

# Nouvelles technologies: quelles (r)évolutions pour la topographie?

■ Tania LANDES - Jacques LEDIG

*Cette question, avec toutes les interrogations, ambiguïtés, réticences et craintes qu'elle suscite n'a pas empêché la Tribune des Spécialistes de l'aborder avec enthousiasme lors des Journées de la Topographie 2006 organisées à l'INSA de Strasbourg.*

Ce sujet a fait l'objet de la page de couverture de la plaquette présentée ci-dessous. Les lecteurs auront constaté qu'elle a été élaborée à partir de l'œuvre d'Eugène Delacroix (1798 - 1863) intitulée "La liberté guidant le peuple" et ancré dans nos esprits comme grand symbole de la révolution. Ce motif soulevait non seulement la question de la révolution des matériels, des modes de saisies (passage à l'ère du numérique), mais aussi de l'évolution du métier de géomètre.

En invitant à sa table des spécialistes de divers horizons, la Tribune a retracé dans un premier temps les évolutions majeures de ces dix dernières années.



Plaquette des journées de la topographie 2006.

Dans un second temps, elle a suscité un échange d'idées visionnaires en tentant de nous projeter dans le futur. A quelles évolutions avons-nous participé dans le monde de la topographie? Que nous prépare l'avenir? Comment les nouvelles technologies peuvent-elles évoluer encore? La topographie prend-elle un nouveau visage? Tant de questions auxquelles des éléments de réponse ont été apportés.

Avant d'ouvrir le débat, Jacques Ledig, animateur de cette Tribune a mis en exergue la nécessité de définir les termes "évolution" et "révolution" dans un contexte plus général. En s'aidant du dictionnaire, il a souligné le caractère équivoque de ces termes, employés fréquemment dans des contextes diversifiés comme l'illustrent les paragraphes suivants.

## Evolution

L'évolution peut se décliner de deux façons: l'évolution dans le sens de la "transformation" et l'évolution dans le sens du "mouvement".

1. Evolution dans le sens de la "transformation":

- Transformation graduelle et continue: notion de constance, de persévérance "linéaire"
- Succession des phases d'un phénomène donné: encore la constance tranquille et la notion de continuité
- Ensemble des changements subis au cours du temps et ayant pour résultat l'apparition de formes nouvelles, de concepts: on est exactement dans le vif du sujet!

2. Evolution dans un sens de "mouvement":

- Mouvement ou ensemble de mouvements divers et coordonnés
- Mouvements ordonnés exécutés par une troupe, des véhicules, les navires, des avions dans une formation précise fixée à l'avance

Cette notion de mouvement est d'ailleurs pleinement reprise dans la

définition du mot "Révolution" qu'il convient de définir à présent.

## Révolution

La révolution, quant à elle, peut se décliner en un sens de "rotation" et en un sens de "changement brusque".

3. Révolution dans le sens de la "rotation":

- Astronomie: mouvement orbital périodique d'un corps céleste
- Géométrie: Mouvement périodique d'un objet autour d'un axe ou d'un point central

4. Révolution dans le sens de "changement brusque":

- Changement brusque et violent dans la structure politique et sociale d'un état donné (causé par un groupe qui se révolte contre l'autorité et prend le pouvoir); cet aspect ne nous concerne pas vraiment
- Changement brusque, d'ordre économique, moral et culturel qui se produit dans une société. C'est un bouleversement profond des valeurs fondamentales d'une société; par cet aspect, nous ne sommes plus dans le sujet!

Tandis que l'Evolution dans un sens du mouvement traduisait une certaine harmonie, la révolution dans le sens de changement brusque traduit davantage une brutalité certaine!

Le mot révolution ressemble aussi à un assemblage, une concaténation des mots "rêves" et "évolution", ce qui n'est pas nécessairement péjoratif ou inquiétant, bien au contraire.

Comme le reflèteront les interventions suivantes, l'évolution de la profession de géomètre-topographe est un tout: il y a d'une part le matériel et les modes de saisie, bien sûr; d'autre part il y a la formation, l'organisation des structures professionnelles comme celles industrielles et commerciales, des constructeurs de matériels, mais également la législation, l'organisation administrative française et européenne évidemment,

■ ■ ■ sans oublier l'inévitable phénomène de mondialisation auquel aucun d'entre nous n'a vocation à se soustraire. Une fois le contexte exposé, la parole est donnée aux différents intervenants : Alain Gaudet, pour évoquer l'évolution de la profession de Géomètre Expert ; Pierre Grussenmeyer pour aborder l'évolution de la formation d'ingénieur topographe ; M. Bertrand Chazaly pour rappeler l'évolution des modes d'acquisition en topographie ; M. Farouk Kadded et M. Jean-François Cabanel pour aborder le point de vue des constructeurs ; et enfin, M. Delerba pour présenter les évolutions dans le domaine de la géodésie.

## Evolution de la profession...

Monsieur Alain Gaudet, Président du Conseil Supérieur de l'Ordre des Géomètres Experts a plus particulièrement insisté sur l'évolution du métier de Géomètre Expert ces 20 dernières années. Etroitement liés à l'évolution des matériels, le métier et les habitudes de travail ont inéluctablement évolués. Si, il y a une vingtaine d'années encore un chef de brigade ne sortait pas sans 2 ou 3 coéquipiers, aujourd'hui, il peut effectuer ses levés de façon autonome, grâce à une instrumentation robotisée et très sophistiquée. En se basant sur le réseau de stations permanentes TERIA mis à disposition par l'OGE, il lui suffira d'investir dans une seule antenne GPS pour réaliser ses travaux de levés ou de mises en place de canevas.

## Evolution de la formation...

On ne peut pas parler d'évolution du métier de géomètre sans évoquer l'évolution de la formation menant au diplôme d'ingénieur topographe. Ainsi, Pierre Grussenmeyer, enseignant en spécialité Topographie à l'INSA de Strasbourg a tout d'abord présenté les moments forts du développement de notre établissement. En 1875, alors "École d'hiver pour techniciens du Génie Rural", l'établissement accueille des stagiaires venant du cadastre et du Génie Rural et crée alors la section Géomètre en 1897 !



**Cours de plein air pour les géomètres, années 1930.**

Soixante neuf ans plus tard, l'école est baptisée École Nationale Supérieure des Arts et Industries de Strasbourg (ENSAIS), avant de rejoindre en 2003 le réseau des INSA reconnu au niveau international.

En rejoignant ce réseau, et compte tenu de l'harmonisation de l'enseignement supérieur au niveau européen, le cursus a été adapté à une formation en 5 ans : 2 années de cycle préparatoire intégré à l'école (ou 2 années de classes préparatoires aux grandes écoles) à l'issue desquelles, les étudiants émettent un souhait de spécialité (topographie, génie civil, génie électrique, génie climatique et énergétique, génie mécanique, mécatronique ou plasturgie). Leur formation est jalonnée de périodes de stages en milieu professionnel (environ 38 semaines sur 5 ans). L'ouverture à l'internationale a aussi amené avec elle l'apprentissage obligatoire de deux langues étrangères, un stage de minimum 3 mois à l'étranger, la possibilité de préparer un double diplôme avec l'Université de Karlsruhe (spécifique à la spécialité topographie).

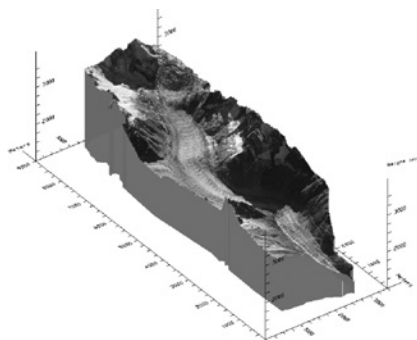
Avec un effectif nominal de 30 étudiants, les promotions de futurs ingénieurs topographes peuvent se targuer d'avoir profité d'un encadrement presque individuel et d'une formation solide. Aussi, malgré ses changements de noms au fil des années, l'école a su préserver une excellente image de marque et une formation reconnue de qualité en topographie.

Evidemment, l'évolution de la formation reflète celle de notre environnement socio économique et technologique. Ces évolutions ont fait naître dès les années 80 des modules d'enseignements tels que les SIG, la tachéométrie

électronique, la géodésie spatiale, la photogrammétrie. Aujourd'hui, des modules tels que les projets de terrain, les projets d'imagerie et modèles virtuels, projets de recherche technologique, permettent de plonger l'étudiant dans des situations concrètes de projets réels et de les ouvrir au monde de la recherche. L'ingénieur géomètre topographe de l'INSA de Strasbourg, tout en plongeant ses racines dans les fondements quasi immuables de nos savoir-faire, est devenu un professionnel de la géomatique. A noter que la formation a été affinée par l'introduction de cours de management des ressources humaines, de stratégie et gestion financière d'entreprise.

D'un point de vue organisationnel, les cours souvent magistraux dans les années 70 ont laissé plus de place en travaux dirigés, travaux pratiques, projets, enseignements assistés par ordinateurs et autres travaux personnels. Ces modes d'enseignement visent à développer et favoriser l'autonomie des étudiants.

Comme évoqué précédemment, la curiosité de l'ingénieur est également suscitée par sa confrontation à des problématiques de recherche. Dans ce contexte, l'équipe de recherche en topographie PAGE (Photogrammétrie Architecturale et GEomatique) à l'INSA de Strasbourg a vu le jour en 1996. Elle est l'une des cinq équipes de l'UMR 694 MAP (Modélisation de l'Architecture et du Paysage), qui, en association avec le CNRS et le Ministère de la Culture et de la Communication, porte sa problématique sur l'élaboration de modèles et d'outils de simulation en architecture. Les projets de recherche auxquels participe l'équipe sont divers. On peut citer le projet MEGATOR (Mesure de l'Evolution des Glaciers Alpins par Télédétection Optique et Radar) dont l'objectif est de développer une méthodologie de traitement des données optiques et radar satellitaire haute résolution pour la surveillance des glaciers. Ce projet associe 4 laboratoires français : le LISTIC (Polytech'Savoie), GIPSA (INP Grenoble), MAP-PAGE (INSA de Strasbourg), LTCI (Télécom Paris) et a donné naissance à une collaboration avec le DLR (Deutsches Zentrum für



**Modèle 3D du glacier de la Mer de Glace 3D-model: drapage d'orthophotos de 1995 sur un MNT réalisé par photogrammétrie.**

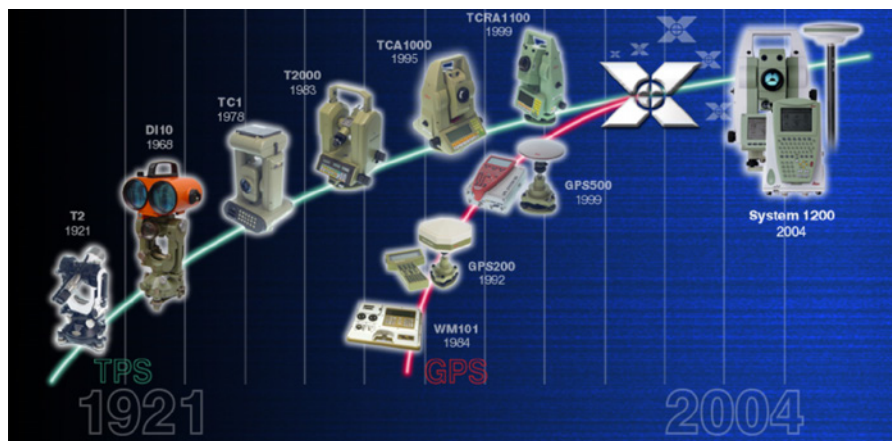
Luft und Raumfahrt). Ces recherches apportent leur contribution au suivi de la fonte des glaciers et à la compréhension du réchauffement climatique. D'autre part, plusieurs thèses sont en cours sur les thèmes de cartographie mobile, de détection automatique de bâtiments à partir de données Lidar aéroportées et terrestres, la modélisation tridimensionnelle de bâtiments comme interface pour un système d'information sur le Web, etc.

Pour plus d'informations sur la spécialité Topographie de l'INSA de Strasbourg, le lecteur pourra se reporter au site <http://www.insa-strasbourg.fr/topographie/>

## Evolution des modes d'acquisitions en topographie

Un exemple d'évolution technologique a été décrit par B.Chazaly (ATM3D), prestataire de données lasergrammétriques terrestres. En comparant le levé lasergrammétrique aux techniques de levés plus conventionnelles, il en ressort une nouvelle approche du terrain ainsi qu'un nécessaire développement de notre culture technologique.

La donnée produite dans son état brut est un nuage de points 3D, obtenu après un scannage fin des points d'appui permettant de géoréférencer le nuage. Les lasers scanner 3D sont capables d'enregistrer plusieurs milliers de points en 3 dimensions en quelques minutes, avec une précision de positionnement de quelques millimètres sur une portée de 10 m à 500 m. Ils permettent en outre de collecter une information en intensité, caractéristique



**Evolution des instruments Leica depuis 1921.**

de la surface scannée. Ainsi, un très grand nombre d'informations peuvent être enregistrées très rapidement et à distance. L'ensemble des données ainsi obtenues constitue une réplique très fine de la réalité, sans pour autant constituer un modèle en tant que tel. Néanmoins, le résultat est époustouflant, si l'on pense que le genre de scan présenté dans la figure ci-dessous du tunnel Maurice Lemaire a permis d'acquérir 4.9 millions de points, au rythme de 400 m de tunnel par jour (scan seul). Le temps mis pour réaliser, avec une densité de points équivalente, un levé conventionnel de ce même chantier serait inimaginable et n'aurait d'ailleurs aucun sens !

Ainsi, la quantité de données à enregistrer est conséquente et le mode de levé que suscite une telle technique d'acquisition incite à approcher le terrain différemment. Les modes d'acquisitions ont non seulement subi une révolution, mais ont également obligé le topographe à révolutionner sa façon d'observer l'objet. De plus, le produit est rapidement déclinable, puisqu'il suffit de disposer d'un modèle 3D surfacique pour ensuite en extraire tous les produits dérivés souhaités. Ainsi, il permet



**Tunnel Maurice Lemaire à Sainte Marie aux Mines.**

une grande liberté d'exploitation pour le client, qui pourra extraire de ce nuage diverses informations (points caractéristiques, profils, coupes, extractions, mesures, etc.).

Si la technique lasergrammétrique est largement répandue aujourd'hui, il reste à développer une nouvelle culture technologique. En effet, trois points essentiels sont à adopter et mettre en œuvre : passer de la 2.5D à la 3D donc "penser en 3D", démocratiser les logiciels et démocratiser les matériels (capteurs, vision).

## Point de vue de constructeurs...

M. Farouk Kadded, Responsable Produits France chez Leica Geosystems a présenté l'évolution remarquable des instruments topographiques depuis 1921 à nos jours en citant les instruments ayant jalonné ces décennies (du T2, en passant par le TCA 1000, jusqu'au GPS système 1200).

Qui aurait présagé que 25 ans après leur développement, les distancemètres équiperaient 90 % des théodolites ? de même, que 15 ans après la sortie du premier carnet électronique, 99 % des tachéomètres en disposent ? Le même phénomène s'est produit avec l'arrivée du premier tachéomètre robotisé en 1994 : 12 ans plus tard, 80 % des cabinets en sont équipés ! Aujourd'hui 80 % des tachéomètres sont capables de prendre des mesures sans prisme... bientôt 100 % des géomètres disposeront d'une antenne GPS et se raccorderont au réseau de stations permanentes. Ainsi, ce qui constituait une



■ ■ ■ révolution hier est un instrument incontournable et "banal" aujourd'hui. Les révolutions à adopter cette année ? la plus marquante sera fort probablement la mise en place et l'emploi des réseaux de stations permanentes (Orphéon, Teria, RGP, SatInfo). En conclusion, la technologie avançant tous les jours, elle changera nos méthodes de travail demain. Il nous faut anticiper. Ainsi, la veille technologique joue un rôle très important. De plus, l'intégration des nouvelles technologies par la profession est de plus en plus rapide (formations, intégrations au sein des structures, etc.). Enfin, le phénomène de démocratisation des technologies est inéluctable (Théodolite de chantier, niveau, GPS...). C'est pourquoi, le topographe doit garder son avance..., c'est une question de compétitivité... d'existence. Il faut prendre le temps de travailler mieux et avoir un regard positif sur ce qui est nouveau.

Jean-François Cabanel, représentant l'entreprise Trimble a notamment insisté sur les rapprochements stratégiques de compétences européennes, américaines et asiatiques. Les évolutions technologiques sont en effet le fruit du regroupement de plusieurs savoir-faire en provenance d'Europe pour les capteurs opto-électroniques type Stations Totales, niveaux numériques (Allemagne, Suède, France), et des USA pour le GPS.

Dans les années 1990, la notion de Topographie Intégrée fait parler d'elle. Ainsi, les avancées technologiques des Stations Totales Optiques se sont traduites par l'introduction du système "une seule personne" – commande de la station à distance – si bien que le système robotisé constituait alors un exemple parfait de regroupement de composants divers au sein d'une solution topographique intégrée. De plus, des technologies révolutionnaires (induction magnétique, le système de recherche du prisme et la compensation active en cas de vibrations, sans câble) sont venues améliorer de façon significative la productivité. En parallèle, une nouvelle ère de positionnement par satellites a vu le jour: depuis le premier GPS temps réel il y a 13 ans à aujourd'hui avec les récepteurs



**Le GPS d'il y a 13 ans... à aujourd'hui !**



GNSS "tout intégré" tout en bénéficiant de la modernisation de la constellation GPS (L2C, L5), de la compatibilité avec la constellation russe Glonass, en attendant les avancées de la constellation européenne Galileo.

On constate qu'en un laps de temps très bref, le géomètre a su tirer cinq types d'avantages fondamentaux des remarquables innovations de la technologie: le gain de productivité, le meilleur contrôle de la qualité des données, la précision plus élevée des données, la plus grande simplicité d'emploi des équipements et l'accroissement de la sécurité.

Les secteurs clés pour les technologies topographiques futures se situeront au niveau des communications, des systèmes de positionnement par satellites, des technologies Laser Scanner 3D, des systèmes inertiels, de l'intégration plus poussée des données des SIG.

## Evolutions dans le domaine de la géodésie: "la révolution est proche !"

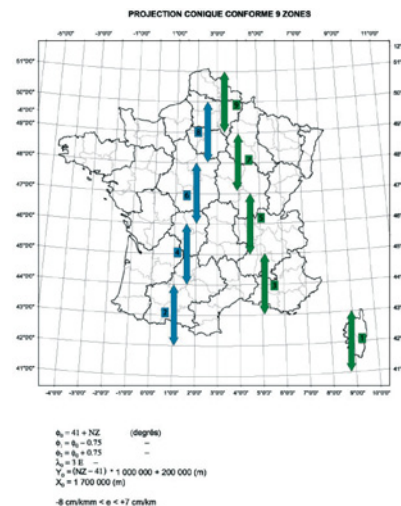
Enfin, M. Denis Delerba est intervenu à la Tribune en tant que responsable de la DIG de la Ville de Nice et Animateur national du Groupe de Travail SIG TOPO de l'AITF (Association des Ingénieurs Territoriaux de France).

En évoquant l'Expérience d'Ératosthène en 200 av. JC, M.Delerba a rappelé que dès l'antiquité, la terre est considérée sphérique. La méthode des Arcs a ainsi été utilisée jusqu'au XVII<sup>e</sup> siècle. Dès le XVII<sup>e</sup> siècle, la Géodésie moderne utilisant des techniques de triangulations et de nouveaux instruments a pris le relais dans l'objectif de mesure de la Terre.

En effectuant un grand saut de plusieurs siècles, on peut constater que les apports technologiques ont été nombreux. On peut citer: l'emploi du laser, la robotique, l'automatisation, les lectures numériques, le RGP, les réseaux temps réels, les télécommunications. Durant les années 2000, l'apport technologique a également été accompagné d'apports réglementaires: l'obligation de rattachement, le RGF93 / Lambert 93, les projections coniques conformes 9 zones, le contrôle obligatoire via les classes de précisions, la topographie incluse dans le SIG.

Il n'a pas manqué l'occasion de faire un petit rappel de ces moments forts avant d'ajouter que le couplage "apports technologiques" et "apports réglementaires" favorisent une meilleure précision des travaux et une meilleure efficacité du topographe. Ceci, à la condition que les acteurs appliquent les avancées réglementaires! Ainsi, chaque acteur a son rôle à jouer:

- L'OGE est chargée de l'information et de la formation, de l'incitation, de la politique globale cohérente, de la



**Projection conique conforme 9 zones**

veille technique, de faire confiance aux jeunes;

- les écoles, quant à elles, sont censées mettre à jour la formation, fournir les raisons historiques, expliquer les enjeux de la précision, de la maintenance des transferts, des calculs et des échanges, faire preuve de persuasion.
- Les donneurs d'ordre publics sont censés veiller à l'information et à la formation, à la veille réglementaire, faire preuve de fermeté, tenir une politique globale cohérente, faire confiance aux jeunes !
- Les éditeurs / les constructeurs doivent être conscients des enjeux de la précision, faire de la veille technologique, maintenance des transferts, des calculs, des échanges, des paramétrages.
- L'IGN et la DGI doivent faire le pas de la prise de conscience... à l'acte.

Pour conclure, il ajouta que l'évolution technologique n'est pas suffisante. Celle des mœurs et coutumes doit l'accompagner pour révolutionner la topographie et en faire la partie dominante des SIG.

## Conclusion générale

*"Nouvelles technologies: quelles (r)évolutions pour la topographie?"*. Les (r)évolutions passées ont été évoquées, les (r)évolutions à venir restent une surprise... et tant mieux !

Chaque intervenant à la Tribune a évoqué les révolutions les plus marquantes à ses yeux; toutes différentes et pourtant tellement corrélées et entrelacées... Par conséquent, toutes les conclusions amenaient au même constat: nous avons le devoir de remettre perpétuellement nos connaissances en question, afin d'être ouvert à de nouveaux modes de pensées et de travail.

Il a également été souligné que chaque acteur a un rôle primordial à jouer: les écoles d'ingénieurs doivent adapter et anticiper l'évolution de la formation, les constructeurs de matériels et éditeurs de logiciels doivent permettre de démocratiser les technologies, s'ouvrir à des secteurs transversaux de communication, de positionnement,...

L'évolution peut devenir une révolution inquiétante car nous n'en sommes par vraiment maîtres ! Elle touche alors au pouvoir et bouleverse les rapports de force. Elle en devient de ce fait profondément déstabilisatrice. Finalement, la révolution n'est-elle pas qu'un remous, un sursaut périodique dans la linéarité inéluctable de l'évolution ? N'est-elle pas, comme le suggère le plasticien Jean Dubuffet "qu'un simple tour de sablier" ? ●

## Contacts

**Tania LANDES - Jacques LEDIG**

INSA de Strasbourg  
tania.landes@insa-strasbourg.fr  
jacques.ledig@insa-strasbourg.fr

**Nota :** les prochaines Journées de la Topographie de l'INSA de Strasbourg auront lieu du 24 au 26 septembre 2007 ([www.insa-strasbourg.fr/topographie/](http://www.insa-strasbourg.fr/topographie/))

### **Olivier Reis**

Ingénieur géomètre-topographe ENSAI Strasbourg  
Diplômé de l'Institut de traducteurs et d'interprètes (ITI) de Strasbourg  
9, rue des Champs F-57200 SARREGUEMINES  
Téléphone : 03 87 98 57 04 Télécopie : 03 87 98 57 04 E-mail : o.reis@infonie.fr

Pour toutes vos traductions d'allemand et d'anglais en français en  
**topographie - géodésie - photogrammétrie - SIG - cartographie - GPS**

### **Reinhart Stölzel**

Ingénieur géomètre-topographe  
Interprète diplômé de la Chambre de commerce et d'industrie de Berlin  
Heinrich-Heine-Strasse 17, D-10179 BERLIN  
Téléphone : 00 49 30 97 00 52 60 Télécopie : 00 49 30 97 00 52 61 E-mail : reinhart.stoelzel@eplus-online.de

Pour toutes vos traductions de français et d'anglais en allemand en  
**topographie - géodésie - SIG - GPS - chemin de fer - routes**

### **Paul Newby**

Membre de la Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS)  
Diplômé des universités de Cambridge (géographie) et de Londres (photogrammétrie)  
9 Merrytree Close, West Wellow, Romsey, Hants SO51 6RB GB  
Téléphone : 00 44 1794 322 993 Télécopie : 00 44 1794 324 354 E-mail : paulnewby@onetel.net.uk

Pour toutes vos traductions de français en anglais en  
**topographie - géodésie - GPS - SIG - cartographie - photogrammétrie - télédétection**

***Des topographes traducteurs à votre service***