

Production des données topographiques de référence de l'Eurométropole de Strasbourg

■ Olivier BANASZAK - Sébastien WEHRLÉ

La tradition strasbourgeoise bien ancrée de levé topographique régulier de la zone urbaine, qui a débuté il y a 45 ans à la Ville et Communauté urbaine de Strasbourg, se renforce et se modernise actuellement. Cette évolution intervient dans le contexte émergent de la mise en œuvre de la nouvelle réglementation anti-endommagement des réseaux enfouis et grâce notamment à la mise à disposition de plans de corps de rues simplifiés (PCRS) auprès des gestionnaires de réseaux. Cet article revient sur l'historique de la création des données topographiques de référence de l'Eurométropole de Strasbourg et détaille les modalités actuelles de leur entretien, dans le cadre d'un partenariat local.

■ MOTS-CLÉS

PCRS, RTGE, données topographiques, SIG, Strasbourg

L'Eurométropole de Strasbourg

Créée officiellement le 31/12/1966, la Communauté urbaine de Strasbourg (CUS) a été mise en service au 1^{er} janvier 1968. Son administration est quasiment intégralement partagée avec celle de la Ville de Strasbourg depuis sa création.

Elle s'est transformée depuis le 1^{er} janvier 2015 en l'Eurométropole de Strasbourg dans le cadre de l'application de la loi du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles (dite loi MAPTAM).

Le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg est composé de 33 communes depuis le 1^{er} janvier 2017, pour une superficie de 340 km². Sa population était de 491 516 habitants (dont 60 % à Strasbourg) en 2014 selon le recensement permanent de la population de l'INSEE, ce qui représente 43,5 % de la population du département du Bas-Rhin.

Historique du SIG de l'Eurométropole

Le SIG de l'Eurométropole a été mis en place à partir de 1992 par le Service de

l'Arpentage de la CUS, qui s'est appelé service de l'Information Géographique en 1996. Ce service est récemment devenu en 2014 le service Géomatique et connaissance du territoire afin de refléter l'évolution de ses missions et de ses activités. Il est actuellement composé de 34 personnes.

■ Au commencement était le Cadastre...

Fait original, le service historique de l'Arpentage de la CUS était déjà centenaire au moment du lancement du projet SIG. En effet, il était le descendant du Service de l'Arpentage de la ville de Strasbourg, lequel fut créé en 1881 sous la première occupation allemande, avec pour mission d'établir le nouveau cadastre allemand de Strasbourg à l'échelle 1/250^e dit "cadastre polyvalent", en remplacement du cadastre napoléonien.

Le plan cadastral actuel d'Alsace-Moselle est l'héritier de ce cadastre allemand et il bénéficie toujours d'une instruction spécifique de la part des services du Cadastre, du fait de la reconnaissance par l'État du droit local instauré lors de la période d'annexion allemande. Ce plan cadastral n'est pas simplement un document graphique mais comporte une documentation

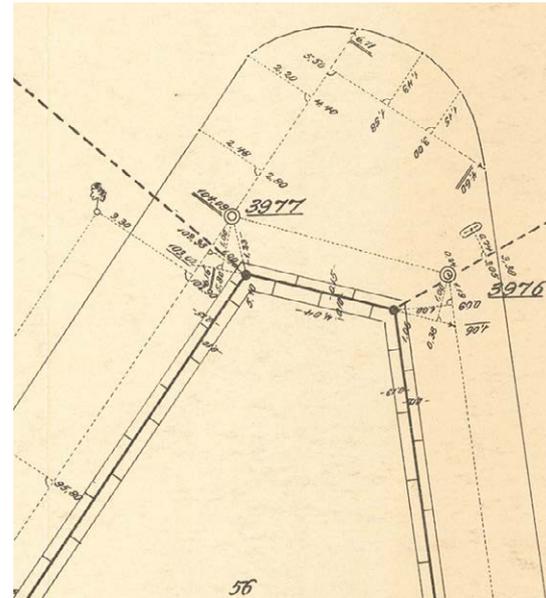


Figure 1. Extrait de plan cadastral allemand coté (fin XIX^e siècle)

cotée imposée, laquelle permet de recalculer les coordonnées précises de l'ensemble des éléments graphiques du plan. (Figure 1)

Il est de plus associé à la tenue d'un livre foncier placé sous l'égide du ministère de la Justice, ce qui lui confère quasiment une valeur de force probante au regard de la délimitation des propriétés.

■ Plans VRD et création du SIG

En 1972, le Conseil de l'Europe est privé plusieurs jours de téléphone en pleine session suite à un endommagement du réseau de télécommunications enfoui qui le dessert. Cet incident va être le déclencheur de la création d'un "Bureau de plans de voiries et réseaux divers." Celui-ci est placé sous la direction du service de l'Arpentage de la Ville et de la Communauté Urbaine et il mobilise de façon partenariale les moyens de tous les services publics

qui sont alors parties prenantes de la connaissance des réseaux : Électricité de Strasbourg, Gaz de Strasbourg, Directions de l'Équipement, Télécommunications.

Sa mission est de permettre de prévenir de futurs endommagements par la création et la tenue à jour de fonds de plans topographiques précis et utilisés par tous. Ainsi, en 20 ans ce sont 3 200 fonds de plans à l'échelle 1/200^e et 400 fonds de plans à l'échelle 1/500^e qui vont être produits sur la zone urbaine, tous en coupures pleines.

Dès le démarrage du projet SIG de la CUS, un chantier de dématérialisation de ces fonds de plans va être entrepris, de façon concertée avec tous les partenaires de ce qui deviendra en 1994 la Commission de l'information géographique de l'agglomération strasbourgeoise (CIGAS). À l'issue des trois années de digitalisation des plans, chaque partenaire disposera dans son SIG nouvellement créé des mêmes couches de données topographiques de référence sur lesquelles appuyer ses données métiers de réseaux.

Progressivement dans les années qui suivront, au gré des campagnes de mise à jour, les données issues de la numérisation seront remplacées par des données de précision supérieure, car calculées à partir d'observations et de mesures sur terrain, donnant ainsi naissance au Référentiel Topographique à Grande Échelle (RTGE) qui est décrit dans la suite.

■ Développement du SIG

Parallèlement à cette numérisation des fonds de plans topographiques, le plan parcellaire cadastral de l'Eurométropole, entretenu depuis toujours par le service de l'Arpentage sur la base de la documentation cadastrale, a été lui aussi numérisé à la création du SIG. Les plans papier ont été tout d'abord digitalisés, pour être ensuite recalculés, sur la base d'un canevas polygonal cadastral qui a été intégralement redéterminé avec précision. C'est ce même canevas de référence qui est toujours utilisé actuellement pour la mise à jour des données topographiques, garantissant ainsi la cohérence entre les données foncières et topographiques.



Figure 2. Insertion de projets urbains dans le SIG 3D

Des données de référence sur les bâtiments et la voirie (surfaccique et filaire) ont été dérivées de ces données topographiques et cadastrales. Elles ont été complétées par des couches d'informations relatives à l'hydrographie, la végétation, le relief (modèles numériques de terrain et modèles numériques d'élévation) ou encore les adresses.

Afin de permettre la représentation du territoire à moyenne ou petite échelle, des fonds cartographiques adaptés ont été constitués, lesquels permettent notamment l'édition de cartes standards telles que le plan d'agglomération ou les plans communaux. Une première campagne de photographies aériennes a permis en 1998 de réaliser un premier orthophotoplan transfrontalier sur le territoire de la communauté urbaine et de la commune de Kehl en Allemagne. Depuis lors, des orthophotographies du territoire ont régulièrement été réalisées, en partenariat avec le département du Bas-Rhin et la région Alsace dès 2002 avec la mise en place de la Coopération pour l'Information Géographique en Alsace (CIGAL).

Sur la base du socle des données de référence précises et détaillées, de nombreux usages thématiques du SIG se sont développés dans les services de la collectivité. Les services techniques en particulier se sont rapidement emparés du SIG pour en faire un outil d'aide à la gestion technique du territoire en constituant dans le SIG des données métier qu'ils exploitent et

actualisent quotidiennement : gestion de l'eau et de l'assainissement, entretien des chaussées, éclairage public, signalisation, entretien des espaces verts, documents d'urbanisme, etc.

Dans le cadre du développement de l'utilisation du SIG comme outil d'aide à la décision, ces données thématiques se sont dernièrement fortement enrichies d'informations statistiques, en particulier grâce aux données à caractère sociodémographique ou socioéconomique.

Enfin, le SIG de l'Eurométropole est depuis 5 ans dans un processus d'évolution vers la troisième dimension avec un projet de SIG en 3D qui a permis de constituer un modèle 3D sémantique du territoire ainsi que des bibliothèques de représentation en 3D des données du SIG. (Figure 2)

Le Référentiel topographique grande échelle (RTGE)

■ Quel contenu ?

Le RTGE a été conçu dès le départ avec un niveau d'exigence élevé à la fois en termes de précision géométrique et d'exhaustivité. Pour résumer, le RTGE est composé de l'ensemble des éléments visibles du sol et du sursol dans les espaces aménagés ouverts au public (à l'exception des éléments facilement déplaçables comme les bacs à fleurs, des panneaux de police ou du marquage au sol). Dans les espaces privés, seuls les bâtiments et la voirie

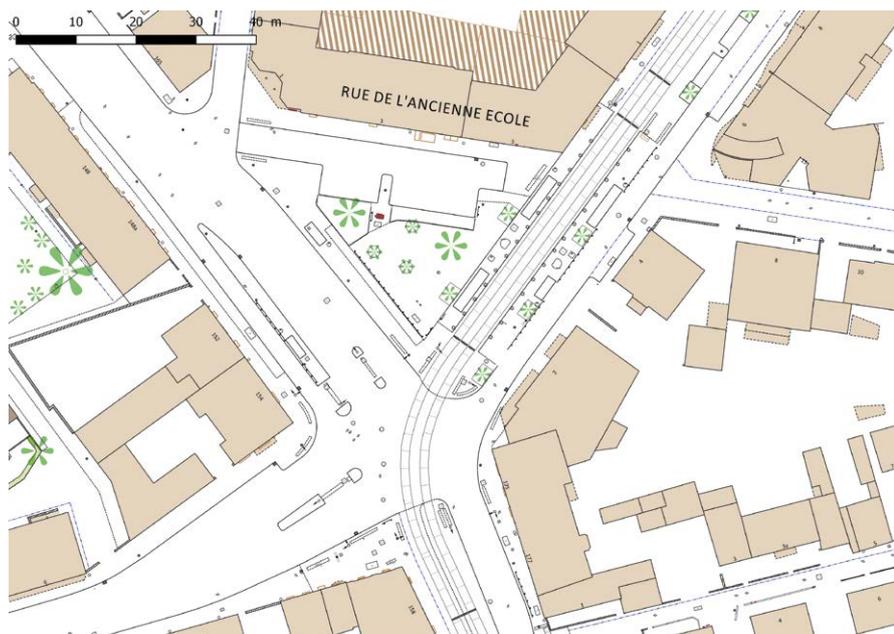


Figure 3. Extrait du RTGE

principale d'accès à ces derniers sont relevés. Au total le RTGE comporte ainsi plus de 3 millions d'objets répartis en 85 classes (voir extrait en Figure 3).

Le RTGE couvre l'ensemble de l'espace aménagé de l'Eurométropole soit 185 km² (zones en bleu dans la Figure 4) avec pour unité de gestion un carreau (ou coupure) formant un découpage régulier du territoire.

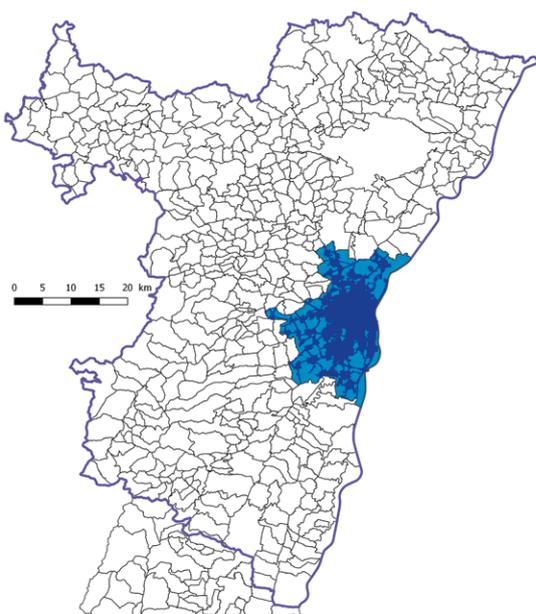


Figure 4. Emprise des données du RTGE et du PCRS (en bleu foncé) et territoire de l'Eurométropole de Strasbourg (en bleu clair) dans le département du Bas-Rhin

La classe de précision des objets du RTGE varie en fonction de leur typologie de 5 cm pour les objets les plus précis (éléments de voirie, bâtiments...) à 50 cm pour les talus par exemple.

Etant à l'origine issu de la digitalisation de plans papier, le RTGE est assez pauvre d'un point de vue sémantique. Les attributs sont en effet destinés soit à la sémiologie graphique (faire varier les couleurs, les types de lignes ou les symboles), soit à la gestion des données (auteur, date de mise à jour, code précision...). La richesse sémantique va être apportée par les services de la collectivité ou des partenaires qui vont s'appuyer sur les données du RTGE pour constituer et entretenir leurs données métier.

Ainsi par exemple, le département de l'éclairage public va ainsi gérer 23 attributs sur sa classe d'objet "Point lumineux" : hauteur du support, référence du luminaire, code de l'armoire électrique connectée... Pour la localisation précise de ces points il s'appuie sur les objets de la classe "Lampadaire" du RTGE (qui font partie des affleurants de réseau).

■ Quelle mise à jour ?

La qualité de la mise à jour des données est un point essentiel de la production du RTGE. En effet, c'est un poste de dépense important et également une

attente forte de la part des utilisateurs des données. L'objectif de la collectivité est de maximiser la réactivité de mise à jour afin de disposer à tout moment du plan le plus à jour possible tout en minimisant les dépenses, le tout en respectant les critères de qualité de la BD RTGE (précision géométrique, exhaustivité, précision sémantique). Il s'agit donc de trouver le meilleur compromis possible ; à l'Eurométropole de Strasbourg cela s'est traduit par deux modes de mise à jour parallèles : la mise à jour courante et la mise à jour triennale.

La mise à jour courante consiste à effectuer des relevés avec un maximum de réactivité sur la base des demandes des partenaires, du signalement des services internes à la collectivité et de la détection des zones de chantier.

La mise à jour triennale consiste à effectuer une mise à jour exhaustive d'un tiers du territoire chaque année (d'où son nom !). Cette mise à jour s'effectue à travers une reconnaissance systématique du territoire concerné, ce qui permet de garantir l'exhaustivité de la base. Il s'agit en quelque sorte de la "voiture-balai" qui concerne surtout des objets isolés ou situés dans des espaces privés.

Ces mises à jour, environ 110 000 changements par an, s'effectuent en grande partie (80 %) à travers un marché public de type accord-cadre multi-attributaires, passé avec 5 entreprises de géomètres-topographes. Pour chaque commande, les entreprises attributaires sont remises en concurrence dans le cadre de la passation d'un marché subséquent, ce qui permet de retenir celle qui présente l'offre économiquement la plus avantageuse pour la collectivité.

L'Eurométropole réalise par échantillonnage les contrôles des données livrées. Ces contrôles portent d'une part sur la précision sémantique et l'exhaustivité, grâce à des tests informatiques sur les données et des vérifications visuelles sur le terrain. D'autre part, la précision géométrique est contrôlée par des relevés contradictoires ainsi que par des points de



▶ contrôles correspondant au relevé par les prestataires d'objets déjà présents dans le SIG, dont ils ne disposent pas des coordonnées.

Si la grande majorité des relevés de mise à jour est effectuée avec des techniques topographiques traditionnelles (tachéométrie, nivellement, positionnement par satellites), l'exploitation des orthophotographies prend de plus en plus d'importance, notamment dans les zones périurbaines et rurales. Elles sont utilisées pour la détection de changement et la digitalisation d'objets.

Ces images couplées à des relevés LIDAR haute densité permettent d'atteindre des précisions qui sont compatibles avec le PCRS mais pas avec l'exigence de précision géométrique du RTGE. Leur exploitation est donc limitée à certains types de zones (dangereuses ou inaccessibles) ou certains types d'objets (ligne de rupture de pentes, hydrographie, bords de chemins...).

L'Eurométropole de Strasbourg évalue également d'autres systèmes d'acquisition de données (drones et mobile mapping) mais qui pour l'instant ceux-ci ne permettent pas de répondre aux besoins de mise à jour tels que décrits ci-avant pour des raisons diverses (réglementation, coût, précision géométrique obtenue, compléments terrain nécessaires...).

La Commission de l'Information Géographique de l'Agglomération Strasbourgeoise (CIGAS)

La gestion de ces données topographiques relève de la compétence de la CIGAS, partenariat regroupant des acteurs publics et privés regroupés autour d'une nécessité identique : disposer d'un socle de données commun harmonisé présentant toute garantie de fiabilité et de précision pour permettre aux membres d'accomplir leurs missions dans des conditions optimales d'efficacité et de sécurité.

La CIGAS regroupe aussi bien des acteurs locaux : Strasbourg Electricité Réseaux, R-GDS (gestionnaire du réseau Gaz), Compagnie des

Transports Strasbourgeois, Agence de Développement et d'Urbanisme de l'Agglomération Strasbourgeoise, réseaux de chaleurs ; que des opérateurs nationaux : Orange, SFR-Numericable. En évolution régulière pour suivre les évolutions technologiques et réglementaires, la convention qui régit le fonctionnement de la CIGAS a pour objet principal l'actualisation, la préservation, l'exploitation et l'échange du RTGE, du PCRS et d'autres données géographiques.

Le financement de la mise à jour des données topographiques est assuré par l'ensemble des membres du partenariat en fonction de critères transparents et équitables (emprise géographique, type de données utilisées). La mise en œuvre de ces mises à jour est à la charge de l'Eurométropole comme cela a été décrit précédemment.

Le budget annuel de la CIGAS est d'environ 760 000 € : 51 % du budget concerne les marchés publics, 21 % les travaux topographiques réalisés en régie et 26 % les ressources humaines affectées à la gestion des données et les frais de structure.

Un comité exécutif annuel prend les décisions stratégiques et financières et des réunions bimestrielles de comité technique font vivre le partenariat à travers des échanges autour des évolutions techniques et réglementaires, des expérimentations des uns et des autres, de sujets connexes aux données topographiques (logiciels SIG ou DAO, nouvelles méthodes d'acquisition de données...). Au-delà de la fourniture de données, le partenariat est donc un lieu d'échange et d'enrichissement mutuel.

Ces échanges se concrétisent à travers une plate-forme informatique servant de base documentaire, d'outil de suivi des mises à jour des données topographiques mais aussi de suivi des investigations complémentaires sur le territoire, de plate-forme d'échange de fichiers DAO). Cette plate-forme va s'enrichir dans les années à venir de nouveaux services géographiques (flux, extraction à la demande dans différents formats et systèmes de coordonnées).

Les partenaires de la CIGAS ont également accès aux flux temps-réel de la station permanente GNSS opérée par l'Eurométropole de Strasbourg (station ETOI intégrée au réseau GNSS permanent national), ce qui offre un autre moyen de garantir la cohérence de positionnement des données géographiques des uns et des autres.

Le Plan de Corps de Rue Simplifié (PCRS) à Strasbourg

Le RTGE est le composant de base du référentiel géographique strasbourgeois d'où découlent plus ou moins directement d'autres bases de données géographiques comme le référentiel topographique simplifié (généralisation du RTGE diffusée en *open data*) ou les données cartographiques qui utilisent les objets topographiques (bâtiments, voirie, hydrographie) comme base de travail.

Le principe est le même pour le PCRS qui est à Strasbourg un sous-ensemble du RTGE. Un traitement informatique permet de filtrer les données, de convertir le schéma de données pour le faire correspondre aux classes et attributs du PCRS et enfin de calculer les attributs de qualification des objets du PCRS sur la base des attributs de gestion interne de la collectivité. La production du PCRS n'engendre donc aucun coût de fonctionnement supplémentaire.

Les *Figures 5* (PCRS simple) et *6* (PCRS avec éléments d'habillage et affleurants) sont des extractions du PCRS (spécification v1) et peuvent être comparées au RTGE de la *Figure 3*.

Une des différences principales par rapport au standard national concerne la précision des données. En effet, les données du RTGE ne sont pas dégradées dans le processus de production du PCRS, la classe de précision de la plupart des objets de ce dernier est donc de 5 cm au lieu de 10 cm qui est la limite supérieure au niveau national. Une autre différence par rapport aux pratiques générales est que l'ensemble des affleurants de réseaux sont relevés dans le cadre de la mise à jour du RTGE,



Figure 5. Extrait de données du PCRS

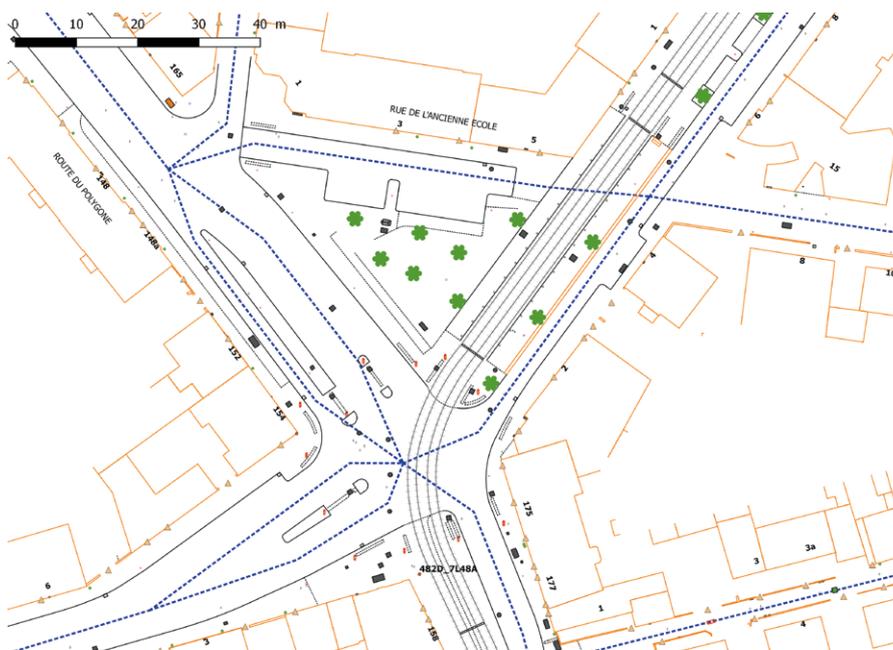


Figure 6. Extrait de données du PCRS (avec les affleurants et l'habillage)

sans distinction de gestionnaire jusqu'à l'année 2014. Depuis cette date, les nouveaux affleurants sont affectés à un gestionnaire en particulier. Une opération de rattrapage va être menée afin de renseigner avec le plus d'exhaustivité possible l'attribut gestionnaire des affleurants relevés avant 2014.

S'agissant de l'introduction de l'altimétrie dans les données de références gérées par la CIGAS, les premiers tests se sont déroulés en 2015 avec la mise à jour des données en 3D en régie avant d'être généralisée aux prestataires

début 2016. Afin de livrer la totalité du PCRS avec de l'altimétrie, un nuage de points LIDAR haute densité va être utilisé pour déduire une altimétrie pour chaque sommet d'objet par plaquage sur le nuage de points.

Quel est l'intérêt de produire un PCRS pour la CIGAS ?

La question se pose effectivement : disposant déjà du RTGE sur tout son territoire, quel est l'intérêt pour la

CIGAS de produire des données moins détaillées ?

La réponse la plus évidente est de permettre aux gestionnaires de réseaux de répondre à leurs obligations réglementaires. Mais en réalité les développements pour produire des données au standard PCRS à Strasbourg sont antérieurs à l'arrêté du 22 décembre 2015 qui introduit ce standard dans la réglementation.

Le PCRS est une solution apportée aux problèmes de diversité de schémas et de formats des données topographiques au niveau national. Cette fragmentation a toujours posé problème aux gestionnaires de réseaux nationaux. Le PCRS était donc une attente des membres de la CIGAS qui agissent sur tout le territoire national comme Orange.

Le principal objectif de production du PCRS pour la CIGAS est donc bien de répondre aux attentes de ces acteurs nationaux, qu'ils soient déjà partenaires ou qu'ils souhaitent le devenir maintenant que ce frein technique est levé. Partager les coûts de mise à jour de données entre un plus grand nombre de partenaires permettrait en conséquence de faire baisser les participations financières individuelles.

Diffuser les données dans un format standardisé limite également le besoin de réaliser des développements spécifiques pour chaque partenaire. Enfin, comme cela a été expliqué précédemment, produire des données au standard PCRS ne coûte rien de plus au partenariat CIGAS.

Conclusion

Grâce aux données topographiques de référence qui sont entretenues par l'Eurométropole de Strasbourg pour le compte du partenariat CIGAS, la collectivité est en mesure de fournir des fonds de plans au format d'échange standard PCRS qui constituent un "produit dérivé" du RTGE.

Cela permet à la collectivité d'être déjà pleinement en conformité avec les récentes dispositions réglementaires anti-endommagement des réseaux enfouis, en particulier l'obligation pour



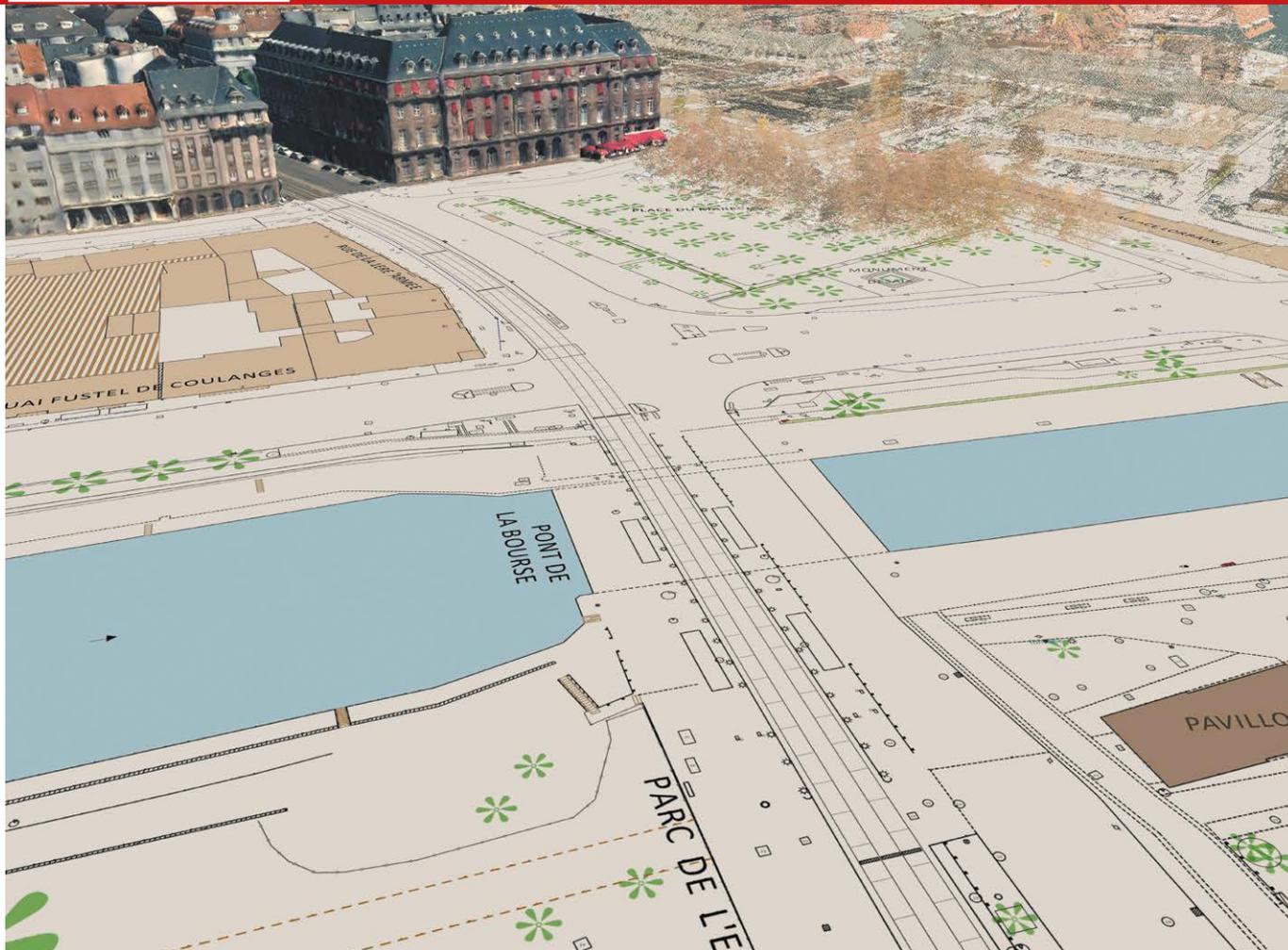


Figure 7. Superposition de maillage 3D texturé et de nuage de points LIDAR sur les données RTGE



l'autorité publique locale compétente de fournir aux gestionnaires de réseaux le meilleur fond de plans dont elle dispose.

La mise en œuvre du PCRS représente donc pour l'Eurométropole de Strasbourg une certaine forme d'aboutissement permettant de confirmer la pertinence de l'approche historique de constitution d'un fond topographique continu sur l'emprise urbaine et de renforcer l'intérêt de l'entretien de ces données.

Toutefois, s'il est nécessaire au plan national de pouvoir disposer d'un PCRS sur les zones urbanisées pour pallier aux lacunes actuelles de fonds topographiques homogènes et ainsi permettre d'améliorer la connaissance des réseaux, il faut bien avoir à l'esprit que ces spécifications techniques en terme de contenu comme en terme de précision ne sont pas suffisantes à l'échelle locale, pour l'exercice de toutes les compétences de gestion technique des territoires qui sont celles des communes et de leurs groupements.

C'est la raison principale pour laquelle les partenaires CIGAS continuent à produire des données topographiques de référence selon leurs propres spécifications RTGE plutôt que selon le standard du PCRS.

Les évolutions technologiques récentes permettent l'émergence de nouveaux procédés techniques pour la production de fonds de plans topographiques conformes au standard PCRS : relevés lasergrammétriques LIDAR 3D terrestre ou aérien, relevés photogrammétriques terrestres par caméras mobiles, relevés aériens par drones sont autant de technologies pouvant s'avérer très intéressantes à exploiter. Toutefois, elles ne remplacent pas complètement les méthodes topographiques traditionnelles car elles nécessitent toujours un complément terrain pour la détermination de points de calage précis. Certaines ont fait l'objet d'acquisitions par l'Eurométropole, en complément des données topographiques classiques auxquelles elles apportent un enrichissement indéniable... (Figure 7) ●

Contacts

Olivier BANASZAK et Sébastien WEHRLÉ

Service Géomatique et connaissance du territoire Ville et Eurométropole de Strasbourg

olivier.banaszak@strasbourg.eu

sebastien.wehrle@strasbourg.eu

ABSTRACT

The ancient tradition of regular topographic survey of Strasbourg, which started 45 years ago in the Urban community and City of Strasbourg, is at the moment in a process of evolution and modernizing. This evolution takes place in the rising context of a new regulation with regard to underground networks damaging, based especially on supplying the utilities companies with street corridors simplified maps. This article describes the history of the reference surveying map of the Eurometropolis of Strasbourg and details the processes of the present data maintenance, in the scope of a local partnership.