

iTowns, framework web pour la donnée géographique 3D

■ Vincent PICAUVET - Mathieu BRÉDIF - Mirela KONINI - Alexandre DEVAUX

La plateforme iTowns est un cadre de développement écrit en Javascript/WebGL. Initialement développé par le laboratoire MATIS de l'IGN, il permet la visualisation de données géospatiales dans un environnement 3D immersif et offre des outils de mesures précis sur des images et données 3D. Récemment, le cœur de l'application originale développée à l'IGN est passé à une licence de logiciel libre. La version 1.0 est la première version OpenSource, elle possède déjà de nombreuses fonctionnalités. L'utilisation de ce framework pour la visualisation des données du véhicule Stéréopolis de l'IGN est un cas d'utilisation de ses capacités.

■ MOTS-CLÉS

LiDAR, WebGL, Navigation immersive, 3D, PointCloud, Big-Data, Framework, Javascript, mesh

ne s'écarte pas trop de la trajectoire d'acquisition.

Les images acquises depuis la rue sont projetées sur des bâtiments issus d'un modèle de ville, en corrigeant la distorsion image à la volée. Le téléchargement et l'affichage du nuage de points sont synchronisés temporellement avec l'instant d'acquisition de l'image la plus proche. Ceci permet de gérer efficacement les acquisitions multiples d'une même rue en garantissant une cohérence temporelle entre les données laser et image. Il est alors possible de saisir précisément des objets ponctuels ou linéaires.

En parallèle, l'IGN a participé au projet ANR Foresee avec un démonstrateur, zForest, basé sur iTowns : il s'agissait de nuages de points LiDAR aériens pour des applications de foresterie. Le défi était alors de gérer la diffusion web, la visualisation depuis un point de vue aérien et l'affichage progressif de nuages de points volumineux, sur un fond de carte 3D issu d'un terrain modélisé par un MNT et texturé par une orthophotographie issus tous deux de services standards de webmapping.

En plus de l'immersif "street view", il est possible dans iTowns de basculer de façon continue vers un point de vue aérien. Le rendu des bâtiments passe alors à un rendu basé sur des modèles 3D texturés, type BATI-3D®, à partir d'images aériennes. iTowns a aussi servi de démonstrateur pour la visualisation d'une simulation d'inondation (crue de la

Le produit iTowns

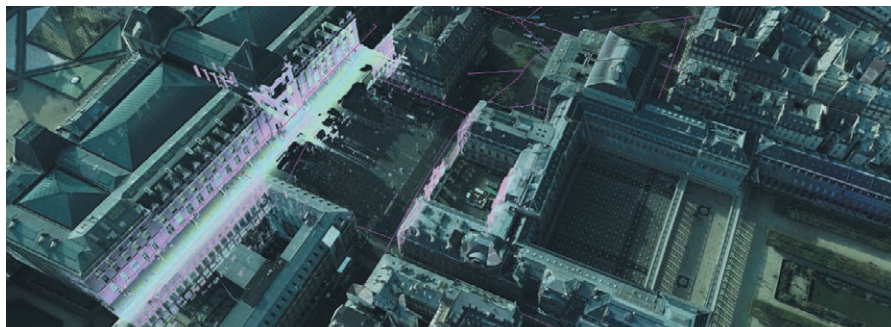
Initialement, iTowns était un projet de recherche financé par l'ANR visant à proposer un outil de navigation immersive à travers le web sur les données acquises par le véhicule de cartographie mobile Stéréopolis permettant d'acquérir de grandes quantités de données géolocalisées au moyen de divers capteurs. Ce projet, piloté par l'IGN, s'est déroulé de 2008 à 2011 et proposait une visualisation dans le navigateur par une application Flash.

Concentré sur la visualisation de résultats d'algorithmes d'extraction d'informations dans les images (détection de marquages au sol, panneaux, textes, végétations), il était possible de naviguer de panoramique en panoramique et de saisir des objets dans les images. L'affichage de nuages de points issus du LiDAR était aussi possible mais sur des zones restreintes du fait de la technologie Flash.

L'application a ensuite évolué dans le cadre du projet Terra Mobilita dont le but était de travailler à l'amélioration de la génération de cartes de précision centimétrique au niveau de la rue dans le contexte des études d'accessibilité pour les personnes à mobilité réduite (PMR). L'idée est d'utiliser la visualisation iTowns comme une dématérialisation de la rue acquise par un véhicule de cartographie mobile afin de

réaliser, à moindre coût, les études de diagnostic d'accessibilité PMR en navigant, mesurant et annotant directement depuis un navigateur web. iTowns a alors changé de support technologique pour utiliser WebGL et l'accélération graphique GPU, puis dans un second temps a subi d'importants travaux pour gérer l'affichage et l'interaction avec des données 3D volumineuses comme du LiDAR et du maillage.

Un des points de différenciation majeur d'iTowns est la liberté de la navigation. Le point de vue n'est pas restreint aux positions des prises de vue initiales, mais permet de naviguer librement entre ces points de vue. Un modèle 3D plus ou moins précis permet alors de déformer les images acquises (dont on connaît précisément la position, orientation et calibration) par une technique de rendu-basé-image. Un petit déplacement par rapport à une position acquise entraîne une déformation restreinte et les artefacts restent alors limités si l'on



Mesh texturé (BATI-3D®) et nuage de points dans iTowns.

Seine) ou de visualisation d'un itinéraire urbain dans le cadre d'un partenariat avec la société Compagnie des mobilités qui diffuse le service GéoVélo.

Tirant parti des 8 années de développements et des multiples démonstrateurs de recherche basés sur la technologie iTowns, un transfert interne à l'IGN de la recherche vers les développements a permis d'isoler une "technology preview" disposant des fonctionnalités suivantes :

- Affichage d'images orientées sur un maillage (bâtiments 3D, MNT...)
- Chargement d'emprises de bâtiment multi-polygones 2D avec hauteur et triangulation pour créer des modèles de bâtiments
- Affichage d'images panoramiques projetées sur les modèles ci-dessus
- Affichage de nuages de points (PLY...)
- Affichage de modèles 3D texturés (3DS, B3D...)
- Navigation en "click & go", rendu stéréo
- API simple de programmation

Cette "technology preview" a été déposée en *OpenSource* : c'est la version 1.0 d'iTowns. Elle s'accompagne d'un nouveau site web, et d'un jeu de données de démonstration, fourni par l'IGN sous une licence *Creative Commons*, qui peut être visualisé sur la démo en ligne (www.itowns-project.org).

En parallèle de cette version, les travaux avancent vers la version 2.0 de iTowns, dont la sortie est prévue vers la fin 2016. Cette nouvelle version est une réécriture complète du *framework*, pour repartir sur une architecture logicielle plus solide basée sur l'expérience accumulée sur iTowns 1.0. La version 2.0 vise aussi à introduire de nouvelles fonctionnalités, notamment une vue globe 3D et à offrir une architecture plus modulaire. iTowns 2.0 permet de s'affranchir des problèmes d'échelle. Sa grande force réside dans le fait de pouvoir visualiser tous types de données géospatiales, du nuage de point centimétrique au niveau de la rue à des images satellitaires couvrant le globe terrestre. Cette version gère l'accès à des données externes (e.g. API Here)

L'aspect API est particulièrement travaillé afin de permettre l'utilisa-



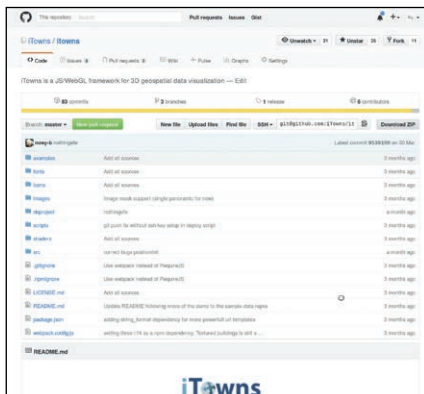
Crue de la Seine.

tion simple et rapide de l'application. Ainsi en quelques lignes de code, il est possible d'afficher les couches de données que l'on souhaite.

Outre les difficultés liées à la gestion de la précision avec une telle amplitude d'échelle, une importante partie du travail consiste à améliorer la gestion de très grands volumes de données. Un système basé sur la subdivision spatiale octree permet la gestion des milliards de points laser qui peuvent provenir de LiDAR aéroporté ou de corrélation dense à partir de photographies terrestres. De la même façon il est possible de visualiser des maillages comportant un très grand nombre de faces.

Une démarche *OpenSource*

La première version d'iTowns ayant atteint un bon degré de maturité, l'IGN a décidé de diffuser son noyau en open source. C'est une volonté de l'IGN d'accélérer la valorisation de ses résultats en recherche et développement, tant pour ses propres besoins que pour la société. Pour les développements informatiques, cette volonté s'accompagne de la promotion de solutions faisant appel à des logiciels libres pour faciliter les transferts de technologie, ainsi que sur des gratuits.



Le projet iTowns sur GitHub.

La première version de iTowns *OpenSource*, "iTowns 1.0" a été publiée en février 2016. Plus qu'un simple logiciel dont on a accès au code source, la démarche du projet iTowns est une évolution vers un autre modèle d'organisation. En publiant sous licence libre le *framework* (Licences CeCILL-B & MIT), l'IGN ouvre la voie à une nouvelle dynamique pour le projet, facilite l'utilisation de ses données et en même temps préserve son autonomie de pouvoir développer des extensions propriétaires.

Le ticket d'entrée à l'utilisation de la solution a ainsi drastiquement baissé. La disponibilité du code sur la plateforme collaborative de développement GitHub permet un accès facilité : téléchargement immédiat, accès à la documentation ouvert, données de test téléchargeables. Un tutoriel de démarrage rapide est disponible. L'accès simplifié au logiciel élargit directement le cercle des utilisateurs potentiels, ainsi que celui des contributeurs.

Car c'est la grande différence ici : le projet est désormais ouvert à des contributions externes. Chaque développeur désirant apporter des modifications au code d'iTowns peut télécharger le code source, le modifier, et proposer ces modifications en retour. Celles-ci pourront alors être intégrées dans le logiciel.

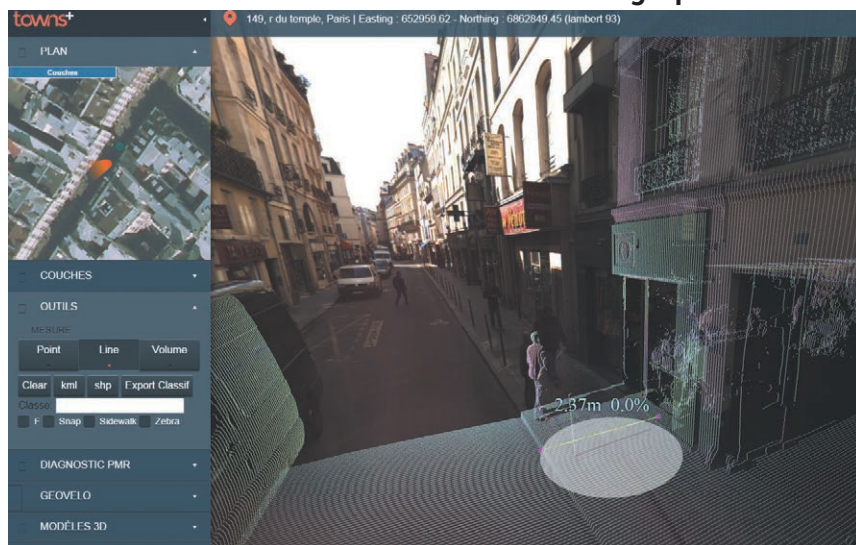
Ces contributeurs permettent la création d'une communauté autour du logiciel. Le projet iTowns est aujourd'hui une organisation informelle avec un *Project Steering Committee* évolutif, constituée des chercheurs et des développeurs de l'IGN, mais également de développeurs externes, notamment des sociétés Oslandia et AtoICD. Ces deux entreprises sont des acteurs économiques des SIG *OpenSource*, et à ce titre contribuent activement à l'amélioration d'iTowns.

Cette collaboration entre l'Institut et des structures privées est une conséquence directe du changement de modèle, et permet d'enclencher un cercle vertueux, à la fois financier et technique.

Aussi bien l'IGN que ces acteurs privés - et d'autres à venir - peuvent proposer des services autour de iTowns,



Visualisation immersive de données de cartographie mobile



Vue immersive et mesure précise sur données LiDAR.

Le premier cas d'utilisation d'iTowns a été la visualisation de données de cartographie mobiles (*mobile mapping*) issues du véhicule Stereopolis de l'IGN. Ce véhicule modulaire peut être reconfiguré avec différents types de capteurs : dispositif de géoréférencement direct de précision, laser à une (RIEGL) ou plusieurs fibres (Velodyne), tête panoramique, bases stéréo vers l'avant et vers l'arrière, caméras thermiques...). Nous nous intéressons ici à l'utilisation des images de la tête panoramique pour une navigation immersive dans iTowns. A l'aide de la trajectoire post-traitée du véhicule et grâce à la synchronisation des capteurs, il est possible de connaître la position et l'orientation du véhicule à chaque prise de vue. La calibration intrinsèque et extrinsèque de chacune des caméras de la tête panoramique par rapport au véhicule permet alors de connaître la géométrie d'acquisition de chaque image, c'est-à-dire la correspondance entre chaque pixel et un rayon 3D géoréférencé issu du point de vue de la caméra. La technologie de rendu implémentée dans iTowns se base alors sur les images proches du point de vue courant pour texturer à la volée un modèle 3D : les pixels image sont projetés sur le modèle 3D suivant leur rayon 3D géoréférencé. Cette technique n'est pas limitée à une panoramique pré-assemblée mais permet de gérer des configurations plus complexes. Ainsi, la correction de la distorsion image est effectuée à la volée durant la projection, évitant ainsi un rééchantillonnage intermédiaire. Avec un déclenchement des images de la tête panoramique tous les 2 à 3 mètres, cette technique permet de se déplacer librement autour de la trajectoire avec un minimum d'artefact, y compris dans le cas où le modèle 3D est relativement imprécis (précision métrique du Référentiel à Grande Echelle de l'IGN - RGE). Les données laser peuvent être visualisées directement en tant que nuage de point ou permettre une saisie en profondeur précise et efficace. L'utilisateur saisit ainsi sur une image 2D déformée sur un modèle 3D imprécis mais la mesure 3D du clic de saisie a bien la précision du levé LiDAR !

confrontant le logiciel aux besoins du marché, et générer de l'activité économique. Formation, support, assistance, développement, le business model classique des ENL (Entreprise Numérique Libre) est désormais rodé. Cette offre économique permet aux partenaires premièrement d'adapter l'évolution de la solution aux besoins industriels du marché, et ensuite de contribuer à son évolution, soit en R&D autofinancée, soit en développant des fonctionnalités demandées directement par leurs clients. Des projets industriels innovants basés sur iTowns,

avec des problématiques de recherche pointues, pourront associer l'IGN et certains de ses partenaires. D'un autre côté, Oslandia et AtoICD apportent aussi les notions d'industrialisation et de qualité logicielle, qui renforcent l'outil et autorisent son exploitation dans des applications critiques. Le projet iTowns bénéficie donc des apports à la fois de la recherche et de l'industrie, de façon complémentaire. La collaboration ouverte amène une rapidité des développements propre aux communautés *OpenSource*, accélérant l'innovation.

Cette efficacité se ressent également dans la création d'un référentiel commun de développement : les outils utilisés et les pratiques de l'*Open-Source* renforcent la qualité logicielle et augmentent l'efficacité.

Cette collaboration en ligne a cependant ses limites, car certaines tâches sont mieux réalisées lors de rencontres physiques. Le projet iTowns organise donc des "code sprint", réunions physiques de développeurs pendant plusieurs jours, pour aborder les points stratégiques et les sujets de fond, en plus de l'avancement purement technique.

Le premier code sprint a eu lieu début 2016 et accueilli par IGNfab, l'accélérateur de projets de géoservices mis en place par l'IGN. Il a permis de préparer la sortie de la première version. Le second aura lieu en juillet.

C'est donc un renforcement de sa dynamique de développement que vit actuellement le projet.

Perspectives pour Oslandia

Les perspectives économiques sont également bonnes, puisqu'Oslandia propose déjà des formations iTowns et a des perspectives de projets 3D avec iTowns pour ses clients.

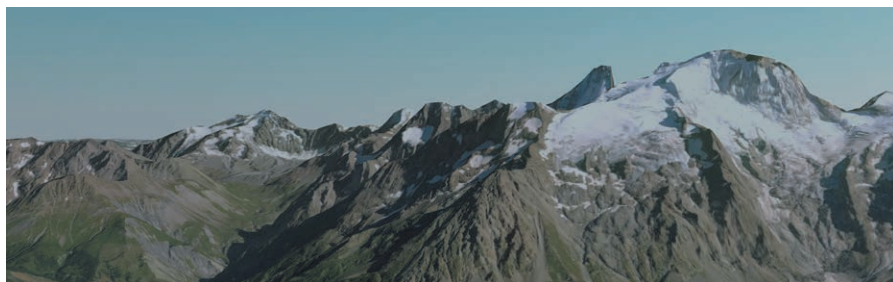
Le marché de la visualisation de données 3D sur le web va continuer à croître avec la banalisation du *mobile mapping*, des données issues de drones, de LiDAR ou *Structure from Motion*, la convergence BIM-SIG... Le moment est bienvenu pour iTowns, et tant ses capacités techniques, que son organisation et son modèle *OpenSource* devraient lui faire occuper une bonne place dans les infrastructures de gestion de données 3D.

Perspectives pour l'IGN

■ Des perspectives d'intégration au Géoportail et de nouveaux services

Au vu des fonctionnalités d'iTowns, il est naturel pour l'IGN d'industrialiser cette solution afin d'en faire, à terme, le moteur de visualisation 3D du Géoportail. La version industrialisée de iTowns v2.0, réalisée conjointement par les équipes de recherche et





MNT en vue globe



de développement apportera, en plus de la vision globe de nouvelles fonctionnalités : l'affichage des données KML, gITF, JSON, l'intégration de flux externes des données IGN, la visualisation détaillée de très grands volumes de nuages de points avec l'intégration de Potree, la visualisation des maillages texturés Bati3D et du maillage fin issu du Stéréopolis etc.

Grâce à ses fonctionnalités iTowns v2.0 sera utilisé aussi bien par les professionnels que par le grand public dans le cadre du Géoportail.

En parallèle, l'IGN développe des services autour d'iTowns afin de répondre au mieux aux besoins et aux évolutions de projets au sein de l'IGN et à ceux de ses partenaires et clients, notamment via IGNfab dans sa mission d'accélérateur de projets et services innovants. Pour faciliter l'utilisation d'iTowns, l'IGN proposera des formations dédiées aux professionnels, aux étudiants et aux utilisateurs.

■ Une plateforme de recherche

Le transfert interne à l'IGN de la recherche vers les développements et externe avec la mise en *Open Source* va permettre aux laboratoires de l'IGN de se baser sur une plateforme iTowns plus mature, mieux documentée et plus interopérable, afin de se recentrer sur les réels verrous technologiques inhérents à la visualisation de données géospatiales sur le web.

Des recherches plus ou moins finalisées sont ainsi en cours ou débutent sur divers axes :

- Le passage à l'échelle avec gestion des niveaux de détail pour un rendu fluide et optimisé de nuages de points laser ou de maillages
- La visualisation de données géospatiales (LiDAR, images, modèles 3D...)



Données Géoportail et simulation de crue

présentant une localisation, une orientation et une calibration imprécises

- Une manipulation plus libre du style de la représentation afin de l'adapter à un usage donné

La mise en *Open Source* d'iTowns permet à l'IGN de faciliter la coopération autour de cette plateforme dans le cadre de projets de recherche et d'innovation avec ses partenaires académiques ou industriels mais aussi pour l'éducation.

Conclusions et perspectives

iTowns est donc une solution innovante sur plusieurs tableaux. Techniquement, il est à la pointe de la technologie, utilisant les dernières avancées du web et de géo-visualisation. De par son organisation désormais ouverte, la dynamique est lancée pour une progression rapide. Les premières mises en application industrielles sont en cours d'implémentation, et ces références renforceront également la solidité du projet.

La sortie de la version 2.0 sera une étape déterminante pour iTowns, puisqu'elle permettra de nouveaux usages et une qualité accrue. Ce *framework* devrait être capable de fédérer même au-delà de la communauté SIG *OpenSource*, tous les acteurs de la 3D géospatiale qui visent le web comme plateforme. Il ne tient qu'à ces acteurs de rentrer dans l'écosystème, en participant en tant qu'utilisateurs, contributeurs ou

financeurs. La symbiose technique et économique entre acteurs publics et privés, rendue possible par le logiciel libre, est en place et promet un avenir rempli d'innovation pour iTowns. ●

Contacts

Vincent PICALET

vincent.picavet@oslandia.com

Mathieu BRÉDIF - mathieu.bredif@ign.fr

Mirela KONINI - mirela.konini@ign.fr

Alexandre DEVAUX - alexandre.devaux@ign.fr

<http://www.itowns-project.org>

<http://recherche.ign.fr/labos/matis/>

<http://www.oslandia.com>

Bibliographie

Q. D. Nguyen, A. Devaux, M. Brédif, N. Papanoditis. A *3D Heterogeneous Interactive Web Mapping Application*. Conférence VR 2015 IEEE Virtual Reality, Arles, France, 23-27 March 2015.

A. Devaux, N. Papanoditis, M. Brédif. A *Web-Based 3D Mapping Application using WebGL allowing Interaction with Images, Point Clouds and Models*. 20th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems (ACM SIGSPATIAL GIS 2012), Redondo Beach, CA, USA, 6-9 November 2012.

N. Papanoditis, J.-P. Papelard, B. Cannelle, A. Devaux, B. Soheilian, N. David, E. Houzay. *Stereopolis II: A multi-purpose and multi-sensor 3D mobile mapping system for street visualisation and 3D metrology*. Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection 200: 69-79, October 2012.

ABSTRACT

iTowns is a web framework written in Javascript/WebGL for geographical 3D data visualization, also allowing precise measurements. It has initially been developed at IGN in order to visualize data acquired by its Stereopolis mobile mapping vehicle: "street-view" images and ground LiDAR point clouds. It now supports much more geospatial data types : 3D models with or without textures, 2D and 3D vector data... iTowns OpenSource version 1.0 has been published in February 2016, and its development is since then an open collaboration process.