

## JOURNÉES DE LA TOPOGRAPHIE : Etat et tendances de l'art topographique

■ Mathieu KOEHL

*Les Journées de la Topographie de l'INSA de Strasbourg marquent le début en fanfare d'une nouvelle année scolaire, le premier vrai contact des étudiants de 3<sup>e</sup> année avec le milieu professionnel tout en permettant aux étudiants de 5<sup>e</sup> année de réaliser leur dernière obligation académique avant de pouvoir être diplômés. Ce moment privilégié nous permet de faire un arrêt sur image, un état de l'art en quelques sortes se fondant sur les sujets de Projets de Fin d'Etudes (PFE) choisis et réalisés par les futurs ingénieurs. Ces PFE, même s'ils ne correspondent qu'à un petit échantillon, permettent de dresser un bilan révélateur des préoccupations majeures et surtout des intérêts des futurs professionnels, ils peuvent être considérés comme de vrais indicateurs de tendances dans le milieu de la Topographie.*

### Un bilan sur six ans

En reprenant l'ensemble de sujets depuis les six dernières années (la liste des sujets est disponible sur le site de l'INSA (<http://www.insa-strasbourg.fr/topographie>), nous pouvons dresser le tableau suivant comprenant des statistiques sur les différentes disciplines et thématiques abordées (figure 1).

Le graphique suivant reprend, en pourcentage, les disciplines principales associées aux différents projets. Il est à remarquer que les limites de ces différentes thématiques ne sont pas rigides. Un autre classement, nous permet de retrouver les thématiques selon leur importance (figure 2).

Comme nous pouvons le voir dans ces différentes classifications, la palette de sujets abordés est très large et couvre l'ensemble des disciplines de la topographie. Néanmoins, il s'agit de nuancer ces différents chiffres en fonction de leur évolution au cours des dernières années. Ainsi, les technologies SIG (au sens large) tiennent la corde au niveau des

disciplines choisies. Mais en détail, ces deux dernières années ont vu les SIG 3D et les cartographies sur Internet se développer nettement. La photogrammétrie est également une technologie largement choisie. Mais, là encore, ce sont photogrammétrie et lasergrammétrie qui sont combinées pour la constitution de modèles virtuels 3D. La métrologie et l'auscultation restent des disciplines régulièrement choisies, tout comme les traitements d'images et la télédétection. Enfin, le GPS ou plus largement les réseaux GNSS ont fait l'objet d'études récentes avec les déploiements des réseaux permanents tels que le RGP et TERIA.

### Le cru 2007 en détail

Mais revenons à l'exercice consistant à dresser un état de l'art à partir des sujets choisis pour la dernière session en date. Ceux-ci sont listés à la fin de cet article et sont consultables à l'INSA de Strasbourg.

### ■ SIG

En reprenant les différentes classifications, et en commençant par les SIG, la tendance des dernières années se confirme dans l'évolution des "applications SIG basées sur Internet" [1]. En effet, après avoir défini les modes de diffusion de la cartographie sur Internet, ce projet avait pour objectif la mise en place d'une interface permettant de configurer à distance les représentations cartographiques des données fournies par un serveur web, en l'occurrence MapServer. Les fichiers "map" associés sont générés automatiquement d'après les paramétrages de l'utilisateur distant. Ceci lui permet notamment également d'utiliser des requêtes spatiales sur le SGBD de type PostgreSQL / PostGis. En utilisant la même technologie, à base de MapServer, l'"étude de la mise en œuvre d'un Référentiel Foncier Unifié"[2] revient sur les concepts généraux du RFU et sur sa mise en place, ainsi que sur le développement du logiciel SIG extranet "eFoncier", maquette et plate-forme du RFU développée pour



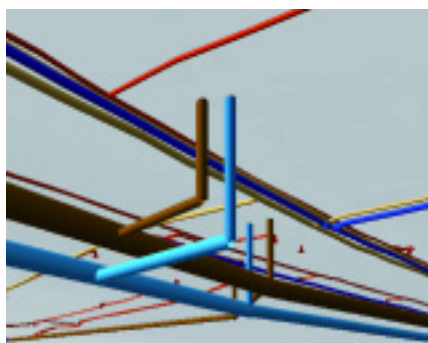
Figure 3 : Interface vierge de "eFoncier".

■ ■ ■ les besoins de l'Ordre des Géomètres-Experts. Les différents partenaires comme l'OGE, l'IGN, la DGI ou encore l'AMF y sont bien identifiés. A terme, le RFU devrait permettre de gérer et de mutualiser les éléments de mutations foncières sur un outil unique accessible par tous les acteurs du foncier, voire par le grand public (Figure 3).

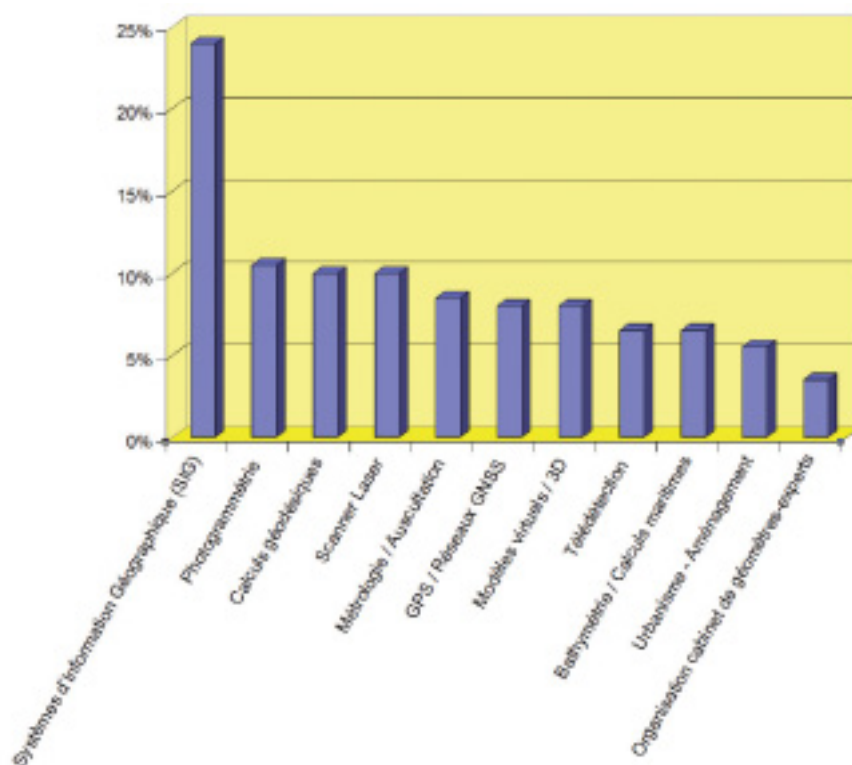
## ■ SIG et 3D

Dans un autre registre, mais toujours dans le domaine des SIG, la 3D refait son apparition dans un contexte assez original traitant des possibilités de "[...] réalisation d'un cadastre du sous-sol en trois dimensions"[3]. C'est en Suisse que la Direction Cantonale de la Mensuration Officielle (DMCO) du Canton de Genève pose des questions sur la faisabilité d'un tel SIG en 3D et surtout sur les possibilités de modélisation des réseaux. Les moyens techniques, informatiques et les données aujourd'hui disponibles peuvent servir de base à un tel SIG, mais le montage de grosses bases de données et le développement de méthodes automatiques de modélisation et d'intégration de données sont encore à réaliser. La qualité, et notamment la précision des données devra également être améliorée avant de pouvoir les utiliser en exploitation (Figure 4).

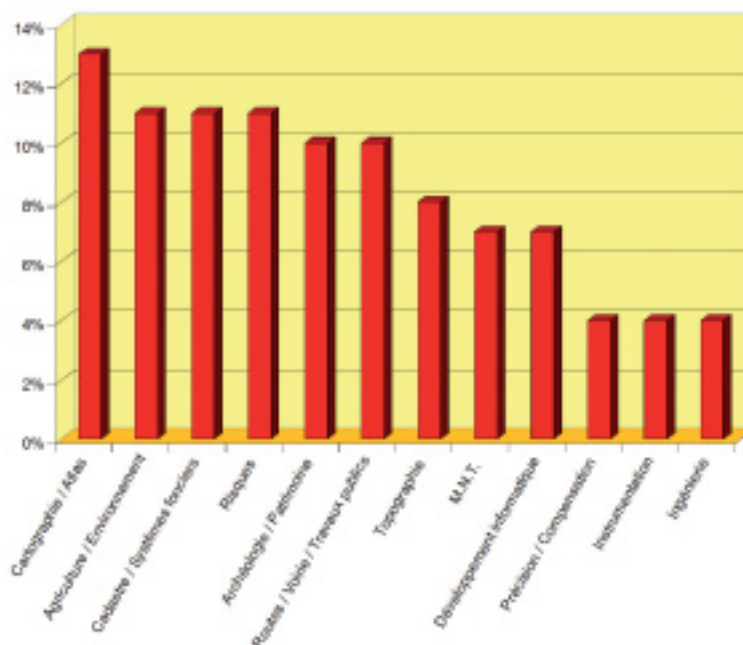
Un autre domaine a été exploré par les SIG 3D : c'est celui de la production de cartes des nuisances sonores pour les villes de plus de 100 000 habitants et les grandes infrastructures. La création d'un drapage optimisé concernant tous les éléments intervenant dans les calculs acoustiques permet de générer une



**Figure 4 :** Vue 3D des canalisations après modélisation.



**Figure 1 :** Disciplines associées aux PFE (état sur les six dernières années).



**Figure 2 :** Thématiques des PFE au cours des six dernières années.

cartographie fort utile aux collectivités. Cette réalisation est une "évolution du logiciel MITHRA-SIG"[4]. (Figure 5) Présente depuis quelques années déjà, la "Mise en place d'un SIG 3D navigable consacré aux monuments historiques"[5] poursuit son évolution.

Après le développement de procédures de modélisation de plus en plus maîtrisées, on retrouve ici la forte volonté de fournir des systèmes d'information interactifs, tournant dans des environnements peu coûteux et accessibles par le plus grand nombre, à savoir un envi-

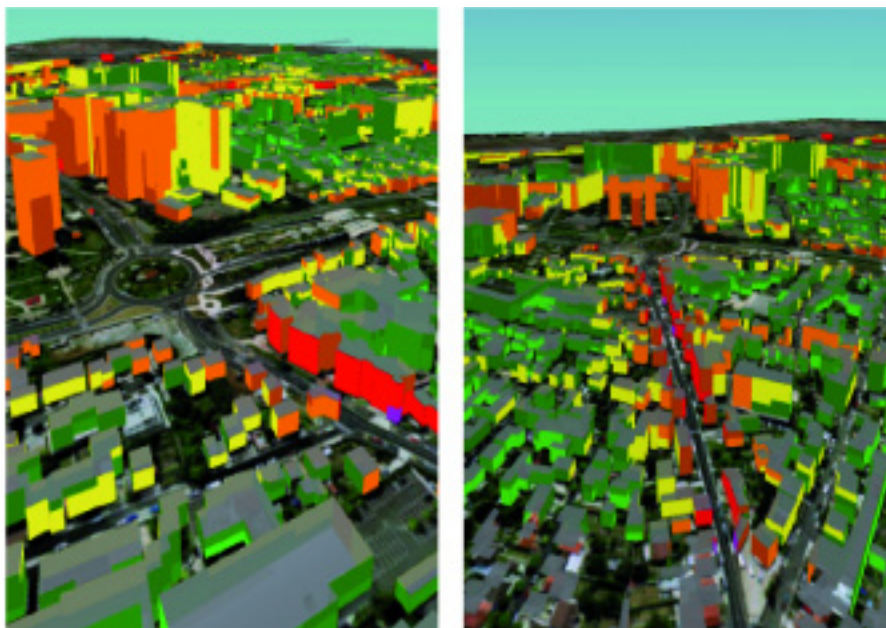


Figure 5 : Carte 3D en façade sur la ville de Bobigny (indice acoustique : Leqn).

ronnement Internet. Les développements les plus récents sont analysés en termes de modélisation 3D, de gestion de données géométriques dans des bases de données spatiales et enfin en ce qui concerne l'affichage et l'interaction avec le modèle. VRML, X3D, PHP, AJAX3D sont les langages que l'on ren-

contre à présent le plus fréquemment dans ce contexte. On les retrouve également dans une thématique voisine, concernant là encore les modes de "représentations bi- et tridimensionnelles interactives"[6] et les "systèmes d'information archéologiques" qui doivent être à même de gérer les impor-

tantes quantités de données produites. Ici sont abordées les problématiques de transformation des plans 2D et des modèles 3D en des interfaces d'accès aux informations d'une base de données sur Internet. Les plans sont ainsi transformés en SVG et les modèles en VRML, alors que les informations reliées sont-elles stockées dans des bases de données. Les sites Web dynamiques réalisés ici utilisent les technologies WAMP (Windows, Apache, MySQL, PHP), ils autorisent une interaction bidirectionnelle, bi- et tridimensionnelle entre les différents types de données (Figure 6).

Toujours pour les archéologues, les techniques de "redressement et mosaïquage [...]"[7] sont développées pour être utilisées dans de nouvelles approches de modélisation et de redressement d'objets plans. Là encore, les propriétés du langage VRML et le contexte 3D sont mis à profit pour simplifier les techniques et pour accélérer la chaîne de production incluant mosaïquage et mappage de texture. Par ailleurs, et en tant que prestataire de services cette fois, il est important d'effectuer des analyses de marché pour répondre au mieux aux besoins des clients. Ainsi, l'"Analyse des besoins en modèles 3D"[8] comporte trois objectifs : déterminer les besoins des clients en modèles 3D, proposer une méthodologie de conception des modèles 3D et qualifier la LIDARgrammétrie comme nouvelle technologie d'acquisition de données 3D. Même s'il en ressort que le segment communication est le plus demandeur de modèles 3D, de nouvelles propositions méthodologiques sont avancées pour améliorer les processus de confection de maquettes 3D.

## ■ GNSS

Comme à l'accoutumée, les GNSS ne sont pas en reste. En effet, alors que des nouvelles "méthodologies de traitement GPS cinématique en mer"[9] continuent à être développées, notamment pour les besoins en géophysique et en tant que technique complémentaire à l'altimétrie satellitaire dans le temps et l'espace, "[...] GLONASS et

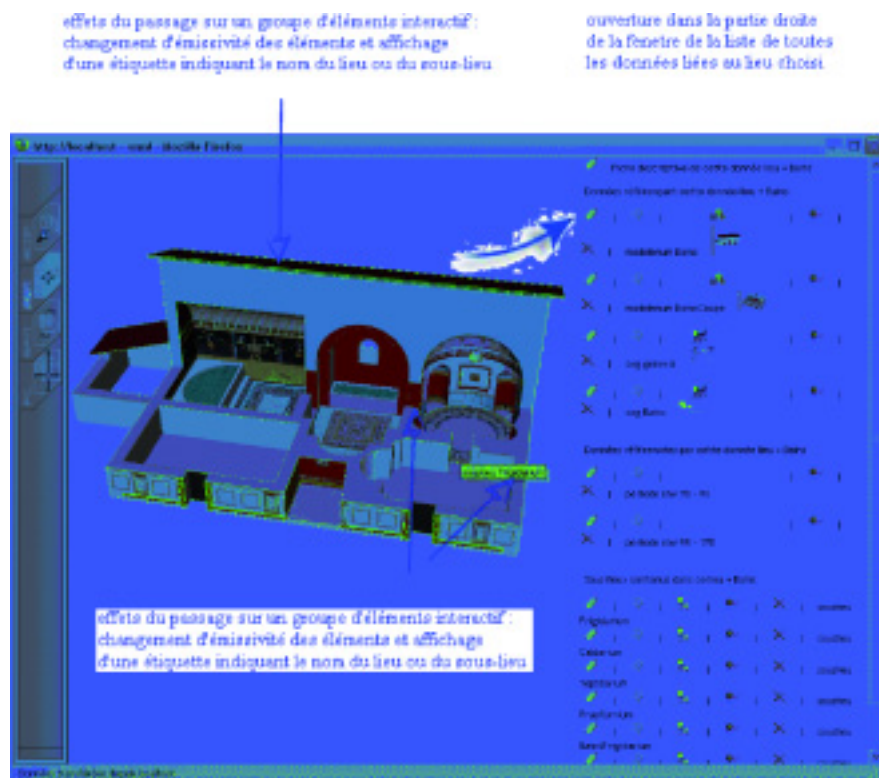


Figure 6 : Interface 3D interactive pour l'accès aux données liées aux lieux modélisés.



■ ■ ■ **GALILEO en complément du réseau GPS** [10] sont analysés pour en connaître les apports futurs. En effet, alors que le dynamisme de certaines nations dans l'objectif de créer leur propre système global de positionnement semble réel, que les débouchés sont importants, surtout dans le domaine de la topographie, l'avance du GPS semble irrattrapable... sauf pour les fenêtres de tir qui pour des besoins d'exploitation accrue ou de grandes précisions devraient être largement agrandies par la combinaison de plusieurs GNSS. A suivre donc.

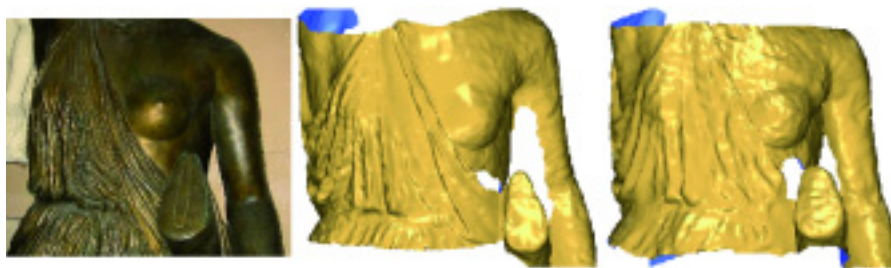
## ■ Haute précision

La topographie a toujours permis de se distinguer dans le domaine de la mesure précise. Et qui dit mesure, précise de surcroît, pense immédiatement à compensation. La *"compensation d'un réseau gravimétrique"* [11] nous le rappelle à juste titre et nous renvoie à nos tablettes ! Et quand il s'agit du *"positionnement de puits déviés"* [12], le niveau d'intégration des notions de corrections géodésiques fondamentales à sa trajectoire dans une projection cartographique, devrait être majeur.

La même haute précision est requise dans le cas des auscultations. Souvent, les sites n'offrent pas des accès faciles et les méthodes d'*"auscultation sans prismes ni repères"* [13] sont les seules solutions envisageables.

## ■ Lasergrammétrie, nouvelle technologie d'acquisition

La lasergrammétrie fait partie des nouvelles méthodologies d'acquisition et de mesure. Elle est comparée à la tachéométrie et à la photogrammétrie pour une *"Adaptation potentielle [...] au sein de la SNCF"* [14]. Alors que les différents scanners sont testés, l'étude propose de comparer les résultats obtenus avec des méthodes traditionnelles comme la tachéométrie, tout en explorant et en dotant l'entreprise d'une solution complète en photogrammétrie. En fonction des besoins, chaque application particulière est associée à un type d'instrumentation et à des processus de mesure redéfinis. Cette étude montre



**Figure 8 : Amazonne de type "Mattéi", différents modèles.**

ainsi le potentiel de la lasergrammétrie dans le domaine des mesures, mais conserve à la tachéométrie sa supériorité en termes de précision et donc son utilisation dans le domaine des auscultations fines.

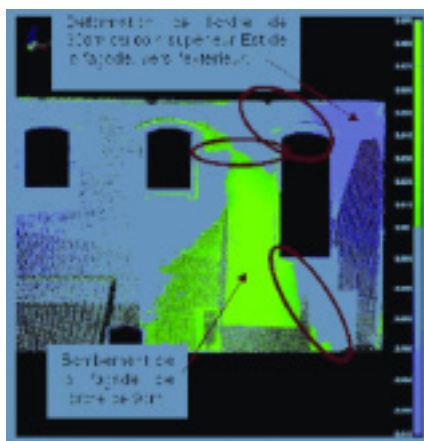
Le tachéomètre reste donc toujours d'actualité dans le domaine de la haute précision et surtout lorsqu'il est possible de mettre en place des *"auscultations automatisées"* [15] à l'aide de tachéomètres robotisés. Les asservissements sont optimisés et les méthodes de traitement des résultats améliorées, voire entièrement automatisés.

Mais, les mesures ne portent que sur quelques points, bien identifiés. Dès qu'il s'agit d'évaluer des déplacements d'ensemble, de structures complètes, d'ouvrages entiers, la tachéométrie montre ses limites. Il faut alors faire appel à la lasergrammétrie. Les points en nombre limité sont remplacés par des nuages de points. Ceci est le cas lors de l'*"utilisation combinée de la photographie aérienne et de la lasergrammétrie dans la surveillance d'ouvrages en terre"* [16]. Ainsi, en associant

les potentiels d'un lever scanner et d'une campagne de prises de vues aériennes, il est possible de créer le photomodèle de tout ouvrage en terre. Ce photomodèle, sur lequel figurent les polyèdres découpés par les intersections des directions structurales avec le massif, sert alors d'outil de prise de décision pour la mise en sécurité des sites. Les photographies aériennes proviennent ici d'un drone, pour lequel les procédures d'exploitation des clichés ont été mises à l'épreuve. D'autres *"mise en œuvre [18], étude de précision et recherche d'applications"* [17] de la lasergrammétrie font l'objet de travaux intéressants et débouchent, là encore, le plus souvent sur des cas extrêmes comme la détermination des déformations comme aide au diagnostic des pathologies d'un ouvrage (Figure 7).

Des ouvrages de grandes dimensions, comme les barrages et les tours de réfrigérants demandent également à être surveillés de près. Après la topographie classique, puis la photogrammétrie, c'est autour de la lasergrammétrie que se focalisent les plus grandes attentions. L'étude de la précision de l'instrument a été effectuée en prenant en compte d'autres facteurs comme les conditions atmosphériques, les types de cibles, le nombre de tirs, l'angle d'incidence. Il en ressort, une fois de plus, que la lasergrammétrie n'offre pas encore les mêmes précisions que les méthodes proposées précédemment. Néanmoins, la mesure laser comporte des atouts : rapidité, densité d'informations, possibilité d'inspection visuelle...

A d'autres échelles, dans d'autres domaines d'activités, la lasergrammétrie trouve également des applications originales. C'est le cas, lorsqu'il s'agit



**Figure 7 : Cartographie de déformations.**

## 5<sup>e</sup> Journées de la Topographie

Cet article commence par une remarque sur le départ en fanfare d'une nouvelle année scolaire. En effet, ces Journées de la Topographie (JT2007) furent un nouveau succès et furent très appréciées par tous les participants. Comme d'habitude, elles s'étendaient sur trois journées – du 24 au 26 septembre 2007 – très instructives.

Alors que les matins étaient réservés aux soutenances de PFE, l'après-midi du lundi a été consacré à un salon des exposants riche de 19 partenaires. L'occasion pour les exposants de montrer leurs dernières nouveautés, l'occasion pour les étudiants et les visiteurs d'approcher et d'échanger sur les nouvelles technologies entre et avec les professionnels.

Le Conseil régional de l'Ordre des Géomètres-Experts (OGE) a également tenu une commission sur le prochain Congrès des Géomètres-Experts, qui sera le 39<sup>e</sup>. On en retiendra :

- le thème principal : "Prospectives et perspectives : le rôle du géomètre dans l'économie et la société européenne".
- les dates : 17-19 septembre 2008.
- le lieu : Strasbourg
- mais également que les 6<sup>es</sup> Journées de la Topographie se fonderont dans cette manifestation.

Le mardi après-midi était réservé à la tribune des spécialistes. La thématique retenue cette année était : "l'ingénieur topographe sur la scène internationale". L'occasion était donnée aux intervenants, Alain GAUDET pour l'OGE, Bernard FLACELLIERE pour sa carrière chez TOTAL, Claude MICHEL pour son expérience à la direction de FUGRO-GEOID et à Marc DAEFFLER d'évoquer les expériences enrichissantes de leurs rapports à l'international. Nul doute que toute l'assistance, et surtout les étudiants sont sortis convaincus de ces conférences, animées par Jacques LEDIG, de l'importance de l'ouverture à l'international pour les futurs professionnels. Il ne restait plus qu'à se rendre à l'Hôtel de ville de Strasbourg, où M. DEBS, vice-Président de la Communauté Urbaine de Strasbourg et Maire d'ENTZHEIM a accueilli tous les participants au nom de Madame le Maire Fabienne KELLER.

Le mercredi après-midi, Vincent PICARD et Alain GAUDET (OGE) ont expliqué avec force présentation en quoi consistait la profession de géomètre-expert. Le point de vue des professionnels actifs est très complémentaire à celui des professeurs habituels, et les questions n'ont pas manqué en fin de séance. Une majorité de mains se sont soulevées lors du questionnement sur l'état du choix des étudiants à se diriger vers l'exercice de la profession de géomètre-expert.

Les JT2007 se sont alors terminées par le point d'orgue consistant en la remise des attestations de diplôme des nouveaux ingénieurs. Après le message appuyé de Mme Creton, Directrice de l'INSA sur les opportunités offertes par un tel diplôme, après les remerciements à tous les participants, organisateurs des Journées, les ingénieurs se sont vus remettre leur diplôme accompagné d'un bel ouvrage sur les *"Paysages ruraux – un perpétuel devenir"* [P. Cheverry et P. Clergeot – Editions Publi-Topex 2005] offert par l'OGE et remis par M. Alain GAUDET représentant M. Pierre BIBOLLET, Président du Conseil Supérieur de l'OGE. Pierre GRUSSENMEYER, vice-Président de l'AFT et professeur à l'INSA a également remis une plaquette et un numéro de la revue "XYZ" de l'Association Française de Topographie à chaque récipiendaire. Enfin, une petite attention particulière, remise par les professeurs au nom de la spécialité Topographie, a complété cette cérémonie. Cette année elle était couverte par une énigme à la *"Père FOURAS"* : *"Avec 'de' au milieu il pourrait s'agir d'une parcelle"*. Eminemment de circonstance, il fallait bien évidemment (!) ne pas en perdre la tête et y deviner une boussole (bout-de-sol !) flanquée aux armes de l'INSA.

Chaque nouvel ingénieur fraîchement diplômé a eu l'occasion d'adresser ses premières paroles au public très nombreux venu assister à cet événement. Le verre de l'amitié a conclu cette cérémonie au cours de laquelle un petit sondage avait révélé que près de 75% des nouveaux diplômés poursuivaient, ou commençaient leur activité au sein d'un cabinet de géomètres-experts.

Nous leur souhaitons une belle carrière professionnelle.

du "relevé et du traitement des nuages de points de moulages d'une gypsothèque" [19]. [Figure 8]

Les scanners existent avec différentes caractéristiques telles la portée, la vitesse, la précision et les nuages de points qui en découlent sont plus ou moins denses, bruités. On peut alors préconiser des filtrages permettant d'obtenir des modèles dont la qualité est "acceptable".

### ■ Géomètre-Expert

Avec la mise en application de nouvelles lois, de nouvelles normes dans le

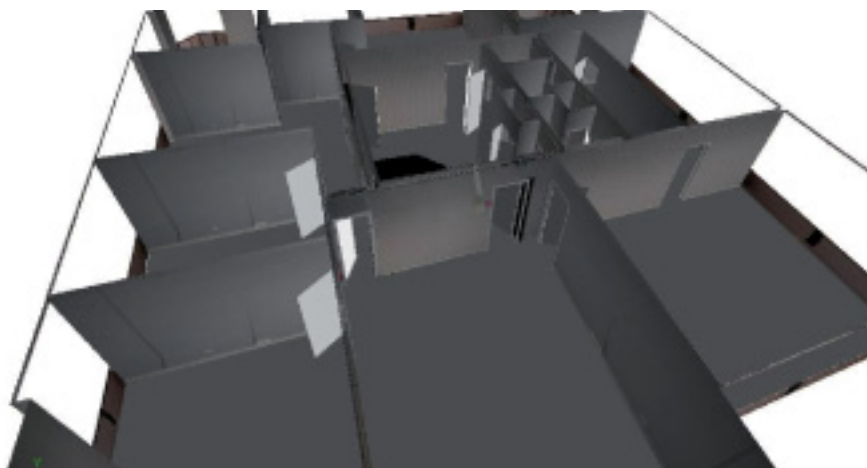


Figure 9 : Maquette 3D d'un niveau.

■■■ domaine foncier, les études de "mise à jour des plans d'alignements" et de "mise aux normes" [20] font partie des améliorations continues obligatoires et imposées pour les services de l'Etat. Mais, les cabinets de géomètres-experts comportent également des besoins forts dans le domaine de la gestion. L' "adaptation d'un progiciel de gestion intégré à un cabinet de géomètres-experts" [21] propose ainsi une ouverture vers les outils les plus modernes de localisation de chantiers. En effet, à partir d'un logiciel de gestion largement éprouvé, de nouveaux liens vers AURIGE, puis GoogleEarth ou GoogleMap sont proposés.

La recherche d'un gain de productivité sur le terrain étant l'un des objectifs principaux, la troisième dimension et sa représentation sous forme de photo-modèle faisant également partie des demandes croissantes des clients, un cabinet de géomètres-experts s'est donné les moyens pour mettre au point un outil alliant la "topométrie et la photographie" pour la "modélisation 3D d'intérieurs" [22]. [Figure 9]

Enfin, pour répondre à la Direction Générale des Impôts qui a mis au point un format d'échange de Documents d'Arpentages (D.A.) numériques, une "fonction de division parcellaire et d'export D.A. numériques" [23] a été incluse dans une solution logicielle.

Comme autre solution logicielle, pour les besoins des travaux routiers et les échanges de projets numériques, c'est le "format de données LandXML" [24] qui convient le mieux.

Comme nous pouvons le voir, ce point sur les projets de fin d'études montrent la grande diversité des applications dans le domaine de la topographie au sens large du terme, mais également les centres d'intérêts qui se confirment pour certains et qui sont en émergence pour d'autres. La qualité des mémoires présentés permet de les rendre diffusables auprès de toute personne intéressée sauf dans certains cas de confidentialité\*. 1

(\*) PFE classés confidentiels

## Contact

**Mathieu KOEHL**

Maître de Conférences à l'INSA de Strasbourg - Coordonnateur de la Spécialité Topographie  
mathieu.koehl@insa-strasbourg.fr

## Bibliographie

**[Joël JOSEPH] 1** - Etude et développement d'une application SIG basée sur Internet.

**[François FOREAU] 2** - Etude de la mise en œuvre d'un Référentiel Foncier Unifié à l'aide d'un outil SIG extranet pour le géomètre-expert.

**[Aurélien LECOMTE] 3** - Etude sur la réalisation d'un cadastre du sous-sol en trois dimensions.

**[Jean Benoit DUFOR] 4** - Gestion et évolution du logiciel MITHRA-SIG en prenant en compte la norme 2002/49/CE.

**[Nadège GRUAU] 5** - Mise en place d'un SIG 3D navigable consacré aux monuments historiques.

**[Céline PIACENTILE] 6** - Réalisation de représentations bi- et tridimensionnelles interactives pour un Système d'Information Archéologique sur le Web.

**[Clément BROSSARD] 7** - Redressement et mosaïquage : mise en place d'une chaîne de production et nouveau procédé.

**[Jennifer EMILY] (\*) 8** - Analyse des besoins en modèles 3D. Applications au sein de GeoPhenix.

**[Delphine GUILLON] 9** - Développement d'une méthodologie de traitement GPS cinématique en mer pour les besoins de la géophysique.

**[Maxime MOST] 10** - GNSS théorie et réalité. Apport actuel et futur des réseaux GLONASS et GALILEO en complément du réseau GPS.

**[Jérémy VIENNE] 11** - Compensation d'un réseau gravimétrique mesuré par le Service de Géodésie et de Nivellement de l'Institut Géographique National.

**[Antoine BILLAULT] 12** - Positionnement de puits déviés : Implémentation des corrections à envisager lors de la représentation des trajectoires de puits déviés en projection

cartographique ; Propositions et analyses de trois méthodologies possibles.

**[Alban VUILLEMEY] (\*) 13** - L'auscultation des structures sans prismes ni repères.

**[Jérôme BAERT] 14** - Comparaison de trois systèmes de mesures : Tachéométrie, Lasergrammétrie, Photogrammétrie. Adaptation potentielle de ces méthodes au sein de la Division de topographie SNCF.

**[Julien MACCAGNAN] 15** - Mise en place d'auscultations automatisées au sein de l'entreprise S.E.G.C. TOPO.

**[Ingrid PEEL] 16** - Utilisation combinée de la photographie aérienne et de la lasergrammétrie dans la surveillance d'ouvrages en terre.

**[Pierre JESSE] (\*) 17** - Mise en œuvre de la lasergrammétrie au sein de la société SITES, étude de précision et recherche d'applications.

**[Carine HONORE] (\*) 18** - Etude relative aux méthodes de mise en œuvre et à la précision du scanner laser RIEGL LMS Z420i dans le cadre des travaux topographiques d'EDF.

**[Cyril CALLEGARO] 19** - Relevé lasergrammétrique et traitement des nuages de points de moulages de la gypsothèque de l'Université Marc Bloch de Strasbourg.

**[Céline RENEVRET] 20** - Mise à jour des plans d'alignement de la ville de Belfort & Mise aux normes réglementaires dans le domaine de la topographie.

**[Sébastien CARME] 21** - Adaptation d'un progiciel de gestion intégré à un cabinet de Géomètres-Experts de moins de cinq salariés.

**[Philippe GANTZER] 22** - Mise en place d'un outil de modélisation 3D d'intérieurs adaptable alliant méthodes topométrique et photographique au sein de la SELAS Legorgeu.

**[Sylvain ROBART] 23** - Mise en place d'une fonction de division parcellaire et d'export de Document d'Arpentage numérique sous le logiciel GéoVisual de la société ATLOG.

**[Zein RACHIDI] 24** - Etude et développement d'une interface logicielle sur le format de données LandXML.