

les plénières



## Le BIM en aménagement

22 sept.  
2016

### Le BIM en aménagement

#### Introduction

Démonstrateurs de Santiago du Chili et Astana  
*Projection de deux films*

**Laurent Vigneau**, Artelia / **Marion Aubrat**, Eiffage /

#### Définitions et concepts

**Olivier Mignaud**, Ordre des géomètres experts /  
**Julien Soula**, CSTB / **Laurent Vigneau**, Artelia /

#### Panorama des usages du BIM par les collectivités et aménageurs

autour de la concertation

**Frédéric Dot**, Dassault Système et **Alexis Mariani**, Rennes Métropole /  
**Alain Renk**, UFO /

l'aide à la décision : exemples de deux EPA

**Lucas Bourbier**, EPA de Guyane et **Stéphane Gourgaut**, Bionatics /  
**Maud Genton**, EPA de Marne la Vallée /

vers un outil de simulation intégrée

**François Monié**, ForCity et Plaine Commune /

[www.logement.gouv.fr/le-reseau-national-des-amenageurs](http://www.logement.gouv.fr/le-reseau-national-des-amenageurs)

[reseauationalamenageurs.ad.dhup.dgaln@developpement-durable.gouv.fr](mailto:reseauationalamenageurs.ad.dhup.dgaln@developpement-durable.gouv.fr)

## Séance Plénière

le 22 septembre 2016, Hôtel Hilton La Défense

### Le BIM en aménagement

La modélisation numérique représente une occasion de modernisation des pratiques de conception et gestion des ouvrages, équipements et des espaces de la ville.

Au-delà des évolutions propres à chaque discipline de l'aménagement, elle représente également une opportunité de transversalité et de continuité dans la maîtrise des projets.

- Transversalité en ce qu'elle permet à des praticiens divers de se rencontrer et d'échanger sur la base d'un support partagé ; la maquette numérique
- Continuité en ce qu'elle permet de capitaliser des informations, de la conception, en passant par la réalisation et jusqu'à la gestion des ouvrages.

L'intégration de ces outils réclame par ailleurs de forts investissements en même temps qu'il bouleverse les pratiques professionnelles.

Cette séance plénière très dense, en présentant plusieurs témoignages et expérimentations, illustre à la fois, les freins et les opportunités liés à l'usage de ces nouvelles technologies en matière d'aménagement mais donne également à voir un panorama de ce qui existe aujourd'hui.

La matinée est organisée en plusieurs séquences :

#### **Introduction :**

- Deux films sur les démonstrateurs de Santiago du Chili et d'Astana, capitale du Kazakhstan, par Laurent Vigneau (Artelia) et Marion Aubrat (Eiffage).
- Une séquence pédagogique sur les définitions et concepts par Olivier Mignaud (géomètre expert), Julien Soula (CSTB) et Laurent Vigneau (Artelia).

#### **Panorama des usages du BIM par les collectivités et les aménageurs :**

- **autour de la concertation** : collaboration Rennes Métropole et Dassault Systems avec une présentation de Frédéric Dot (Dassault Système) et Alexis Mariani (Rennes Métropole) et, les principes de la concertation assistée par le numérique avec Alain Renk (UFO)
- **l'aide à la décision : Exemples de deux EPA** : Lucas Bourbier (EPA de Guyane) et Stéphane Gourgaut (Bionatics) et, Maud Genton (EPA de Marne la Vallée)
- **vers un outil de simulation intégrée** : François Monié (ForCity) et Plaine Commune.

\*\*\*

### Films – Démonstrateurs virtuels des savoirs faire français

#### Laurent Vigneau (Artelia) & Marion Aubrat (Eiffage)

L'État français (MINEFE, fonds export) a soutenu plusieurs consortiums d'entreprises françaises pour développer des solutions intégrées autour de la ville durable dont la conception s'appuie sur

des outils numériques. **Deux projets sous forme de films** ont été diffusés illustrant des points de vue et des approches différentes avec les expériences de Santiago du Chili (Artelia, Vinci, etc.) et Astana au Kazakhstan (Eiffage). Ces projets servent à promouvoir le savoir-faire français à l'étranger mais également de démonstrateurs pour des projets français autour de la ville durable. Ceux-ci s'expriment autour de plusieurs thématiques visant à une ville plus économe en énergie, traitant ainsi le volet construction, déplacement et les services urbains.

**Pour Santiago du Chili**, l'expérimentation a été portée par les agences d'architectures Arte Charpentier et Architecture Studio, le groupe Vinci, la société Artelia et de nombreux partenaires. **L'objectif est de simuler le développement urbain d'une ville** avec des focales sur des projets urbains en tenant compte de l'existant mais en **testant des scénarios d'aménagement et leurs impacts sur le fonctionnement à terme de la ville**. Pour cela, **onze clés d'entrées ont été définies pour définir la ville durable** avec 70 indicateurs de diagnostics et de performance pour suivre l'évolution de la ville. A cela s'ajoutent des bouquets de solutions pour aider à la construction de scénarios, bouquet de solutions appréhendée comme des offres intégrées de services et de construction portées par les entreprises françaises. **Plusieurs usages de la maquette sont ainsi possibles** : diagnostic des problèmes de gestion urbaine, aide à la construction et tests de scénarios d'aménagement, évaluation de la performance des scénarios, évaluation et comparaison entre villes des indicateurs de développement durable.

**Le projet d'Astana** est porté par Eiffage, en lien avec Egis, Engie, etc. Le choix de la ville est volontaire par l'équipe française car soumis à **des écarts de température très forts permettant de mettre à l'épreuve les solutions techniques déployées (de -40°C en hiver à +40°C en été)**. La modélisation s'est faite sur l'ensemble du territoire urbain avec la possibilité de s'immerger dans 6 quartiers faisant l'objet de développement contrasté (quartier industriel, quartier nouveau avec un fort développement commercial, etc.).

Au-delà d'un simple catalogue d'offres, **ces maquettes permettent** non seulement de naviguer dans un environnement urbain complexe, mais aussi de visualiser son fonctionnement en **appréhendant de manière systémique le développement urbain**.

Ces projets illustrent cette tendance consistant à enrichir la maquette en superposant de nombreux types de données permettant de rendre compte de la nature et du fonctionnement urbain. Si la 3D est pour ce type d'opération encore rarement préexistante, et doit donc être produite à cette occasion, un important travail de récolte et de préparation concerne les données locales, ces dernières étant particulièrement hétérogènes d'une ville ou d'un territoire à l'autre. La maquette de Santiago du Chili est évaluée à 2 millions d'€.

Ainsi, chaque projet doit s'adapter aux spécificités locales et encourage la mise en place de partenariats rapprochés avec les villes faisant l'objet de ce type d'opération. Ce travail de récolte et de rapprochement des données est à lui seul une occasion de décloisonnement et d'organisation collective. La 3D permet également de mieux visualiser les projets et est un support de communication comme de concertation.

**Ces démonstrateurs ont fait l'objet de financements exceptionnels et leur reproductibilité n'est pas assurée**. Néanmoins, il existe d'autres expériences et d'autres usages du numérique.

## Définitions et concepts : BIM, échelles, propriété intellectuelle, standards, etc.

### Olivier Mignaud (Ordre des Géomètres experts)

Le BIM souvent vu comme un simple format de données est plutôt à considérer comme une incarnation de la **modernisation des processus de travail collectif**. L'acronyme peut être traduit de différentes manières : **B pour Building, I pour Information, M pouvant au choix signifier Model, Modeling ou Management**.

Ainsi, le BIM serait tout autant une manière de travailler qu'une structuration des données servant à modéliser les projets. Le BIM ne sert pas à simplement décrire en 3D un bâtiment ou un aménagement, mais va permettre de capitaliser et de structurer l'ensemble des données durant le cycle de vie du bâtiment ou du quartier.

**La maquette BIM se présente comme un centre de ressources centralisé, organisé, partageable et intuitif, visant à permettre le travail en commun et transversal.**

Le BIM est également un format spécifique, à deux titres :

- Il s'agit d'un format orienté objet. Contrairement à l'approche SIG permettant des approches par juxtaposition de thématiques, le BIM permet de rassembler différentes informations disciplinaires au sein d'objets composant le projet.
- Le BIM inclut également la notion de LOD (Level Of Detail) dont chaque niveau de précision permet de s'adapter à différentes problématiques et différentes échelles.

Pourtant, bien que le BIM puisse représenter un référentiel commun, de fortes disparités demeurent au niveau des pratiques (Géoréférencements hétérogènes, différences de précision entre disciplines et ingénieries, stockage décentralisés des données). Ainsi, bien que chaque discipline puisse être accueillie au sein du BIM, leur interopérabilité n'est pas encore avérée.

Un point d'attention porte également sur la traçabilité et la propriété des données au statut hybride, car issues d'un travail itératif et collaboratif. Ainsi **le passage d'une vision « papier » à une vision dynamique, à la fois dans le temps et dans l'espace présente une véritable révolution mais soulèvent de nombreuses questions à commencer par les questions juridiques de maîtrise d'ouvrage/maîtrise d'œuvre, de propriété intellectuelle et de pérennité des données dans le temps.**

### Julien Soula (CSTB)

Bien que le BIM focalise ici l'attention, il est rappelé qu'il constitue **essentiellement un moyen et non une finalité en soi**. L'objectif central de la maquette BIM est de pouvoir accueillir, structurer et diffuser l'ensemble des données capitalisées tout au long du projet.

Pourtant il est constaté, malgré l'exemplarité de la démarche, que la maturité et l'adhésion au BIM sont encore toute relatives. Au-delà de la modernisation des pratiques qu'il nécessite, se rajoute la nécessité d'adaptation constante au cycle d'innovation permanent du numérique. **Les solutions ne sont pas encore toutes stabilisées, pour autant il faut pouvoir se lancer**. A ce titre Mediaconstruct est une association visant à l'accompagnement des acteurs vers le BIM de telle sorte que le risque de fracture numérique soit limité.

**Le principe du BIM est bien d'investir en phase amont pour obtenir des économies globales**



en raison de l'agilité et de **l'optimisation de la maîtrise des chantiers qu'il permet. A ce titre, 5 à 6 % d'économie serait atteignables in-fine.** Il est remarqué que le BIM, pour être efficace, réclame une **constance des efforts de structuration et capitalisation des données et que seule une contractualisation est apte à les garantir.**

Tel un système de poupées russes, l'idée est bien d'avoir des emboîtements entre le système d'informations à l'échelle d'un territoire (une aire urbaine par exemple) à celui du bâtiment avec des données qui peuvent être intégrées et d'autres qui viennent en complémentarité. Le CSTB, au même titre que d'autres sociétés, développe une démarche d'aide à la conception du BIM auprès des aménageurs et des collectivités. Cette démarche est encore en développement et fait partie d'un projet de recherche et développement. Arriver à faire des simulations notamment sur la thématique de l'énergie reste encore un graal à atteindre !

Si l'investissement nécessaire réserve encore l'approche BIM aux territoires les plus fortunés et aux projets d'envergure, l'idée est bien de se servir des opérations pilotes pour rendre matures les outils de telle sorte qu'ils puissent progressivement se diffuser à l'ensemble de la profession.

## Laurent Vigneau (Artelia)

Artelia a la même histoire que le CSTB sur la maquette numérique et le BIM. Depuis plusieurs années, Artelia a investi dans le numérique en débutant par la modélisation d'un projet de barrage puis sur des bâtiments. **Aujourd'hui la question est celle de l'articulation entre les échelles, en passant des bâtiments aux réseaux, quelle que ce soit la nature de ces réseaux.** Ce changement d'échelle ne se résume pas simplement à juxtaposer des objets mais bien de les imbriquer et de les penser dans leurs interactions pour anticiper sur leurs gestions et leurs usages. L'expérience de Santiago du Chili soulève de nombreuses questions, à commencer par celle-ci : veut-on faire une modélisation ou aller plus loin en faisant des simulations ? Par ailleurs, dès lors qu'on part sur un système complexe avec un enchaînement des échelles, la question de l'interopérabilité des systèmes de données se pose.

Les échanges à l'issue de ces trois présentations montrent qu'il n'y a pas de solution encore stabilisée et formatée. Plusieurs sujets restent encore à traiter. Le développement de maquette (qu'il s'agisse uniquement de modélisation) coûte encore très cher et représente pour les équipes de maîtrise d'œuvre un investissement important. Si les marchés publics veulent imposer le BIM dans leurs appels d'offre, cela risque, dans l'état actuel des connaissances, d'introduire une distorsion de la concurrence entre les différents bureaux d'études. Aujourd'hui il n'y a pas forcément de standards communs qui permettent à la maîtrise d'ouvrage d'imposer telles ou telles normes ou encore, en fonction des livrables fournis, de s'introduire dans la maquette et d'y apporter des modifications. Quelques aménageurs se posent la question d'investir dans un outil mais l'offre sur le marché est plurielle et la compatibilité entre les différents formats pas encore assurés. Investir dans une simple visionneuse pour un aménageur constitue déjà un bon début avant d'aller plus loin.

Enfin, pour inciter au développement de telles solutions, il va falloir réaliser localement des partenariats ce qui permettra aussi de partager les frais de développement. Un parallèle est fait avec les évolutions dans le monde industriel en particulier autour de la révolution électronique dans le secteur automobile. Il a fallu près de 10 ans pour que l'ensemble de la filière s'adapte avec des recompositions des entreprises nécessaires pour intégrer ces changements de pratiques dans les métiers.

## Panorama des usages du BIM par les collectivités et leurs aménageurs

### .....autour de la concertation

#### Alexis Mariani (Rennes Métropole) Frederic Dot (Dassault Système)

Rennes s'est investi depuis 1999 dans la visualisation 3D en partenariat avec la société Archividéo. L'idée initiale était de pouvoir modéliser la ville d'abord sur sa partie visible puis progressivement **en intégrant la dimension réseaux en sous-sols**. Avec le rachat de cette société par Dassault, l'enjeu est **d'évoluer de la visualisation 3D vers un outil de réflexion urbaine**, notamment en lui ajoutant la profondeur apportée par le BIM, pour l'émergence de pratiques collaboratives.

La constitution de cette maquette collaborative se fonde sur des principes centraux pour en faire une plate-forme d'usage des services et inciter au partage.

Tout d'abord il est souligné que dans l'approche rennaise, **l'intégralité des données récoltées et structurées reste propriété du territoire**, ce dernier étant vu comme garant pour la capitalisation et la diffusion des données au plus grand nombre. La ville a d'ailleurs lancé un Appel à manifestation d'intérêt AMI avec le pôle réseaux et images, lui permettant ainsi d'innover et d'expérimenter de manière interactive. Dassault Systeme est présent aux côtés de la collectivité sur la partie développement de logiciel et fournisseur de solutions numériques. **Les objectifs de la ville de Rennes sont de pouvoir communiquer et concerter davantage** en ayant des supports et des outils accessibles à tous, y compris à ceux qui ne prennent pas forcément la parole au sein d'un débat public.

Du point de vue technique, il s'agit d'une approche systémique de la ville cherchant à dépasser la seule accumulation d'approches disciplinaires, pour tenter de comprendre et d'extraire les interactions disciplinaires. Dans ce cas on parle de **conception corrélée, où chaque discipline, « branchée » sur la plateforme commune, pourrait connaître son influence sur les autres disciplines**.

Pour Rennes, la plateforme constituée permet de tester et de **« moderniser » des services, tel que l'instruction des permis de construire**, mais également de l'enrichir progressivement avec du calcul de performance issu de systèmes de simulation compatibles, tels que ceux dédiés au bruit ou à l'ensoleillement. Ce travail permet de simuler les règles édictées dans le règlement de PLU et d'évaluer la constructibilité d'un terrain. Il pourrait devenir un outil performant dans les cas de contentieux.

Enfin, cette plateforme est également dédiée à la concertation et permettant de visualiser de manière didactique les projets et les évolutions du territoire. Toutefois, il est **nécessaire qu'il y ait un accompagnement autour de la maquette**. La mettre en ligne ne suffit pas.... Ainsi la ville de Rennes a organisé des parcours urbains permettant de découvrir la ville, son histoire et ses lieux à travers un itinéraire signalisé et la mise à disposition de tablettes numériques. Cela permet aussi de visualiser les futurs projets et constructions.

## Alain Renk (UFO)

UFO propose un service auprès des usagers citoyens, sur tablette, pour partager et construire les projets urbains.

La réflexion de fond porte sur la manière de **concevoir collaborativement la ville**, proposant une approche impactant à la fois les pratiques de conception, mais également la nature des projets résultants.

Face aux évolutions incessantes et à l'agilité du numérique, de nouveaux modes de vivre ensemble émergent constamment, dont la mutualisation des équipements est actuellement emblématique. Face à ces rapides évolutions, évolutivité et modularité sont des objectifs pour les recompositions urbaines.

Les « communs urbains », en tant que lieu du vivre ensemble, gagnent à **expérimenter de nouveaux processus de conception collaboratifs**. Pourtant la conception collaborative est un sujet délicat en ce que la prise d'avis citoyenne et la « grogne » qu'elle peut révéler peuvent être intimidant. Comment accompagner et changer ces positionnement.

L'approche proposée est donc didactique et les nouvelles technologiques qu'elle mobilise est valorisante pour les citoyens interrogés. Par ces outils, **le citoyen est en capacité d'exprimer son ressenti et ses volontés en jouant sur des paramètres urbains (densité et hauteur du bâti, végétalisation, traitement des espaces publics, paysage) et en visualisant leurs effets sur des supports interactifs**. Les enquêtes sont réalisées in-situ de manière à aider les citoyens à se représenter le projet.

## ...l'aide à la décision

### Lucas Bourbier (EPA de Guyane) & Stéphane Gourgaut (Bionatics)

L'Etablissement Public d'Aménagement de Guyane (EPAG) assurent plusieurs missions : celles d'un Etablissement Public Foncier, d'une SAFER et enfin d'un aménageur public. La forêt représente 95 % du territoire de Guyane avec des enjeux importants de préservation. Dès lors, l'urbanisation doit se faire avec une certaine densité, dans un territoire où traditionnellement les constructions sont peu élevées. L'EPAG a également en charge le développement de deux grandes opérations avec la ZAC de Soula (10 000 habitants à terme) et la ZAC Hibiscus au cœur de Cayenne. Ces deux projets majeurs ont motivé l'investissement de l'EPAG dans un outil de modélisation numérique pour faciliter les démarches de communication mais aussi d'aider à la décision dès lors que l'on pouvait visualiser l'empreinte des futurs projets de construction.

**Si une démarche BIM totalement intégrée peut réclamer de forts investissements initiaux**, des démarches plus légères peuvent être aussi envisagées. **Le choix s'est porté sur une démarche de valorisation des données en 2D puis en 3D**. L'objectif affiché est de promouvoir les données locales, de partager les usages et d'améliorer collectivement les prises de décision.

**Le socle 3D n'est produit à partir de relevé in-situ mais à partir de l'interprétation des données IGN pré-existantes**. En effet, la base de données des bâtiments de l'IGN figure l'emprise au sol et la hauteur de ces derniers, informations suffisant à générer des volumes 3D ébauchant à moindre coût une modélisation des espaces bâtis. A ce socle sont ensuite intégrés des référentiels métiers, dont différents documents d'urbanisme (PPRI, PLU notamment).

La démarche se veut autonome et économique. Elle est évaluée à seulement 40 000€ sur deux ans. La maquette permet d'accueillir facilement des maquettes de projets réalisées sur des outils

de modélisation accessibles, tel que SketchUp. L'accompagnement de Bionatics s'est traduit par la fourniture du logiciel et un appui à la conception initiale de la maquette. Par la suite, ce sont les chargés d'opération de l'EPAG qui entrent eux-mêmes les données dans la maquette. Bionatics assure une hotline pour les difficultés rencontrées. Le rendu reste néanmoins très basique, **il s'agit pas de modéliser les bâtiments réels mais leurs enveloppes**. Le système permet également de stocker de nombreuses données qui sont ensuite mobilisées selon les usages souhaités.

## Maud Genton (EPA de Marne la Vallée)

En lien avec le CSTB et la ville de Marne-la-Vallée, l'EPAMARNE a développé **un serious game pour concerter avec la population en vue de l'aménagement d'un parc de 16 hectares**. Les participants disposent d'un crédit « équipements publics » à consommer en implantant une sélection d'équipements dans différents endroits du parc. Autour du projet ainsi conçu s'engage une discussion entre les participants sur leurs choix et leurs attentes.

**Le BIM est aussi testé à l'occasion de la réalisation d'un projet de 30 logements**. L'idée, à terme est de généraliser le recours au BIM pour avoir des données sur les bâtiments ainsi conçus mais aussi des données sur les réseaux et les espaces publics dans l'optique de faire des simulations sur le quartier.

La maquette numérique vise ainsi à l'amélioration de la communication, de la décision, de la conception et de la diffusion et s'intègre dans un projet plus global à l'échelle de l'établissement public d'aménagement visant à mieux travailler en transversalité et considérer le développement urbain dans une approche systémique. Elle participe ainsi à la mise en relation des différents services et métiers de l'établissement. Cependant, **pour bien appréhender le BIM, les agents doivent avoir des pré-requis. Dès lors une formation continue a été mise en place**, de manière à permettre une convergence effective vers ces nouveaux outils.

En accompagnement, le système d'information géographique de l'EPA propose à la fois des données foncières, un observatoire et des données environnementales. L'intégration des données nationales (IGN, INSEE, Etc.) est en cours et devrait s'étendre aux données locales. A partir de ces données centralisées de nombreux services peuvent être déployés dont notamment, ceux entrant dans le champ de la « Smart city ». Cependant, en absence de cadre stabilisé, se pose la question des outils permettant de partager ces approches.

Par ailleurs, les services de l'Etat et des collectivités territoriales ne sont pas/peu équipés pour le BIM. De fait, l'incitation faite par EPAMARNE de commercialisation 2/3 des logements en BIM (sur les 2 000 logements commercialisés par an) connaît **un frein, car les services instructeurs sont dans l'incapacité actuelle de traiter directement ces dossiers sous un format numérique**. Un travail est à engager avec les services de l'État et les collectivités pour mieux s'approprier ses outils et ses données.

## *....vers un outil de simulation intégrée*

### François Monié (ForCity) et (Plaine Commune)

ForCity est une start-up lyonnaise créée en janvier 2014, regroupant différentes disciplines et expertises. Elle met ses compétences au service des collectivités et de leurs partenaires pour les accompagner dans des projets de modélisation et de simulation urbaines, à des degrés de



complexité divers et une intégration variée des thématiques. **L'approche collaborative constitue un socle fondateur de la démarche, pour éviter l'émiettement de la donnée et pour inciter à une vision partagée du territoire, la maquette n'étant qu'un support.**

**La plateforme R'City dédiée à la mobilité sur le territoire de Plaine Commune** (Ile-de-France) illustre l'esprit dans lequel évolue ForCity. Un travail de collecte de la donnée a d'abord été nécessaire en amont pour mettre en interaction les données transports (transports collectifs de la RATP mais aussi données de trafic routier) et des données urbaines (réseaux, implantation de nouveaux bâtiments, etc.). **Elle se fonde sur l'exploitation d'une maquette 4D, la quatrième dimension, le temps**, correspondant à l'aptitude en simulation dynamique de trafic. Chaque collaborateur a un accès à la plateforme qui lui permet d'ajouter des données mais aussi d'effectuer des scénarios. Ceci permet notamment de tester l'impact d'un plan de déplacement d'entreprise sur la mobilité, en particulier aux heures de points où la situation est tendue sur le secteur et de partager au sein de la communauté les différents scénarios et mesures correctives.

Cette approche, illustre un des fondements de l'intérêt de la modélisation numérique, où **une base de connaissance, intégrant une maquette, est interfacée avec un outil de simulation** exploitant les données de la base de connaissance pour évaluer la performance dans telle ou telle discipline, évaluation pouvant à son tour alimenter la base de connaissance et la finesse de modélisation du territoire. La 3D n'est pas une obligation et facilite grandement les rendus lors des réunions de concertation et d'information. Certaines simulations sont désormais intégrées aux études d'impacts.

\*\*\*

Cette séance d'une grande richesse illustre la pertinence des approches intégrées visant à la maîtrise du projet de bout en bout, **de la conception à la gestion, tout en facilitant le travail collaboratif**, que ce soit entre les différentes disciplines de l'aménagement, mais également entre maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvres et usagers. Néanmoins, la migration vers ses outils et méthodes nécessitent un fort investissement initial, alors que les perspectives de valorisation et d'économie sont encore à définir.

Enfin, le BIM peut constituer un des piliers pour une nouvelle façon de concevoir, dite de « conception corrélée », permettant de mieux cerner les interactions entre disciplines et composantes des projets, l'objectif étant l'émergence de transversalités opérationnelles fondées sur l'aide à la conception multicritère.