

Géomatique

Expert

LES DRONES S'ENVOLENT

Drones

FOSS4G-FR

Blockchain et géomatique



3 & 4 JUILLET 2018

LES JOURNÉES NATIONALES GÉONUMÉRIQUES DE L'AFIGÉO ET DÉCRYPTAGÉO

CARRÉ DES DOCKS - LE HAVRE - NORMANDIE



RÉGION
NORMANDIE
www.normandie.fr





Image de couverture : Dignes de l'île de Ré. Crédits : L'Europe vue du ciel / Service géomatique de l'île de Ré.

Éditeur :

CiMax • 12, place G. Pompidou •
93167 Noisy-le-grand Cedex
Tél. : 01 45 92 96 96
Fax : 01 49 32 10 74
Email : geomatique@cimaxonline.fr

Directrice de la publication :

Anne-Caroline Prévot-Leygonie

Rédaction :

Vincent Habchi

PAO et maquette :

PAO Corlet

Merci à : ENSG, Didier Richard,
Veremes, Altamétris, Phase 1, Delair,
Pix4D, GéoConcept

Ont collaboré à ce numéro :

Hervé Halbout

Publicité :

Sébastien Guénée
Tél. : 01 45 92 99 96
Email : s.guenee@groupe-cimax.fr

Abonnements :

Ana Dos Santos
Tél. : 01 45 92 98 98
France métropolitaine : 70 €
Communauté européenne : 85 €
Reste du monde : 95 €

Flashage et Impression :

CORLET Imprimeur
14110 Condé-sur-Noireau
ISSN 1620-4909

Commission paritaire :

0618 T 79345
Dépôt légal à parution
L'ensemble des textes, images,
clichés et autres documents
sont propriété de la rédaction,
sauf indication expresse.

Tous droits réservés, hormis
dans le cadre des dispositions
de l'article L. 122-5 du Code
de la propriété intellectuelle.
© Copyright CiMax 2018.



Géo | robbique

Souvenez-vous, c'était il y a plus de soixante-quinze ans, en pleine Seconde Guerre Mondiale. Un jeune écrivain américain, fils d'immigrés russes, appelé Isaac Asimov, publiait une nouvelle de science-fiction baptisée *Robbie* dans laquelle une petite fille de sept ans, Gloria Weston, s'éprend tellement de son robot domestique, *Robbie*, que la séparation artificielle que lui imposent ses parents la plonge dans une profonde dépression, dont elle ne sortira qu'une fois réunie à sa nounou métallique.

On a longtemps palabré sur cette nouvelle, tantôt décrite comme une réalité inévitable, tantôt comme le modèle qu'il fallait précisément éviter. À l'heure actuelle, même si les enfants doivent faire face à un assaut en règle des jouets électroniques, qui avec une voix de canard, qui avec de simples sonorisations qui ressemblent plus souvent à des bruits de casseroles, qui avec force d'écrans LCD, on est encore loin du cas de Gloria Weston, n'est-ce pas ?

Quoique. *Regardez-bien*, comme disait notre regretté Desproges dans *La Minute nécessaire de M. Cyclopède*.

Vous avez certainement tous entendu parler de ces nouvelles bornes interactives fabriquées soit par Google (*Google Home*), soit par Amazon (*Alexa*), soit, maintenant aussi par Apple (*HomePod*). Elles parlent, et sont censées comprendre ce que vous dites. Soit dit en passant, si jamais vous aviez dans l'idée d'offrir l'une d'elles à quelqu'un de votre entourage, soit à l'occasion d'un anniversaire, soit pour les fêtes de fin d'année, vous risquez fort d'être déçus. Les capacités d'interprétation syntaxique et sémantique de ces joujoux, du moins en français, restent sévèrement limités – comme en témoigne un récent essai publié dans les colonnes de la revue *Que Choisir* ?

Cependant, ce qui est vrai en français ne l'est pas nécessairement en anglais, langue native de ces multinationales d'une part (donc, plus facile à tester et à mettre au point), et langue plus simple dans sa grammaire et sa prononciation (des phrases ambiguës comme « il n'a aucun air »/« il n'a aucun nerf » sont beaucoup plus rares en anglais qu'en français). De fait, les bornes interactives fonctionnent beaucoup mieux dans la langue de Shakespeare, et c'est probablement pourquoi elles ont enregistré un succès « modeste » (quand même vingt millions d'unités vendues pour le modèle d'*Amazon*) dans les pays anglophones.

Moyennant quoi, il peut arriver que des nourrissons anglais rencontrent ces gadgets dernière génération.

C'est le cas de Joe Brady, le fils de deux étudiants anglais de vingt-et-un et vingt-deux ans respectivement. Ce dernier a fait connaissance d'une borne *Alexa* lors d'une des visites à ses grands-parents, et a commencé à jouer avec : apparemment, le message d'erreur de la machine, « *Sorry, I didn't get that* » (désolé, je n'ai pas compris) amusait beaucoup Joe. Et puis, de fil en aiguille, le bébé a commencé à babiller, et là, ses parents ont été stupéfiés quand ils ont compris que le premier mot que le garçonnet voulait prononcer n'était ni « maman », ni « papa », mais « *Alexa* ».

Heureusement, depuis cette époque, il semble que Joe ait développé une sensibilité beaucoup plus saine, et se soit tourné vers les petites voitures. « *Alexa ne l'intéresse plus du tout* », déclare sa maman. Ouf ! *Robbie* peut être envoyé à la casse, *Renault* a encore de beaux jours devant lui.

Vincent Habchi

Retrouvez les principaux articles
de la revue en ligne sur le site

Géomag.fr



Actus

- Le FOSS4G-Fr version 2018 4
- TLS 1.3 : plus de sécurité sur *Internet* 17
- Conférence FME 2018 20
- GEOWORLD 2018 – Un monde d'optimisation 29

SIG

- *Altamétris* : des drones et des rails 34
- « *Blockchain* » et géomatique 42

Carto

- Drones et SIG 48

Abonnement 41

LES DRONES S'ENVOLENT

34



48



Ce numéro comporte un encart abonnement broché 2 volets non foliotés.

Le **FOSS4G-fr**

Organisée tous les deux ans par l'équipe de l'*OSGeo-fr*, chapitre français de l'*OSGeo*, la conférence *FOSS4G-fr* permet aux nombreux utilisateurs de logiciels géomatique libres de se rencontrer, et aux éditeurs et sociétés de service de faire le point sur produits et prestations.

ences géo graphiques

version 2018



OSGeo
Francophone



OSGeo
Francophone

Le rendez-vous est devenu maintenant traditionnel. Toutes les années paires, le chapitre français de l'OSGeo (*Open Source for Geomatics*), l'OSGeo-fr, organise dans les locaux de l'ENSG, à Marne-la-Vallée, le FOSS4G-fr (*Free & Open Source Software For GIS*), une manifestation sur deux jours où utilisateurs, développeurs et consultants francophones peuvent se retrouver et discuter autour des dernières avancées du logiciel libre en géomatique. C'est aussi également l'occasion de présenter certains concepts émergents : cette année, par exemple, pas moins de deux interventions étaient consacrées à l'utilisation de la *blockchain* en géomatique (voir l'article dans ce même numéro).

La conférence attire un noyau dur de développeurs et d'enthousiastes, mais chaque année on constate l'inscription de nouvelles personnes, si bien que – malgré cette période difficile en termes de transports – l'affluence de la conférence se maintient aux alentours de 250 inscrits.

Traditionnellement, la première journée n'est pas consacrée à la conférence, mais à des ateliers découverte ou perfectionnement autour de certaines solutions libres (*QGIS*, *LizMap*, etc.). Les formateurs ont cette année tenu à remercier l'ENSG, qui a fourni logistique, salle et machines, pour l'efficacité et les conditions excellentes dans lesquelles les ateliers se sont déroulés.

GéoNature

(Camille Monchicourt,
Parc naturel des Écrins)

GéoNature est le nom d'un logiciel, placé sous licence libre, développé (entre autres) par le



Environ deux cent cinquante personnes pour cette quatrième édition.

Parc national des Écrins pour alimenter son système d'information sur la biodiversité. Le Parc des Écrins, qui fait partie des dix parcs nationaux français, a été depuis peu placé sous la tutelle de la nouvelle Agence française de la biodiversité. Il compte environ quatre-vingts personnes, donc trois permanents pour le système d'information (un développeur).

Il y a encore dix ans, le SIG était géré par une seule personne, qui réalisait essentiellement de la cartographie pour les autres services à longueur de journée, et s'occupait en outre de l'informatique de la structure. Comme l'essentiel des données gérées par un parc est spatial, cela provoquait un goulot d'étranglement difficilement résolvable.

Il a donc fallu procéder à plusieurs actions : premièrement, former les agents à des compétences SIG basiques pour qu'ils deviennent autonomes lorsqu'ils avaient à réaliser des tâches légères, comme de la composition cartographique. Équiper chaque agent d'un poste SIG posait un problème évident de moyens, donc la solution initiale, *ArcGIS* a été abandonné au profit de logiciels

Open Source : d'abord *GvSIG* puis, voyant que le projet *GvSIG* patinait, *QGIS*. La formation a ciblé les agents intéressés (« *Inutile*, explique Camille Monchicourt, responsable SIG, *de former ceux qui sont réfractaires ou qui ne sont pas motivés* »), qui sont désormais capables de produire leurs propres cartes. Les nouveaux stagiaires arrivent avec un bagage raisonnable en SIG, et sont tout de suite opérationnels, car la plupart du temps ils ont été formés sur *QGIS*.

Du coup, tout le temps libéré a servi à réfléchir, décider et réaliser une mise à jour et une rationalisation de l'architecture : toutes les données ont été centralisées sous *PostGIS*. En parallèle, le parc a entrepris de développer des applications métier *web*, puis mobiles, pour faciliter le travail de ses agents. À cette période de développement à façon des premiers modules simples a succédé un grand projet, *GeoTrek* (cf. *Géomatique Expert* n° 114), pour lequel le parc a délégué la conception à la SSLL *Makina Corpus* tout en fixant des objectifs bien précis pour que le logiciel soit réutilisable par toutes les autres structures



L'« amphi » Picard, où ont lieu les cours de l'IGN, un peu petit pour accueillir tous les spectateurs.

désireuses de le faire : généricité, documentation détaillée, modularité pour pouvoir facilement ajouter de nouveaux modules, configuration aussi souple et extensive que possible, batterie de tests unitaires pour détecter les régressions, mise en place d'un suivi des bugs, etc.

Aujourd'hui, ce sont plus de cinquante structures qui utilisent *GeoTrek*, et l'on constate une très forte mutualisation des ressources avec les PNR. Ces échanges ont permis au logiciel de gagner en valeur. Alors que la mise initiale était de 45 000 € (Écrins) + 25 000 € (Mercantour), la valeur actuelle de *GeoTrek* a été estimée à 1,5 M€. Ce succès a conduit les parcs à créer des structures pour animer la communauté d'utilisateurs, comme un comité de pilotage, et d'organiser des rencontres annuelles pour fédérer les discussions et les nouvelles idées.

Au sein de l'organisation informatique du Parc des Écrins, *GéoTrek* est intégré dans une logique de bloc hiérarchique : tout en bas se trouvent les référentiels internes, ou externes (comme ceux du MHN). Au-dessus de ces réfé-

rentiels se branchent des applications métier. Et encore au-dessus, des services de diffusion *web*, la question de la diffusion de l'information aux partenaires et au grand public se faisant de plus en plus pressante.

GéoNature est né de ce besoin, et de celui de réfléchir aux questions de biodiversité. Le Parc pilote environ cinquante protocoles scientifiques (recensements, observations, etc.). Chacun de

ces protocoles donne lieu à un recueil de données propres qui ne sont pas toujours cadrées, et dont certaines sont remontées par des partenaires travaillant avec leurs propres conventions. Le parc a donc entamé une réflexion pour modéliser toutes ces données sous forme de mini-base en élaborant une vision synthétique selon une double organisation : protocole d'une part et tronc commun à toutes les observations (c'est-à-dire, essentiellement, qui a vu quoi et où ?) d'autre part. Chaque schéma d'implémentation en base s'inspire directement du protocole.

GéoNature comporte des modules de saisie en mode *web* (l'intérêt de développer des applications mobiles est encore débattu à ce stade), permettant également la consultation, la recherche, l'extraction de la base. Une application de synthèse donne des résultats dégradés, mais procure une vision globale. Pour les partenaires, une interface de téléchargement leur permet d'aller chercher des données quand ils

Le produit *GeoTrek* dispose maintenant de son propre site *web*, <http://geotrek.fr>.



le souhaitent, sans avoir à prévenir le service géomatique. Enfin, une API *GeoJSON* et un fichier journalier sont exportés sur les principales plates-formes *Open Data* pour valoriser la donnée auprès des tiers qui souhaiteraient la réutiliser.

GéoNature Atlas est la version grand public, synthétique et ergonomique disponible sur un site web. Elle recense les principales observations en temps réel, et propose des ressources multimédias multiples : fiches, photographies, graphiques de synthèse par altitude, mois, etc. Ce projet a été écrit en *Python* avec une couche *JavaScript* légère sous *Jinja*. Côté *back end*, elle fait appel à *PostGIS* et ses vues matérialisées. « *Cet outil, précise Camille Monchicourt, a été pensé comme un module branché sur GéoAtlas, mais peut aussi fonctionner en autonomie, par exemple en lisant de simples fichiers CSV.* »

GéoNature est à peine arrivé que l'équipe des Écrins pense déjà à *GéoNature v.2*. Ce dernier devrait être réécrit sur la plate-forme *Python Flask* appuyé sur *Angular 4* et *Leaflet*, ainsi que *Apache/Gunicorn*. Le projet est porté par deux développeurs au parc des Écrins et une développeuse au parc des Cévennes, chacun travaillant dans sa spécialité sur un aspect du code, lequel est synchronisé par *GitHub*. Les objectifs sont toujours les mêmes : modularité et généricité, d'où une architecture avec un cœur complété par des modules optionnels, sur lesquels des modules tiers pourront venir se rajouter. Chaque module pouvant choisir de générer une API ou des formulaires, il n'y aura jamais de dépendance entre le cœur et les modules.

Données ouvertes en région Bourgogne – Franche-Comté

(Jérôme Boutet, *IDéO-BFC*)

La diffusion des informations *open data* en région Bourgogne – Franche-Comté s'appuie sur une plate-forme développée spécialement et appelée *IDéO-BFC*, pour *Informations & Données Ouvertes en Bourgogne – Franche-Comté*. Ce projet a été commandé par l'association *Open Data Local*, qui accompagne les collectivités pour ouvrir leurs données, en les aidant à définir quelles sont les données prioritaires à ouvrir, ou bien encore en mettant à disposition sur un site Internet des « ressources » (documents techniques). Neuf territoires ont été retenus, dont la région BFC. Un animateur « Territoire numérique », BFC, travaille avec la région.

L'un des exemples les plus avancés concerne les marchés publics. Dans ce domaine, l'aspect réglementaire est important : les données doivent être publiées sous un format précis (et comporter un ensemble minimum de renseignements appelés « données essentielles ») afin de faciliter la réutilisation. Un portail expérimental d'accès, baptisé *DataBFC*, a été réalisé pour pouvoir entreprendre des recherches, du filtrage sur le nom des producteurs. Son interface ergonomique permet aux utilisateurs de visualiser les données avant de les télécharger (tableur, graphes, cartes pour les données géographiques). Il a été réalisé en mélangeant les produits *CKAN* et *Drupal*.

L'une des originalités est la manière dont les données circulent dans ce portail : afin de garantir leur visibilité au-delà de la

simple région, les métadonnées postées sur le site sont relayées de manière semi-automatique jusqu'au portail *OpenData* ou *GeoData* du gouvernement (<http://geodata.gouv.fr>). L'IDG Inspire *IDéO-BFC* va alors moissonner les nouvelles données depuis ce site et les incorpore sur son catalogue.

Pour les marchés publics : un outil spécial appelé « salle de marché » permet d'exporter les données vers la région Bourgogne – Franche-Comté uniquement. Les données géographiques sont assez limitées, puisqu'elles n'indiquent que la localisation de l'entreprise qui a remporté le marché (et non la localisation du marché lui-même). Un traitement postérieur à l'aide du module *BanneR* (une extension de R) permet de générer des cartes d'indicateurs synthétiques (densité d'entreprises, etc.).

SYSMA – SYstème de Saisie des milieux aquatiques

(Sébastien Renou - Antoine Rivière, EPTB Sèvre Nantaise)

SYSMA est une outil web de gestion des milieux aquatiques, développé pour les besoins des techniciens de terrain travaillant à l'Établissement public du bassin de la Sèvre Nantaise, qui représente un regroupement de communes (EPCI) avec compétence sur leur bassin versant. Les principales tâches de l'établissement concernent les interventions sur les cours d'eau, le suivi et la gestion de la qualité de l'eau. Il compte environ vingt personnes, donc six ou sept sont techniciens de rivière.

Les besoins métiers sont assez simples : un outil d'évaluation

de l'état des cours d'eau, un agenda pour organiser les tâches suivant leur priorité et noter l'état des travaux en cours et le bilan. Cependant, il n'était pas question de transformer les techniciens de rivière en géomaticiens, mais plutôt écrire un outil qui correspond à leurs attentes et à leur jargon, avec une administration aussi simple que possible.

L'application *Sysma*, développée pour mobiles de type *Android*, présente donc une interface cartographique très simplifiée pour repérer la position des chantiers (outils de *webmapping* traditionnels). La saisie s'effectue à partir d'un dictionnaire commun, compilation des termes les plus utilisés, de façon à cadrer les informations. Les objets terrains et le suivi des interventions sont « pré-câblés » pour que le lien entre les deux informations ne soit pas involontairement rompu. Les outils de consultation permettent d'interroger tous les objets dont l'établissement s'occupe : cours d'eau, sources, abreuvoirs, fontaines... La création de nouveaux objets a été également voulue aussi intuitive que possible.

Centipède : un réseau RTK collaboratif et libre

(Julien Ancelin, INRA)

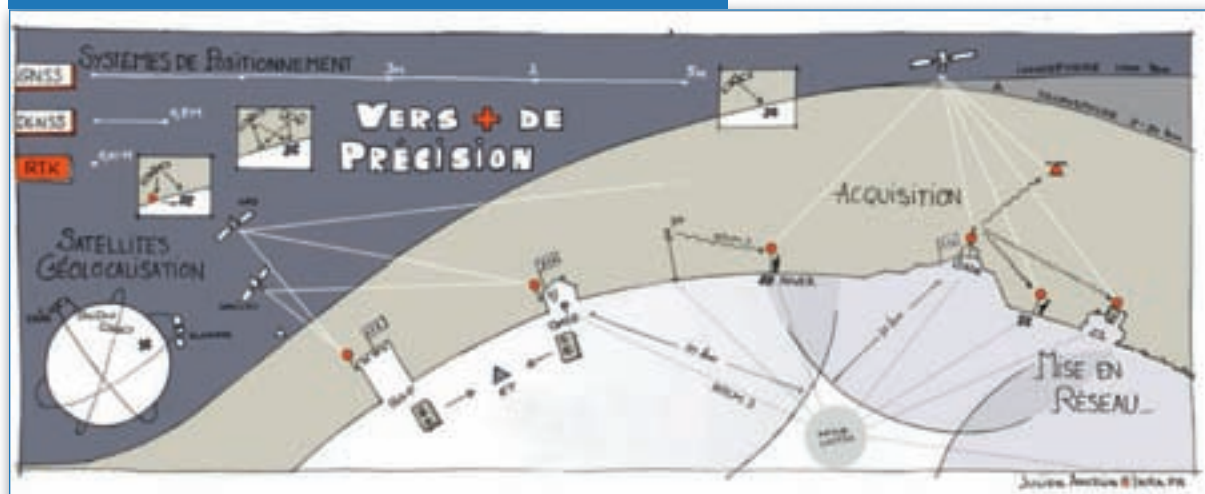
Les mesures GPS temps-réel sont, comme on le sait, entachées d'erreurs, la plupart dues au « retard humide » provoqué par la vapeur d'eau présente dans les basses couches de l'atmosphère. Plusieurs méthodes de correction temps-réel existent. Le GPS augmenté (procédé EGNOS) utilise des coefficients calculés à terre puis remontés vers un satellite qui les rediffuse aux utilisateurs. Ce système permet de corriger des erreurs grossières dues, par exemple, à des satellites défectueux, mais ne corrige pas les erreurs locales. Le système DGPS utilise une station fixe positionnée en un endroit précis du voisinage de l'opération de mesure pour déduire des coefficients de correction locaux obtenus en soustrayant la position GPS lue de la position topographique réelle (connue). Le souci de cette méthode est le prix de la station de base. Le RTK consiste à diffuser des corrections calculées par un réseau de stations. Là aussi, la solution est onéreuse.

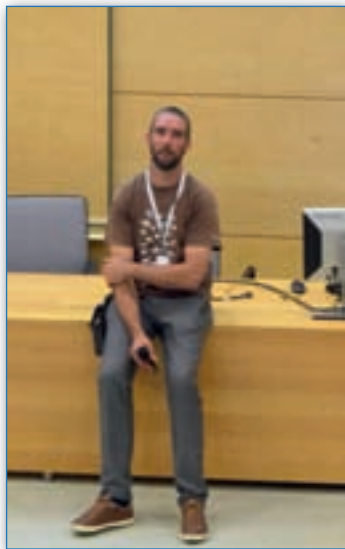
Il faut compter 10 à 15 k€ pour un GPS compatible auxquels s'ajoutent le prix de l'abonnement au réseau de diffusion des corrections (600 à 800 €/an).

Heureusement, une équipe de développeurs russes s'est penchée sur la question et a écrit une bibliothèque RTK, *RTKlib*, pour corriger les observations GPS directement sur les *smartphones*. Plusieurs kits GPS (à base de microcontrôleurs comme des *PIC* ou *Raspberry Pi*), compatible GPS/Galileo/Glonass, ont vu le jour, permettant de s'équiper RTK pour quelques centaines d'euros seulement.

Un autre moyen de corriger les mesures consiste à mettre de côté le temps réel et utiliser des corrections *a posteriori*. L'IGN, qui gère le réseau géodésique RGP diffuse des données RTK gratuitement accessibles le lendemain de la mesure. Il suffit alors de choisir la base la plus proche pour disposer les corrections les plus pertinentes et effectuer le post-traitement avec *RTKlib*. Dans la mesure où la météo ne change pas (par exemple en période anticyclonique), les coefficients

Principe de fonctionnement du réseau GNSS.





Julien Ancelin, agriculteur, membre de l'INRA et développeur des produits GeoPoppy et Centipède.

de la veille peuvent parfaitement être utilisés le jour même.

Pour ceux qui préfèrent le temps réel, pourquoi ne pas constituer un réseau de diffusion RTK collaboratif et gratuit ? C'est le but du projet *Centipède*. Un but assez aisé à atteindre : il suffit de disposer d'un récepteur GPS fixe – ce dont beaucoup d'agriculteurs disposent à l'heure actuelle – et de connaître la position de son antenne du mieux possible (mètre, voire moins). Les corrections peuvent alors être diffusées soit par lien radio UHF 433 ou 868 MHz, mais cela suppose que le mobile soit à portée radio, ce qui n'est pas évident dès que la région n'est pas parfaitement plate (Beauce). Une autre solution plus efficace consiste à encapsuler les corrections dans une trame de type RTCM 3 puis de les envoyer par *Internet* vers un serveur NTRIP, qui les rediffusera à tous les mobiles qui s'y connecteront par GSM/4G.

Un embryon de réseau a été mis en place sur la région Poitou-Charentes, et fonctionne rela-

tivement bien. Il sert avant tout à des tests de précision, mais pourrait servir à l'étude des « limicoles », le relevé de la position de nids, à l'étude de la flore du marais rochefortais ou simplement à la compréhension de la topographie des champs à partir des mesures centimétriques d'altitude (et d'un MNT par triangulation de Delaunay). D'autres applications possibles : trace de cyclistes, open data maritime (suivi des navires dans le Pertuis d'Antioche), voire mesure des amplitudes de marée. Plus loin, un réseau RTK collaboratif pourrait aider à la géolocalisation des tortues marines à la Réunion. Le réseau *Centipède* pourrait également servir à l'autoguidage des tracteurs, en faisant passer le prix du dispositif d'environ vingt mille euros à moins de 500 € avec des techniques libres.

L'entrepôt de données BiGéoData

(Pascal Chevallot, BiGéoData)

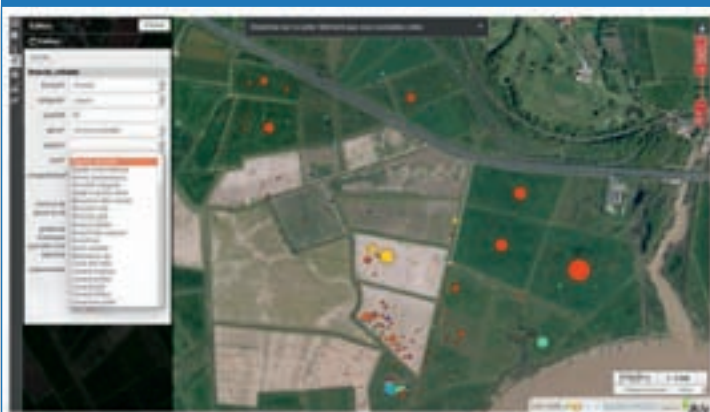
L'une des conditions *sine qua non* du succès de l'*Open source* géographique est la visibilité des données : il ne sert à rien de publier des données publiques si personne n'en connaît l'existence ni ne sait où les télécharger.

Comment faire pour accélérer la collecte et la structuration des données ? Une des réponses pourrait être de créer un entrepôt de données contenant des données directement pertinentes, donc utilisable, plutôt que des « cimetières » de données, où celle-ci sommeille en attendant que quelqu'un la découvre.

Il ne s'agit pas de réinventer la roue, mais de se concentrer sur l'analyse et disposer de modèles éprouvés, et de promouvoir la mutualisation. Par exemple de mettre en place un tableau de bord dynamique contenant « *dataVIZ* », histogrammes et cartographie pour faire du *benchmarking* territorial, de la comparaison de territoires. L'idée est donc d'intégrer un maximum de données, mais également de les traiter sur la plate-forme pour pouvoir proposer un contenu adapté à différentes cibles (tableaux de bords, cartes, comptes-rendus techniques).

Un prototype reposant sur *GeoServer* (avec *Pentaho*) et *PostGIS* propose des livrables directement intégrables dans *PostGIS*. On y trouve les chiffres clés de l'INSEE à la maille communale, les Iris et les îlots reconstitués. D'autres

Exemple de positionnement des limicoles grâce à l'utilisation d'un embryon de *Centipède*.



données concernent le domaine agricole, les énergies renouvelables, et bientôt la localisation des entreprises (SIREN). Le site stocke 152 cubes de données et propose 915 indicateurs. Il permet d'analyser ces données selon la plupart des découpages utiles : politiques, administratifs, statistiques (bassin de vie), etc. Il est possible également d'agréger des données internationales (Luxembourg, Belgique). Ce serveur de « BI » permet également de créer des rapports classiques (PDF) multi-thématiques des communes jusqu'à l'Iris.

BiGéoData poursuit une stratégie d'enrichissement continu de l'entrepôt, avec du développement à façon pour certaines données et de la mutualisation de développements. L'entrepôt n'est pas une fin en soi, mais un moyen de faire gagner du temps. Il est actuellement activement utilisé par douze agences d'urbanisme membre du réseau *DATAgences*.

Addock, le géocodeur d'ÉtatLab

(Christian Quest - ÉtatLab)

Addock est un géocodeur français libre écrit en *Python* et placé sur *GitHub*. Il utilise plusieurs technologies de logique floue pour isoler des mots clés et des variations possibles (par exemple en cas de faute d'orthographe ou de méconnaissance de l'orthographe exacte des noms propres) ainsi que des appariements (par exemple : Charles ↔ De Gaulle) qui servent à accélérer l'auto-complétion. Des techniques de compression des textes permettent de loger l'intégralité de la base BAN dans environ 6 Go de mémoire, ce qui permet de faire fonctionner *Addock* même sur des portables.

Utilisation de la Blockchain en géomatique

(Guillaume Sueur - NéoGéo)

La *Blockchain* (voir article dans ce numéro) est à l'heure actuelle utilisée principalement pour la circulation de « crypto-monnaies » (« *Bitcoin* »), mais la technologie sur laquelle reposent ces crypto-monnaies est bien plus large. La *Blockchain* n'est pas réductible au *Bitcoin*.

Guillaume Sueur dirige la PME *Neogeo*.



Il est à noter que les blocs qui composent la *blockchain* ne peuvent pas stocker de la donnée, particulièrement de la donnée géographique, mais uniquement des liens composés d'une URL et d'un « hash » cryptographique pour vérifier que la donnée pointée n'a pas été falsifiée.

Une des applications possibles est l'authentification des transactions de propriété immobilière, qui, jusqu'à présent, nécessite l'intermédiaire d'un notaire comme tiers de confiance et un enregistrement au registre des hypothèques pour archivage.

Ces deux étapes pourraient être remplacées par un système de *blockchain* officiel qui authentifierait et archiverait toutes les transactions pour le compte de l'État.

Une expérimentation pilote a lieu en Alsace-Moselle où le cadastre est géré d'une manière particulière, en raison de l'héritage de l'occupation allemande. Une plate-forme *Open Data* permet de certifier une donnée cadastrale (par exemple, le nom du propriétaire d'une parcelle) en vérifiant qu'il n'existe pas d'enregistrement plus récent ayant modifié l'information. Au-delà de cette expérience, la *blockchain* pourrait servir à authentifier/archiver :

- Des positions géographiques qui méritent le partage et la certification : coordonnées de stations GPS permanentes, propriété foncière... ;
- Des mises à jour de référentiels ouverts (*Open Street Map*) ;
- Des fichiers indexés par leur « hash code » ;
- Des données de capteurs (pollution, météo...) ;

```
import hashlib as hasher

class Block:
    def __init__(self, index, timestamp, data, previous_hash):
        self.index = index
        self.timestamp = timestamp
        self.data = data
        self.previous_hash = previous_hash
        self.hash = self.hash_block()

    def __str__(self):
        return "Hi, I'm block (%d)".format(self.index)

    def hash_block(self):
        sha = hasher.sha256()
        sha.update((str(self.index) +
                    str(self.timestamp) +
                    str(self.data) +
                    str(self.previous_hash)).encode())
        return sha.hexdigest()
```

Exemple de codage d'une partie de la *blockchain* (ici la création d'un bloc) en *Python*.

- Voir certains référentiels sensibles, comme le PCRS ?

Ces multiples pistes méritent d'être explorées, et prouvent que les applications de la *blockchain* vont bien au-delà du simple échange de « monnaie électronique ».

Les IDG à l'heure de l'*Open Data*

(Guillaume Sueur)

Une des différences fondamentales entre IDG et plate-forme *Open Data* repose sur le caractère des données diffusées. Dans le cas des IDG, il s'agit presque exclusivement de jeux de données géolocalisées ou de produits dérivés (comme des cartes au format PDF). Les IDG se destinent au stockage, à la visualisation et à la diffusion vers des ayants-droit de ces jeux de données.

À l'inverse, sur les plates-formes *Open Data*, toute la donnée est publique et en libre accès. Ces dernières mettent en avant la simplicité d'accès aux données et facilitent leur réutilisation. Le public qu'elles visent va au-delà du

simple cercle des géomaticiens : bureaux d'études, étudiants, journalistes. Les formats utilisés pour la diffusion des données sont plus connus, plus réutilisables, plus ouverts. Parfois, la même donnée est proposée sous plusieurs formats pour faciliter son appropriation. En règle générale, l'*Open Data* valorise des données intéressantes (par exemple, l'accès à des données temps réel comme des capteurs ou l'information trafic) au travers d'API spécifiques, mais en principe bien connues des développeurs *web*, à la différence des API OGC qui sont très spécifiques et souvent lourdes (GML).

Les audiences sont donc séparées, les données ne sont pas les mêmes, les services d'accès diffèrent. Le « marketing » des deux types de sites ne passe pas par les mêmes actions non plus. Par exemple, dans le cas du portail des données du Grand Lyon, l'API utilisée est fondée sur *Python/Flask*, et les données géographiques font l'objet d'une « géo-publication » sous *MapServer*. Un registre des transactions utilise une *blockchain*. Autre exemple, le portail *DataSud* créé par le CRIGE

PACA pour remplacer son site actuel, openpaca.fr. Celui-ci utilise un catalogue *Open Data* réalisé en technologie CKAN, plus *GeoNetwork* pour assurer la partie *Inspire*. *MapServer* sera prochainement ajouté pour réaliser un extracteur de données cartographiques.

Peut-on réconcilier les deux approches ? Certainement. Il faudrait pour cela partir d'une solution SIG ou *Open Data*, et proposer un mécanisme de point d'accès unique pour toutes les métadonnées et, dans tous les cas, s'appuyer au maximum sur les différents standards disponibles, quitte à ajouter des extensions pour gérer les jeux de données exotiques.

Comment automatiser certaines tâches de gestion d'un serveur de géo-données

(Yves Jacolin, CampToCamp)

Les données géographiques se multiplient avec le temps, et deviennent plus volumineuses. Dans le même temps, beaucoup de tâches préalables à leur publication demeurent manuelles : acquisition et traitement sont le plus souvent effectués au coup par coup, par un opérateur. Quelques utilisateurs avancés utilisent des scripts de traitement automatisés, par exemple à l'aide de FME, et, sur la partie applicative, quelques scripts de déploiement automatique existent, mais cela reste l'exception plutôt que la règle.

Pourtant, des outils qui permettent d'automatiser la publication des données ou le déploiement d'applications existent. On peut citer : *Terraform*, *Puppet*, *Docker*, *Rancher/OpenShift*,

Le *Foss4G* ce sont aussi quelques stands pour permettre aux participants de rencontrer plusieurs sociétés qui opèrent dans le domaine de la géomatique libre.



ELK/Prometheus... Installer un de ces outils n'est cependant pas la panacée ; il y a également un certain nombre de bonnes pratiques à respecter, notamment utiliser un mécanisme de « déploiement continu », qui permet de réaliser des sauts de version de manière totalement transparente. Cette solution exige cependant de disposer d'une double infrastructure, une de production, une de test, et de commuter périodiquement de l'une à l'autre.

Plus précisément, cela exige :

1. Un dépôt unique pour les sources ;
2. Un script de lancement de compilation automatique à chaque *commit* et le passage d'une batterie de tests de non-régression ;
3. Le test d'un clone de l'environnement de production ;
4. La possibilité que chaque développeur puisse être informé des erreurs survenues et de leur diagnostic ;
5. La possibilité de réaliser un déploiement automatique préalable au saut de version.

Ces points ne sont pas difficiles à satisfaire : les méthodes et les outils sont connus : les GAFA les utilisent déjà depuis longtemps. La différence est qu'il est maintenant possible, grâce aux outils *open source* cités, de démocratiser ces chaînes à n'importe quel service, quelle que soit la taille de l'entreprise qui le gère. La transition vers une chaîne de production moderne est rapide : il faut compter six à neuf mois. Vu les avantages que cela procure, il n'y a plus de raison d'hésiter.

En attendant le RPCU

(Christian Quest, Étalab)

Tout le monde a entendu parler du registre parcellaire cadastral unifié, qui doit théoriquement marier élégamment les données fiscales du cadastre (géométriquement fausses, parfois plus de cent mètres d'écart avec la réalité !) avec les données géographiques de l'IGN (fiscalement fausses). Ce référentiel magique reste pour l'instant du domaine de l'imaginaire. En revanche, depuis six mois le cadastre « standard » est disponible en accès *Open Data* avec une mise à jour tous les trimestres. D'un autre côté, l'IGN édite la *BD Parcellaire*, dont les données sont recalées, mais dont la mise à jour s'effectue au compte-gouttes au gré du renouvellement des orthophotographies. Cette dernière semblait être un candidat naturel pour implémenter le RPCU, mais en réalité, une étude approfondie a montré qu'elle présentait également des défauts rédhibitoires.

Pourrait-on combiner ces deux référentiels pour obtenir une sorte de pré-RPCU ? Peut-être. Il faudrait pour cela vérifier un certain nombre de conditions :

1. Pour préserver la « véracité » fiscale du référentiel combiné, les parcelles cadastrales devraient être déplacées sans être déformées (transformation « bloc ») ;
2. L'opération devrait pouvoir se faire en mode 100 % automatique afin de pouvoir être systématisée à chaque mise à jour du cadastre ;
3. Les coefficients de transformation de chaque bloc devraient être publiés afin de pouvoir rectifier les données géographiques calées sur le cadastre (réseaux...).

Étalab a mené une expérience pilote. Une première idée était de prendre les centroïdes des parcelles du cadastre et de la *BD Parcellaire*, et de les faire coïncider, en utilisant les numéros de parcelles comme critère de jointure. Les résultats obtenus étaient corrects, mais sans plus (l'approche par point ne permet pas de dériver d'éventuels paramètres de rotation). Il a donc été décidé d'envisager une approche un peu plus complexe, en essayant d'appliquer non seulement des translations, mais également des rotations pour optimiser le recalage. L'approche feuille à feuille donnant de mauvais résultats, les blocs ont été réduits à des « îlots », c'est-à-dire les ensembles de parcelles mitoyennes (les « îlots » sont séparés les uns des autres par les emprises publiques), et l'algorithme (programmé directement sous *PostGIS*) a été optimisé pour minimiser les chevauchements.

Le principe est le suivant : dans chaque « îlot », on calcule la translation nécessaire à la superposition des centroïdes des polygones du cadastre et de la *BD Parcellaire*. Puis on déplace l'îlot « en bloc » d'un vecteur correspondant à la moyenne de tous les déplacements élémentaires. Enfin, une fois la translation moyenne effectuée, on regarde la position des centroïdes périphériques et on essaie de les faire coïncider grâce à une rotation.

Cette méthode est rapide (un département est traité en environ quinze à vingt minutes). Elle produit des résultats plus qu'acceptables, malgré des bogues (certaines parcelles se perdent). Ces résultats ne sont cependant pas géométriquement quantifiables, mais pourraient se révéler utiles dans des cas à définir.



Il reste encore à corriger les bogues, ajouter le script qui permet la sauvegarde des paramètres de transformation, et, dans un second temps, améliorer les résultats, peut-être en optant pour une solution itérative ?

Algorithmes non géographiques pour la gestion des territoires

(Marc Léobet, ministère de la Transition écologique & solidaire)

Plusieurs technologies nouvelles, qui ont pris de l'importance ces derniers mois, ne sont pas encore entrées dans les mœurs des géomaticiens. On peut parler de la *blockchain* (voir ci-dessus) ou de l'« intelligence artificielle ». À la conférence européenne INSPIRE de Strasbourg en début d'année, certains experts ont estimé que « l'avenir de l'information géographique passe nécessairement par l'intelligence artificielle ou la blockchain ».



La *blockchain* supprime les intermédiaires de confiance. En Finlande, elle est déjà utilisée pour les acquisitions de biens. La Suède est en train de l'expérimenter. Le projet FOAM consiste à fournir une preuve de position confidentielle & authentifiée : il lie les standards géographiques avec la chaîne *Ethereum* (un *blockchain* bancaire concu-

rent du *Bitcoin*). Son système d'authentification repose sur un « *géo-hash* » (7/8 caractères pour les coordonnées joints au *hash* standard d'*Ethereum*). Ce système pourrait servir, par exemple, à stocker de manière inviolable la position des canalisations enterrées. Il est en cours d'expérimentation aux États-Unis.

L'autre technologie d'intérêt est le « *machine learning* ». Une de ses applications possibles est la vérification automatique des règles d'urbanisme. Il y a un an, lors d'un *hackathon* sur l'urbanisme, constat a été dressé que la donnée géographique est plutôt accessible, souvent disponible en *open data*, les algorithmes principaux sont bien connus, mais la modélisation automatique des règles d'urbanisme reste encore dans les limbes. Or, les besoins exprimés sont nombreux : « Je veux plus de logements ! Je veux densifier mon centre-ville. » Etc.). Comment faire pour y répondre ? Une des solutions consiste à utiliser des algorithmes de *machine learning* pour modéliser en 3D les contraintes d'urbanisme, en complément du projet *SmartPLU* en cours à l'IGN.

Résoudre la dichotomie entre données géographiques (objets) et règlement (papier) permettra en outre de dériver certains indicateurs importants, comme la constructibilité à la parcelle, de créer des ontologies augmentées ou bien de répondre à des questions telles que : quel est l'impact de la densification ? Pouvoir montrer que des petits immeubles de deux étages se fondent dans le paysage est une bonne idée pour convaincre les maires des communes rurales de densifier plutôt que d'étaler en convertissant des parcelles agricoles en lotissements.

Les services OGC avec QGIS 3

(David Marteau, 3Liz)

QGIS est bien connu comme logiciel SIG *desktop*, mais QGIS est également livré avec une partie serveur, *QGIS server*. À l'occasion du développement de QGIS 3, l'API de *QGIS server* a été totalement refondue, et le code du serveur réécrit de fond en comble. Cette réécriture a pris en compte les besoins d'extensibilité pour les services futurs et considère *QGIS serveur* comme une brique que l'on va pouvoir intégrer dans un *framework* quelconque (et pas uniquement un serveur *web* en mode *fast CGI*). *QGIS server* peut, par exemple, être déployé en « grappe » (*cluster*) derrière un frontal de *load-balancing*, *proxy* ou DMZ.

QGIS server sert des requêtes au format WMS, WFS et WCS, mais pas encore WPS. Pour ce dernier, des études sont en cours pour pouvoir utiliser le module *Processing*, qui est habituellement destiné à créer des enchaînements automatiques de traitements. Un client émettrait une requête WPS avec une demande de traitement, elle serait reçue par un *provider*, qui générerait un fichier projet, lequel serait utilisé pour réaliser le traitement et finalement retourner le résultat au client. Tout ceci est encore expérimental.

GDAL 2.3

(Evan Rouault, Spatialys)

GDAL, la bibliothèque baptisée le « couteau suisse » de la géomatique *Open Source*, fête cette année ses vingt ans. GDAL, est-il utile de le rappeler, est composé d'un ensemble de « pilotes » *raster* ou vecteur et permet de convertir des fichiers entre ces

Evan Rouault a pris la direction du développement de GDAL après avoir notamment contribué à moderniser le principal codeur/décodeur JPEG2000, *Openjpeg*.



différents formats. Il est utilisé par de nombreux SIG, parmi lesquels *ArcGIS*. *FME* l'utilise également.

Le 4 mai dernier, la version 2.3 a officiellement été publiée. Depuis la version 2.2, sortie l'année dernière à la même date, ce sont environ quatre mille modifications qui ont été effectuées. Cette nouvelle version, qui ne pourra plus être compilée qu'avec des compilateurs conformes à la norme C++11, apporte son lot de nouveautés :

- Deux nouveaux pilotes *raster* : PDA (pour la NASA et les *afficionados* d'exo-géographie) et RDA (*Digital Globe Raster Data*) ;

- Côté vecteur, un nouveau pilote MVT (*Mapbox Vector Tiles*) et le support préliminaire du WFS 3 (la norme n'étant pas arrêtée, les nouvelles fonctionnalités seront ajoutées au fur et à mesure de la sortie des versions correctives). On notera aussi l'ajout de la version ESRI du *GéoJSON*, ainsi que le *TopoJSON*.

À noter que WFS 3 rompt avec la philosophie XML/GML de son prédécesseur pour aller vers une philosophie de type REST, dont la spécificité géographique est minimale : une seule requête utilise des informations géographiques, la recherche par *bounding box*.

GDAL propose également le support du *cloud optimized GeoTIFF*. Il s'agit d'un profil TIFF optimisé pour la lecture en mode HTTP : il est possible, par exemple, d'accéder à des sous-parties de l'image sans avoir à télécharger l'intégralité de celle-ci et sans avoir besoin d'installer un serveur de données, ce qui permet de dupliquer les services rendus par WCS (juste avec un fichier). Du côté client, le navigateur utilise une requête HTTP GET avec une en-tête de type *range*.

GDAL supporte les données géographiques placées sur des systèmes de fichiers virtuels réseau (« *cloud privés* ») comme *Microsoft Azure* ou *Amazon AWS S3*. La prochaine version de QGIS, 3.2, devrait faciliter la lecture de ces données distantes en minimisant le nombre de requêtes HTTP émises.

D'autres améliorations incluent le support de la version 5 de la bibliothèque *Proj*, l'intégration du catalogue de projections EPSG 9.2, GRIB version 2 et la version 2 de WCS. Le support des fichiers DXF a également été amélioré

(meilleure prise en compte des lignes de cote, par exemple).

Pour la version 2.4, plus de cent mille dollars ont été collectés par l'opération de *fund raising* GDALBARN. L'objectif est de refondre complètement la gestion des systèmes de coordonnées dans plusieurs bibliothèques : *GDAL*, *libgeotiff*, *PROJ*, *PostGIS* et *Spatialite* ainsi que de se conformer au standard OGC WKT v.2 (ISO 19162). Une base de données *SQLite* centralisera la gestion des SRS pour toutes les bibliothèques. Le nouveau système devrait également permettre la gestion de la composante temporelle (transformation de Helmert avec termes dérivés, et modèles de déformation de la croûte terrestre). Ce sera également la fin de WGS 84 comme système pivot de transformation de *datum* dans *GDAL* (ce qui devrait améliorer la précision des transformations).

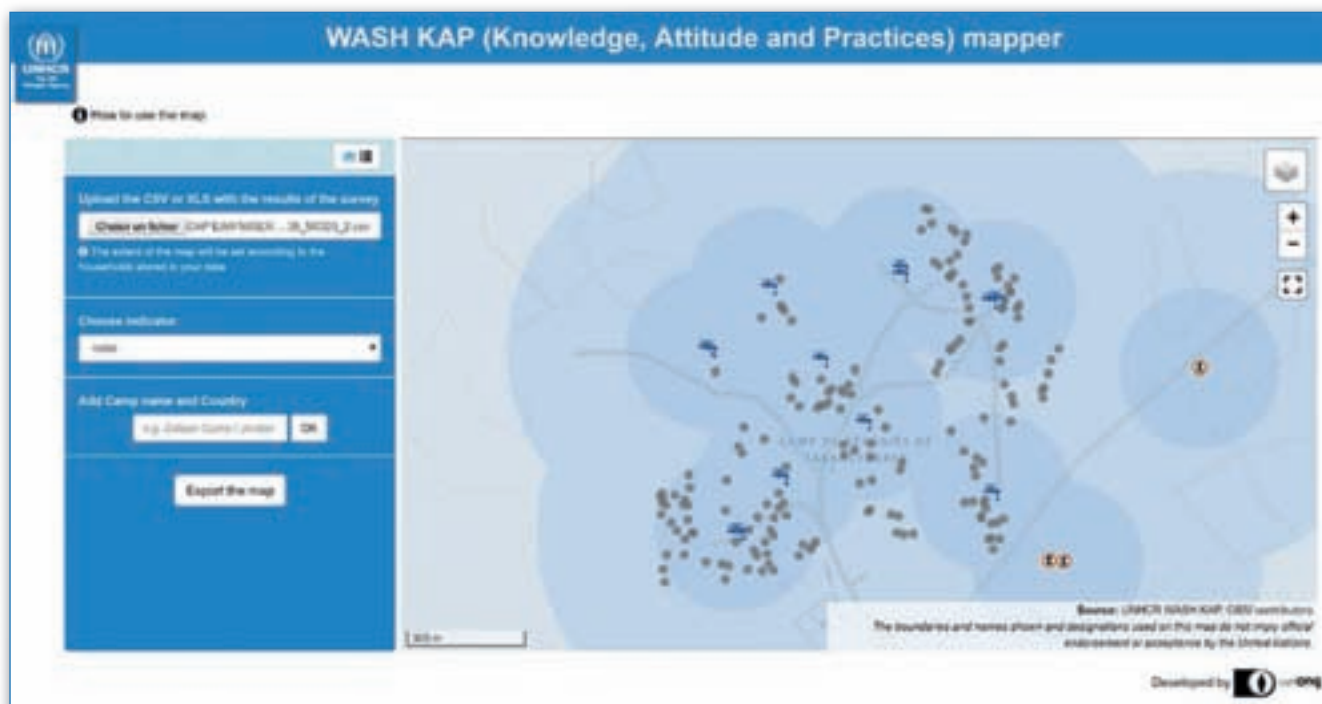
Utilisation des *webSIG* au sein des organisations humanitaires (Cart'ONG)

La plupart des organisations humanitaires utilisent maintenant des *webSIG* pour réaliser des enquêtes avec des réponses géolocalisées. C'est le cas, par exemple, des enquêtes de type *Wash KAP* (*Knowledge, Attitude and Practice*), réalisées pour le compte du Haut-Commissariat aux Réfugiés des Nations Unies (UNHCR), qui concernent la gestion de l'eau potable et de l'eau usée dans les camps de réfugiés.

L'utilisation d'une plate-forme de *webSIG* permet de standardiser les enquêtes et les analyses. Une personne réalise l'enquête avec un *smartphone* ou une tablette et serveur KOBO. Une extraction

en CSV est ensuite effectuée puis les données sont chargées sur le site dédié de l'UNHCR. Un développement spécifique, *Wash KAP Mapper*, permet de visualiser les indicateurs clés une fois l'enquête terminée : consommation d'eau en litres/personne, distance de chaque foyer au point d'eau le plus proche, etc.

D'autres initiatives plus novatrices issues de la communauté *Open Source* existent, comme cette expérience, sous contrat avec l'AFD, pour tester le produit *GeoPoppy* afin de suivre la déforestation en Côte d'Ivoire. La solution devait être *Open Source* et réalisable. *GeoPoppy* a également été retenu pour faire du suivi de parcelles (agricoles). Toutefois, l'utilisation de ce système requiert synchronisation manuelle et coûte environ 230 € par collecteur (prix du système à base de *Raspberry*). *Lizmap* permet la visualisation des résultats. ■



Exemple de représentation cartographique d'une enquête de type *Wash KAP*.



TLS 1.3 : plus de sécurité sur *Internet*

La nouvelle version du protocole d'échange d'informations sécurisées sur *Internet* est enfin sortie... Huit ans après la précédente !

TLS, *Transport Layer Security*, est un acronyme que la plupart des gens ignorent, mais qui désigne le protocole normalisé permettant les échanges sécurisés sur *Internet*, ce que les profanes appellent *HTTPS*. TLS est le successeur d'un protocole plus ancien appelé SSL, *Secure Sockets Layer*, originellement conçu par les ingénieurs de la fameuse compagnie *NetScape*.

SSL 1.0, fragile et entaché d'erreurs de conception, n'a jamais été publié. Il a fallu attendre février 1995 pour voir apparaître la première version publique du protocole, SSL 2.0. Mais cette dernière était également vulnérable, elle a donc été remplacée dès 1996 par SSL 3.0, une version totalement revue et réécrite sur des bases solides. SSL 3.0 a ensuite cédé sa place à TLS 1.0, puis 1.1 puis 1.2, en 2008. Depuis dix ans, la norme TLS n'avait pas évolué. Il était temps de lui donner une nouvelle jeunesse, dans un monde où tout change très vite, et où la puissance de calcul sans cesse croissante met en péril certains protocoles que l'on pensait sûrs : SSL 2.0 et 3.0, par exemple, ont été officiellement retirés depuis

la découverte de vulnérabilités exploitables avec de très gros systèmes.

Cryptographie

Les échanges sécurisés sur *Internet* sont fondés sur des algorithmes soit de type RSA, soit de type ECC. Ces derniers fonctionnent avec deux quantités symétriques, dites « clés » : une des « clés » est publique, l'autre est privée. N'importe quelle des clés peut être utilisée pour chiffrer des données, qui ne sont alors lisibles que si l'on détient l'autre clé. Autrement dit :

- Si un serveur vous transmet des données, il les chiffre avec sa clé privée, et votre ordinateur les déchiffre avec sa clé publique ;
- Si vous voulez transmettre des données à un serveur, vous les chiffrez avec sa clé publique, et il les déchiffre avec sa clé privée (il est donc le seul à pouvoir le faire).

Le principe fondamental qui assure la sécurité de ces échanges est l'impossibilité de calculer (en un temps raisonnable) la clé privée à partir de la clé publique seule. Ce principe est lui-même fondé sur les propriétés

d'une certaine classe de fonctions mathématiques appelées « logarithmes modulaires », où le « modulaire » indique que les opérations s'effectuent dans des corps finis (ou « corps de Galois »).

Le système RSA ne suffit pas à assurer la confidentialité à lui tout seul. On le voit bien : n'importe qui, grâce à clé publique, pourrait déchiffrer les données transmises par le serveur. Il faut donc raffiner le système grâce à une poignée de main (*handshake*) préliminaire. Une transmission *web* sécurisé s'effectuera donc comme suit :

1. Le client (navigateur) contacte le serveur sur un « port » (sorte de point de connexion) particulier. Pour *HTTPS*, ce port est généralement le port n° 443 ;
2. En réponse, le serveur renvoie un « certificat » contenant sa clé publique, son identité sous forme cryptée, et des informations annexes, par exemple la date d'expiration du certificat et l'autorité qui a validé ce dernier. Grâce à la clé publique, le client déchiffre et vérifie que le nom du serveur correspond bien au nom qui a été demandé ;

3. Le client génère une nouvelle paire de clés à usage unique. Il encode une de ces clés à l'aide de la clé publique du serveur, et lui transmet ;

4. Le serveur récupère la clé chiffrée, la décode, puis se sert de cette clé (confidentielle) pour encoder les informations à destination du client. Le client, lui, utilise l'autre clé de la paire pour communiquer avec le serveur.

On le voit, le résultat de ces quatre phases est d'établir une connexion 100 % sécurisée entre client et serveur. Une question se pose, cependant : pourquoi l'étape 3 ? À la place, le client pourrait simplement chiffrer sa clé publique et la transmettre. La réponse s'appelle « secret anté-rogade », ou *forward secrecy*, en anglais. L'utilisation de clés à usage unique protège le client : même si le serveur est attaqué et sa clé privée dérobée, l'attaquant ne prend connaissance que de la valeur de la clé provisoire. Les données émises dans le cadre de l'échange client/serveur sont certes déchiffrables, mais les autres connexions émises par le même client à destination d'autres serveurs ne le seront pas.

TLS 1.3

TLS 1.3 donne avant tout un grand coup de balai dans toutes les méthodes de chiffrement obsolètes utilisables avec TLS 1.2. Depuis dix ans, un certain nombre de ces méthodes avaient été compromises, et l'une des attaques possibles sur des communications chiffrées par TLS 1.2 consistait à demander au serveur d'utiliser l'une des ces méthodes « faibles », requête qu'il était obligé d'honorer pour être conforme à la norme. Avec TLS 1.3, toute « rétro-compatibilité » est explicitement prohibée,

seules les méthodes de chiffrement modernes sont désormais autorisées.

TLS 1.3 met ainsi au rebut des *hashes* cryptographiques (voir l'article sur la *Blockchain* dans ce numéro) dépassés, et les remplace par des versions modernes et sûres. D'autant plus sûres que certains d'entre eux ne sont pas issus des recommandations du NIST, le *National Institute of Standards and Technologies* américain, lequel est régulièrement soupçonné de travailler subrepticement avec la NSA, mais des travaux d'un mathématicien américano-allemand, Daniel J. Bernstein.

TLS 1.3 a également été conçu avec un œil sur les mobiles. Dans un contexte où tous les sites *Internet* sont invités à généraliser le protocole HTTPS (*Google* refusera bientôt d'indexer les sites ne proposant pas de connexion sécurisée par défaut) pour limiter la fuite d'informations, le surplus d'échanges initiaux (« *overhead* ») que demande l'établissement d'une connexion chiffrée engendre une latence au départ, d'autant plus importante que la vitesse de connexion est faible. TLS 1.3 réduit le nombre d'échanges préliminaires, et inclut même un mode de « reprise à chaud » qui réutilise d'emblée des clés déjà négociées lors d'une session précédente. Cela évite une renégociation de la connexion, mais suppose que le client soit 100 % sûr. En outre, cette fonctionnalité est révoquable.

Faut-il migrer ?

TLS 1.3 offre des niveaux de sécurité bien plus importants que TLS 1.2, les administrateurs devraient donc être tentés de migrer leurs sites le plus vite possible

vers TLS 1.3, particulièrement s'ils diffusent des données sensibles (*Majic* ?). Il faut cependant que les navigateurs soient compatibles ! Actuellement, seules les dernières versions de *Firefox* (depuis la version 52 d'avril 2017) et de *Google Chrome* (depuis la version 56) supportent TLS 1.3. *Internet Explorer* 11 n'est pas compatible, et *Safari* non plus (du moins la version 11).

Côté serveur, pour les utilisateurs de *Linux*, TLS 1.3 est inclus dans la version 1.1.1 d'*OpenSSL* (encore au stade de beta version actuellement). *Nginx* est partiellement compatible, *Apache* n'implémente que quelques aspects préliminaires de la norme. *MacOS* utilise un « fork » d'*OpenSSL*, *LibreSSL*, pour lequel le support de TLS 1.3 n'est pas encore d'actualité (du moins la version fournie avec *MacOS* 10.13 a.k.a. *High Sierra*), donc pas de TLS 1.3 avec la version d'*Apache/LibreSSL* fournie par *Apple* en standard.

<https://blog.cloudflare.com/why-tls-1-3-isnt-in-browsers-yet> détaille (en anglais) pourquoi cette disparité et pourquoi la généralisation de TLS 1.3 risque de prendre un peu de temps. En résumé : un des freins principaux à l'adoption rapide de TLS 1.3 sont les *middleboxes*, des machines qui cachent les sites au plus près des clients pour accélérer les connexions (*proxies*).

Même quand cet obstacle sera résolu, il n'en restera pas moins que certains internautes continueront à utiliser des navigateurs obsolètes, tout simplement parce que leur système d'exploitation ne permet pas l'installation de versions à jour (pensez, par exemple, aux propriétaires d'*iPhones* 5, qui ne peuvent pas évoluer au-delà

d'iOS 10, et dont la version de *Safari mobile* est donc figée à ce qu'elle était il y a deux ans). Faudra-t-il donc continuer à supporter TLS 1.2 malgré les failles de sécurité de celui-ci pour pouvoir servir ces utilisateurs ? Probablement pour quelque temps. Durant cette

période de transition, il est fortement conseillé de regarder de près la configuration de TLS, et, si possible, d'inactiver le support des protocoles rétro-compatibles (par exemple en modifiant les lignes *SSLCipherSuite* et *SSLProtocol* dans le fichier de configuration *Apache*).

Les terminaux mobiles, avec leurs disparités, seront probablement parmi ceux qui poseront le plus de problèmes à l'avenir. Il y a de fortes chances que, d'ici quelque temps, la consultation de sites sensibles sur des vieux téléphones devienne impossible. ■

GeoConcept Territory Manager 2.0

GéoConcept présente une nouvelle solution *cloud* pour répartir équitablement l'activité, les équipes et les ressources des entreprises. Gérer l'activité des commerciaux, les pics d'activités qui affectent la répartition de la charge de travail des techniciens, les livreurs qui se croisent sur la route et parcourent de trop grandes distances est essentiel. Pour ce faire, découper son territoire ou optimiser une sectorisation existante permet d'exploiter au mieux le potentiel d'un marché et de maximiser la rentabilité des interventions et des opérations commerciales et logistiques. C'est ce que permet *Geoconcept Territory Manager 2.0*.

La solution *Geoconcept Territory*, entièrement *cloud*, a été pensée pour une utilisation intuitive. Les utilisateurs sont guidés pas à pas dans chacune des étapes de sectorisation automatique : la solution génère automatiquement la sectorisation la plus optimale en combinant compacité géographique et données statistiques métiers (potentiel de chiffre d'affaires

équilibré, charge de travail équitable, etc.). Mais les utilisateurs peuvent ajuster manuellement des secteurs en fonction de leur connaissance terrain et ainsi gérer des spécificités propres à leur activité ou à leurs clients. Grâce à de puissants algorithmes d'optimisation.

Parmi les principales nouveautés de cette version 2.0, le géocodage automatique des points ainsi qu'une ergonomie améliorée avec une interface revue en profondeur pour une navigation plus intuitive, de nouvelles possibilités d'export et une association des champs d'import facilitée (*mapping*).

Seules trois étapes sont nécessaires :

1. Représenter son organisation : visualiser la répartition géographique existante de l'activité, des équipes et des ressources (clients, agences régionales, points de vente, dépôts, zones d'affectation...) par simple glisser-déposer d'un fichier ou directement depuis une source stockée en local ou dans le *cloud* ;

2. Comprendre son organisation : pour identifier les déséquilibres et dysfonctionnements qui menacent l'atteinte des objectifs. Les données importées et géocodées sont restituées sur une carte et sous forme de tableau. L'utilisateur visualise ainsi clairement son organisation actuelle ;

3. Optimiser son organisation : lorsque l'utilisateur est satisfait de la sectorisation obtenue ou souhaite la retravailler ultérieurement, il enregistre les résultats au format de son choix (Excel, CSV ou Google Drive). Le fichier peut ainsi être partagé simplement à un autre utilisateur.

À l'occasion du lancement de cette nouvelle version, *GéoConcept* renomme ses solutions de sectorisation et propose désormais une gamme complète avec *Territory Manager for Geoconcept* (solution *desktop*), *Geoconcept Territory Manager* (solution *SaaS*) et des fonctionnalités de *Territory Management* intégrées directement au cœur de ses solutions métiers phares (*TourSolver*, *Opti-Time* et *Opti-Time for Salesforce*). ■

The background of the page is a high-angle photograph of a large, brightly lit conference hall. Numerous people are seen walking or standing in small groups, engaged in conversations. The floor is made of light-colored wood. In the top left corner, there is a graphic overlay consisting of several overlapping blue and white squares. Inside these squares are icons: a smartphone, a Wi-Fi symbol, a speech bubble, and an '@' symbol. The word 'Actus' is written in a white, sans-serif font across the middle of this graphic.

Actus

Conférence FME 2018

FME, *Feature Manipulation Engine*, tout le monde connaît, au moins de nom. L'ETL le plus célèbre fête son édition 2018. Quelques améliorations à la clé, et également l'occasion de faire le point sur les technologies de son revendeur français, Veremes.

FME, *Feature Manipulation Engine*, est le plus connu des ETL utilisés en géomatique. Rappelons qu'un ETL, *Extract - Transform - Load*, est un logiciel destiné à lire les informations d'un fichier, les traiter puis les réécrire dans un autre fichier. Longtemps, les ETL ont été utilisés comme simples « transformateurs » de format, par exemple pour convertir des données de DGN vers *Shapefile*, une utilisation basique que des bibliothèques *open source* telles que GDAL savent très bien répliquer. Mais FME sait faire mieux que ça : les traitements permettent de filtrer les données, de les transformer, voire de créer des données dérivées avant de les sauvegarder sur fichier.

Cette année, la conférence FME, qui se tient tous les ans à différents endroits du globe, faisait étape à Paris, au siège de la RATP. Cette version « française » est co-organisée par le distributeur historique de FME en France, la PME catalane *Veremes*.

Nouveautés de FME 2018 et licences gratuites !

Depuis quelques années, FME est séparé en deux produits : la version *Desktop*, qui s'installe sur n'importe quelle machine (*Windows*) et fonctionne en mode autonome, et la version *serveur* qui s'installe sur un serveur (!) et permet à un administrateur de créer des collections de traitements qu'il peut ensuite publier et mettre à disposition des utilisateurs.

Du côté de la version *Desktop*, voici un pêle-mêle des principales nouveautés mises en avant :

- La « mettre en cache » du résultat de traitements. Quand on met au point une chaîne complexe, où plusieurs « transformateurs » sont reliés les uns à la suite des autres, chaque petite erreur détectée et corrigée obligeait, jusqu'ici, à recommencer tous les traitements à zéro. Avec le mode *cache*, les résultats produits par les *transformateurs* sont mémorisés dans des fichiers temporaires. De fait, il est possible de rejouer le déroulement de n'importe quel transformateur directement à partir du fichier ayant mémorisé les données en entrée, plutôt que d'avoir à relancer le traitement depuis le début. L'inconvénient de cette méthode, en revanche, est de nécessiter un espace disque important, d'autant plus que le fichier traité est lui-même volumineux, ou que les traitements sont complexes. Il s'agit donc d'un mode de fonctionnement à réserver au débogage. On ajoutera en outre que les ajustements graphiques à faire pour « glisser » les transformateurs dans ce mode ne sont pas triviaux ;
- La « console » qui recueille les différents messages (avertissements et erreurs) émis par les transformateurs au fur et à mesure de leur exécution a également été revue. Il est possible de filtrer son contenu pour ne retenir, par exemple, que les messages d'erreur. Toutefois, seule une version courte (« résumé ») est affichée, ce qui oblige l'utilisateur à consulter le « log » complet pour avoir des informations contextuelles, par exemple ;
- Les paramètres de la plupart des transformateurs peuvent maintenant être coupés-collés, ce qui permet de rapidement dupliquer des transformateurs ;
- Des paramètres de tolérance ont été introduits dans certains transformateurs (*dissolver*, *clipper*, *topology builder*, *intersector*, etc.) pour rendre les tests sur les coordonnées (égalité entre points, lignes ou polygones) plus souples ;
- Des opérations en 3D sont disponibles, comme les *buffets 3D*, mais les performances sont encore mauvaises dans cette version ;
- De nouveaux transformateurs viennent enrichir la gamme déjà très fournie : AVF est un format propriétaire à Apple destiné à publier des informations sur la plate-forme *Apple Maps* fournie avec les téléphones *iOS* et les *Macs*. Très attendu, le transformateur PDF permet de récupérer le texte et les figures incluses dans un document PDF ainsi que de combiner des informations pour former un nouveau document ;
- Le transformateur *Feature Joiner* qui permet de réaliser des jointures attributaires a été revue : jusqu'ici il était lent et ne supportait la syntaxe SQL ; la nouvelle version, bien plus rapide (sans doute basée sur *SQLite*) est bien plus rapide et comprend l'ensemble des ordres de jointures SQL (*INNER JOIN*, *LEFT JOIN*, *FULL JOIN*...) ;
- *Mesh Simplifier* est un nouveau transformateur qui permet de simplifier des réseaux de triangles irréguliers (TIN) utilisés pour modéliser les surfaces. Il agit en diminuant la densité de triangle tout en essayant de préserver la surface représentée. À l'inverse, *Surface Dissolver* est un transformateur réalisant également une simplification de la description surface, mais ici en joignant des

triangles dont les normales ne sont « pas trop différentes ». Dans les deux cas, ces transformateurs préservent les textures ;

- Le transformateur *Feature Writer*, qui permet de sauvegarder un résultat intermédiaire, a également reçu des améliorations ;
- La gestion des chaînes de caractères (*Unicode*) a été revue ;
- Le système de *caching* des informations est également plus performant, ce qui accélère les traitements.

Du côté de *FME Server*, on pourra noter que :

- Des nouvelles icônes font leur apparition sur la fenêtre de *login*, permettant à l'utilisateur d'être orienté directement vers des pages d'aide, de démonstration, ou des didacticiels ;
- *FME Server* dispose maintenant d'un « *dark mode* », c'est-à-dire

d'une interface graphique de type « blanc » sur « noir » où les couleurs des fenêtres sont sombres et les caractères lumineux ;

- Tout comme sur la version *Desktop*, la lisibilité des *logs* a été très nettement améliorée ;
- Un système de versionnement des traitements utilisant *GIT* a été ajouté. Cette nouvelle fonction est pour l'instant expérimentale. *GIT* l'utilitaire de versionnement le plus utilisé : il permet l'écriture collaborative de code sur des machines déportées, avec possibilité de retour en arrière en cas d'erreur. Plusieurs personnes peuvent donc participer au développement d'un *script*, et, une fois celui-ci fonctionnel, peuvent le publier sur le *workbench* ;
- Un mode *debug* permet de capturer tous les messages de trace émis par les différents transformateurs et les consulter ;

• Un mode « *cron* » permet de lancer des tâches à des moments particuliers, par exemple toutes les heures, tous les jeudis à minuit, tous les trente du mois, etc. ;

• La gestion des ressources a été améliorée. Rappelons que *FME Server* se base sur une abstraction des CPU appelés « moteur » : un « moteur » est une unité d'exécution. L'affectation de tâches spécifiques à des moteurs spécifiques est désormais possible, et des files d'attente gèrent le cadencement des tâches. Une fenêtre représente à tout moment l'ordre dans lequel les tâches sont exécutées et permet de détecter des erreurs d'équilibrage (quand un moteur exécute beaucoup plus de tâches que les autres) ;

• La fonction d'exportation de projets, qui permet d'échanger facilement des environnements d'exécutions entre différentes instances de *FME Server* a été enrichie de la possibilité de ne pas

FME Desktop est maintenant proposé avec une licence gratuite pour des utilisations individuelles et non commerciales.

Licences gratuites



Etudiant



Jeune diplômé



Recherche
ONG-Asso.



Salle de
classe



Particulier

	Etudiant	Jeune diplômé	Recherche ONG-Asso.	Salle de classe	Particulier
FME Desktop	x	x	x	x	x
FME Server			x	x	
GTF			x	x	x
Qualigéo			x	x	x
Majic+PCRS	x	x	x	x	

inclure les « données sensibles », comme les mots de passe WMS/WFS/FTP ou autres ;

- *FME Server* est plus résistant aux pannes, et peut désormais fonctionner dans une « cage » du logiciel *Docker*¹ ;

- *FME Server* est également disponible sur le *cloud*, avec un modèle de paiement à l'utilisation (compter autour d'un dollar de l'heure).

Une des grandes annonces de cette conférence est la mise à disposition de licences individuelles pour *FME Desktop*, licences gratuites de surcroît ! Cette licence, baptisée *home licence*, ouvre droit à l'utilisation de *FME Desktop* sans restriction, pourvu que l'utilisation faite soit non commerciale. Elle peut donc s'appliquer aux enseignants, chercheurs, ou aux personnes qui font des démonstrations ou utilisent des jeux de données pour leurs propres besoins.

Navigation : du outdoor à l'indoor

Les principes de la navigation en extérieur sont bien connus : GPS, cartes détaillées de type OSM avec points d'intérêts renseignés. De plus en plus, cependant, les grands complexes (aéroports,

centre commerciaux, gares, stade, etc.) proposent également de la cartographie d'intérieur. Mais les formats sous lesquels ces données d'intérieur sont communiquées ne sont pas standardisés, et sont souvent très différents des formats géographiques communément utilisés.

De fait, les principaux acteurs de la cartographie sur *smartphone*, comme *Apple* ou *Google*, ont défini leurs propres formats. AVF, par exemple, le format d'*Apple* est particulièrement strict au niveau de la syntaxe et de la sémantique pour être intégré dans la base de données. Le document ne comprend pas moins de cent cinquante pages de règles qui définissent les propriétés et relations entre attributs, liens, nœuds, nom des géométries, etc.

De fait, vouloir préparer des données AVF à la main relève du défi. C'est pourquoi *Safe* a développé un transformateur personnalisé, disponible sur le *FME Hub* et également intégrable en tant que service dans *FME*

Server, qui contrôle la syntaxe et la sémantique des données géographiques d'intérieur avant de les transformer au format AVF. L'aéroport de Schiphol/Amsterdam, aux Pays-Bas, a ainsi utilisé *FME* pour transformer sa base au format BIM, qui sert déjà de sources aux plans publiés sur le site de l'aéroport, en fichier AVF, et l'intégrer à *Apple Maps*. Il est à noter de Schiphol est également équipé de balises intérieures qui permettent de naviguer grâce à une application dédiée.

FME Cloud

Très clairement, la tendance technologique est à l'utilisation du *cloud*. Le *cloud* permet de s'affranchir des coûts d'acquisition, de maintenance et d'administration des machines et d'offrir une souplesse avantageuse, puisque la puissance, et donc le coût, est adaptable quasi instantanément à la demande. Pour le stockage, les données versées dans le *cloud* sont souvent répliquées dans plusieurs *data centres* distants, ce qui évite de faire des sauve-

Chaîne de traitement pour générer des données au format AVF, destinées à l'application *Apple Maps*.



¹ *Docker* est un logiciel de « containerisation ». À l'instar des *jails* de FreeBSD ou des *sandboxes* de MacOS/iOS, *Docker* crée des espaces utilisateurs étanches dans lesquels des programmes peuvent tourner sans influencer sur d'autres programmes exécutés en même temps sur la même machine, éventuellement dans d'autres containers. Par rapport à une machine virtuelle traditionnelle, ici le noyau est partagé entre toutes les instances de containers. Il n'est donc pas possible d'exécuter plusieurs systèmes différents grâce à *Docker*, juste d'avoir une configuration noyau particulière par container.

SCHIPHOL Traitement de Données



Chaîne de traitement utilisée par l'aéroport néerlandais Schiphol pour produire ses données d'intérieur.

gardes (du moins tant qu'il ne s'agit pas de corriger des erreurs dans les fichiers). En revanche, et particulièrement avec les solutions de stockage, il est difficile de savoir où les données atterrissent, et dans quelles conditions elles peuvent être consultées par des tiers non autorisés.

FME Cloud est une solution de type *cloud* sur laquelle *Veremes* va proposer des services en mode SaaS, *Software as a Service*. Le logiciel clé de cette offre s'appelle GTF : il s'agit d'une application *web* où les différents développeurs pourront non seulement déposer leurs projets FME, mais égale-

ment les exécuter. *Veremes* se charge de tous les problèmes techniques liés à l'infrastructure : location de ressources sur AWS (*Amazon Web Services*), location de puissance CPU sur *FME Cloud*. La facturation de GTF se fera à l'usage, avec une possibilité de plafonner la consommation. La PME catalane proposera également de sessions de formation aux services proposés par AWS, ainsi que des prestations d'assistance à maîtrise d'ouvrage. L'offre SaaS sera structurée autour de deux modes : un mode spécifique, ou privatif, où le client possèdera une interface dédiée, ou bien un mode mutualisé.

Veremes s'est livré à une petite expérience consistant à demander à des *hackers* de trouver les failles dans son service *cloud*. Une plate-forme, appelée *Bounty Factory*, permet de prendre contact avec des *hackers* et de les rémunérer pour chaque faille trouvée. De cette façon *Veremes* a pu réparer à l'avance des vulnérabilités, comme de l'injection SQL ou du *cross-site scripting* (XSS).

Classement des principaux fournisseurs de solutions *cloud*. D'après Gartner, 2017

Pourquoi Amazon ?

Leader technologique

Bon support par FME

S3, Aurora, Redshift, DynamoDB
Infrastructure de FME Cloud

Bonne présence en France

Datacenter à Paris (1 région,
3 zones de disponibilité)
Equipe en France (La Défense)



Sur 48 bugs reportés, quatorze ont été acceptés, seize rejetés et dix-huit étaient des doublons. Le retour d'expérience est « *intéressant, avoue Olivier Gates, mais un peu étrange. La communauté des hackers n'est pas évidente à gérer. Il y a beaucoup de concurrence, d'émulation, mais aussi de susceptibilités.* »

Veremes propose également le *vStore* (<http://vstore.veremes.net/vstore>), un espace collaboratif où les développeurs peuvent publier leurs transformateurs et les mettre à disposition de la communauté des utilisateurs de FME. « *La publication valorise le travail des développeurs, explique Olivier Gayte, gérant de Veremes. Concevoir des transformateurs génériques et réutilisables bénéficie à tous !* »

Le *vStore* stocke des projets au format *.fmw*, des modèles *.fmwt*, des schémas de contrainte pour *Qualigéo .qxs*, des projets *GTF .gex*, des cartes *.vmap* ou *.json* et des objets métier *.vex* pour *vMap* et enfin des archives *.zip* pour les projets plus complexes.

La plupart des ressources est publiée sous licence libre (AGPL, CeCILL-B, MIT...) mais il est également possible de trouver des versions d'évaluation ou des produits commerciaux. Le *vStore* est divisé en quatre magasins : en plus de FME on y trouve trois produits édités par Veremes et s'appuyant sur FME : *GTF*, *Qualigéo* et *vMap*.

À signaler également que Veremes organisera un concours FME 2019. Les candidats pourront soumettre des projets dans différentes catégories, comme social, humanitaire, etc., et les lauréats se verront attribuer des prix à hauteur de mille euros.

Intérêt du cloud : Cube Technologies

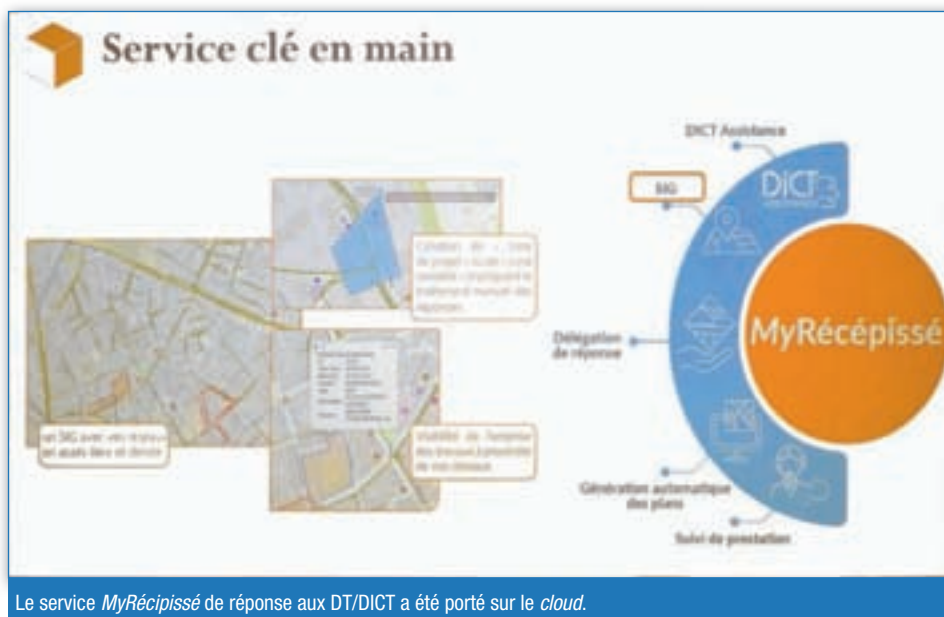
La société *Cube Technologies*, basée dans le nord de la France, est une filiale du groupe *Nord Avenir Technologie*, spécialisé dans la topographie et la détection de réseaux enterrés. *Cube Technologies* propose des prestations de gestion des DT/DICT

pour le compte des gestionnaires de réseaux (produit « *MyDT/DICT* ») et des communes (produit « *MyRécépissé* ») : dans le premier cas, il s'agit d'aider l'exploitant à la rédaction de la demande préalable d'intervention, alors que le second produit aide les communes à gérer la partie autorisation en mémorisant aussi bien les lieux d'intervention que les emprises et les dates. Les deux services sont proposés clés en main.

Les réponses aux DT/DICT sont donc maintenant totalement dématérialisées : grâce aux données SIG les contrôles d'emprises se font immédiatement, avec une possibilité de détecter des chevauchements qui donnent lieu à des opportunités de mutualisation des travaux. Les zones à caractéristiques particulières sont automatiquement détectées et incluses dans le CERFA réponse (PDF) avec la notice de sécurité. Les plans sont générés automatiquement à partir des données topographiques avec une charte graphique personnalisable, le fond de plan pouvant, au choix,

Le « *vStore* » (<http://vstore.veremes.net/vstore>), espace collaboratif web géré par Veremes pour permettre le dépôt et le partage de transformateurs FME personnalisés.





Le service *MyRécépissé* de réponse aux DT/DICT a été porté sur le cloud.

être constitué de données OSM, du *Raster 100* de l'IGN ou bien du PCRS, lorsque celui-ci est déjà disponible.

La société *Cube*, qui opérait jusqu'ici en mode hébergement classique, est récemment passé en mode *cloud*. « Cela a considérablement augmenté notre réactivité, explique Martin Mery, Directeur du développement chez *Cube Solution*. Plus besoin d'acheter des machines pour répondre à des pics de demande, plus de problèmes de fiabilité avec la triplification des données, qui signifie moins d'arrêt de production lors de mises à jour, dans un marché tendu qui a vu une hausse de vingt pour-cent des prestations.

Ajoutez à cela la maîtrise des coûts, puisque nous payons maintenant à l'utilisation seulement. Plus d'investissements en machines ou en systèmes de stockage pour l'archivage ! »

Transformateur PCRS pour FME

La raison de la constitution du PCRS est bien connue : le besoin de localiser les réseaux sur un référentiel de meilleure qualité que le cadastre. Rappelons que le PCRS se présentera sous deux formes bien distinctes : vectoriel dans les grands centres urbains, et *raster* dans les communes rurales. Cette décision de « séparer » le PCRS en deux versions a été prise en 2017 avec la mise à jour de la première spécification. Le premier janvier 2019, la cartographie des réseaux « sensibles » dans les unités urbaines devrait être achevée. En 2026, cette cartographie des réseaux sensibles devrait être disponible sur l'ensemble du territoire. L'extension prévue aux réseaux non sensibles, apparemment fixée de manière transitoire à 2018, a disparu des documents officiels.

Les obstacles à la réalisation du PCRS sont assez nombreux (complexité de la norme et évolutivité de la partie *raster*), mais le plus flagrant est sûrement la mosaïque d'intérêts hétérogènes que cette initiative fédère, selon que l'on se place côté exploitant ou côté collectivité. De fait, les montages financiers nécessaires au financement des levés sont fragiles et pointent vers un modèle classique de propriété privée, où les acteurs extérieurs qui souhaiteraient accéder au PCRS devraient payer. On risque ainsi de se retrouver paradoxalement avec un référentiel d'intérêt national qui ne serait pas public, en raison de l'importance des investissements privés dans sa réalisation.

En attendant, le support pour les données PCRS dans les principaux logiciels SIG arrive petit à petit. La principale problématique de création des données PCRS est de respecter les règles de syntaxe du GML qui le constitue, lesquelles règles sont exprimées sous forme d'un fichier de type XSD. La SSII suisse *ArxIT* a entrepris d'écrire une extension PCRS pour FME. Celle-ci définit la bagatelle de trente transformateurs correspondant aux trente classes d'objets définies par la norme PCRS. Chaque transformateur est totalement paramétrable, de façon à pouvoir établir les correspondances entre les objets terrains et les objets « concepts » tels que définis dans la norme.

Pour l'instant il ne s'agit que d'une extension permettant l'export. Celle-ci devrait être proposée sur la plate-forme de *Veremes* pour environ 1 500 euros par an, incluant la maintenance (aide et mises à jour). Devrait bientôt arriver le support de l'export au format *raster* et un lecteur spécifique.

Extrait de la base OSM sur la ville d'Orange. Notez la richesse des détails et l'abondance des points d'intérêts, directement issus de la base de données municipale.

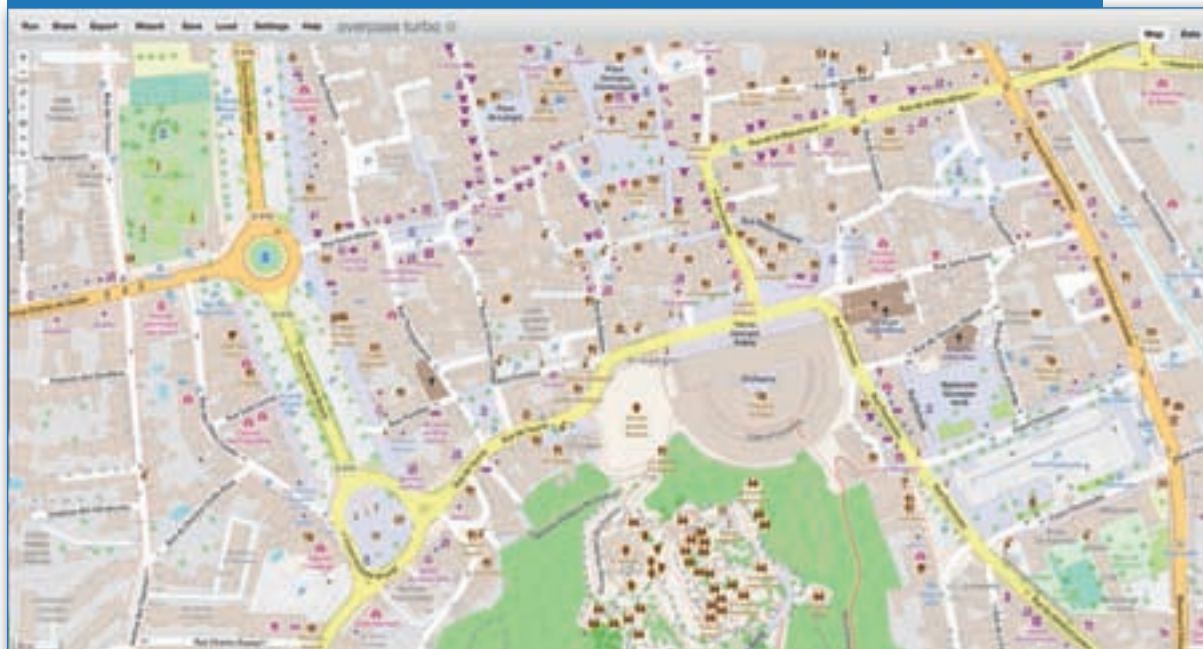
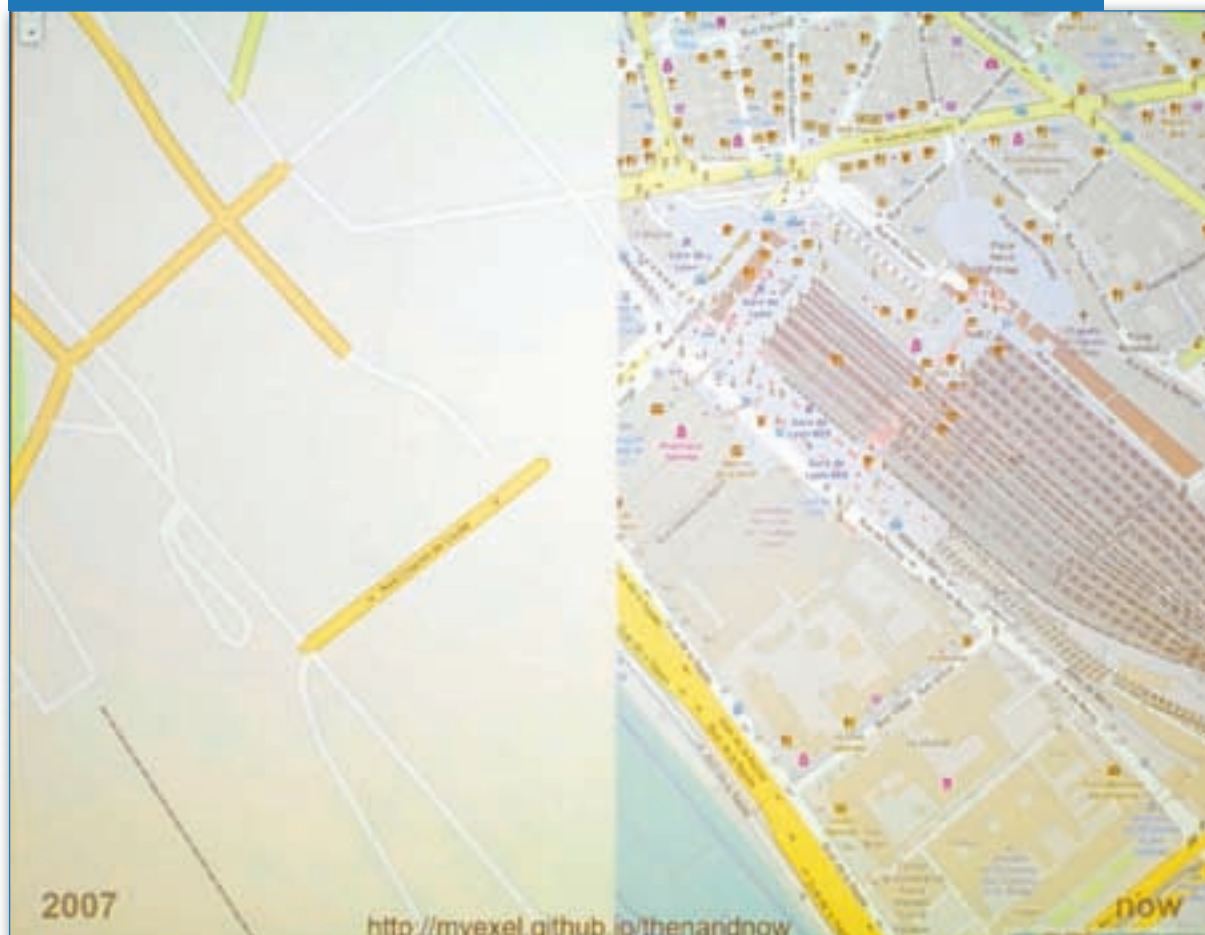


Illustration de l'évolution de la base de données, depuis ses débuts dans les années 2005 jusqu'à son état actuel.





GREEN OBSERVER
Aéron d'observation multi-capteurs nouvelle génération

La NOUVELLE SOLUTION
pour :

Vos **ORTHOPHOTOS** sur commande
De 0,1 km² à 1000 km²
Pixel 3 cm à Pixel 30 cm
Capteurs 40 à 100 Mpix RVB et PIR

Mais aussi... MODÈLES 2D/3D,
AÉROMAGNETISME, RECHERCHES,
COMPTAGES ET SURVEILLANCE...

INTERVENTIONS FRANCE ENTIÈRE,
DROM ET ÉTRANGER

✓ Jusqu'à **15x** plus rapide
qu'un drone
&
✓ **2x** plus économique
au km² photographié

ILS NOUS FONT DÉJÀ CONFIANCE :
Le Grand Angoulême, le Département de Haute-Garonne, le DREAL de Charente-Meuse, la C.A. Côte Basque-Adour, le DREAL Centre, le CNRS, GRT-Gaz, l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage...

EN SAVOIR PLUS / DEMANDER UN DEVIS SUR :
www.green-observer.com

Green Observer est une solution innovante développée par :
L'Europe vue du Ciel +33 (0)3 82 46 04 25
info@europevueduciel.com
Fournisseur d'images aériennes depuis 1999.

FME et OSM

OSM, *Open Street Map*, fait partie, pour ainsi dire, des biens communs de l'Humanité. Et comme avec tous les biens communs, il faut des règles pour pouvoir les protéger et les utiliser. OSM n'est pas comme de l'*Open Data* où les données, quoique gratuites, sont gérées par une entité définie et bien connue alors que la gouvernance d'OSM est essentiellement partagée : la base est constituée de plus de cinq milliards d'objets ajoutés par plus d'un million de contributeurs au fil de l'eau, donc environ cinquante mille sont actifs par mois. Les bases sont maintenues par une « fondation » au sens américain, une organisation sans but lucratif dont le budget ne dépasse pas les deux cent mille euros annuel (à comparer avec la fondation *Wikimedia*, gestionnaire de *Wikipédia*, dont le budget dépasse les trente millions). Deux machines maîtres font tourner une API qui ne gère que le flux de contributions, ce qui permet de maintenir les besoins matériels au plus juste. D'autres machines permettent de réaliser les extractions et de diffuser les données aux clients. OSM France possède ainsi douze machines qui peuvent servir une API appelée « UMAP » afin de réaliser des cartes personnalisées directement intégrables par *widget* sur des pages *web* tierces.

OSM n'a pas été conçu avec un modèle bien spécifique de données de type SIG. Il utilise un modèle de données plus simple et général, « brouillon », et donc, pour une collectivité locale désirant verser une partie de ses données dans OSM, l'effort à fournir n'est pas trivial. Heureusement, FME contient un transformateur permettant d'écrire au format OSM et donc de réaliser les versements. La Communauté de communes d'Orange, par exemple, intègre systématiquement toutes les mises à jour des données publiques de sa base de données dans OSM (voirie, adresses, bâti, transport, occupation du sol, etc.), puis procède à une réimportation pour ses besoins propres en utilisant l'API *Overpass turbo*. Une fois le fichier « planète » obtenu, il est réinterprété à l'aide du transformateur *OSM Modeler* puis les informations sont intégrées en parallèle dans une base *PostGIS* et une Géodatabase ESRI.

Ces données OSM servent ensuite à générer des couches d'habillage, et, après découpage commune par commune, à procéder à des analyses statistiques ou à des contrôles qualité bi-directionnels avec les référentiels métiers. ■

CONFÉRENCE FRANCOPHONE ESRI 2018

La conférence francophone ESRI « SIG » 2018 se tiendra comme l'an dernier aux Docks de Paris, à Aubervilliers, les 10 et 11 octobre prochain. Cette année, les deux grands témoins invités seront Alain Bougrain-Dubourg, journaliste animalier et président de la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO), et Philippe Croizon, premier athlète amputé des quatre membres à traverser la Manche à la nage.

GÉOWORLD 2018

Un monde d'optimisation

L'éditeur français de logiciels SIG accélère sur la « géo-optimisation », à l'heure où la logistique, particulièrement la logistique du dernier kilomètre, se révolutionne.

GéoConcept suit tranquillement son chemin – pour ainsi dire. L'éditeur français, qui a récemment sorti la version 8 de son moteur *GeoConcept*, appuie sur l'accélérateur, à l'heure où se profile une petite révolution dans le domaine de la logistique et de la planification des tournées. Une révolution que ses équipes comptent bien accompagner !

Planification

Traditionnellement, la planification se décompose en plusieurs activités séparées. La planification à long terme consiste essentiellement à lisser les charges de travail des différentes équipes en prévoyant à l'avance les phénomènes saisonniers (comme le tri des colis à La Poste pendant les fêtes de Noël, ou la production de sorbet en été chez les glaciers). On parle là de décisions récurrentes et généralement bien gérées.

Avec la prévision des tournées, on entre dans le moyen terme, et dans le vif du sujet pour *GeoConcept* et son produit phare *OptiTime* : il s'agit d'abord de définir quelles activités vont nécessiter des livraisons, et

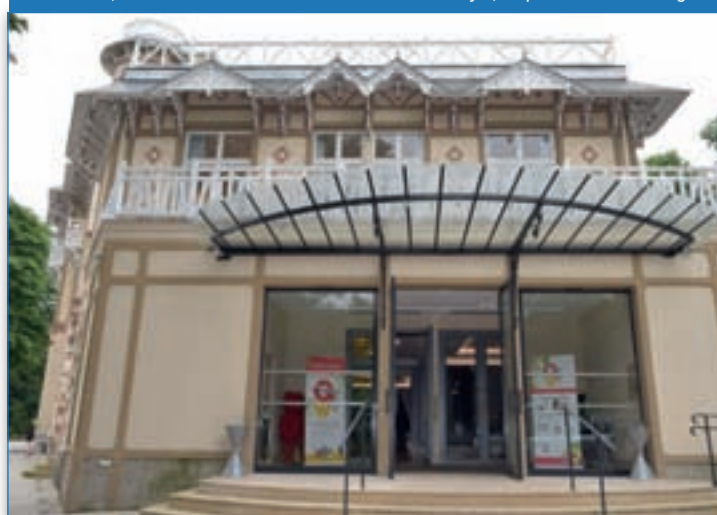
donc des optimisations, puis de planifier celles-ci, quelque fois à hauteur de plusieurs semaines.

Et puis, il y a l'immédiat et l'impondérable : les tournées prévues sont perturbées. Un créneau se libère : comment le remplir le plus efficacement possible ? Une nouvelle commande de dernière minute doit être insérée dans la tournée : comment la réorganiser du mieux possible ? Comme le temps-réel a toujours priorité sur le planifié (interventions d'urgence au milieu de visites de

« routine »), disposer d'outils de réponse mettant immédiatement les demandes prioritaires en contexte (Où faut-il intervenir ? Quelles sont les équipes à proximité ? Quel est leur planning ?) est un avantage incontestable quand il faut gérer au quotidien aléas, imprévus, indisponibilités.

Parfois il faut aussi gérer les litiges. Un client irrité que sa commande soit arrivée en retard, ou ne soit pas arrivée du tout ? Comment prouver le contraire ? Sous couvert de respecter les règles

Cette année, le *GéoWorld* avait élu domicile au Pavillon royal, en plein Bois de Boulogne.



éditées par la CNIL (notamment une durée limitée de conservation des données), les véhicules de livraison peuvent être tracés, prouvant ainsi leur présence dans un lieu précis à une heure donnée.

Enfin, la performance des équipes fera l'objet d'un document de *reporting* avec le calcul d'indicateurs synthétiques et l'ajout de document cartographiques éventuels pour enrichir le contenu textuel.

Les logiciels de planification d'aujourd'hui doivent donc être en mesure de réaliser un ensemble de tâches annexes, comme la visualisation des agendas, l'enregistrement des preuves de livraisons (photographies par exemple), et le calcul d'indicateurs de performance.

Ces différents niveaux de planification sont bien maîtrisés par les différents logiciels existants. Mais d'autres activités émergentes

requièrent aussi une planification, et parfois même 3D : c'est le cas, par exemple, de la supervision d'une flotte de drones pour la surveillance d'événements officiels (où sont les obstacles au vol ? Où sont les autres drones ?) ou bien en cas de catastrophe (avec une interface SITAC). On peut aussi citer les *GeoBots*, une nouvelle technologie où une flotte de petits robots mobiles localise les canalisations souterraines et les cartographie, et cela sans GPS, sans avoir besoin de creuser, et donc sans coupure de service.

Cloud computing

Bien entendu, c'est la mode, personne n'y échappe. Les avantages, du moins sur le papier, du *cloud computing* sont nombreux, le plus « mis en avant » étant la haute disponibilité et la sécurisation des données. *GéoConcept* ne pouvait pas passer à côté de cette révolution technologique, et s'est allié avec *Microsoft* pour

proposer des services basés sur *Azure*.]

GeoConcept propose également des référentiels de données, qui couvrent maintenant 230 pays, soit la quasi-totalité de la population mondiale. Pour cela, l'éditeur s'appuie sur des partenaires comme *Here*, et d'autres fournisseurs locaux là où les données de *Here* sont encore trop parcellaires, comme la Chine ou le Japon. Toutes ces données une fois amassées représentent environ deux téraoctets de données, qui sont ensuite compressés en 35 Go de cartes et environ 60 Go de graphes, ces derniers étant nécessaires aux logiciels de calcul de tournée. Parmi les nouveautés 2018 de cette offre « référentiels » figurent une nouvelle symbologie pour les fonds de plan, la gestion de vingt-quatre niveaux d'échelle, l'enrichissement des graphes avec de nouveaux attributs, ou des attributs plus précis, ou plus spécialisés (poids lourds / véhicules légers). *GeoConcept* a d'ores et déjà anticipé le passage à 80 km/h du réseau secondaire français, et dispose de profils de vitesse statistiques sur les principaux axes, pour adapter les temps de parcours aux conditions de trafic les plus probables. De plus, ces données sont régulièrement mises à jour.

Tout cela va de pair avec l'ouverture de *webservices* adaptés aux besoins métier : optimisation, calcul de tournée, etc. Les clients n'ont plus besoin de stocker les données, et désormais la puissance CPU peut-être « empruntée » aux serveurs loués par l'éditeur. Un tout nouveau produit, *GTM GeoConcept Territorial Manager*, permet de dessiner de la sectorisation directement sur le *cloud*, en mode automatique, puis d'effectuer une reprise



Environ 250 personnes avaient fait le déplacement, malgré les conditions météo difficiles.

manuelle *a posteriori* si nécessaire. Une fois correctement placés, les secteurs peuvent être exportés sous format électronique ou imprimés.

Bien entendu, *GeoConcept* assure que ses applications *cloud* respectent les termes du RGPD, et que le respect de la vie privée en est un des piliers (« *Privacy by design and by default* »). Cette garantie de sécurité s'accompagne de transactions anonymisées.



Christine Daniaut, directrice du département expertise et co-organisatrice de la manifestation

Transformation de la logistique

La logistique se transforme. Il y a quelques jours, la presse généraliste s'est fait l'écho du partenariat entre *Carrefour* et *Google*. L'accord devrait permettre aux possesseurs d'enceintes *Google Home* de pouvoir commander leurs courses à la voix (« j'ai besoin de beurre », prononcé à côté de l'enceinte, lancera directement la commande), ces commandes étant honorées par le réseau *Carrefour*. *Amazon* devrait proposer un service similaire.

La logistique du dernier kilomètre entre dans en profonde mutation : on peut citer la multiplication des points relais, où les livreurs déposent des colis en vrac que les clients vont chercher – ce qui permet souvent aux petits commerçants de redynamiser leur échoppe, et simplifie la planification des tournées. Des points relais livraison, sous forme de consignes où les commandes peuvent être récupérées à toute heure, sont installées dans les gares et autres grands centres d'échange. On voit de plus en plus de « modes de livraison doux », comme les vélos, les tricycles ou les véhicules élec-

triques envahir les rues. *Deliveroo*, par exemple, offre un service de livraison à domicile de nourriture en moins de trente minutes. Toutes les livraisons ne sont cependant encore écologiques. Selon l'agence *Paris&Co*, l'ajout de fonctions d'optimisation de tournée dans la logistique du dernier kilomètre permettrait de réduire de quinze pour-cent la consommation d'essence, et les émissions de CO₂ d'à peu près autant.

Le développement de ces modes de livraison « verts » implique également des choix en matière de développement territorial et d'urbanisme. Il ne pourra se faire sans le déploiement généralisé du numérique, au risque une nouvelle fois de créer un déséquilibre entre villes et campagnes. Les points relais ne pourront se développer que si le commerce de proximité se porte bien. L'usage des véhicules électriques nécessite la présence de bornes de recharge. Et si l'on se tourne encore vers des techniques encore plus futuristes, comme les drones ou les robots, cette fois ce sont des données de cartographie ultra-précises dont il faudra disposer, pour assurer le fonctionnement de ces véhicules autonomes en toute sécurité (voir ci-après).

Ce besoin de cartographie HD se traduit par la formation de vastes alliances entre fournisseurs (*One Map Alliance*), qui planchent sur des standards de cartes interactives à l'horizon 2020. Cette standardisation impliquerait une API commune et des engagements en termes de mise à jour. La cartographie HD bénéficierait également à d'autres secteurs d'activités, comme le *car as a service* (VTC), pour lequel des applications géolocaliseraient les véhicules afin de réserver le plus proche, etc.

Intelligence artificielle

Toutes ces futures applications nécessitent le brassage et le traitement d'énormément de données. *GeoConcept* explore les mêmes voies que la plupart des entreprises informatiques : l'intelligence artificielle et le *machine learning*. Si l'intelligence artificielle consiste essentiellement à ajouter de la contextualisation à la prise d'information (saisie aidée ou prédictive, etc.), le *machine learning* pourrait venir à la rescousse dans le calcul d'indicateurs et les prévisions associées, mais aussi épauler l'optimisation temporelle (quel temps moyen associer à une intervention), la maintenance prédictive (au bout de combien de temps en moyenne un équipement tombe-t-il en panne), les propositions de créneaux horaires (quelle heure convient le mieux par type de profil), etc.

Et, bien entendu, un des défis majeurs que le *machine learning* pourrait aider à surmonter est celui de l'*Internet* des objets. Les prévisions tablent sur environ quarante milliards d'objets connectés d'ici à 2030. Cette abondance de dispositifs, qui permettront de suivre les approvisionnements, de tracer les palettes, les containers, les colis, les poubelles,

etc. et donc de mieux anticiper les interventions préventives, doit elle-même être anticipée, à l'heure où commencent à se développer les premiers réseaux spécialisés, comme *LoRA* ou *SigFox*. *GéoConcept* s'est donc allié avec *Microsoft* autour du produit *PowerBI* pour offrir une application *cloud* permettant des analyses fouillées basées sur les données remontées par de multiples capteurs, avec l'addition d'une composante géographique.

À noter, enfin, que *GéoConcept* ne mise pas que sur l'intelligence artificielle, mais aussi sur l'intelligence « naturelle » ! L'éditeur, déjà pionnier dans le domaine de l'*e-learning*, a étendu sa gamme de formation à des concepts mixtes, comme le *blended learning*, mélange d'*e-learning* et d'enseignement traditionnel, voire de *spaced learning*, un concept adapté à la formation continue, où les « apprenants » ne peuvent pas consacrer tout leur temps à l'apprentissage, mais sont forcés de morceler – un apprentissage en plusieurs temps, pour ainsi dire.

HERE : des données outdoor aux données indoor

Here, autrefois *Navtech*, est un (sinon le) leader mondial dans les référentiels routiers. La société, qui appartenait à *Nokia*, a récemment été acquise par un consortium de constructeurs automobile allemands, auxquels se sont récemment joints des grands noms comme *Bosch*, *Continental*, *Pioneer* ou encore *Intel*, ce qui prouve que l'intérêt pour les données routières dépasse maintenant le seul cadre de l'automobile. Pour la collecte de données, l'éditeur compte sur

la remontée des capteurs embarqués à bord des véhicules, mais dispose aussi de quatre cents véhicules équipés de *LiDAR*.

À l'heure actuelle, *Here* dispose d'une base d'environ un million de kilomètres de routes. Celle-ci pose un certain nombre de défis en termes d'actualisation, mais les principes sous-jacents sont maintenant bien connus. L'heure est actuellement à l'enrichissement tous azimuts du référentiel, pour consister une base aussi précise que possible, qu'exploiteront les voitures autonomes, telles que les constructeurs nous les prédisent pour 2030, 2040 (« *Pas de voiture autonome sans cartographie HD !* » martèle-t-on chez *Here*).

Au-delà de la navigation routière, l'éditeur se tourne maintenant vers la navigation d'intérieur, un secteur qui pèse à l'heure actuelle environ sept milliards de dollars (données, logiciels et services), mais qui, avec une croissance de l'ordre de quarante pour-cent par an, devrait dépasser les quarante milliards de dollars en 2022.

Cette évolution est principalement alimentée par une série de tendances :

- Un besoin de guidage dans des espaces complexes : centre commerciaux, hôpitaux, sièges d'entreprises, etc. Il s'agit à la fois de pouvoir orienter les visiteurs, mais aussi de savoir où se trouvent des ressources (personnel, matériel) en temps réel ;
- Améliorer l'« expérience utilisateur » : quand les clients entrent dans un centre commercial, des capteurs communiquent avec leur téléphone pour connaître leur identité, leur date de dernière visite, leurs boutiques préférées (grâce à des applications dématé-



Arnaud Rouault, responsable commercial Europe chez Here, présente l'offre du producteur de données

rialisant leurs cartes de fidélité) et leur proposent, outre un guidage éventuel, de la publicité ciblée ;

- Les besoins de la logistique du dernier kilomètre lorsqu'il s'agit de livrer des colis dans des espaces particulièrement complexes (grands complexes immobiliers, entrepôts géants) ;
- Le *field service management* (gestion des ressources mobiles) ;
- La publication de cartes 3D interactives avec possibilité de recherche de points d'intérêt et différenciation entre parties publiques et privées (comme dans les hôpitaux ou aéroports, par exemple, où le public n'est autorisé que dans certaines zones).

Here a acquis un savoir-faire dans la conception de ces cartes 3D d'intérieur, qui sont généralement issues d'un *mash-up* de documents divers, PDF ou DWG, par exemple. Ces informations sont traitées pour dériver un

graphe topologique permettant la navigation et le routage, et des informations géométriques. Ces dernières sont compilées sous forme de « niveaux » qui correspondent aux étages du bâtiment modélisé.

« Le défi auquel nous faisons face, indique Arnaud Rouault, responsable commercial Europe chez Here, est de pouvoir passer directement du guidage en extérieur au guidage en intérieur. Je veux aller chercher un jouet dans un magasin situé dans un centre commercial que je ne connais

pas. Ma voiture m'y emmène, réserve à l'avance une place de parking pour se garer, et quand je descends de celle-ci, une application mobile sur mon téléphone prend le relais et me conduit jusqu'au magasin. Cela suppose de tout connaître des rues alentour, mais aussi la géométrie et l'attribution des places de stationnement (handicapés, livraisons, poids lourd...), où se trouvent les rampes d'accès, les entrées et sorties piéton du bâtiment, etc. »

Pour effectuer un guidage temps réel en intérieur, Here s'appuie

sur une technologie appelée radiomapper qui agrège les signaux radio de différentes sources (WiFi, Bluetooth, RFID, UWB...) afin de localiser au mieux la position du terminal récepteur (Smartphone). Mais d'autres approches expérimentales existent, comme l'utilisation du LiFi (des LEDs d'éclairage qui, en plus d'éclairer, transmettent des données), dont les signaux sont captables par la caméra d'un smartphone, ou l'utilisation de Scan codes collés sur les murs ou piliers, que l'utilisateur peut « flasher ». ■

Le « brevet *light* » de pilote de drone devient obligatoire au-dessus de 800 g

Tout comme les radioamateurs pour pouvoir utiliser leurs équipements, les propriétaires de drones de loisir d'une masse supérieure à huit cents grammes seront dès juillet obligés de passer une sorte de licence, sous forme d'un test en ligne publié sous les auspices de la DGAC. Il s'agira d'un QCM (gratuit) d'environ vingt questions, d'une durée estimée à environ trois-quarts d'heure, auquel tous devront se soumettre, à condition qu'ils aient au moins quatorze ans. Pour l'instant, il sera possible de repasser le test autant de fois que l'on veut, jusqu'à obtention de l'attestation, qu'il faudra présenter en cas de contrôle. À noter que les membres des clubs d'aéromodélisme seront dispensés.

Le programme de QCM n'a rien de surprenant : question de

réglementation, reconnaissance et respect des zones d'exclusion pour éviter tout accident et, bien entendu, respect de la vie privée (ahem !).

Pour les usages professionnels, la réglementation évolue également. Jusqu'ici, pour pouvoir piloter un drone à vue, il fallait disposer au moins d'un brevet de pilote d'ULM. Le nouvel examen, qui comportera une partie théorique réglementation et une partie pratique, ou le futur pilote devra démontrer sa capacité à préparer l'UAV ainsi qu'à le faire voler dans des conditions normales et dégradées, donnera lieu à la délivrance d'un brevet spécifique.

Il est à noter que d'autres dispositions réglementaires prises en application de la loi de 2016 devraient également rentrer en

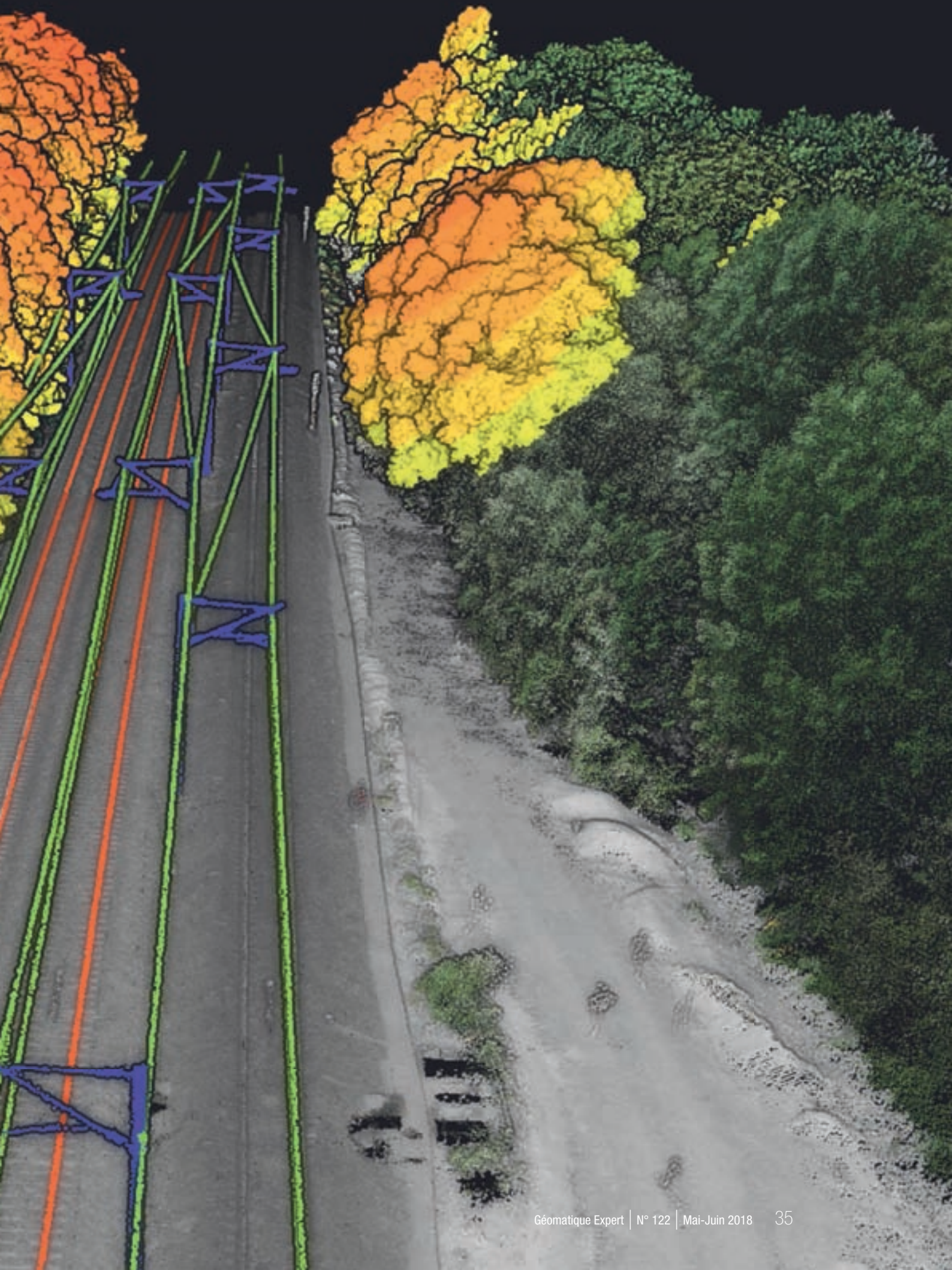
vigueur, comme l'installation d'une sirène sur les drones de loisir pour prévenir les personnes au sol d'une chute, un système d'identification lumineux basé sur une LED émettant périodiquement la lettre U en morse (• • -), voire une balise radio. Tout cela semble disproportionné pour un simple « jouet », et ce d'autant se profile pour 2021 un règlement européen qui pourrait bien à son tour modifier certaines de ces dispositions. Ce dernier devrait fixer à 250 g le seuil au-delà duquel la déclaration serait obligatoire, et à 900 g les premières restrictions sérieuses. Mais d'ici 2021, la technologie aura sans doute encore évolué, et ces seuils pourraient bien être ramenés à la baisse.

Source : Le Monde



***Altamétris :* des drones et des rails**

Filiale de la SNCF, *Altamétris* est une jeune société spécialisée dans la collecte et le traitement des données issus de capteurs aéroportés par drones. Si aujourd'hui la société travaille essentiellement avec sa maison mère, elle entend bien rapidement diversifier ses activités.





À la SNCF, l'intérêt pour les drones ne date pas d'hier. Certes, l'exploitant ferroviaire a toujours eu à disposition un service topographique-nivellement pour effectuer les levés de voies. Ce dernier a suivi l'évolution technologique, et, dès la fin des années 90, possédait des stations totales pour effectuer les mesures. Mais la topographie « traditionnelle » à base de trépieds, de théodolites ou de tachéomètres est difficile à « caser » dans un monde où il est évidemment hors de question de stopper les circulations le temps de réaliser les acquisitions.

À partir de 2007, la SNCF acquiert des LiDARs terrestres statiques, qui lui permettent de réaliser ses premiers nuages de points, d'évaluer la technologie et de se familiariser avec elle. En 2012, une étape supplémentaire est franchie avec l'apparition de LiDARs « ferroportés ». Avec la haute densité de points caractéristiques de ces instruments, il devenait possible de dresser un profil en long complet de la voie, y compris les rails, le ballast, les appareils de voie, la caténaire, supports et poteaux, installations divers, signaux et potences, etc. Jusque dans les tunnels ! Malheureusement, cette solution a quelques limites assez gênantes :

- L'emprise du domaine ferroviaire s'étend souvent au-delà des simples voies. Quand celles-ci se trouvent en tranchée, ou parfois en talus, ce qui se trouve au-delà de la portée optique ne peut pas être capturé par le LiDAR. On ne peut pas utiliser des LiDAR ferroportés pour numériser les gares, stations, et autres éléments du patrimoine trop éloignés des voies ;



Anthony Victor Mehl, directeur commercial et marketing (à gauche) et André Pereira, ingénieur INSA responsable du service de topographie.

- Certains métiers SNCF, comme la signalisation, ne requièrent pas les niveaux de précision offerts par le LiDAR. Dans ce dernier cas, par exemple, savoir localiser un tableau indicateur de vitesse (TIV) à dix, voire vingt centimètres, est largement suffisant. Réaliser un levé LiDAR pour de tels besoins signifie gaspiller des ressources. En revanche, cela se justifie pour les études de la voie, où le millimètre se révèle quasi indispensable.

La SNCF a donc suivi de très près l'évolution des drones, un vecteur à la fois simple et souple pour réaliser des acquisitions de la voie et de ses alentours de manière non intrusive. Les premiers drones n'étaient pas capables d'emporter autre chose que des appareils photos très légers et totalement incapables de répondre aux normes exigeantes du traitement photogrammétrique. Ce n'est que récemment, d'une part, avec l'augmentation de la charge utile, et, d'autre part, l'allègement des boîtiers photographiques de qualité, que la photogrammétrie par drone a pu « décoller ».

La SNCF procède aux premières expérimentations avec des drones en 2013-2014. Très rapidement, il apparaît que les résultats de cette technologie ne pourront remplacer ceux de la topographie traditionnelle : les deux approchent se révèlent complémentaires. Afin de pouvoir capitaliser son expérience, la SNCF décide d'externaliser son activité drone en créant une filiale : *Altamétris*. « On peut dire que deux motifs principaux ont guidé la création d'Altamétris, explique Anthony-Victor Mehl, son directeur commercial et marketing. Le premier est la possibilité de pouvoir répondre à des appels d'offres autres que ceux de la SNCF, ce que la SNCF ne peut juridiquement pas faire. La seconde, ce sont les problèmes de sécurité : les opérateurs concurrents ne sont pas vraiment familiarisés avec l'environnement ferroviaire, et ce qu'il implique en termes de précautions à prendre pour garantir l'intégrité des circulations. Il fallait donc une société indépendante capable de répondre aux appels d'offre de la SNCF en offrant toutes les garanties d'expertise et de familiarité avec l'environnement ferroviaire. »

Topographie des voies

Altamétris se dote de deux types de drones : aile fixe et multi-coptère. Pour le premier, elle se tourne vers le spécialiste français de ce type de technologie, *Delair*. Pour le multi-coptère, elle fait appel à l'autrichien *Riegl* et son *Ricopter*, un octo-coptère spécialement conçu pour embarquer les senseurs fabriqués par la société. En parallèle, avec la nouvelle législation, *Altamétris* doit embaucher des pilotes chevronnés. Elle recrute trois anciens télé-opérateurs, un civil et deux militaires et des spécialistes des charges utiles. « Il faut couvrir tous les usages possibles des drones. En surveillance, par exemple, les compétences requises ne sont pas du tout les mêmes qu'en vidéosurveillance classique où les images sont prises avec un faible angle de visée. Ici, les images sont nadirales, il faut donc savoir les interpréter pour ne pas confondre, disons, un terroriste avec un simple animal sauvage ! »

En marge de ces deux drones haut de gamme, *Altamétris* acquiert également des drones plus modestes, issus du constructeur chinois TDJ, pour pouvoir répondre à des missions où la qualité et la précision ne sont pas critiques, mais aussi pour des missions où les drones pourraient se retrouver en situation difficile : « Il vaut mieux sacrifier un petit drone à mille euros qu'un drone performant coûtant plusieurs fois cette norme. »

Altamétris utilise ses drones pour réaliser au choix de la photogrammétrie (en utilisant dans ce cas des boîtiers réflex professionnels) ou de la lasergrammétrie. « Tout dépend du cas d'application, explique André Pereira, ingénieur géomètre-topographe. La photogrammétrie est plus souple, mais



Le *RiCopter*, le drone « phare » d'*Altamétris*.

nécessite de disposer de points d'amer, ce qui n'est pas toujours faisable, particulièrement en cas de couvert végétal. Dans ce cas, la lasergrammétrie, qui offre à la fois la hauteur de la canopée et la hauteur du terrain grâce au LiDAR multi-échos, est irremplaçable. » La cellule topographie, qui se compose de neuf topographes, est spécialisée dans le rendu et l'analyse des nuages de points.

La plupart du temps, cette équipe réalise l'interprétation d'orthophotographies de voies pour mettre à jour le référentiel métier SNCF (essentiellement sous AutoCAD). Parfois, ces orthophotographies, dont la précision flirte avec le centimètre en raison de l'altitude très basse du drone, permettent de réaliser des contrôles, comme la conformité de l'entraxe intervoies (la distance entre deux voies, qui ne doit pas tomber en dessous d'un certain seuil, faute de quoi deux trains ne pourraient plus se croiser), ou bien la

présence des batteries auxiliaires dans les passages à niveau (ces batteries permettent d'activer les barrières même lorsque le réseau électrique est coupé, mais sont fréquemment l'objet de vols).

La plupart du temps, l'interprétation des photographies et des nuages de points se fait encore manuellement. *Altamétris* a embauché des développeurs afin d'automatiser le plus possible la chaîne de traitement. Des scripts permettent d'ores et déjà de détecter l'axe des rails, pourvu qu'on les initialise en leur donnant un point de départ ; le script est ensuite capable de suivre l'empreinte LiDAR du rail, au moins jusqu'à un appareil de voie : « Heureusement, ceux-ci ne sont pas très nombreux par rapport aux sections linéaires. Les zones où l'algorithme n'arrive pas à identifier la signature sont identifiées, et une reprise manuelle est effectuée a posteriori. » Ces scripts produisent des données



Le DT26 de chez Delair, autre drone phare d'Altamétris, permet de voler avec un LiDAR pendant plus d'une heure.

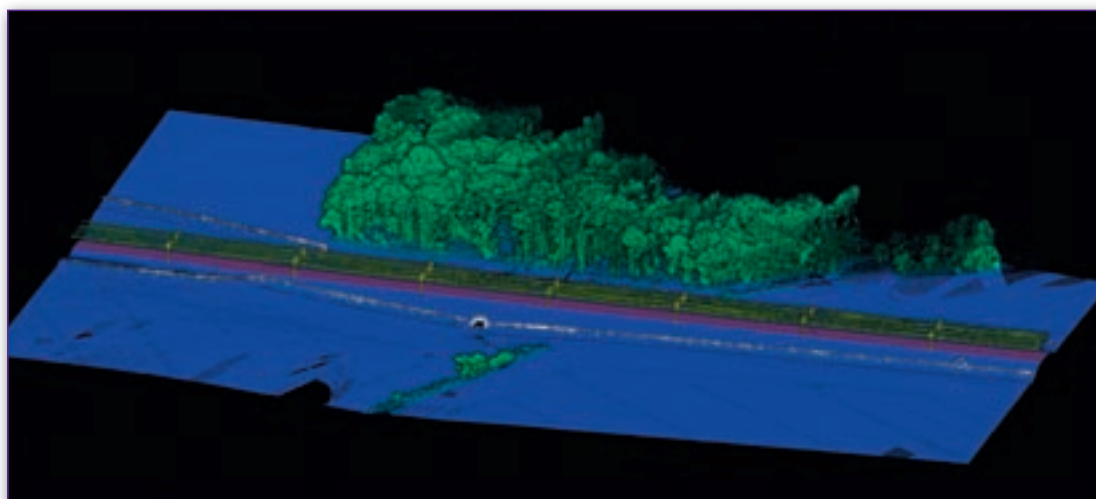
de type SIG qui sont ensuite intégrées dans un environnement QGIS pour être enrichies ou comparées aux bases de données déjà existantes.

Que peut-on attendre des données issues des survols par drone ? « Tout dépend de la technique utilisée, explique André Pereira. Avec de la lasergrammétrie, on obtient typiquement

une précision de l'ordre de deux centimètres. Cela convient pour les relevés de voie, ou encore pour les levés des bâtiments, comme les gares par exemple. En revanche, certaines applications, comme la signalisation, n'ont pas besoin de ce niveau de précision, et d'autres, comme la mesure de l'espace rampe-quai, au contraire, visent le millimètre, typiquement impossible à

atteindre sauf à utiliser de la topographie sol classique. Du côté de la photogrammétrie, il paraît illusoire de vouloir descendre à moins de cinquante centimètres – un mètre en l'absence de points d'appui au sol. Ceci est en partie dû au fait que nous sommes obligés, pour des questions de poids, d'embarquer des capteurs photographiques de type "bridge" dont les optiques ne sont pas calibrées. De toute manière, même avec des optiques calibrées, il est difficile d'avoir une caméra stable sous un drone, on se retrouve donc avec le même problème de l'étalonnage du support. À partir du moment où l'on utilise des GCP, avec une densité suffisante il est possible d'atteindre le centimètre avec un drone qui vole trente mètres au-dessus du sol. Pour un hélicoptère, on est plutôt de l'ordre de cinq centimètres.

Globalement, les deux techniques sont complémentaires. La photogrammétrie convient bien en milieu urbain, où il est facile de trouver de nombreux GCP et de s'appuyer dessus. Au contraire, en milieu rural ou forestier, rien ne remplace le LiDAR avec sa double mesure de hauteur. »



Classification d'un nuage de points le long d'une voie ferrée.

Production 3D

À l'autre extrémité de la chaîne de traitement, il y a une maquette 3D sur laquelle l'exploitant ferroviaire peut faire ses mesures. Une restitution 3D qui n'est pas toujours aussi facile qu'on pourrait le penser. Pour le travail photogrammétrique, *Altamétris* utilise des produits sur étagère comme *Pix4D* ou *Photoscan*, « *parfaitement adaptés pour obtenir une précision cible de cinq centimètres. La corrélation dense des points issus des photographies n'est pas toujours simple car nous sommes à la fois près du sol, et la présence de nombreux éléments verticaux (signalisation, poteaux caténaux, etc.) gêne considérablement le travail de restitution. Nous ne sommes pas du tout dans le cas de carrières où les images nadirales fonctionnent très bien et permettent un calcul précis de cubature. Avec les voies, nous avons beaucoup plus de bruit, et donc des précisions bien moindres.* »

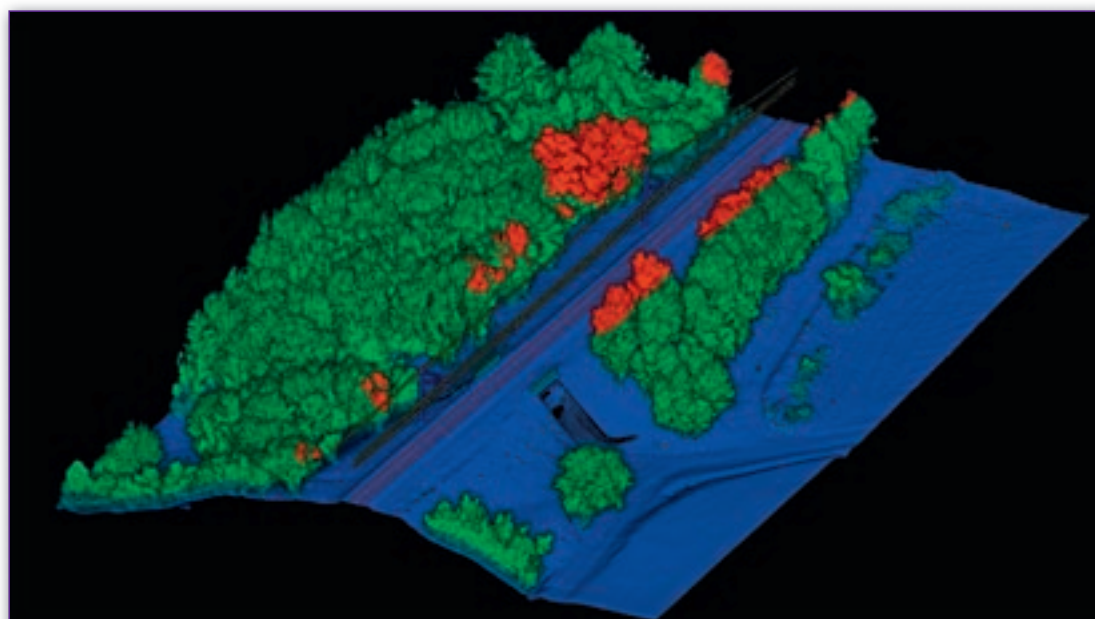
Le travail sur les nuages de points laser multi-échelles s'effectue quant à lui en partant des données de trajectographie, qui permettent de géolocaliser grossièrement les bandes d'acquisitions, géocalisation ensuite affinée par un calcul d'auto-corrélation entre les bandes qui permettent de les placer finement. Des prises de GCP permettent de réaliser des calibrages en absolu, plutôt qu'en relatif (bande par bande). Ensuite vient le travail de classification du nuage.

Un des développements logiciels réalisés par *Altamétris* sur les nuages de points a récemment été primé par la revue spécialisée XYZ. Il s'agit de reconstituer l'inclinaison du tronc des arbres voisins de la voie et de déterminer ainsi le danger potentiel que chacun de ces arbres fait courir à la voie (risque de chute). Grâce à cette application de classification automatique, *Altamétris* est en mesure de rendre à la SNCF un cahier des charges où les arbres

à élaguer, ou arracher, en priorité sont clairement identifiés.

Perspectives

Bien entendu, *Altamétris* ne se contente pas de réaliser de la photogrammétrie ou lasergrammétrie pour la SNCF. *Altamétris* loue également ses drones à la SNCF, entre autres à la *business unit* ouvrage d'art. La société forme les agents de la BU à la pratique de ses drones, puis prête l'engin le temps que l'agent réalise la mission pour laquelle il est mandaté. La société réalise également différentes missions pour des entités tierces, au-delà du domaine de la photogrammétrie, puisqu'il peut s'agir de surveillance d'ouvrage, ou de surveillance en général (détection des intrusions). Avec l'Internet haut débit 4G que l'on trouve maintenant à peu près partout, la PME envisage même de pouvoir réaliser de l'expertise à distance, en recevant directement sur ses



Dans cet exemple, la partie des houppiers qui menace directement les installations ferroviaires sont clairement identifiés.



Exemple de restitution 3D au sol avec individualisation des arbres.

machines les flux vidéos issus de ses drones.

Côté recherche, *Altimétris* possède aussi bien un service *hardware* que logiciel. Le premier est constitué d'une équipe de deux à trois personnes, qui

planche sur des prototypes ou évalue des nouveaux capteurs lorsque leurs caractéristiques paraissent intéressantes et justifient une évaluation grandeur nature. Par exemple, la société a récemment procédé à une campagne de relevé des berges

du Doubs le long de la voie ferrée qui y est installée, en captant aussi bien des données altimétriques que bathymétriques.

En ce qui concerne le logiciel, *Altimétris* emploie plusieurs ingénieurs logiciels qui développent des algorithmes toujours plus sophistiqués dans le domaine de la lasergrammétrie, principalement optimiser l'utilisation des GPU dans ces traitements, afin de décharger le processeur central et d'augmenter la puissance de calcul. Face à la multiplication de ces traitements très coûteux en termes de consommation, la société envisage de faire appel à de la ressource *cloud*. Mais, « *compte tenu des règles de sécurité en vigueur à la SNCF, cette piste ne pourra pas aboutir sans un minimum de garantie concernant le prestataire et l'endroit où les données seront stockées* », conclut André Pereira. ▣

De temps en temps, l'équipe *hardware* d'*Altimétris* travaille en avance de phase sur des nouveaux capteurs (appareils photos, par exemple) afin d'en quantifier les performances.



ISSN : 1620-4939

Géomatique

Expert

ABONNEZ-VOUS !

LES DRONES S'ÉNUCLENT

Drones

FOSS4G-FR

Blockchain et géomatique

N° 122 - Mai-Juin 2018 - 14 €

Tarifs TTC	1 an	1 numéro
FRANCE	70 €	14 €
Education (TVA 2,1 % incluse)	55 €	
Union Européenne	85 €	16 €
Etranger	95 €	18 €

***Le premier bimestriel français consacré
entièrement aux technologies et aux applications
des systèmes d'information géographique***

OUI, je souhaite m'abonner 1 an à **Géomatique Expert** au prix de €

Mon abonnement comprend : 6 numéros + 10 eNewsletters

Je règle mon abonnement par : ☐ chèque ci-joint à l'ordre de CIMAX ☐ à réception de facture ☐ virement ou mandat administratif

Prénom Nom Fonction

Société

N° TVA intracommunautaire

Adresse

Code postal Ville

Tél. eMail (pour recevoir les newsletter)

L'abonnement ne sera pris en compte qu'accompagné de son règlement. ☐ Je souhaite recevoir une facture acquittée.

À renvoyer sous enveloppe affranchie au tarif en vigueur à : **Géomatique Expert** Service Abonnements
12, place G. Pompidou • 93167 Noisy-le-Grand cedex • Tél. : 01 45 92 98 98 - Fax : 01 49 32 10 74



« Blockchain » et géomatique

La « *blockchain* » désigne cette technologie, mystérieuse pour la plupart, qui sous-tend et permet au sulfureux « *Bitcoin* » de fonctionner. Mais voilà que dernièrement, certains experts ont évoqué le nom « *blockchain* » comme utilisable dans le contexte de l'information géographique. Alors, de quoi s'agit-il exactement, et comment pourrait-on s'en servir ?

Les monnaies virtuelles ont le vent en poupe. À l'origine créées de façon un peu marginale, comme simple curiosité de « geek », elles ont récemment défrayé la chronique pour plusieurs raisons. La première est la flambée du cours de la plus célèbre d'entre elles, le *Bitcoin*, qui a flirté avec les vingt mille dollars l'an dernier, avant de retomber à des valeurs de l'ordre de sept mille dollars, sans doute encore excessives, mais largement moins qu'à l'automne dernier. Le sulfureux *Bitcoin* est également connu pour permettre des transactions « anonymes », raison pour laquelle tous les *ransomwares*, ces virus qui bloquent les machines en chiffrant leurs disques durs, demandent, pour libérer les machines, à ce que le paiement de la « rançon » s'effectue en *Bitcoin*. D'autres « cryptomonnaies » existent (*Bitcoin Cash*, *Ethereum*, *Litecoin*), toutes se basent sur les mêmes techniques, mais avec des ajustements différents.

Quelles sont les technologies qui sous-tendent les monnaies virtuelles et la *blockchain* ? Essentiellement des techniques

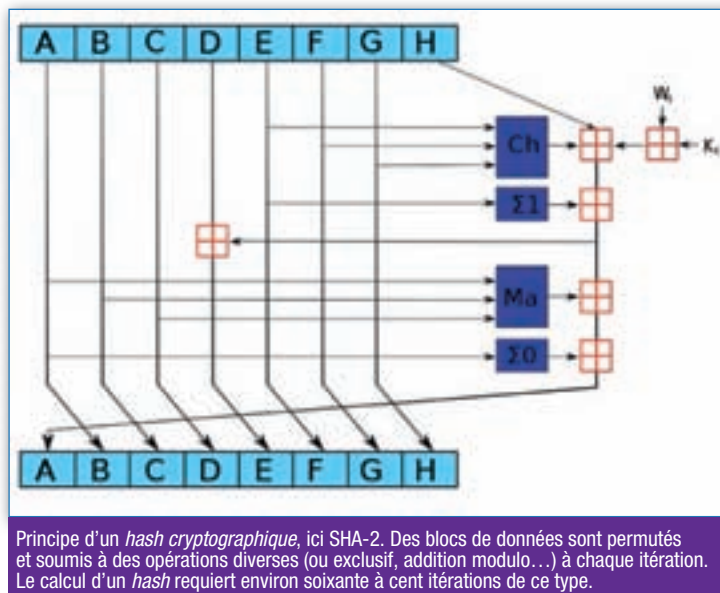
cryptographiques. Voyons de quoi il retourne.

Les *hash* cryptographiques

La notion de base sur laquelle s'appuie la *blockchain* s'appelle *hash cryptographique*. Un *hash cryptographique* est une fonction qui va produire un entier binaire d'une longueur déterminée (256, 512, 1 024 bits, rarement plus) à partir d'une séquence arbitraire d'octets. Cette fonction est nécessairement injective, ce qui signifie qu'une infinité de séquences possèdent le même *hash*. Pourquoi ? Parce qu'il existe une infinité de séquences possibles, mais seulement $25^{12} \approx 10^{150}$ *hashes*, si l'on utilise un *hash* à 512 bits (on conçoit bien qu'on ne peut pas remonter du *hash* à la séquence origine si celle-ci est plus longue que le *hash* lui-même). Ce n'est pas un souci, c'est même un avantage : le *hash* est une donnée dérivée qui peut être rendue publique, elle ne contient pas d'information permettant de remonter à la donnée origine.

Pour être acceptée comme *hash cryptographique*, une fonction (de N sur lui-même) doit vérifier plusieurs conditions. La plus importante est sans doute la « variabilité » ou « volatilité ». Si deux séquences ne diffèrent d'entre elles que d'un seul bit, leur *hash* doit être totalement différent ; et il doit l'être de manière aléatoire, c'est-à-dire qu'il ne doit pas être possible de repérer où se trouve la différence entre les deux séquences en examinant la différence entre les deux *hashes*. La fonction de *hash* idéale devrait être une fonction qui assigne à une séquence donnée un nombre apparemment aléatoire, mais qui le ferait de manière déterministe (la même séquence produit toujours le même *hash*) grâce à un algorithme rapide (un *hash* sur un fichier de plusieurs centaines de méga-octets ne devrait prendre que quelques secondes au pire).

Enfin, il doit être impossible de savoir construire efficacement une suite d'octets correspondant à un *hash* précis (problème dit de la « collision »), la seule solution consistant à essayer toutes les séquences jusqu'à rencontrer la bonne, ce qui est évidemment réalisable, mais dans un temps tellement long que cette solution n'est pas envisageable en pratique (on considère qu'un *hash cryptographique* est sûr si le nombre d'opérations nécessaires à la création d'une séquence pirate avoisine 2^{80} , soit un billion de billions).



À quoi sert un *hash cryptographique* ? À vérifier l'authenticité d'une donnée :

- Deux séquences différentes donnent un *hash* différent (à moins d'un hasard extraordinaire) ;
- Il n'est pas possible de remplacer efficacement un document ayant un *hash* précis par un document différent ayant le même *hash*, particulièrement si la taille du document est connue. Pour la plupart des *hash* dits « sûrs », le temps d'exécution d'un programme travaillant à créer un « faux » fichier ayant le même *hash*, même à la vitesse d'un million de milliards de *hashes* calculés par seconde, avoisinerait environ trente ans de calcul.

Les *hashes* sont couramment utilisés dans l'industrie informatique. Par exemple, les gestionnaires de paquets, ces programmes-outils qui permettent d'installer facilement d'autres programmes (*apt-get* sous *Linux*, par exemple) conservent dans leurs bases plusieurs *hashes* différents des

sources (ou binaires), de sorte à vérifier que le programme à installer est bien authentique, et non une copie frelatée (par un virus ou cheval de Troie). Il existe plusieurs types de *hashes*. MD-5, un des plus anciens et longtemps utilisé, a finalement été écarté car plusieurs vulnérabilités ont été trouvées. Il a été remplacé par SHA-1, lequel a également été récemment compromis ; les autorités recommandent maintenant d'utiliser SHA-2 et SHA-3.

Ce qu'il faut retenir ici, c'est qu'un *hash cryptographique* est une méthode de calcul rapide et sûre

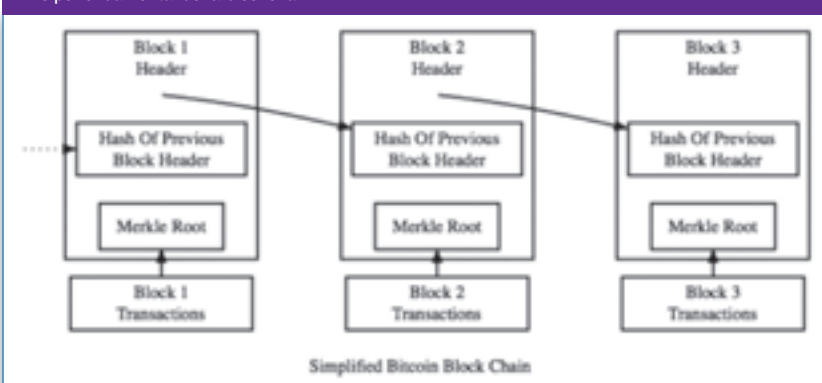
pour authentifier une donnée, sans avoir besoin d'un tiers de confiance pour la certifier.

Blockchain

Qu'est-ce que la *blockchain* ? La *blockchain* est, tout simplement, une suite d'enregistrements (« blocs »), chacun référençant son prédécesseur dans la chaîne (de façon à pouvoir retrouver toutes les données en ne connaissant que le dernier). Ce lien inverse contient également un *hash cryptographique* du bloc pointé, de sorte à s'assurer de son intégrité. Le bloc en lui-même contient, outre ce « rétro-lien », quelques données (« quelques » est ici important : un bloc n'a pas vocation à stocker un fichier de plusieurs méga-octets). Si l'on veut insérer un tel fichier dans la *blockchain*, on le remplace par une paire constituée d'une URL et d'un *hash* du fichier (pour être certain de son authenticité) et un *hash* qui protège l'ensemble des données (ce *hash* est différent du « rétro-hash » du bloc suivant. Le « *retro-hash* » prend en compte, dans son calcul, la valeur du *hash* du bloc).

Tout ce luxe de précautions signifie que, si l'on souhaite falsifier une donnée de la chaîne,

Principe fondamental de la *blockchain*.





il faut non seulement recalculer le *hash* du bloc altéré, mais également chacun des suivants dans la chaîne. Comme chaque participant conserve des copies de bloc, cela signifie qu'il est impossible, dans des conditions normales, de falsifier *a posteriori* des transactions déjà effectuées, car les différences seraient immédiatement détectées par le réseau. En revanche, la *blockchain* est vulnérable à une attaque dite « des 51 % » (voir plus loin).

Base de données distribuée

Quand on y réfléchit, la *blockchain* n'est ni plus ni moins qu'une base de données distribuée. Les obstacles liés à la mise en place d'une telle base de données sont connus, le principal étant la gestion des doubles transactions : que se passe-t-il lorsque deux ordinateurs modifient la base de données concurremment ? Si une seule copie existe dans une base centrale, l'ordre temporel est facile à respec-

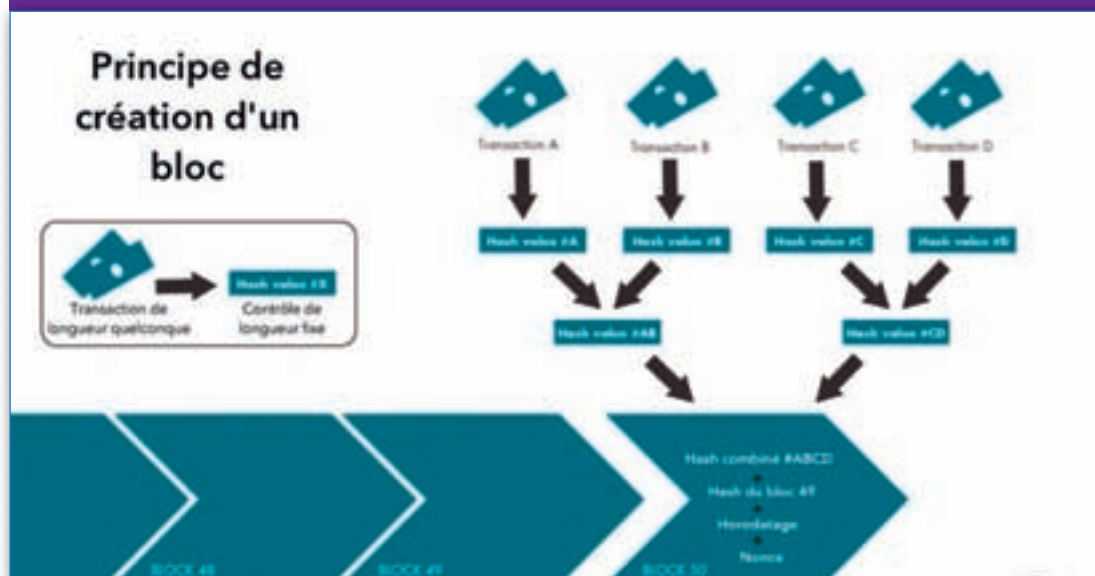
ter ; mais si plusieurs machines gardent une copie, on se trouve dans une situation classique de type *copy on write*, bien connue des ingénieurs *hardware*.

Pour cela, le plus facile est tout simplement d'éviter les transactions simultanées. Celles-ci sont donc diffusées sur tout le réseau, et ce n'est que lorsqu'un certain laps de temps s'est écoulé (dix minutes pour le *Bitcoin*) que les transactions sont regroupées dans un arbre appelé *Arbre de Merkel* afin d'être stockées dans un bloc. Chaque machine vérifie à ce moment la légalité des transactions (notamment qu'il n'y a pas eu double dépense d'un *Bitcoin*).

En raison des délais de propagation des données qui peuvent atteindre parfois plusieurs dizaines de secondes, les données que possède chaque nœud sont toujours légèrement différentes. Mais si chacun génère son propre bloc, avec des données légèrement différentes de sa voisine, on se retrouve vite avec une arborescence inextricable de blocs.

Comment faire pour éviter ce souci ? Pour cela, la version *Bitcoin* de la *blockchain* ajoute un autre paramètre au bloc, appelé un *nonce* (non pas apostrophe, celui-ci – en anglais, *nonce* signifie « à usage unique, jetable »). L'idée est de trouver une valeur du *nonce* adéquate pour que le *hash* du bloc (informations + date + *nonce*) soit inférieur à un entier donné. Cette opération n'est pas triviale. En fait, en raison même des propriétés des *hashes cryptographiques*, la seule manière sûre d'arriver à un résultat est tout simplement d'essayer tous les entiers possibles en partant de 0. Cette opération, extrêmement coûteuse en puissance CPU, est appelée *mining*, elle produit une certification, appelée *proof of work*, qui établit la validité de la transaction. L'opération est tellement complexe et consommatrice de ressources que, dans le fonctionnement du *Bitcoin*, le producteur du *nonce* certificateur est rémunéré par le réseau sous forme de nouveaux *Bitcoins* créés *ex nihilo*.

Un bloc élémentaire de la *blockchain* contient plusieurs transactions enregistrées sous forme d'un arbre dit « de Merkel ». Tous les nœuds de cet arbre sont « protégés » par un *hash cryptographique*.



Comme la puissance des ordinateurs n'est jamais la même, et que ceux-ci exécutent toujours des tâches en parallèle, les chances que deux machines qui travaillent sur un nouveau bloc produisent simultanément un *nonce* valide est nul. Le premier nœud qui arrive au résultat diffuse alors son bloc certifié à toutes les autres machines, qui l'intègrent dans leur base, et passent (éventuellement) à la certification du bloc suivant. Afin de s'adapter à la puissance toujours grandissante des machines, la *blockchain* surveille le temps moyen de calcul nécessaire au *mining* d'un bloc, et augmente la difficulté (réduit la borne supérieure du *hash*) à chaque fois que ce dernier tombe en dessous d'un certain seuil.

Une fois que le bloc nouvellement certifié est intégré à la *blockchain*, les transactions qu'il contient sont éliminées du registre, et la création d'un nouveau bloc commence.

Attaque des 51 %

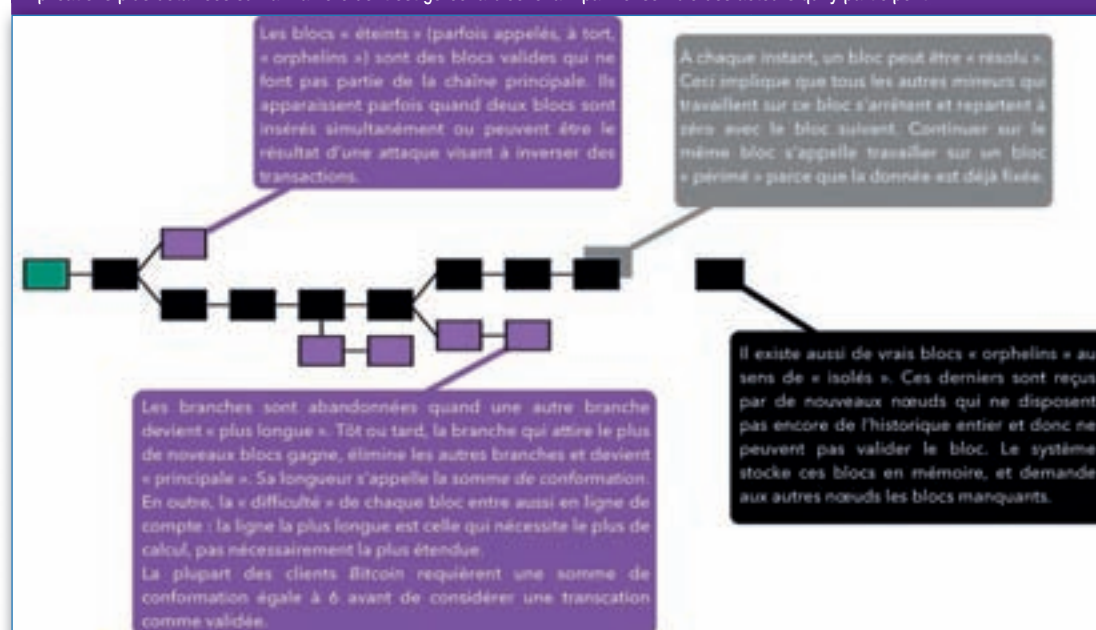
Quoique robuste, la *blockchain* n'est pas inviolable si les conditions s'y prêtent. L'attaque dite des 51 % est probablement la plus connue des failles. Si un attaquant arrive à monopoliser plus de la moitié de la puissance CPU nécessaire au *mining*, il acquiert une sorte d'hégémonie sur la fabrication des blocs, parce qu'il devient capable de valider (donc d'enregistrer) des blocs plus vite que n'importe lequel de ses « coéquipiers ». Il peut donc refuser d'intégrer des transactions aux nouveaux blocs, ou bien valider des blocs puis les falsifier *a posteriori*, ce qui lui permet de réaliser des doubles dépenses en contournant le principe ci-dessus (en outre, il reçoit toutes les gratifications distribuées par le réseau en contrepartie de la validation des blocs). C'est ce qui vient d'arriver à une crypto-monnaie dérivée du *Bitcoin*, le *Bitcoin Gold*, victime d'une escroquerie de plusieurs milliards de dollars.

En pratique, plus la puissance déployée pour *miner* les blocs est importante, moins il devient possible de bâtir un système capable de totaliser 51 % de celle-ci. C'est la raison pour laquelle le *Bitcoin* est à peu près immunisé contre une telle attaque : le coût d'une structure informatique capable de monopoliser 51 % de la puissance de calcul actuellement utilisée pour certifier les blocs serait tel que seules les administrations des plus grands pays développés pourraient se l'offrir, ce qui limite *de facto* le nombre d'attaquants potentiels.

Applications en géomatique

On l'aura compris : la *blockchain* est avant tout un moyen de stocker des informations de manière décentralisée (ce qui minimise les risques : rien n'est théoriquement perdu si un nœud

Explications plus détaillées sur la manière dont est gérée la *blockchain* par l'ensemble des acteurs qui y participent.





s'arrête, suite à une attaque ou un incendie, par exemple, alors que les mêmes circonstances dans le cas d'une donnée centralisée causent une catastrophe immédiate) et sûre : tout le monde observant ce qui se passe, les risques de malversation, pour peu que la règle des 51 % soit respectée, sont quasi nuls.

Plus besoin donc, en théorie, de faire appel à un tiers de confiance pour certifier des transactions. On pense, tout de suite, au mille-feuilles administratif complexe que représente la division et la vente d'une parcelle. À l'heure actuelle, le géomètre se déplace pour fixer les nouvelles bornes. Il est ensuite censé entrer le procès-verbal de cette opération dans la base du Référentiel foncier unifié (RFU). L'utilisation d'une *blockchain* est

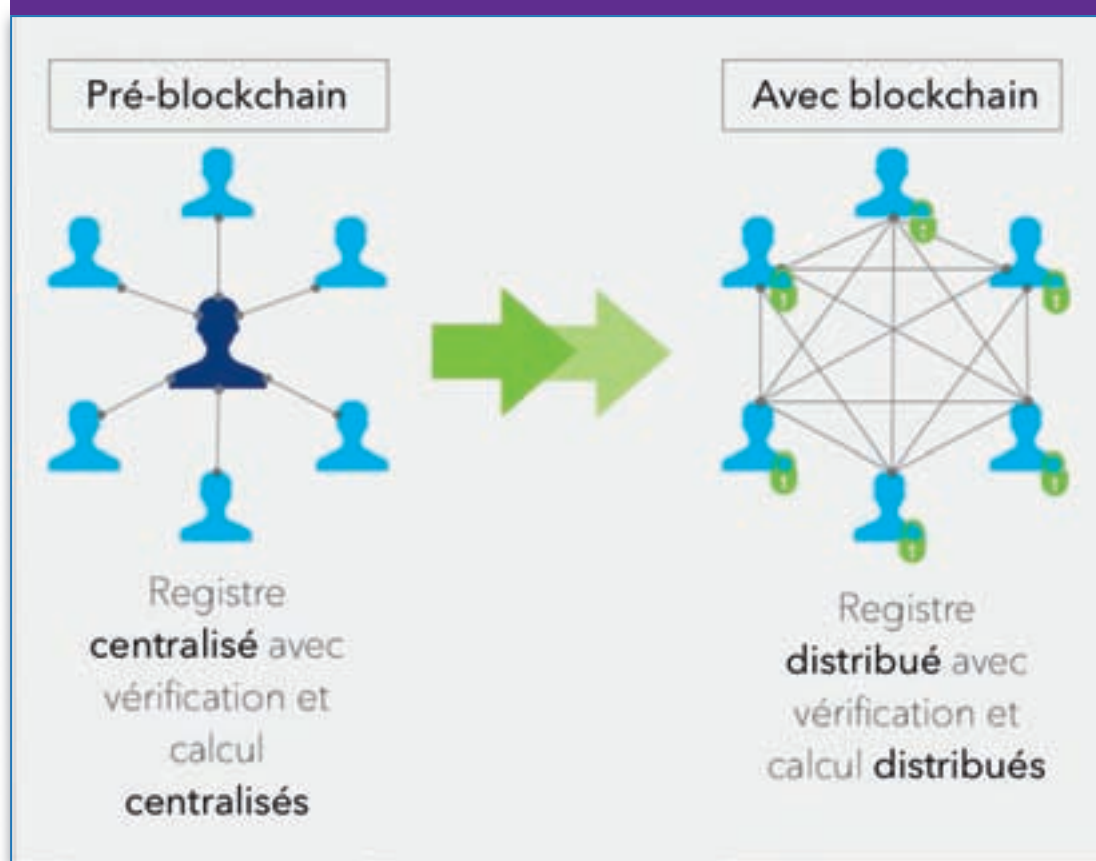
ici évidente : au lieu de contacter une base centralisée, le géomètre génère un bloc correspondant à la modification de l'état des lieux, le certifie (à la fois en apposant, par exemple, une clé publique qui prouve son identité et, éventuellement, en utilisant un système de certification de bloc semblable, mais moins consommateur de ressources, que le *Bitcoin*) et l'intègre dans la *blockchain*. Il est à noter qu'une *blockchain* où ne participent que des acteurs autorisés n'est évidemment pas susceptible d'être attaquée par la faille des 51 % (à moins qu'un attaquant se rende maître de la majorité des machines, ce qui est théoriquement possible mais pratiquement irréalisable).

De même, l'enregistrement de la passation de propriété pour-

rait être réalisé beaucoup plus simplement : les contrats de vente (et documents juridiques annexes) seraient enregistrés par un opérateur spécialisé (en mairie ou préfecture), sans avoir nécessairement à passer devant notaire, sauf dans les cas juridiques complexes. En outre, la conservation des hypothèques pourrait, elle aussi, être dématérialisée sous forme de *blockchain*.

La même technique pourrait être appliquée au niveau des États : la position et date d'installation des bornes frontières seraient stockées dans une *blockchain*, librement accessible au niveau mondial, mais que seuls quelques postes seraient autorisés à modifier. Cette technique est généralisable pour n'importe quelle limite territoriale officielle : zones

Différences entre une solution de stockage sécurisé en base de données centralisée, et son équivalent en *blockchain*.



Caractéristique	Blockchain	Base de données traditionnelle
Possession de la donnée	Assurée par des techniques cryptographiques	Établie par une autorité centrale
Confidentialité et authenticité	Assurée par des techniques cryptographiques	Établie par une autorité centrale
Contrôle d'accès	Identique pour tous les nœuds	Soumis à autorisation de l'autorité
Confiance	Inhérente à l'emploi de blocs immodifiables	Déléguée à l'autorité
Résolution des conflits	Entièrement automatique	Manuelle la plupart du temps
Validité de la base	Continue	Garantie seulement à des moments précis dans le temps
Concurrence et synchronisme	Inhérent au fonctionnement	Nécessite une architecture logicielle supplémentaire complexe
Fiabilité	Garantie en mode distribué	Coûteuse à assurer

protégées, servitudes... voire listes de coordonnées : stations GPS permanentes, points du trait de côte, relevés météo ou autres capteurs... Les collectivités locales pourraient utiliser une *blockchain* pour stocker les arrêtés municipaux, notamment les changements de nom de voirie, etc.

Bien sûr, on pourrait aussi penser que des bases de données collaboratives comme *Open Street Map* pourraient utiliser une *blockchain* pour enregistrer les changements. En pratique, cela entraînerait plus de complications que de bénéfices. Certes, les transactions seraient archivées, mais, contrairement aux cas évoqués ci-dessus, les contributions à *Open Street Map* sont toujours susceptibles d'être vérifiées et invalidées *a posteriori*. Supprimer toutes les contributions d'un utilisateur vandale deviendrait pratiquement impossible si *Open Street Map* reposait sur une *blockchain*.

Conclusion

Il est encore difficile à l'heure actuelle de déterminer dans quelle mesure les technologies de *blockchain* vont révolutionner la circulation de l'information dans les années qui viennent. Pour l'instant, force est de constater que, sorties du domaine bancaire, les applications sont quasi inexistantes. Pour autant, cela ne veut pas dire que la *blockchain* soit condamnée à demeurer dans ce domaine – après tout, de nombreuses technologies ont vivoté avant de trouver un champ d'application parfois inattendu. Il est clair que la *blockchain* pourrait s'appliquer à de nombreuses problématiques géomatiques, dans la mesure où certaines données revêtent un caractère officiel et ont donc besoin d'être certifiées puis entreposées dans un « livre de comptes » sûr (ici, référentiel).

Pour autant, comme on l'a vu, il ne s'agit pas d'une solution miracle, et son intérêt n'est pas universel. Mais l'idée de pouvoir remplacer un tiers de confiance en faveur d'une surveillance partagée est séduisante à plus d'un titre. Cependant, il faudra probablement composer avec la résistance d'un certain nombre de professions, dont les privilèges pourraient être amenés à disparaître. ▣



Le temps de la jeunesse des drones est bel et bien révolu. Après le foisonnement d'acteurs promettant monts et merveilles avec des technologies et des moyens souvent mal maîtrisés, l'heure est maintenant à la consolidation. L'industrie s'est scindée en trois segments bien distincts. D'une part, les fabricants de matériel, eux-mêmes divisés en deux branches : les fabricants de « vecteurs », les appareils volants, et les fabricants de capteurs optimisés ; d'autre part, les éditeurs de logiciels, qu'il s'agisse de préparer la mission, de télécommander le drone en vol, ou bien de collecter et de traiter les données. Dans ces domaines, nous avons cherché à savoir quel était l'état de l'art et les tendances pour les mois qui viennent.

Drones et SIG



Crédit Adobe Stock



L'invention des drones dans les années 2010 a sonné comme une révolution dans le monde de géomatique (et bien au-delà). Ces « aéronefs » miniaturisés promettaient de pouvoir accéder facilement à des endroits difficiles comme des étages élevés de bâtiments, des piliers de viaducs, des marais ou éboulements, des endroits dangereux (par exemple lors de tremblements de terre), etc.

Bien entendu, cette nouvelle technologie a donné lieu à une explosion d'acteurs, certains dans le domaine des « vecteurs » eux-mêmes, c'est-à-dire celui des « avions », d'autres dans celui des capteurs (car les drones ont une portance, donc une capacité de charge, limitée) et d'autres enfin dans le domaine du logiciel, aussi bien en amont (planification des plans de vol) qu'en aval (récupération des données/images acquises et traitement de celles-ci).

Le marché s'est rapidement segmenté entre grand public et professionnels, mais les produits dits « professionnels », si l'on excepte les militaires, n'étaient pas très différents, en termes de performance, des produits grand public. Cependant les besoins sont très différents. Les drones grand public doivent être légers, facilement maniables et transportables, et d'un prix modéré. Du côté professionnel, on attend essentiellement une grande fiabilité, une interface utilisateur performante, des performances en termes de stabilité en vol et autonomie, et un service de maintenance à la hauteur.

L'industrie minière, que ce soient les exploitants de carrière ou de mines à ciel ouvert, ainsi que les grands pétroliers, ont tout de suite vu l'intérêt qu'il y aurait à utiliser ces appareils pour réaliser des

relevés photogrammétriques et constituer des MNT très précis permettant des mesures quasi exactes, et rapides, des volumes creusés et/ou acheminés.

Voile fixe, capacité et autonomie

Parmi les nombreuses sociétés créées à l'époque, certaines sont françaises. C'est le cas de *Delair*, par exemple, que fondent quatre Français, dont l'un travaillait dans l'industrie pétrolière : « *Pour ces derniers, les drones ne servent évidemment pas à la prospection, mais à la surveillance et à l'évaluation de l'état des équipements de transport (oléoducs), ainsi qu'à la préparation de l'installation de nouveaux tuyaux* », indique Thierry Nicholls, directeur marketing chez *Delair*. Rapidement, la société se spécialise dans la technologie des drones à ailes fixes, qui sont comme de petits avions, laissant de côté les multi-rotors, qui dérivent eux plutôt des hélicoptères (gyravions). « *Un héritage laissé par le pétrole... Les drones à voile fixe sont conçus pour voler longtemps au-dessus de zones étendues ou de corridors. Ce sont les dispositifs parfaits pour le survol de lignes à haute tension, d'oléoducs ou en foresterie, où l'objectif affiché est de couvrir le maximum de distance linéaire avec le minimum de vols consécutifs. À l'inverse, les drones multi-rotors sont conçus pour aller examiner des objets de très près pour détecter des anomalies. Les deux utilisations sont complémentaires, mais Delair a choisi de se spécialiser dans la première en raison de ses racines dans les infrastructures, et d'un marché beaucoup plus compétitif que celui des multi-rotors où DJI, une entreprise chinoise, rafle maintenant environ 80 % des parts de marché.* »

Profitant des avancées des technologies civiles, et également militaires, les drones à ailes fixes ont progressivement gagné en taille, et également en capacité de charge. Aujourd'hui, ces engins emportent couramment des appareils photos, ou des capteurs spécifiques, par exemple pour réaliser des images en infrarouge thermique ou des caméras de surveillance pour les installations sensibles. Jusqu'ici les LiDAR restaient trop encombrants et trop lourds pour être fixés sur des drones, les modèles légers ayant des performances insuffisantes pour les travaux professionnels. Cependant, les derniers modèles de drones, plus puissants, couplés à la miniaturisation des LiDAR permet maintenant de réussir à embarquer ces derniers.

En parallèle, la capacité des batteries a fait bien des progrès, et l'autonomie des drones s'est considérablement améliorée ces dernières années. Là où, au début des années 2010, il ne fallait pas compter sur plus de dix à vingt minutes de vol, aujourd'hui les drones spécialement conçus peuvent réaliser des vols bien au-delà de deux heures, en mode BVLoS, *Beyond Visual Line of Sight*, c'est-à-dire quand le drone n'est plus visible par l'opérateur, et opère donc en totale autonomie, un marché cependant extrêmement restreint : « *Le BVLoS est très peu répandu. Ce mode de survol est très technique, réservé à une poignée d'acteurs très spécifiques. Et encore, la France n'est pas la plus mal placée. Aux États-Unis, envisager un BVLoS c'est aller au-devant de procédures interminables.* »

Fabriquer des drones, c'est bien, mais savoir les faire voler, c'est mieux. Les techniques de vol sont assez complexes (« *Similaires à celles des avions,*



L'UX 11 de Delair, un drone à ailes fixes que l'on peut quand même déplacer commodément. Photographie © Delair.

finale-ment »), et les clients s'aperçoivent vite qu'acquérir un drone ne signifie pas pouvoir l'utiliser immédiatement : « Les données une fois acquises ne sont pas immédiatement utilisables ! poursuit Thierry Nicholls. Il faut les stocker, régulariser l'histogramme pour les images, nettoyer les points pour les relevés LiDAR, puis procéder soit à l'étape d'appariement – corrélation – extraction pour la partie image / photogrammétrie, soit à la classification, puis à l'extraction d'objets métier, comme les bâtiments, les arbres, etc. pour la partie LiDAR. Tout cela n'est guère facile pour l'opérateur inexpérimenté, et un brevet de pilote ne sert absolument à rien dans ce domaine ! » Delair se rend donc rapidement compte qu'au-delà de la vente de matériel, les industriels recherchent également des solutions « complètes » comprenant drone et prestation, ce qui conduit l'entreprise à développer, dès 2013, une solution logicielle complémentaire, et à proposer des services « tout en un ».

En 2016, Delair connaît un coup de pouce majeur lorsqu'il acquiert le Belge Gatewing, déjà racheté par Trimble. « Trimble est entré

dans le marché du drone par croissance externe en pensant qu'il s'agissait là d'une "extension" naturelle de leurs appareils de levé terrestre. En réalité, ils ont vite compris que ce n'était pas le cas, et donc nous ont approché pour que nous intégrions Gatewing en échange de la redistribution de leur logiciel de photogrammétrie. »

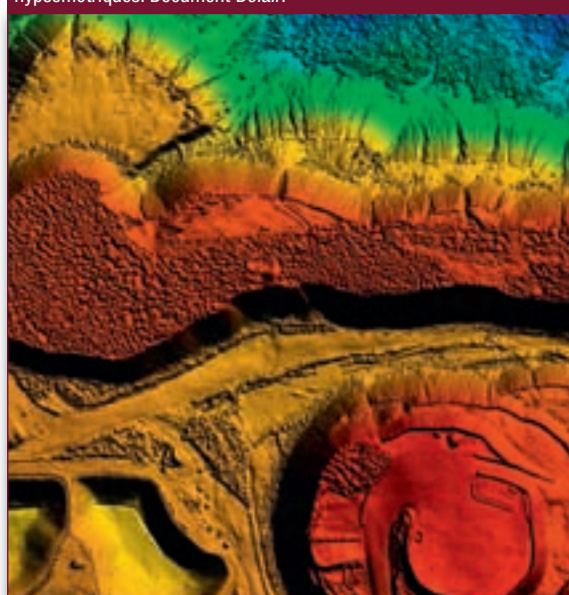
Caméras métriques

Delair fabrique ses propres optiques, mais ce n'est pas le cas de tous les fabricants de drones. Or, en photogrammétrie, la qualité de l'image est primordiale si l'on veut que les appariements soient précis et donc que le MNS reconstitué soit aussi exact que possible. Les appareils utilisés en photogrammétrie sont qualifiés de « métriques », au sens que leurs caractéristiques optiques sont connues avec précision, et il est donc possible de remonter du plan de l'image aux coordonnées réelles. Pour cela, les optiques sont calibrées : « Cela signifie que l'optique est calée sur une certaine distance de mise au point (la plupart du temps, à l'infini). Des cibles sont photographiées, et le rendu est ensuite analysé par des

logiciels qui produisent un rapport de calibration avec des informations telles que : le décalage du point principal de l'optique, la distorsion et l'asymétrie radiale, la distorsion tangentielle, les paramètres affines et la non-orthogonalité. Ces informations vont être demandées par le logiciel de photogrammétrie et l'utilisateur n'a plus qu'à rentrer ces valeurs. Si l'utilisateur change la distance de mise au point ou enlève l'optique, la calibration doit être refaite par un bon laboratoire spécialisé », explique Bertrand Saint-Guilhem, commercial chez Phase 1, une entreprise danoise spécialisée dans la fabrication d'optiques de haute qualité.

Généralement, ces optiques de qualité ont un prix, et également un poids : le verre est lourd, les boîtiers assez encombrants (car les capteurs sont de type moyen format) et il faut ajouter l'électronique de géolocalisation, IMU et GPS, qui n'est pas incluse dans l'appareil. « Les capteurs de dernière génération atteignent des résolutions de cent millions de pixels, et dès

Exemple d'un nuage de points relevé par drones. Teintes hypsométriques. Document Delair.



l'année prochaine, on atteindra cent cinquante millions. Pour pouvoir profiter pleinement de ce genre de capteur, il faut des objectifs parfaits, sinon l'image finale sera mauvaise, quelle que soit la qualité du capteur ! C'est une course perpétuelle, et les fabricants d'optiques sont obligés de repenser constamment leurs produits pour assurer qu'ils sont toujours impeccables en termes de piqué », poursuit Bertrand Saint-Guilhem.

Au-delà de la simple évolution technologique, certaines applications sont friandes de ces images toujours plus précises : en architecture, particulièrement en archéologie, les moindres détails peuvent avoir de l'importance ; en agriculture de précision, il est fondamental de détecter les jeunes pousses dès qu'elles sortent du sol ; en surveillance d'équipement, repérer les fêlures avant qu'elles ne prennent de l'ampleur, etc.

Bien entendu, avec des capteurs aussi remplis de pixels, le problème est le stockage des images. *Phase 1* commercialise des contrôleurs qui peuvent recevoir jusqu'à deux disques



La nouvelle caméra métrique IXM 100MP de *Phase One* embarque un capteur moyen format cent mégapixel dans un boîtier qui dépasse à peine les 600 g. Avec l'objectif, on dépasse de peu le kilogramme.

SSD de 512 Go, soit environ neuf mille images de cent mégapixels en format *raw*, systématiquement utilisé pour conserver non seulement le piqué de l'image (la compression JPEG s'effectue au détriment des détails), mais aussi la dynamique (traditionnellement douze, maintenant quatorze bits). Pour des utilisations en drone,

Phase 1 propose des contrôleurs d'enregistrer sur carte *Compact Flash* ou, plus récemment, XQD, un nouveau format développé par Sony, bien plus rapide que CF, mais dont l'avenir est incertain (il n'est supporté que par Sony lui-même).

Localisation

S'il est donc possible de réaliser des photographies d'excellente qualité, l'autre paramètre indispensable pour une bonne restitution photogrammétrique est la localisation et la connaissance de la position de l'appareil photographique. Les drones embarquent tous des GPS pour réaliser leur positionnement, mais les mesures GNSS doivent être corrigées pour obtenir le niveau de précision requis par le processus photogrammétrique. Or, embarquer une centrale inertielle n'est pas encore possible, car les gyroscopes sont lourds et encombrants. *Delair* propose donc un abonnement

Exemple d'intégration d'une caméra *Phase One* avec un drone de type multicopter. Document *Phase One*.



spécifique qui permet de corriger les mesures GPS en utilisant des corrections PPK en post-traitement (voir encadré).

C'est justement pour aider à la pratique de la photogrammétrie que d'autres sociétés ont commencé à s'intéresser aux logiciels de traitement des images. La plus célèbre est certainement *Pix4D*, une société créée autour du logiciel du même nom, issue d'un projet de recherche menée par l'École polytechnique fédérale de Lausanne, en Suisse. « *Bien sûr, il existait, et il existe toujours des logiciels de photogrammétrie très performants, comme MicMac, édité par l'IGN, mais ceux-ci ne sont ni très faciles d'accès – interface en ligne de commande – ni très évidents pour les débutants, car ils nécessitent une connaissance experte du domaine. D'un autre côté, les fabricants de matériel, Trimble, par exemple, proposent des logiciels de traitement des données conviviaux, mais ceux-ci ne fonctionnent généralement que pour les appareils de la gamme. Il y a donc une place pour un logiciel à la fois ergonomique et agnostique vis-à-vis des fabricants* », explique Nikoleta Guetcheva, attachée commerciale chez *Pix4D*.

Pix4D a commencé sa vie comme une application *web* permettant l'assemblage de photographies téléchargées sur la toile, mais il est rapidement apparu, à l'époque, que le chargement des clichés, déjà assez volumineux, sur la toile, avec des liaisons de type ADSL où le débit montant était faible, ne permettait pas une utilisation optimale du logiciel. *Pix4D* a donc créé une application standard de type « client lourd », permettant aux utilisateurs de travailler en local, sans avoir besoin d'une connexion *Internet*.

PPK ou RTK

RTK (*Real Time Cinematic*) est un système de correction des mesures GPS en temps réel : des coefficients sont émis vers l'unité de réception GPS qui les applique au flux de mesures. Les systèmes embarqués équipés RTK peuvent en principe produire des données centimétriques. L'objectif est d'éliminer le recours aux points d'amer (de contrôle), ce qui permet un gain de temps, et donc de coût, non négligeable. Cependant, RTK n'est pas la panacée, pour au moins deux raisons :

1. La diffusion des corrections requiert un lien radio entre l'aéronef (drone) et la base, ce qui n'est déjà pas évident en vol à vue, et impossible en mode BVLoS ;
2. La base elle-même doit être équipée d'un récepteur GPS, ce qui entraîne un coût supplémentaire.

Non seulement la base doit être équipée d'un GPS, mais les coordonnées précises du point d'installation doivent être connues, faute de quoi on ne peut calculer les corrections. Dans le cas d'un stationnement de longue durée, cela ne pose pas vraiment de problèmes, quitte à effectuer la détermination précise de la position lors du post-traitement. Toutefois, la trajectoire du drone doit ensuite être traduite en fonction du résultat de ces calculs, ce qui tempère le bénéfice d'une solution purement temps réel.

Le PPK requiert également l'usage d'une station de base, à moins que vous ne soyez très près d'une station fixe, mais il n'y a pas besoin de lien entre la station de base et le mobile. Si jamais les deux GPS se déverrouillent, il faut relancer une procédure de résolution de l'ambiguïté entière. Mais le PPK, qui s'effectue en post-traitement, peut utiliser des données de localisation antérieures et postérieures, alors que le RTK ne peut évidemment pas anticiper l'avenir. En outre, le PPK combine les solutions directes et inverses pour donner une estimation d'erreur précise. Avec le RTK, en l'absence de points d'amer, aucune donnée externe ne permet d'évaluer les erreurs commises.

Enfin, les antennes GNSS que l'on peut monter sur les drones légers ne sont pas de qualité géodétique et n'ont certainement pas été calibrées pour tenir compte de la variation du centre de phase (PCV), et encore moins de la position de ce dernier. Cela signifie que même si la précision finale des mesures est donnée comme centimétrique, il ne faut pas prendre ce résultat pour argent comptant. Avec le PPK, il est possible de vérifier que les solutions directes et inverses convergent, ou dans quelle mesure elles divergent (ce n'est certes pas la panacée, mais c'est mieux que rien).

Quoi qu'il en soit, les points d'amer restent la meilleure garantie d'une solution précise. Ensuite, tout dépend de la précision demandée. Si quelques décimètres suffisent, alors un GPS augmenté conviendra parfaitement.

D'après :

<https://www.altavian.com/knowledge-base/use-ppk-drone-not-rtk>

Voir aussi : <https://pix4d.com/rtk-ppk-drones-gcp-comparison>



Avec le temps, les technologies de transport des informations ayant évolué, la solution *cloud* a connu un regain d'intérêt et aujourd'hui les deux solutions sont proposées simultanément.

C'est d'ailleurs aussi le cas chez *Delair*, qui depuis 2017 a conclu un accord avec le fondeur américain *Intel* pour promouvoir l'utilisation du *cloud* dans le domaine du traitement des images photogrammétriques. « *Intel* cherche à évoluer au-delà du simple marché de la vente de microprocesseurs, dont les ventes se sont fortement ralenties. L'Américain a donc eu l'idée d'investir dans un marché jeune et prometteur comme celui des drones, mais sa spécialité est plutôt dans le traitement et le stockage, pas dans la fabrication de matériel. C'est la raison pour laquelle le fondeur a souhaité nouer une relation stratégique avec nous, autour des enjeux du "cloud" comme la gestion de téraoctets de données, la sécurité, la montée en charge, et la disponibilité 24/24. »

« Avec les améliorations technologiques, poursuit *Nikoleta Guetcheva*, une nouvelle version *cloud* a été écrite et commercialisée. Nous avons donc, d'une part, un client lourd très complet avec des fonctions avancées, et un client léger, simplifié, ergonomique et accessible même aux débutants. »

Applications

Une des applications parmi les plus courantes des drones est la surveillance d'ouvrage, particulièrement linéaire comme les oléoducs, gazoducs ou, plus couramment, les lignes à haute tension. « Les essais que nous avons faits avec RTE, en partenariat avec la DGAC, comprenaient deux vols de cinquante kilomètres chacun, destinés à vérifier la faisabilité et la fiabilité des vols BVLoS. Ils ont donné des résultats parfaitement concluants », se félicite *Thierry Nicholls*. Pourquoi opter pour un drone plutôt qu'un hélicoptère ? « Naturellement, les hélicoptères

sont plus performants, volent plus longtemps, sont plus stables surtout en cas de grand vent et emportent une charge utile plus lourde. Mais ils sont aussi très bruyants, très polluants, et surtout, dans le cas de lignes à haute tension, impossible à approcher de très près pour des raisons de sécurité évidentes. Enfin, faire voler un hélicoptère coûte cher et ne peut se décider du jour au lendemain. Les drones sont beaucoup plus réactifs. »

Toujours dans le domaine de la surveillance, les exploitants de carrière font un usage immodéré des drones pour évaluer les volumes extraits et les réserves disponibles : « Les applications minières, parfois au travers des géomètres qui agissent en tant que prestataires de services, sont l'un des marchés majeurs de *Pix4D*, continue *Nikoleta Guetcheva*. Les outils de mesure topographique et d'analyses dérivées, comme l'estimation des volumes, font partie des fonctions essentielles du logiciel, que tous les clients demandent. » « Cet engouement va de pair avec l'évolution des outils de traitement de la donnée, qui s'automatise de plus en plus. Sans outil de traitement, pas de calcul de cubature, donc pas d'intérêt pour les exploitants. Les deux avancent de concert », explique *Thierry Nicholls*.

Un autre marché, celui de la cartographie, présente un potentiel énorme. « Dans les pays occidentaux, on peut se servir de drones pour mettre à jour de l'information géographique comme les parcelles cadastrales. C'est déjà un marché important. Mais dans d'autres pays, en Afrique, par exemple, moins de 30 % de toute la propriété foncière a été levée ; le potentiel pour la photographie aérienne est énorme ! »

L'un des principaux usages des logiciels de photogrammétrie demeure le calcul de cubature dans les carrières. Document *Pix4D*.



*Les Pays-Bas sont bien connus pour leurs cultures de fleurs.
Regardez bien la couleur des champs. Du rouge, de l'orange, du jaune ?
Ce sont des tulipes ! Image : Landsat 8 / NASA / USGS*



Recevez la e-news de

Géomatique

Expert

La e-news mensuelle de **Géomatique Expert** vous propose les plus récentes actualités du monde de la géomatique : éditeurs, logiciels, manifestations, publications...

L'inscription est gratuite,
sur le site : **www.geomag.fr** n'hésitez pas !



BIM

Infrastructure c'est nous !

Groupe GEODESIAL

Logiciels métiers d'étude et de conception
Géomatique - Urbanisme - Infrastructure - BIM

COVADIS

AUTOPISTE 17

Nouveautés

Voirie et Réseaux Divers



Nouveau module réseau d'assainissement en 3D dynamique
Bibliothèque d'objets en 3D : regard, déversoir, branchement ...

Nouveaux objets 3D trottoir : bordure, caniveau et bateau

Nouvelle coupe dynamique sur nuage de points

Nouveau module projet linéaire

Technologie BIM



Évolution de la technologie objet pour le BIM

Inter-portabilité des données avec Import/Export IFC et IMX

Échange avec le logiciel Revit (Autodesk)

Création d'une maquette paysagère avec InfraWorks (Autodesk)



Topographie & DAO

Le PCRS V2 nouvelle version : évolution de la norme

Création et gestion des états parcellaires avec import SPDC

Nouvel objet parcelle paramétrable

Nouvelle fonction de dessin automatisé sur nuage de points



Projet linéaire AutoPISTE

Nouveaux Giratoires circulaires et de formes complexes

Nouveau module bretelle/échangeur

Épure de giration dynamique



GEOMEDIA SAS

Tel 02 98 46 38 39
contact@geo-media.com
www.geo-media.com