu'il continue de soulever bien des passions. On le suivra pas à pas et dans le feu de l'action, au fil d'un texte illustré de plus de deux cents photographies et enrichi d'encadrés portant sur des points précis du volcanisme et des sciences de la Terre, ainsi que des études ou des recherches qui y sont associées.

► Edition Vuibert
176 pages - 22 €
ISBN 978-2-7117-2502-1

■ De Ptolémée à La Guillotière XV^e - XVI^e siècle Des cartes pour la France : pourquoi, comment ? Monique PELLETIER

La Renaissance est une période importante de l'histoire de la cartographie européenne. Les principes édictés par le Grec Claude Ptolémée sont redécouverts tandis que l'image devient le complément indispensable du discours et la preuve des visites de terrain. En France, la multiplication des cartes et "portraits" ou "figures" montre que cartographes et peintres s'insèrent aisément dans le courant européen. Le pouvoir, à l'exemple de Catherine de Médicis, comprend l'intérêt pratique et symbolique des cartes du royaume. À l'avènement d'Henri IV, celles-ci deviennent le symbole de la



réunification de la France. Toutefois, comme le prouve l'œuvre de François de La Guillotière, l'édition cartographique française, d'abord aux mains des imagiers de la rue Montorgueil, entre difficilement en concurrence avec les productions anversoises dont la diffusion est européenne et qui emploient systématiquement la taille-douce. En France, gravure sur bois et gravure sur cuivre sont concurremment utilisées, mais l'œuvre qui vient couronner les travaux du XVI^e siècle, *la Charte de la France de La Guillotière* – né à Bordeaux –, est gravée sur bois et complétée par l'insertion de toponymes composés avec des caractères d'imprimerie selon un procédé mis au point en Allemagne.

Cet ouvrage, abondamment illustré, offre en outre un CD-Rom de la carte de France de La Guillotière. Les nombreux exemples insérés dans le texte viennent à l'appui d'une réflexion sur les méthodes utilisées et la qualité des résultats obtenus et sur les circuits éditoriaux.

► Editions du CTHS Géographie
192 pages - 25 €
ISBN 978-2-7355-0687-3

Le numéro ISBN indiqué
pour chaque ouvrage vous permet
de le commander en librairie.

REPERTOIRE DES ANNONCEURS - N° 120

ECOLE CHEZ SOI	4	LEICA	2	TOPCON	6
ESRI	17	ISI PRECISION - MAGELLAN	2 ^e de couv	TRIMBLE	1 - 3 ^e de couv
GÉOMEDIA	4 ^e de couv	REIS STOLZEL	14		

RÉCRÉATION COSMOGRAPHIQUE N°5

■ Raymond D'HOLLANDER

Les récréations cosmographiques 1 à 4 ont été consacrées à l'étude des différentes positions du soleil, les jours du solstice d'été et du solstice d'hiver. La présente récréation cosmographique concerne, toujours le point M de latitude nord $\varphi = 45^\circ$, aux deux équinoxes où la déclinaison du soleil $\delta = 0$.

1 - En représentant la sphère céleste locale dans le cas des équinoxes :

- Déterminer géométriquement l'angle horaire $-H_L^{(1)}$ du soleil à son lever et l'heure solaire⁽²⁾ T_L du lever.
- Déterminer trigonométriquement l'angle horaire $-H_L$ du soleil à son lever.
- Déterminer géométriquement l'azimut A_L du soleil à son lever.
- Déterminer trigonométriquement l'azimut A_L du soleil à son lever.
- Déterminer l'heure solaire T_C et l'azimut A_C du soleil à son coucher.
- Déterminer la durée du jour théorique et justifier l'appellation "équinoxe".

2 - Azimuts du soleil en M à plusieurs instants de chaque équinoxe.

- Montrer qu'aux équinoxes, on obtient l'azimut A du soleil en fonction de l'angle horaire $(-H)^{(1)}$ par la formule : $\tan A = -\tan(-H) / \sin \varphi$
- Vérifier la validité de cette formule pour $-H = -H_L$
- Calculer l'azimut du soleil en M, 10 minutes après son lever.
- Calculer l'azimut du soleil en M, 4 heures après son lever.
- Déterminer l'azimut du soleil en M, lors de sa culmination (passage au méridien de M).

(1) On rappelle que pour un astre à l'est, l'angle horaire est compté négativement.

(2) L'heure solaire vraie est celle que l'on obtient sur un cadran solaire ou un astrolabe planisphérique.

Nota : Se rapporter au nota de l'énoncé de la récréation cosmographique n° 2. Les distances zénithales obtenues ne sont pas celles qu'on mesure au théodolite du fait de la réfraction.

3 - Distances zénithales du soleil en M, en fonction de son angle horaire $(-H)$ à chaque équinoxe

- Démontrer qu'aux équinoxes, la distance zénithale du soleil en M est donnée en fonction de l'angle horaire par : $\cos z = \cos \varphi \cos(-H)$
- Calculer la distance zénithale du soleil en M, 10 minutes après son lever ; en déduire sa hauteur.
- Calculer la distance zénithale du soleil en M, 4 heures après son lever ; en déduire sa hauteur.
- Déterminer la distance zénithale du soleil en M, lors de sa culmination.
- A quel instant de chaque équinoxe, la distance zénithale du soleil est-elle égale à sa hauteur ?

4 - Distance zénithale du soleil en M, en fonction de l'azimut du soleil à chaque équinoxe.

- Etablir les formules permettant de calculer la distance zénithale du soleil en M, en fonction de son azimut.
- Calculer la distance zénithale du soleil, lorsqu'il a l'azimut obtenu en 2)c.
- Calculer la distance zénithale du soleil lorsqu'il a l'azimut obtenu en 2)d.

5 - Cas où la distance zénithale du soleil en M est : $z = 60^\circ$

- Déterminer l'heure à laquelle ce cas se produit.
- Déterminer l'azimut du soleil en M pour $z = 60^\circ$.
- Etablir un tableau récapitulatif pour les équinoxes, comme ceux donnés à la fin des récréations cosmographiques n° 2 et n° 4.

Solution de la récréation cosmographique n°4 (n° 119 d'XYZ)

■ Raymond D'HOLLANDER

1 - Détermination de z en fonction de φ , δ et $-H'$

La formule fondamentale de la trigonométrie sphérique du triangle sphérique ABC est :

$\cos c = \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos C$; on en tire pour le triangle de position ZPL' (fig 1bis) :

$$\cos z = \cos(90^\circ + |\delta|) \cos(90^\circ - \varphi) + \sin(90^\circ + |\delta|) \sin(90^\circ - \varphi) \cos(-H')$$

$$\cos z = -\sin |\delta| \sin \varphi + \cos |\delta| \cos \varphi \cos(-H')$$

a. Avec $|\delta| = 23,433^\circ$, $\varphi = 45^\circ$, $-H' = 61,816^\circ$, on obtient :
 $\cos z = 0,025218$

(1) $z = 88,55^\circ$, d'où la hauteur $h = 1,44^\circ$

b. Avec $|\delta| = 23,433^\circ$, $\varphi = 45^\circ$, $-H' = 4,316^\circ$, on obtient :
 $\cos z = 0,365745$

(2) $z = 68,55^\circ$, d'où la hauteur $h = 21,45^\circ$

2 - Détermination de z en fonction de φ , δ et A

Considérons la formule fondamentale de la trigonométrie sphérique appliquée au triangle sphérique ABC.

$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$, appliquée au triangle sphérique ZPL' (fig 1bis), on a :

$$\cos(90^\circ + |\delta|) = \cos(90^\circ - \varphi) \cos z + \sin(90^\circ - \varphi) \sin z \cos A$$

$$-\sin |\delta| = \sin \varphi \cos z + \cos \varphi \sin z \cos A$$

$$-\sin |\delta| = \sin \varphi (\cos z + \sin z \cot \varphi \cos A)$$

Posons : $\tan \psi = \cot \varphi \cos A$, ici $\cot \varphi = 1$, d'où $\tan \psi = \cos A$.

$$-\sin |\delta| = \frac{\sin \varphi}{\cos \psi} (\cos z \cos \psi + \sin z \sin \psi) \text{ ou } \sin |\delta| = -\frac{\sin \varphi}{\cos \psi} \cos(z - \psi)$$

Il s'agit alors de résoudre le système : (3)

$$\begin{cases} \tan \psi = \cos A \\ \cos(z - \psi) = -\frac{\sin |\delta| \cos \psi}{\sin \varphi} \end{cases}$$

a. Avec $|\delta| = 23,433^\circ$, $\varphi = 45^\circ$ et $A = 126^\circ$, on a :
 $\tan \psi = \cos 126^\circ = -0,5878$ d'où $\psi = -30,446^\circ$
 $\cos(z - \psi) = -0,4848$ et $(z - \psi) = 119,003^\circ$, on en déduit $z = -30,445^\circ + 119,003^\circ = 88,56^\circ$
 (4) $z = 88,56^\circ$, d'où la hauteur $h = 1,44^\circ$
 On obtient le même résultat que celui de (1)

b. Avec $|\delta| = 23,43^\circ$, $\varphi = 45^\circ$, $A = 175,75^\circ$, le système (3) donne :
 $\tan \psi = \cos 175,75^\circ = -0,99725$ d'où $\psi = -44,921^\circ$
 $\cos(z - \psi) = -0,39823$ d'où $(z - \psi) = 113,468^\circ$
 et $z = 113,468 - 44,921 = 68,55^\circ$
 $z = 68,55^\circ$ confirme le résultat (2).

c. Nous verrons à la question 3) que la hauteur maximale atteinte par le soleil au solstice d'hiver est $h_m = 21,57^\circ$. Il n'y a donc pas de moment de la journée où $h = 45^\circ$ et où l'ombre du gnomon soit égale à sa hauteur.

3 - Distance zénithale et hauteur méridienne du soleil lors du solstice d'hiver en M

Faisons une coupe de la sphère céleste locale au point M de latitude $\varphi = 45^\circ$ et représentons-y la coupe du parallèle de déclinaison $-\delta$, décrit par le soleil le jour du solstice d'hiver : $S'oS'12$. Il est clair qu'on a :

$z_m = \varphi + |\delta| = 45^\circ + 23,43^\circ = 68,43^\circ$ et que :
 $h_m = 90^\circ - \varphi - |\delta| = 90^\circ - 45^\circ - 23,43^\circ = 21,57^\circ$, hauteur maximale du soleil au solstice d'hiver.

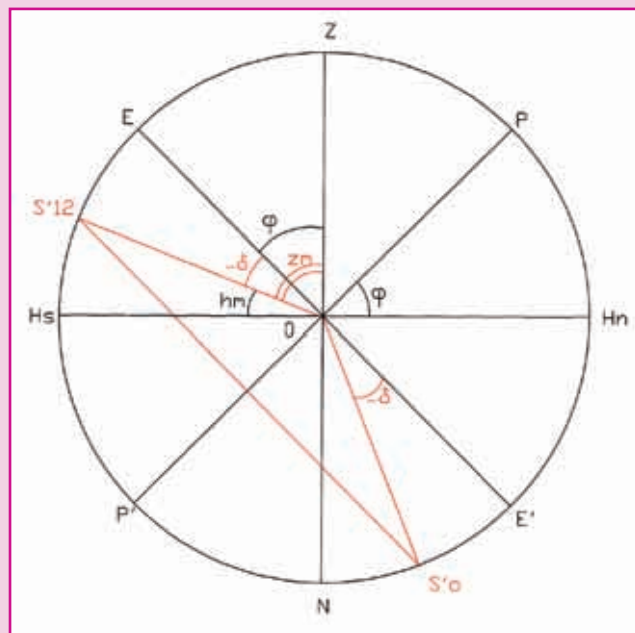


Fig. 1bis

$$z_m = \varphi + |\delta| = 68,43^\circ$$

$$h_m = 90^\circ - \varphi - |\delta| = 21,57^\circ$$

Récapitulation pour la matinée du solstice d'hiver

Heure de la matinée	Azimut	Distance zénithale	Hauteur
7h43mn, lever du soleil	$A'L = 124,22^\circ$	90°	0°
7h53mn, 10 min. après le lever	$A = 126^\circ$	$88,56^\circ$	$1,445^\circ$
11h43mn, 4 heures après le lever	$A = 175,75^\circ$	$68,55^\circ$	$21,45^\circ$
12h, 4h17mn après lever, culmination	$A = 180^\circ$	$68,43^\circ$	$21,57^\circ$

On peut comparer cette récapitulation à celle de la solution de la récréation cosmographique n°2 valable pour le solstice d'été.

**ASSOCIATION FRANÇAISE DE TOPOGRAPHIE**(association régie par la loi du 1^{er} juillet 1901 - N° SIRET 31876201000029 - CCP 16300 03Y PARIS)

Bureau: 107, rue La Boétie, 75008 PARIS – Tél.: 01 43 98 84 80 – Fax: 01 42 25 41 07

Courriel: info@aftopo.org - Internet: http://www.aftopo.org

Bulletin d'adhésion et d'abonnement pour 2009

- ☐ **OUI, je souhaite recevoir la revue XYZ à un prix préférentiel et adhérer à l'Association Française de Topographie en qualité de:**

- ☐ **Ingénieur, géomètre-expert, indépendant, cadre et personne morale**

- adhésion à l'Association Française de Topographie 38 €
- abonnement à la Revue XYZ 42 €

- ☐ **Technicien, enseignant, retraité cadre et ingénieur**

- adhésion à l'Association Française de Topographie 8 €
- abonnement à la Revue XYZ 42 €

- ☐ **Etudiant, stagiaire, ANPE, retraité technicien**

- adhésion à l'Association Française de Topographie gratuit
- abonnement à la Revue XYZ 42 €

- ☐ **OUI, je souhaite m'abonner à la Revue XYZ (sans adhésion)**

☐ France métropolitaine Europe et DOM 83 €
☐ TOM/Etranger/hors Europe (par avion) 86 €

- ☐ **OUI, je souhaite adhérer à l'Association Française de Topographie (sans abonnement)**

☐ Ingénieur, géomètre-expert, indépendant, cadre et personne morale 38 €
☐ Technicien, enseignant, étudiant, retraité, ANPE 8 €

Je vous adresse ci-joint le règlement de: _____ euros

- ☐ par chèque bancaire ou postal établi à l'ordre de l'AFT
☐ par virement au CCP de l'AFT n° 16 300 03 Y Paris - RIB : 20041 00001 1630003Y020 48
☐ pour les chèques payables sur une banque étrangère ajouter 10 € pour les frais bancaires, sauf à utiliser l'identifiant international de compte IBAN FR69 2004 1000 0116 3000 3Y02 048

M/Mme/Mlle Nom: _____ Prénom: _____

Société ou organisme: _____

Secteur d'activité: _____

Adresse: _____

Code postal: _____ Ville: _____

Tél.: _____ Fax: _____

Courriel: _____

Date

Signature

Retourner ce bulletin accompagné du règlement à l'Association Française de Topographie

107, rue La Boétie, 75008 Paris – Tél.: 01 43 98 84 80 – Fax: 01 42 25 41 07

Pour soumettre un article, les auteurs sont invités à suivre les consignes qui leur sont destinées sur le site Internet www.aftopo.org et à adresser leurs propositions à pierre.grussenmeyer@insa-strasbourg.fr ou tania.landes@insa-strasbourg.fr
Le site les renseignera également sur la composition du comité de lecture appelé à valider les textes.