

De 1980 à 2024 : quand les visions de la topographie de l'an 2000 rencontrent la réalité technologique de 2024

Philippe SABLAYROLLES

MOTS-CLÉS
Histoire, méthodes, équipement, technologie

En 1980, l'article sur "La Topographie de l'an 2000", rédigé par Bernard Dubuisson (Ingénieur général des Ponts et Chaussées) et publié dans la revue XYZ n° 3, tentait de dresser un panorama des évolutions futures de la topographie, anticipant l'avènement de nouvelles technologies et des bouleversements méthodologiques à l'horizon de l'an 2000. L'auteur s'est projeté dans un monde où l'automatisation, la télédétection et les systèmes de mesure satellitaires redéfiniraient la profession du géomètre-topographe. Quarante-quatre ans plus tard, l'heure est venue d'examiner ces prédictions à la lumière des développements actuels. En l'an 2000 et aujourd'hui en 2024, la topographie a évolué bien au-delà de ce que l'on imaginait à l'époque. Des innovations telles que le GNSS, les scanners LiDAR, les drones, les systèmes d'information géographique (SIG) et la gestion des projets de construction basée sur une maquette numérique, le Building Information Modeling (BIM), ont transformé la manière dont les géomètres-topographes travaillent. Les technologies permettent aujourd'hui d'obtenir des données plus précises et plus rapidement, et de répondre aux besoins de secteurs tels que l'urbanisme, l'environnement et l'aménagement du territoire. Cet article propose de comparer les prévisions de 1980 aux réalités actuelles, en explorant les avancées technologiques, les nouvelles pratiques de la profession et les défis auxquels les géomètres-topographes sont confrontés dans un contexte de transition numérique et écologique. Nous aborderons également l'évolution du métier et ses implications pour l'avenir de la profession.

Outils et technologies actuels en topographie

Depuis 1980, les outils et technologies utilisés en topographie ont connu des avancées considérables. Si les prédictions d'une automatisation accrue et de l'usage des satellites se sont avérées exactes, l'évolution a dépassé les attentes, notamment avec l'émergence de nouveaux dispositifs tels que le GNSS (Global Navigation Satellite Systems), le LiDAR (Light Detection and Ranging), les drones et l'imagerie satellitaire.

Les systèmes GNSS sont aujourd'hui au cœur des relevés topographiques (figure 1). Utilisés pour mesurer avec une précision centimétrique, ces systèmes incluent désormais plusieurs constellations de satellites, comme le GPS (États-Unis), GLONASS (Russie), Galileo (Europe) et BeiDou (Chine). Ces constellations offrent des possibilités de localisation, en temps réel ou post-traitement par méthodes NRTK, RTK, NPPK, PPK, Pivot-Mobile, SSR, etc., aux topographes, aux navires, aux avions et

aux véhicules aujourd'hui autonomes. Une prise en compte des conditions météorologiques (troposphère) et spatiales (ionosphère) améliore grandement la précision de localisation des points mesurés.

Le LiDAR est devenu un outil incontournable dans la profession. Il permet d'obtenir, après un balayage

laser, un nuage de points 3D et de créer différents modèles numériques en trois dimensions en un temps record (MNT, MNS, MNE).

Utilisé à la fois sur des vecteurs terrestres (trépied, sac à dos, chariot, véhicule) et aériens (drones, avions), le LiDAR a trouvé des applications dans des domaines aussi divers que

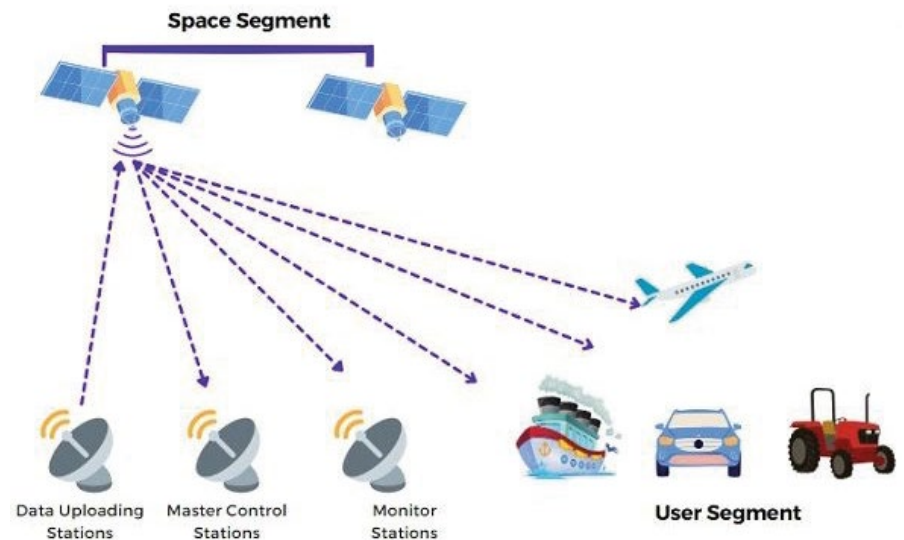


Figure 1. GNSS les différents segments.



Figure 2. Nuage de points colorisé du musée de Saint-Lizier (Ariège).

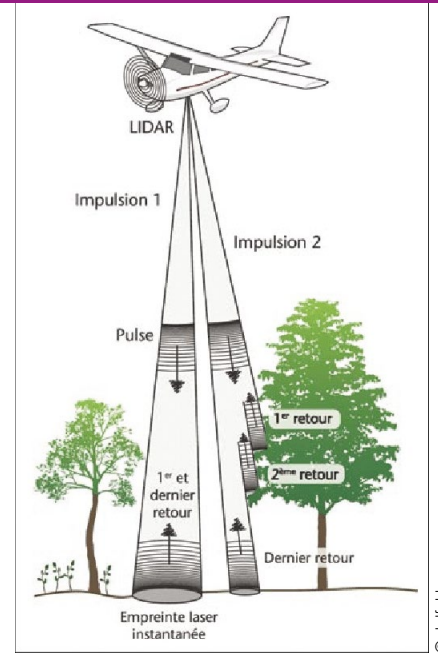


Figure 3. Principe des échos LiDAR.



l'industrie, la topographie, le bâtiment, la gestion forestière, l'ingénierie civile, les VRD, l'archéologie (figure 2), etc.

Les possesseurs d'un smartphone de la marque à la pomme peuvent le dégainer pour balayer l'espace et effectuer des mesures de distances ou de surfaces dans un nuage de points 3D obtenu en quelques minutes.

Comment ne pas parler de l'IGN, avec le projet LiDAR HD, qui vient d'établir un jumeau numérique de l'ensemble du territoire métropolitain à raison de 10 points par mètre carré en moyenne (figures 3 et 4).

Les drones (UAS – Unmanned Aircraft System) ont, eux aussi, transformé la profession. La déclinaison des capteurs s'étend de l'optique photographique au LiDAR (figure 5) en passant par les caméras thermiques ou les antennes GNSS. Ils permettent de réaliser des relevés aériens précis à faible coût et d'accéder à des zones difficiles d'accès pour les topographes. Ils sont largement utilisés pour la cartographie, l'inspection des infrastructures et la modélisation 3D de façades, toitures ou sites (figure 6).

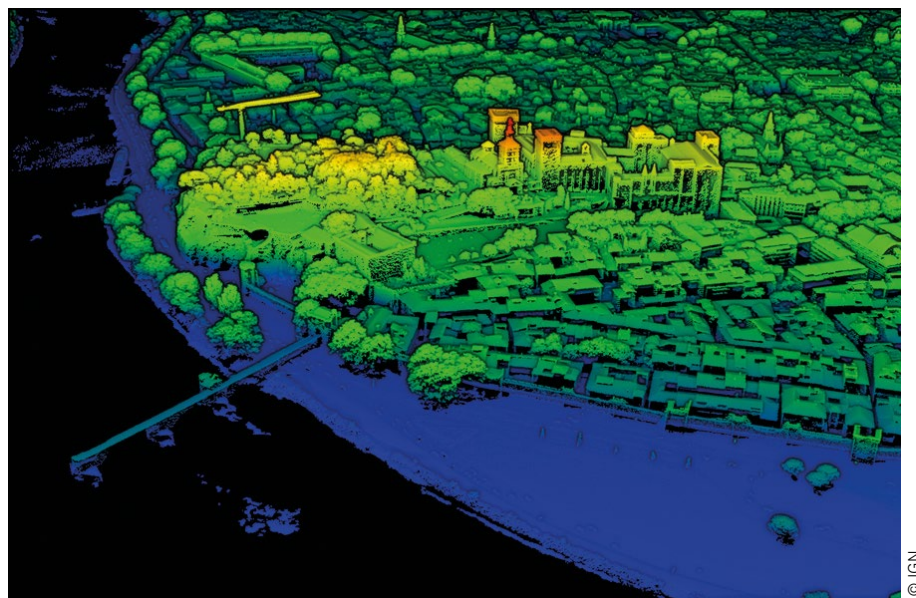


Figure 4. LiDAR HD Avignon.

© DJI



Figure 5. Drone DJI matrice 350 rtk équipé de la caméra LiDAR Zenmuse L2.



Figure 6. Photographie par drone Pont du Diable (Ariège).



Figure 7. Image de Toulouse vue par le satellite Pléiades Neo Airbus DS (2023).

La télédétection et l'imagerie satellitaire ont profondément renforcé notre capacité à observer et analyser les changements environnementaux à grande échelle. Elles permettent de suivre des phénomènes comme l'érosion côtière, la déforestation, les glissements de terrain et la fonte des glaciers, ce qui permet une vue d'ensemble complète et dynamique des paysages, tout en fournissant les données nécessaires pour une gestion proactive des territoires. Grâce aux capteurs embarqués sur les satellites, il est possible de recueillir des

données de qualité dans des régions vastes et difficilement accessibles. Actuellement, les satellites Pléiades Neo (figure 7) fournissent des images à très haute résolution (HD 15 cm) et régulièrement mises à jour. Ces images sont utilisées dans divers domaines, notamment pour les besoins de défense (renseignements et planification de missions stratégiques), l'urbanisme et la gestion foncière, ainsi que dans des secteurs comme le génie civil, les énergies (exploitation des ressources naturelles), et l'agriculture de précision.

Méthodes de travail

En 2024, les méthodes de travail en topographie ont évolué de manière significative grâce à l'intégration des nouvelles technologies et des processus de travail collaboratifs. L'automatisation, la puissance de calcul des ordinateurs, l'intelligence artificielle (IA) et les communications via Internet (Wifi ou 5G) sont au cœur de cette transformation, permettant une plus grande efficacité et rapidité dans l'acquisition et le traitement des données.

Un exemple d'automatisation est l'utilisation des tachéomètres robotisés qui permettent des relevés sans opérateur et pilotés depuis le prisme via une tablette. Ces instruments peuvent aussi être



Figure 8. Auscultation automatique passage ferroviaire.

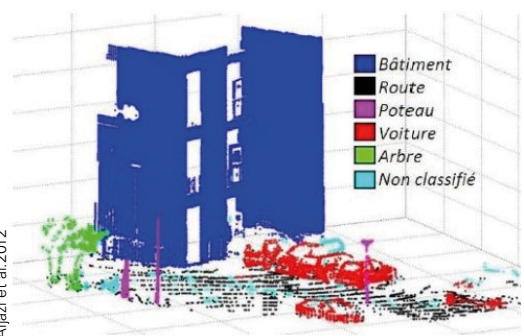


Figure 9. Segmentation et classification nuage 3D.



Figure 10. Nuage de points dense dans Metashape obtenu à partir de photographies prises par drone à Trémolat (Dordogne).

programmés pour effectuer des mesures en continu, sans intervention humaine, avec une précision significative lors des pointés sur cibles ou prismes. Ils sont utilisés en métrologie pour la surveillance continue de chantiers d'envergure ou pour ausculter des ouvrages (barrages, rails ferroviaires, fissures...), mais aussi le suivi des mouvements de terrain lors de la construction de tunnels ou de ponts. Les données sont transmises en temps réel sur un serveur ou un smartphone, où elles sont automatiquement analysées par des algorithmes pour détecter les anomalies et anticiper les risques (figure 8).

Le traitement des données est également un élément essentiel des méthodes modernes. Grâce à des logiciels spécifiques, les géomètres peuvent désormais traiter de grandes quantités de données en quelques minutes, là où cela prenait auparavant plusieurs jours.

Les algorithmes de reconnaissance des formes, par exemple, sont capables d'extraire automatiquement des caractéristiques géométriques ou des formes à partir d'un nuage de points 3D.

La segmentation permet de déclarer qu'un ensemble de points appartient à un même objet ou surface. En simultané, une classification du nuage est souvent réalisée (figure 9).

La détection d'éléments naturels ou artificiels sur des images satellitaires contribue à la génération de cartes ou de modèles 3D.

La photogrammétrie rapprochée par corrélation épipolaire dense a retrouvé une jeunesse avec des logiciels comme Metashape, Pix4D ou MicMac. Le géomètre, muni d'un simple APN et d'un micro-ordinateur, est capable d'obtenir un nuage de points 3D, un maillage, une texture et une orthophotographie d'une façade ou tout autre objet (figure 10).

La place d'Internet et des données diffusées dans le Cloud

L'essor d'Internet et des technologies Cloud a profondément transformé la manière dont les géomètres-topographes collectent, stockent, partagent, analysent et traitent les données. Ces technologies jouent un rôle central dans la transition numérique de la profession, en facilitant la diffusion et l'accès aux informations de manière fluide et instantanée, tant du côté des professionnels que des clients.

Le Cloud permet de stocker des quantités massives de données issues de relevés GNSS, nuages 3D LiDAR, photographies prises par drones ou d'imagerie satellitaire. Grâce à des solutions de stockage en ligne, les géomètres-topographes peuvent facilement gérer des bases de données volumineuses et complexes, sans avoir à se soucier des limitations matérielles de stockage local. Cela permet une flexibilité et une accessibilité accrues,

notamment dans des projets d'envergure où plusieurs intervenants doivent travailler de concert sur les mêmes ensembles de données (figure 11).

L'accès à Internet par les objets IoT (*Internet of Things*) est une petite révolution. Ces capteurs, installés sur le terrain ou dans des infrastructures, transmettent des données en continu vers des serveurs Cloud. Cela permet d'avoir des informations en temps réel sur l'évolution des ouvrages d'art, des sols ou des infrastructures, améliorant ainsi la gestion des risques et la maintenance prédictive.

Rôle du géomètre-topographe dans l'aménagement du territoire et l'urbanisme

Le rôle du géomètre-topographe dans l'aménagement du territoire et l'urbanisme a considérablement évolué au fil des décennies. En 2024, ce professionnel joue un rôle vital dans la planification et la gestion des territoires. Sa mission ne se limite plus aux relevés de terrain, il intervient désormais à toutes les étapes des projets d'aménagement.

Le CIM (*City Information Modeling*) est une méthode de modélisation numérique inspirée du BIM pour gérer et planifier les infrastructures urbaines à l'échelle d'un quartier ou d'une ville. Il crée un modèle 3D intégrant les données urbaines, de terrain et de planification, permettant de visualiser, analyser, simuler et prendre des décisions éclairées pour les infrastructures comme les VRD et les transports. L'objectif est de favoriser la collaboration entre les acteurs urbains et d'améliorer la durabilité, l'efficacité et la résilience des villes.

■ Environnement et défis durables : le rôle du géomètre

Le rôle du géomètre dans la gestion des défis environnementaux s'est intensifié, en particulier face à des enjeux majeurs tels que le changement climatique, la préservation des écosystèmes et l'aménagement durable des territoires. Les géomètres ont une place cruciale dans la gestion raisonnée des espaces naturels et bâtis, contribuant ainsi à des politiques de développement durable,



Figure 11. Nuage de points du monastère de Tatev (Arménie) hébergé sur le site ATIS.cloud

notamment dans le cadre de la sobriété foncière et des objectifs de Zéro artificialisation nette (ZAN).

La réglementation ZAN qui est inscrite dans la loi Climat et Résilience, impose une réduction progressive de l'artificialisation des sols d'ici 2050, en préservant les espaces naturels, agricoles et forestiers. Les géomètres-topographes sont en première ligne pour accompagner cette transition. Leur expertise permet d'évaluer précisément l'état des terrains, d'identifier les zones déjà urbanisées et celles encore préservées. Ils fournissent des données essentielles pour optimiser l'usage du foncier tout en minimisant l'impact écologique.

■ La profession de géomètre-topographe

La profession de géomètre a considérablement évolué, marquée par une augmentation des responsabilités et la nécessité d'acquérir des compétences de plus en plus techniques et interdisciplinaires. En comparaison à 1980, où les missions du géomètre étaient souvent centrées sur des relevés topographiques et des travaux fonciers, les tâches actuelles sont bien plus variées et complexes. Elles incluent non seulement des missions techniques qui l'obligent à penser, travailler et restituer en 3D, mais aussi des projets qui prennent en compte les risques environnementaux, la planification urbaine durable ainsi que l'accompagnement des projets d'aménagement du territoire.

Les exigences croissantes poussent les géomètres à devenir des acteurs polyvalents, capables de répondre aux défis techniques tout en assurant le respect des législations locales, nationales et européennes.

L'OGÉ (Ordre des géomètres-experts), comme l'AFT (Association francophone de topographie) jouent un rôle central dans l'évolution de la profession. L'OGÉ, notamment, encadre la profession à travers des obligations ordinales, de la formation continue et la promotion des bonnes pratiques. En 2024, l'OGÉ a renforcé son engagement en matière de durabilité et de sobriété foncière.

L'AFT regroupe des experts de la topographie, de la géodésie et des disciplines connexes. Son objectif est de promouvoir l'excellence technique et scientifique dans le domaine de la topographie, en facilitant l'échange de connaissances et les bonnes pratiques entre les professionnels francophones. Elle joue un rôle central dans le développement de la profession, notamment par l'organisation d'un forum et de publications spécialisées.

■ D'autres acteurs contribuent également à la profession de géomètre-topographe

L'Afigéo (Association française pour l'information géographique) poursuit trois principales missions qui sont l'animation de la communauté française, la promotion du secteur de l'information géographique et la représentation

de la filière et ses différents acteurs et réseaux auprès des instances nationales.

Sur la scène internationale, les géomètres français sont également représentés au sein de la Fédération internationale des géomètres (FIG), elle se concentre sur la réponse que le géomètre doit apporter aux changements sociaux, économiques, technologiques et environnementaux et aux besoins particuliers des pays en transition économique.

Les géomètres doivent maîtriser les outils numériques et avoir des compétences en programmation afin de gérer efficacement les flux massifs de données. L'intelligence artificielle et l'automatisation des processus vont devenir indispensables dans ce métier. Déjà des contrôles via l'IA sont effectués sur les plans topographiques (présence de tous les éléments dans un cartouche), sur des attestations (conformité des valeurs saisies) ou via l'analyse d'une photographie pour réaliser un état des lieux. Tous les jours, des nouvelles applications voient le jour.

Face à ces évolutions, l'interdisciplinarité est également cruciale. Les géomètres doivent travailler en étroite collaboration avec différents corps de métiers et donneurs d'ordre pour répondre aux enjeux complexes des projets d'aménagement. Les recrutements mettent donc l'accent sur des profils à haut niveau d'expertise

technique, capables de naviguer dans un environnement multidisciplinaire. Même si aujourd'hui, techniciens supérieurs et ingénieurs sont formés dans les plus brillantes écoles, qu'en est-il une fois en entreprise ? La formation continue devient incontournable pour rester à la pointe des innovations technologiques, garantir la compétitivité et assurer une adaptation permanente aux nouvelles exigences du métier. MOOC, tutoriels, podcast, salons, forums, plateformes web de diffusion de travaux de recherches, centres de formation, etc., tout est à la disposition de celui qui veut se former !

Conclusion

En 1980, Bernard Dubuisson avait prévu de nombreuses évolutions majeures pour la profession de géomètre, anticipant notamment l'essor des systèmes satellitaires, l'automatisation des relevés et l'utilisation de la télédétection. Aujourd'hui, en 2024, ces prédictions se sont non seulement réalisées, mais

certaines ont même été largement dépassées grâce à des innovations technologiques telles que le GNSS, le LiDAR, les drones et Internet. Ces avancées ont permis des relevés plus rapides et plus précis, tout en facilitant une collaboration interdisciplinaire accrue et une diffusion instantanée des données à travers des plateformes Cloud.

Dans un monde en perpétuelle transformation, marqué par la transition numérique et des défis environnementaux croissants, le géomètre-topographe s'affirme comme un acteur incontournable de l'aménagement des territoires et de la gestion des infrastructures. Son rôle va évoluer avec l'intégration de technologies comme l'intelligence artificielle, la réalité augmentée et la visualisation immersive, le positionnant au cœur des stratégies de gestion durable des ressources naturelles et des territoires. La profession, désormais plus connectée et numérisée que jamais, continue de se réinventer pour répondre aux enjeux futurs, tout en assurant une expertise technique, juri-

dique et environnementale essentielle à la construction et au bien-être du monde de demain. ●

Contact

Philippe Sablayrolles, Enseignant et responsable du BTS métiers du géomètre topographe et de la modélisation numérique au lycée Le Caousou à Toulouse, ph.sablayrolles@gmail.com

ABSTRACT

This article compares the predictions made in 1980 in the article "Topography in the year 2000" written by Bernard Dubuisson (Ingénieur Général des Ponts et Chaussées) and published in XYZ magazine no. 3 with today's reality, examining technological advances, new practices in the profession and the challenges facing surveyors in the context of the digital and ecological transition. We will also look at the evolution of the profession and its implications for the future.

NOUVEAU Série RIEGL VUX avec RiLOC®-F

La solution clé en main

- comprenant un capteur LiDAR à haute performance, le RIEGL VUX-100²⁵ ou le RIEGL VUX-120²³ UAV et la solution IMU/GNSS à haute précision RiLOC-F
- utilisation simple et efficacité maximale
- léger et économique
- un workflow simplifié pour l'acquisition et le traitement des données
- des nuages de points ajustés et étalonnés avec précision



RIEGL VUX-100²⁵
avec RiLOC®-F,
poids total du système : 2,52 kg



Découvrez RiLOC®-F,
la solution IMU/GNSS de RIEGL !
www.riegl.com

