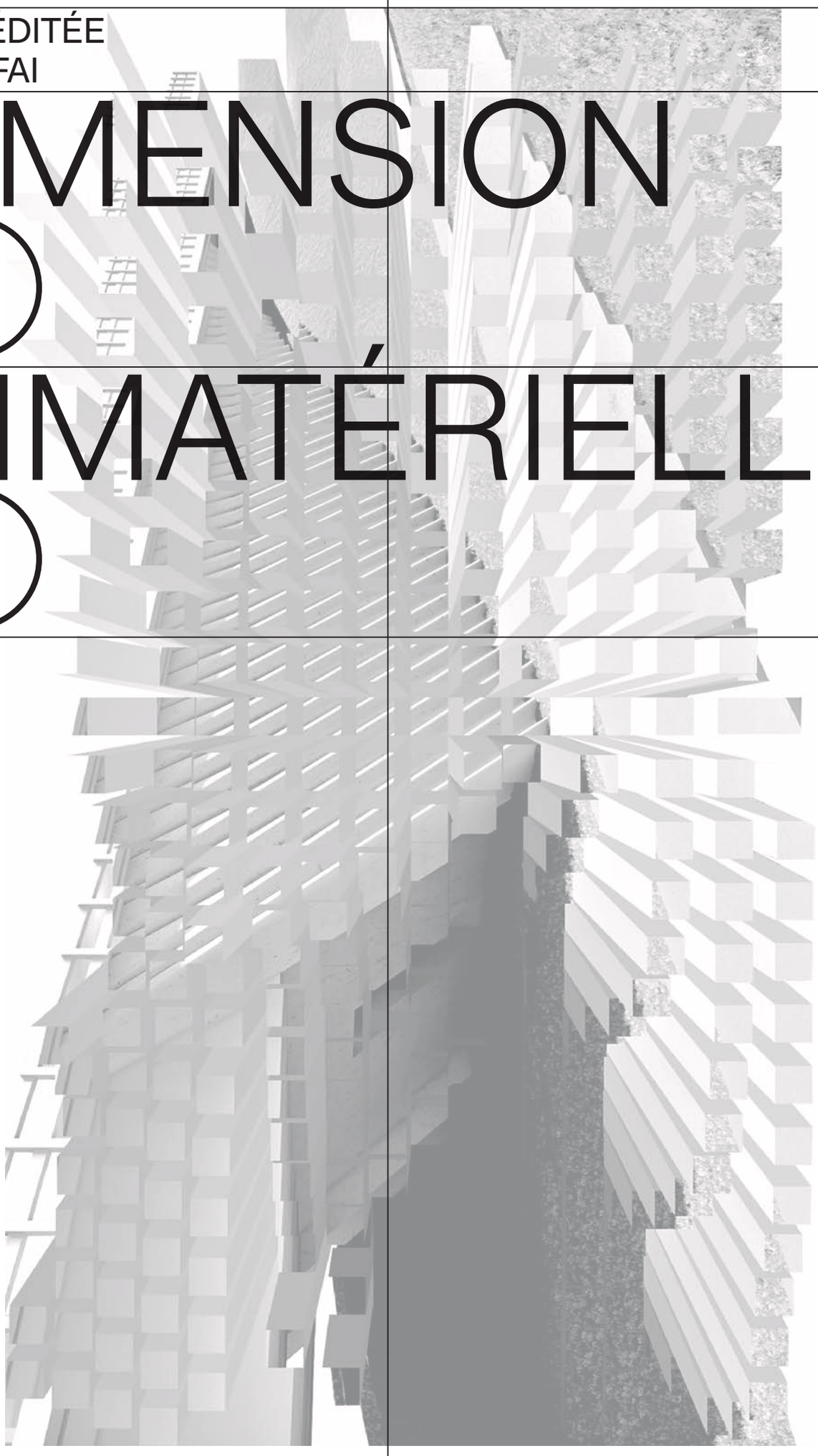
INTERFACE DÉC. 21 34

REVUE ÉDITÉE
PAR LA FAI

DIMENSION(S) IMMATÉRIELLE(S)



RÉALITÉ(S) ?

PHILIPPE MEIER
ARCHITECTE EPFL FAS SIA,
PRÉSIDENT DE LA FAI,
PROFESSEUR À L'HEPIA
© federal.li

Au XIX[e] siècle, alors que les monarchies s'effondraient les unes après les autres sous la pression de la démocratie naissante, apparurent dans le paysage littéraire les premiers romans réalistes. Grâce à un usage précis de mots, les auteurs tentèrent de retranscrire une vision sans filtre et la plus précise possible de leur société en mutation. Si Honoré de Balzac, Gustave Flaubert ou Émile Zola ont fait figure de pionniers, la volonté de représenter le réel — celui de nos relations et celui qui les abrite — est progressivement devenu un enjeu prépondérant, s'accentuant depuis la fin du second conflit mondial jusqu'à se (dé)matérialiser aujourd'hui en milliards de métadonnées défilant sur nos écrans plats.

Le temps de la gestion des informations ne fait que commencer. Dans le domaine du territoire, la mise à disposition de modèles en trois dimensions pour le bien public, aspirant à être des jumeaux numériques du territoire construit, soulève des interrogations complexes auxquelles nous n'avons pas toutes les réponses. L'aspiration vertueuse de l'économie collaborative numérique a clairement montré son potentiel de dérive à l'heure où les GAFAM dominent notre quotidien. Le philosophe Luc Ferry en a dénoncé l'usage débridé lorsqu'il est non contrôlé par une instance étatique, sous peine d'aboutir à « l'ubérisation du monde[1] », pour reprendre sa célèbre formule. Il s'agit de prendre la mesure à la fois d'une forme d'ouverture des marchés à l'individu (à ne pas confondre avec une démocratisation) et, dans le même temps, d'une concentration du pouvoir économique entre les mains d'une poignée d'entités surpuissantes.

Au sein de nos professions dont la raison d'être est *in fine* la conception et la réalisation d'espaces concrets que l'on habite, de matières que l'on touche et de lumières que l'on perçoit, quelle place devons ou pouvons-nous réellement accorder à l'abstrait système binaire ? Comment ne pas être fasciné·e·s par ces possibles capables de nous entraîner dans des mondes « presque vrais », inimaginables il y a encore une trentaine d'années ?

Si la virtualisation numérique du réel s'impose de plus en plus dans nos métiers, devons-nous la saluer comme un immense champ de possibles ou être inquiet·e·s vis-à-vis d'un futur où nous serions captif·ve·s d'un mirage binaire duquel l'humain et la complexité du monde seraient absents ?

Interface aborde le sujet avec transparence pour tenter de déceler comment ce besoin de représentation du réel, si cher aux romanciers du XIX[e] siècle, investit notre quotidien.

PHILIPPE MEIER, PRÉSIDENT DE LA FAI

1. Luc Ferry, *La Révolution transhumaniste. Comment la technomédecine et l'ubérisation du monde vont bouleverser nos vies*, Paris, Plon, 2016.

05

OUTILS ANALOGIQUES ET NUMÉRIQUES. Pour une coexistence des outils numériques et du dessin à la main

14

UNE APPROCHE DES SOLUTIONS CONSTRUCTIVES DU FUTUR. La construction sans coffrage, sans ciment, grâce à l'impression 3D en béton projeté

04 DOSSIER
05 > *Outils analogiques et numériques* par Luis Burriel Bielza
10 > *Paysages robotisés: vers un nouvel équilibre* par Ilmar Hurkxkens
14 > *Une approche des solutions constructives du futur* par Agnès Petit
20 > *Genève, territoire numérique* par Laurent Niggeler
24 > Entretien avec Bernard Cache, directeur du laboratoire des cultures numériques du projet architectural, EPFL

28 BRÈVES
> AGG > SIA > FAI/CAU > AGA > FAI > FAS GE
30 > LIRE *Ensembles urbains Genève*
> VOIR *Open House*
31 FOCUS > *To BIM, or not to BIM*

Éditeur : FAI Fédération des associations d'architectes et d'ingénieurs de Genève
c/o FER Genève
Rue de St-Jean 98
Case postale 5278
1211 Genève 11

Directeur de publication : Philippe Meier
Commission promotion et communication : Raphaël Nussbaumer (président), Didier Collin, Frédéric Wasser, Jean-Paul Jaccaud, Philippe Meier, Olivier Mesple et Lorenzo Lelli. Coordination éditoriale et relecture : Eveline Notter

Rédacteur·trice·s n° 34 : Luis Burriel Bielza, Ilmar Hurkxkens, Ariane Delacampagne (traduction), Agnès Petit, Laurent Niggeler, Philippe Meier, Raphaël, Nussbaumer, Béatrice Manzoni (CAU), Eveline Notter, Jean-Paul Jaccaud et les représentant·e·s des associations et commissions

Graphisme : Silvia Francia, atelier blvdr

Couverture : extrusion du pont de Chésalles, Fribourg

Impression : Atar Roto Presse SA
Papier : Genesis, 100% vieux papier recyclé « ange bleu » sans azurants
Tirage : 2000 exempl.
Parution : deux fois par an

Abonnement : interface@fai-ge.ch
Le magazine *Interface* est adressé à tous et à toutes les adhérent·e·s de la FAI. Il peut refléter des divergences de points de vue au sein de la FAI

Conseil FAI : Philippe Meier, architecte FAS (président), Vincent Bujard, ingénieur civil AGI (vice-président), Nadine Couderq, géomètre (past-présidente), François Baud, architecte SIA (trésorier), Samuel Dunant, AGG, Laurent Gaille, FAS, Christian Haller, AGG, Jean-Paul Jaccaud, FAS, Olivier Mesple, AGA, Fanny Novoa-Gilliéron, AGI, Alberto Pedulla, AGI, Carmelo Stendardo, AGA, Frédéric Wasser, SIA et Carlo Zumbino, SIA

Associations, commissions, archives, et informations sur le site de la FAI : fai-ge.ch

Associations constitutives et membres de la FAI :

AGA Association genevoise d'architectes
AGG Association genevoise des géomètres
AGI Association genevoise des ingénieurs
FAS Fédération des architectes suisses, section Genève
SIA Société suisse des ingénieurs et des architectes, section Genève

OUTILS ANALOGIQUES ET NUMÉRIQUES

L'ALLIANCE NÉCESSAIRE POUR DÉCORTIQUER UNE RÉALITÉ PROTÉIFORME

LUIS BURRIEL BIELZA ARCHITECTE, MAÎTRE DE CONFÉRENCES À L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE (ENSA), PARIS-BELLEVILLE

DESSINS: © LUIS BURRIEL BIELZA

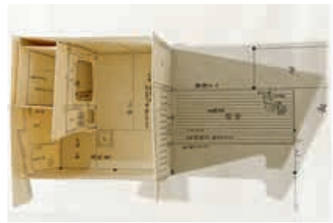
Pleinement inscrits dans ce que l'on appelle la quatrième révolution industrielle, les outils issus de la transformation digitale (qu'il s'agisse d'équipes informatiques ou de logiciels) ont permis de réduire de façon exponentielle l'écart entre les étapes de conception et de réalisation. Plus encore, ils ont élargi la période soumise au contrôle en intégrant les données propres au cycle de vie d'un bâtiment. La modélisation spatiale en 3D a été complétée par la modélisation des informations d'un ouvrage bâti, le BIM (Building information modeling), et sa transposition en une maquette numérique. Si la conception architecturale a grandement évolué au XIX^{e} et au XX^{e} siècles grâce aux nouvelles techniques constructives et aux matériaux, ce sont aujourd'hui les outils de contrôle de l'espace et de gestion des données qui prennent le relais. Prévoir leur influence sur l'architecture s'avère difficile étant donné que le numérique touche à tout, y compris à l'écart entre le monde abstrait des idées, celui de la formalisation et celui de la mise en œuvre.

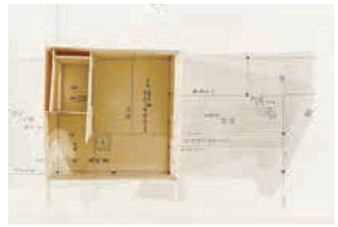
Au regard de l'évolution des enjeux financiers, politiques, sociaux et réglementaires, l'architecte a été contraint·e de s'entourer d'autres professionnel·le·s. Par sa capacité à intégrer quantité de données et d'acteur·trice·s autour d'un même modèle numérique, le BIM est devenu un outil indispensable pour tout projet d'envergure. À la complexité croissante répond une spécialisation accrue des bureaux d'architecture, difficile à concilier avec la formation initiale des écoles dont l'objectif premier est de fournir un socle commun de fondamentaux à partir desquels chaque étudiant·e peut évoluer et tracer son chemin. En outre, je suis convaincu que grâce à ces conditions idéales, éloignées du marché, une école d'architecture est surtout un laboratoire voué à l'expérimentation et à la recherche, un lieu de discussion et de débat, dont la visée pourrait justement consister à remettre en question le marché, à chaque fois plus formaté.

Dans le milieu académique, l'introduction progressive de l'informatique fait débat depuis des années, alors que les étudiant·e·s demandent aujourd'hui à

1. Olivier Meystre, *Images de microcosmes flottants. Nouvelles figurations architecturales japonaises*, Zurich, Park Books, 2017.
2. Andrew Barrie, « Okoshi-ezu: Speculations on thinness », *Interstices: Journal of Architecture and Related Arts*, n° 11, novembre 2010, p. 62–71.

OFFICE (Kersten Geers et David Van Severen), Bibliothèque publique de Laethem-Saint-Martin (Belgique), 2017 © Office KGDVS, DR

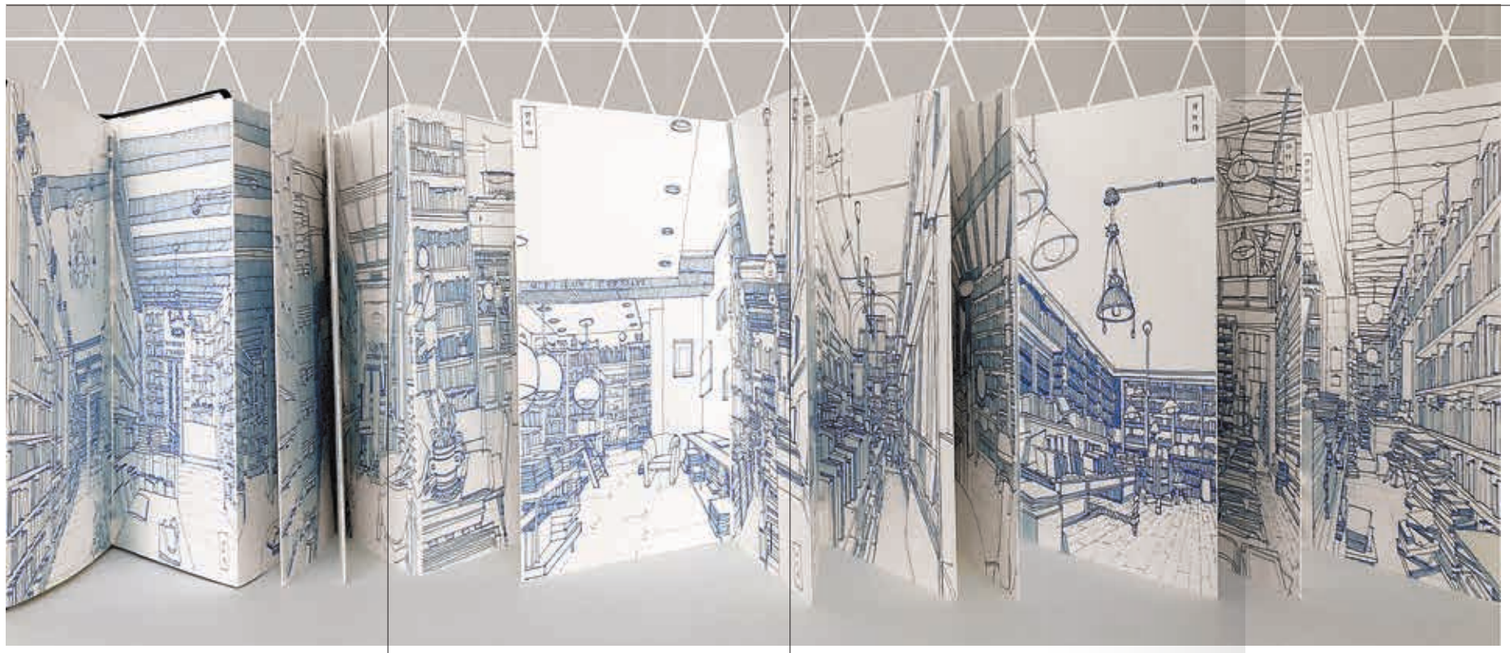




Sutemi Horiguchi (éd.), *Chashitsu okoshiezu* (Recueil de plans de pavillons de thé en trois dimensions), Tokyo, Bokusui shobō, vol. 3, 1963.

réduire l'écart entre écoles et bureaux au service d'une formation dite « professionnalisante ». Cette tendance s'est traduite par le passage progressif du dessin à la main au dessin assisté par ordinateur et de celui-ci au BIM. Malheureusement, cette évolution semble remettre en question les techniques précédentes, jugées parfois obsolètes ou inadéquates à la pratique, alors qu'elle ne fait que mettre à disposition des futur·e·s architectes une pluralité d'outils. Or ces derniers devraient coexister, chaque outil jouant un rôle précis selon sa pertinence par rapport aux questions traitées et au niveau de définition nécessaire lors des différentes étapes du projet.

Essayons donc d'approfondir cette dernière hypothèse qui est certes plus productive et enrichissante que celle qui voudrait faire de la coexistence d'outils une simple opposition ou une substitution progressive. En matière de conception, dessiner est une action complexe. Il s'agit de franchir un seuil qui sépare un espace mental, celui de la réflexion autour d'une problématique abstraite et conceptuelle, et un autre, celui de sa mise en forme, de son existence soumise à un dimensionnement spécifique. Les plans, les élévations et les coupes sont les outils les plus répandus dans notre discipline, à tel point qu'ils sont identifiés avec l'espace lui-même, alors qu'ils ne sont qu'une abstraction, une réduction et, plus encore, une réduction hautement codifiée. Ce sont des outils de représentation, de contrôle et de transfert d'un espace bidimensionnel vers un espace tridimensionnel pleinement constitué, dont la configuration finale est intimement liée à la technique utilisée: à main levée, à la règle, au compas et, aujourd'hui, par le biais d'un logiciel décliné selon diverses logiques. Cette codification évolue en permanence. Elle est liée à notre appréhension de l'espace qui est aussi une question sociale, politique, économique, voire géographique. Le travail d'Olivier Meystre sur la figuration des architectes japonais·e·s[1] illustre le parfait accord entre des systèmes de représentation et, surtout, de conception et la formalisation spécifique qui en découle. Ainsi, pour comprendre la spatialité du pavillon de thé, nous devrions faire le lien avec les maquettes réalisées à l'époque d'Edo (1603-1868): Okoshi-ezu[2] — littéralement



Luis Burriel Bielza, cahier leporello sur les librairies parisiennes, réalisé entre le 5 octobre 2017 et le 5 janvier 2018

le «dessin plié», outil de réflexion, de conception et de diffusion. Tout volume est constitué par la juxtaposition de ses surfaces. Il peut être complètement plié et ainsi être rangé à l'intérieur d'une simple enveloppe, aisément transportable. La décomposition d'un espace en surfaces explique le refus du dièdre et l'absence de solidité propre à cette architecture, encore plus marquée par le désalignement des fenêtres dans un angle qui découle d'un système constructif en bois, filaire et léger. J'ai initialement fait référence à la distance établie entre trois mondes: celui de l'abstraction (pensée), celui de la conception (mise en forme) et celui de la réalisation (mise en œuvre). Dans son texte *Translations from Drawing to Building* (1986), Robin Evans, qui a réfléchi à la transmutation entre dessin et bâtiment, explique: «Ayant la conviction que l'architecture et les arts visuels étaient étroitement liés, je fus bientôt frappé par ce qui semblait à l'époque l'inconvénient particulier auquel sont confrontés les architectes dans leur exercice: ils ne travaillent jamais directement avec l'objet de leur pensée, mais toujours en utilisant un support intermédiaire, qui est presque toujours le dessin[3].» Si le BIM tente de rapprocher ces trois mondes, le dessin a la capacité de les éloigner. Si le BIM tente d'intégrer tous les éléments et métadonnées au cœur d'un seul et unique modèle numérique qui ressemble le plus possible au bâtiment construit, le dessin à la main profite de cet écart, car il nous offre un territoire de liberté, hors de la portée du monde réel et de ses règles, un monde mental.

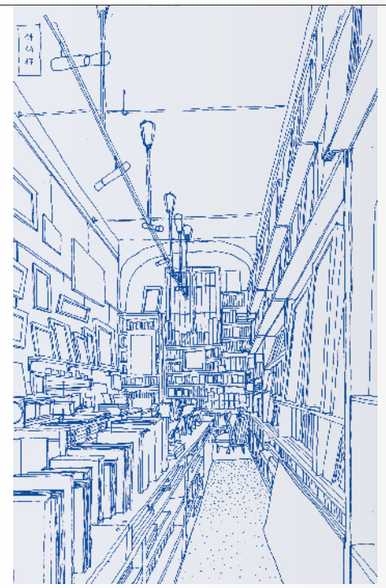
C'est dans ce décalage que l'on trouve l'attribut le plus marquant du dessin à la main: être un instrument de réduction de la réalité, car il ne peut pas la contenir dans son intégralité. Un trait en plan peut jouer des rôles extrêmement différents liés à des éléments basiques d'architecture: une cloison, un mur de refend, une porte, une fenêtre, un tissu; tous dépourvus d'une matérialité, d'un poids, d'une capacité isolante ou d'une conductivité précise. Dans cette distance, dans ce creux, il y a un potentiel pour la découverte, pour l'inattendu, pour l'inconnu, pour le détournement, précisément grâce à l'absence d'information ou de définition. L'informatique permettant aujourd'hui non seulement d'agir directement en trois dimensions, mais également d'utiliser des éléments d'architecture prédéfinis et formatés, que reste-t-il de ce vide? S'il n'y a pas de distance possible, s'il n'y a pas de place pour l'abstraction, quel est le terrain de jeu pour l'innovation? La nécessité de contrôler les coûts et d'optimiser les moyens tend à effacer la distance qui sépare le monde réel de la façon dont un système de représentation vient le codifier, celui qui donnait aussi lieu à une ambiguïté, à une pluralité de significations.

3. Robin Evans, *Translations from Drawing to Building and Other Essays*, Cambridge, The MIT Press, 1997, p. 156.

Cela est encore plus manifeste pour ce qui concerne la production d'images. Les logiciels de rendu 3D ont court-circuité le processus de mise en forme. Les perspectives hyperréalistes, à chaque fois plus présentes lors de concours, témoignent de l'appauvrissement lié à la disparition de l'espace intermédiaire de la pensée. Aucune autre codification n'est permise, le seul défi étant la reproduction la plus proche possible de la réalité. Les systèmes de représentation décalée, comme ceux du groupe Archigram ou de Superstudio, sont souvent bannis. Il n'y a toutefois pas de débat de fond sur la pertinence du système d'écriture par rapport aux enjeux, aux problématiques ou aux ambitions du projet. Pour l'exposition *L'histoire, par ailleurs: Go Hasegawa, Kersten Geers, David Van Severen* qui s'est tenue au Centre Canadien d'Architecture (CCA) en 2017, le bureau OFFICE a réfléchi au système de représentation. Les architectes Kersten Geers et David Van Severen ont été incapables de produire des images 3D et, surtout, ont «estimé que les rendus n'introduisaient pas de hiérarchie dans la manière dont une perspective vous mène à prendre une décision[4]». Il s'agissait d'une position claire concernant la différence entre des perspectives de présentation et des perspectives de travail[5].

Cette incapacité à représenter l'intégralité d'un contexte existant n'empêche pas le dessin à la main d'avoir une grande précision. Dessiner, c'est transférer une atmosphère à quatre dimensions sur un support à deux dimensions. Un certain nombre des «paramètres» de la réalité vont forcément devoir être évacués pour en privilégier d'autres. Comment opérer ce choix afin qu'il ne soit ni arbitraire ni gratuit, si ce n'est par un rapport de pertinence au regard d'une question qui est au cœur de la réalisation du dessin? L'esthétique est le résultat d'une pensée, d'une logique, d'une réflexion. Le dessin ainsi

4. Giovanna Borasi (éd.), *Besides, History: Go Hasegawa, Kersten Geers, David Van Severen*, Montréal, CCA/Koenig Books, 2018, p. 64.
5. L'entretien avec les fondateurs du bureau Dogma est en ce sens éclairant: «Paint a vulgar picture, on the relationship between images and projects in ourwork.», *El Croquis: Dogma (2002–2021)*, n° 208, 2021, p. 226.



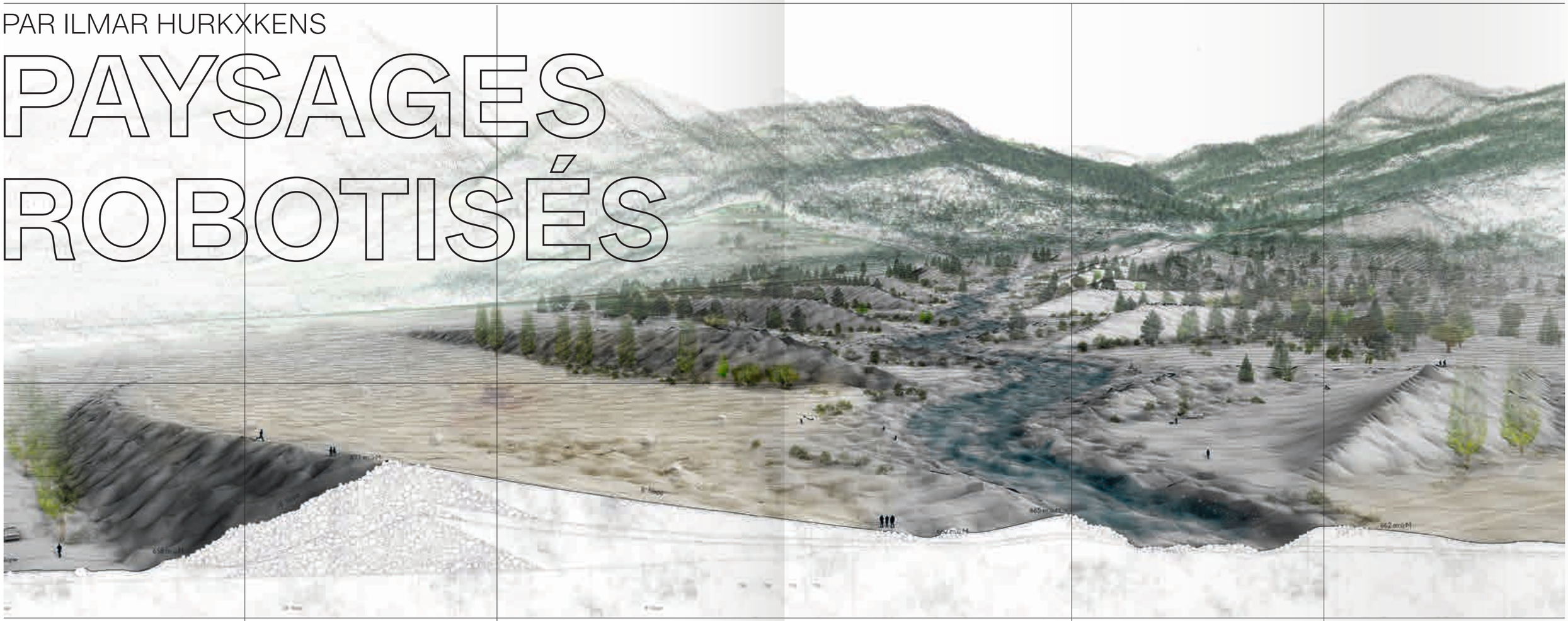
Un dessin n'est pas l'aboutissement automatisé d'un logiciel, c'est une opération intellectuelle

produit nous permet de voir autrement la réalité, d'y voir souvent plus clair, de faire émerger une dimension particulière, car le reste est effacé. L'outil, l'enjeu et le produit final sont intimement liés. Un dessin n'est pas l'aboutissement automatisé d'un logiciel, c'est une opération intellectuelle.

Il y a quelques années, je me suis lancé dans un travail de relevé dont l'objectif était de saisir les atmosphères des librairies parisiennes. J'aurais pu le faire à partir de photographies, mais j'ai opté pour le dessin. À cette fin, je me suis imposé une série de contraintes: tous les dessins ont été exécutés sur place; stylo bleu 0.38 mm; trait homogène; pas de possibilité de gommer ou d'effacer; pas de cadrage préalable au crayon; pas de couleur; pas de matériaux; pas de lumière; aucune personne; le rituel des usagères et des usagers, c'est-à-dire leur façon de s'approprier ou de venir habiter un lieu concret, est convoqué par la disposition des objets; format accordéon; chaque dessin a été réalisé de façon isolée, sans rapport avec le précédent. Une fois la totalité du cahier déployée, un autre monde devient possible. Des perspectives s'enchaînent avec des points de fuite différents, produisant un nouvel espace inattendu. Le support choisi, par une logique propre à sa constitution, permet une découverte qui détourne la logique originale de production. Le fait de travailler en séries, par itération, vise à épuiser une technique. Même si j'ai choisi de terminer cet article par l'évocation d'une série de dessins réalisés à la main, je ne cherche pas à défendre une posture romantique ou sentimentaliste. Je ne voudrais en aucune manière donner une vision alarmiste de notre avenir, ni tenter de ralentir le rythme imparable du numérique. Je souhaite faire appel à la nécessité de garder un équilibre entre tous les outils à disposition des architectes, paysagistes et ingénieur·e·s, car ils sont complémentaires. Surtout, je veux encourager les professionnel·le·s, mais aussi les écoles à repousser les limites de ces outils, à s'impliquer davantage dans la recherche et l'expérimentation. Chaque technique peut révéler des strates d'information différentes de notre contexte, car la réalité qui nous entoure est protéiforme. Elle est sujette à de multiples interprétations, certes subjectives, mais qui, enregistrées par un ensemble d'opérations et de moyens, permettent de fonder les bases d'un partage d'informations et de perceptions profitables à toutes et à tous.

PAR ILMAR HURKXKENS

PAYSAGES ROBOTISÉS



VERS UN NOUVEL ÉQUILIBRE

ILMAR HURKXKENS
ARCHITECTE, CHERCHEUR POSTDOCTORAL À LA GRAMAZIO KOHLER RESEARCH ET MAÎTRE DE CONFÉRENCES À LA CHAIRE D'ARCHITECTURE DU PAYSAGE DU PROFFESSEUR GIROT, ETH ZURICH

Ci-dessus: Une nouvelle vision du paysage sur la zone de transition de la Gürbe mettant en évidence un nouveau paysage dynamique, une topographie performante, une diversité écologique et l'intégration de zones agricoles et de loisirs.

Participation au projet et remerciements:
Les studios de recherche Robotic Landscapes ont été développés et menés dans le cadre d'une collaboration, de 2017 à 2020, entre la chaire d'architecture du paysage du professeur Christophe Girot (instructeurs: Dr Ilmar Hurkxkens (direction), Fujan Fahmi et Benedikt Kowalewski), la chaire d'architecture et de fabrication numérique des professeurs Fabio Gramazio et Matthias Kohler (instructeurs: Dr Ammar Mirjan et Jesús Medina Ibáñez), des experts du Robotic Systems Lab (prof. Marco Hutter et Dr Dominic Jud) de l'ETH Zurich, ainsi que l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL). La recherche a été épaulée par le National Centre of Competence in Research (NCRR) Digital Fabrication. L'auteur tient à remercier les étudiant·e·s des studios de recherche Robotic Landscapes pour leur travail innovant. Les résultats sont publiés dans le livre *Robotic Landscapes. Designing the Unfinished* (Park Books, 2021).

Toutes les images sont soumises aux droits d'auteur des collaborateur·trice·s et des étudiant·e·s de la chaire d'architecture du paysage, du professeur Christophe Girot et de la Gramazio Kohler Research.

TEXTE TRADUIT DE L'ANGLAIS PAR ARIANE DELACAMPAGNE

Les méthodes numériques appliquées à la construction marquent un changement par rapport aux modes de conception albertiens dénués de matérialité — pure préoccupation de l'esprit — vers un mode qui reconnaît activement les procédés de formation. Elles s'appliquent en particulier aux paysages dont les forces dynamiques modifient continuellement la composition. Les paysages sont des systèmes ouverts et non structurés qui opèrent de manière non linéaire comme un processus[1].
Les modèles paysagers numériques tridimensionnels peuvent éclairer les concepteur·trice·s sur l'évolution du matériau naturel, tandis que les techniques de construction robotisées et mobiles s'adaptent constamment à un environnement changeant. Ensemble, ils ouvrent une voie radicalement nouvelle pour concevoir et construire avec la nature, notamment du point de vue de son évolution et de sa préservation.

Dans le domaine de la conception et de la planification des paysages, il existe un profond clivage entre les modèles d'information et ceux de conception depuis l'introduction des systèmes d'information géographique et de la conception architecturale assistée par ordinateur[2]. Malgré les nombreux efforts entrepris pour combler le fossé entre ces deux approches, une relation dynamique peine à s'établir entre eux. L'introduction d'engins de terrassement robotisés mobiles réduit pourtant l'écart entre le monde de l'information, de la conception et de la construction: un lien direct est établi entre le matériel d'arpentage, les modèles de conception tridimensionnels et la fabrication. L'environnement naturel étant en constante évolution et les systèmes robotisés de terrassement suivant une approche procédurale de la construction au lieu de progresser sur une voie prédéfinie, le modèle d'information se doit d'être actualisé en temps réel. La convergence de l'information, de la conception et de la fabrication dans un contexte de conception tridimensionnelle est donc la condition préalable à la construction robotisée sur site.

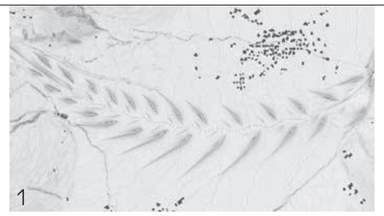
La construction avec et dans des milieux naturels peut grandement bénéficier de la méthode informatique intégrée d'arpentage, de conception et de construction. L'ampleur croissante des catastrophes naturelles induites par les changements climatiques nous fait prendre conscience de l'équilibre fragile de nos écosystèmes. Deux siècles de projets de correction des ruisseaux de montagne et des grandes rivières de Suisse ont suscité un sentiment illusoire de sécurité et de progrès. Au fil des ans, il est pourtant devenu évident que la canalisation et l'endiguement des rivières entraîneraient à terme une augmentation des inondations et une dégradation des écosystèmes naturels. On ne sait cependant toujours pas comment entretenir un paysage cultivé durable, affecté par les fluctuations climatiques qui se multiplient. La difficulté à prévoir des aléas futurs remet en question les pratiques expérimentées de terrassement et d'ingénierie fluviale. Il demeure donc délicat de prendre des mesures éclairées et d'agir avec pertinence pour régler ces problèmes. Une conception tenant compte du changement et de l'adaptabilité pourrait néanmoins offrir

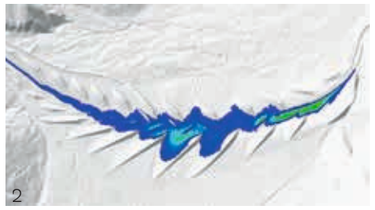
une nouvelle façon de maintenir un équilibre dynamique au point de rencontre des environnements urbains et naturels. C'est précisément dans ces paysages dynamiques qu'il devient possible de tirer profit des contextes numériques tridimensionnels et des modes de construction s'inscrivant dans le temps.

La conception et la construction dynamiques sont rendues possibles par de nombreuses innovations numériques. Les technologies de détection comme le balayage laser ou les méthodes photogrammétriques créent des ensembles de données tridimensionnelles qui permettent de découvrir une multitude de caractéristiques telles que la constitution matérielle, les liens topologiques et l'évolution des processus naturels par l'observation des conditions de leur changement. De plus, les environnements de conception numérique donnent accès aux caractéristiques des paysages et y répondent de manière dynamique. Enfin, l'avènement du matériel d'excavation robotisé mobile et à grande échelle[3] permet de modeler le terrain à l'aide de procédés de construction propres au site, capables de s'adapter aux changements du paysage. Le terrassement robotisé remet en question la compréhension linéaire traditionnelle de l'architecture du paysage, de la conception à l'exécution, et se profile comme un moyen de répondre aux défis futurs. Ces instruments d'arpentage et de fabrication ainsi que les modèles d'information tridimensionnels qui en résultent constituent des outils de description du monde naturel fondamentalement liés à la fabrication des paysages, favorisant une réponse éclairée à l'évolution des relations et des réalités matérielles entre les systèmes de paysages naturels et fabriqués.

Dans le cadre d'une collaboration interdisciplinaire unique entre la chaire d'architecture du paysage du professeur Girot, la Gramazio Kohler Research et le Robotic Systems Lab de l'ETH Zurich, des stratégies de conception évolutives visant des méthodes de construction robotisées dans des contextes dynamiques ont été élaborées[4], l'objectif étant de concevoir des méthodes topographiques innovantes capables de s'adapter au fil du temps afin d'assurer à long terme un nouvel équilibre des paysages fluviaux dynamiques.

L'une des expériences a été effectuée dans la zone de transition de la Gürbe (canton de Berne), rivière située entre la gorge du cours supérieur et la pente presque horizontale du fond de la vallée[5]. Comme le canal et les barrages de retenue ont été construits au sommet d'un cône de débris, la direction naturelle de l'écoulement s'oriente vers l'extérieur,


1


2

directement vers les terres agricoles et les villages de Mettlen et de Blumenstein situés de part et d'autre. Cette condition topologique délicate impose de diriger l'écoulement vers le cours médian. En analysant le terrain à différents endroits à l'aide de modèles de nuages de points de haute résolution, il est possible de proposer des solutions topologiques précises qui intègrent la forme globale du cône de débris tout en s'adaptant aux conditions du site. L'objectif de supprimer le canal et les barrages de retenue existants va inévitablement accentuer les processus d'érosion et de sédimentation. Nous avons estimé que 20'000 mètres cubes de sable, de gravier et de galets se sédimenteront annuellement sur le site, une seule occurrence pouvant contenir jusqu'à 100'000 mètres cubes. Au lieu de reconstruire des structures statiques en béton pour contrôler ces processus dynamiques, nous proposons une maintenance locale sous la forme de modifications stratégiques du terrain afin de diriger, en toute sécurité, les aléas futurs en aval.

Les expériences de conception n'ont pas fourni des structures paysagères définitives, mais cherché des stratégies de terrassement adaptatives pour répondre à l'érosion et à la sédimentation qui se produisent chaque année. Le résultat n'est pas une solution unique, mais une méthode de maintenance continue et adaptative. En temps réel, l'intelligence robotique observe les changements du paysage et prédit les risques possibles, avant de modifier stratégiquement la topographie pour assurer la sécurité. Ces stratégies temporelles répondent à la structure du terrain et aux volumes de

3

4

sol existants, remodelant le cours de la rivière et de ses berges en utilisant uniquement des matériaux trouvés sur place. La sélection et le placement intelligents de matériaux tels que des roches et des blocs atténuent également l'abrasion du lit de la rivière et de ses flancs. Ils apportent des solutions topographiques capables d'intégrer les processus d'érosion et de sédimentation sur de nombreuses années. En ce qui concerne les changements climatiques, il était nécessaire de reconsidérer la relation entre une rivière et son environnement pendant les saisons chaudes qui deviennent de plus en plus fréquemment des périodes sèches ayant des conséquences négatives pour la faune et la flore. Les principes de conception adaptative et les procédés de modélisation dynamique ont permis de négocier les fluctuations et les perturbations sur le site pour trouver un équilibre périodique au sein des systèmes fluviaux dynamiques.

Ces expériences de l'ETH Zurich démontrent que des infrastructures statiques telles que les canaux des rivières et les barrages peuvent être remplacées par une topographie douce faite de matériaux trouvés sur place comme le sable, le gravier et les rochers. Dans un périmètre défini, des forces robotisées servent à modifier le terrain tout en offrant des

Fig. 1
Une nouvelle topographie pour la Gürbe. Sans la canalisation de la Gürbe avec de nombreux barrages de retenue, on peut établir un nouveau paysage dynamique et ouvert dans lequel les processus d'érosion et de sédimentation sont observés et contrôlés à l'aide de stratégies de maintenance dynamiques.

Fig. 2
Coulée de débris simulée à l'aide du logiciel RAMMS du WSL montrant comment la nouvelle forme du paysage, faite de matériaux lâches ou granuleux, a la capacité de diriger et d'atténuer la survenue d'aléas.

Fig. 3
L'excavatrice robotisée entièrement autonome HEAP, élaborée par le Robotic Systems Lab de l'ETH Zurich, crée un remblai de forme libre à l'aide du sol sur la base d'un modèle dynamique tridimensionnel.

Fig. 4
Modèle tridimensionnel de nuages de points du lit de la Gürbe permettant des procédés numériques de conception et de construction.

1. Tim Ingold, « The Textility of Making », *Cambridge Journal of Economics*, vol. 34, n° 1, 1er janvier 2010, p. 91-102.
2. Ervine Lin, « Point Clouds as a Representative and Performative Format for Landscape Architecture », ETH Zurich, 2016, thèse de doctorat.
3. Dominic Jud, Simon Kerscher, Martin Wermelinger et al., « HEAP — The Autonomous Walking Excavator », *Automation in Construction*, vol. 129, septembre 2021.
4. Ilmar Hurkxkens, Mirjan Ammar, Fabio Gramazio et al., « Robotic Landscapes: Designing Formation Processes for Large Scale Autonomous Earth Moving », *in* Christoph Gengnagel, Olivier Baverel, Jane Burry et al. (dir.), *Impact: Design With All Senses*, Cham, Springer International Publishing, 2019, p. 69-81.
5. Melanie Salvisberg, *Die unzähmbare Gürbe. Überschwemmungen Und Hochwasserschutz seit dem 19. Jahrhundert*, Bâle, Schwabe Verlag, 2017.
6. Marc Christen, Yves Bühler, Perry Bartelt et al., « Integral Hazard Management Using a Unified Software Environment. Numerical Simulation Tool «RAMMS» for Gravitational Natural Hazards », *in* Gernot Koboltschnig, Johannes Hübl et Julia Braun (dir.), *12th Congress INTERPRAEVENT 2012 on Protection of living space from natural hazards*, Grenoble, 23-26 avril 2012, Klagenfurt, International Research Society INTERPRAEVENT, 2012, p. 77-86.

environnements sûrs et des performances écologiques. Contrairement à une rivière canalisée, cette méthode permet aux fluctuations saisonnières du niveau de l'eau de s'étendre sur le terrain, créant ainsi une multitude de conditions topographiques entre terrain humide et terrain sec qui favorise une écologie riche et diversifiée. Enfin, l'analyse des flux[6] permet d'exploiter la force de la rivière pour influencer les processus d'érosion, de transport et de sédimentation en s'alignant stratégiquement sur les flux de matériaux ou en s'opposant à eux.

En résumé, la construction paysagère robotisée met à l'épreuve une méthode nouvelle selon laquelle la spécificité physique d'un site est d'emblée intégrée dans le processus de conception et de fabrication. La forme originale d'un terrain agit comme un catalyseur informatique initial et un principe d'ordonnancement qui évolue à différentes échelles dans l'espace et le temps. La réponse aux structures de paysage existantes est importante pour identifier les moyens de soutenir toute écologie future. La reconnaissance du terrain en tant que structure porteuse du paysage favorise ses dimensions esthétiques naturelles, mais au moyen d'une réponse informatique et de résultats obtenus par la robotique. Ces instruments de planification et d'exécution dynamiques ouvrent des possibilités de conception jusqu'alors impensables pour la création de paysages au XXIe siècle. Il sera essentiel de nous situer à nouveau dans les procédés entropiques inhérents au paysage en entretenant et en élaborant activement la forme topographique qui s'adapte le mieux aux événements imprévisibles.

Dans les systèmes d'équilibre dynamique, de petites perturbations peuvent entraîner des effets considérables. À ce titre, les notions de temps et de procédure doivent être concomitantes à toute considération formelle. Le fait d'accepter que les paysages soient des systèmes en équilibre dynamique donne non seulement de la valeur à la beauté de la nature, mais offre également une sécurité, une résilience et une diversité écologique plus marquées. Comme les processus sur le terrain et les processus des systèmes robotisés sont intrinsèquement dynamiques, ces deux forces s'associent naturellement. Il est temps d'aligner la logique inhérente des systèmes naturels — dans lesquels le changement s'inscrit dans le temps — sur les méthodes de conception et les procédés de planification de ces paysages.

UNE APPROCHE DES SOLUTIONS CONSTRUCTIVES DU FUTUR

AGNÈS PETIT
GÉOLOGUE D'EXPLORATION MINIÈRE, TITULAIRE D'UN DOCTORAT EN COSMOCHIMIE DE L'ETHZ, FONDATRICE DE LA START-UP MOBBOT, FRIBOURG

Ci-contre: imprimante 3D béton
© MOBBOT

PAR AGNÈS PETIT

Le secteur de la construction est aujourd'hui confronté à des défis majeurs. L'utilisation économique des ressources, la protection du climat, la pression sur les coûts, l'amélioration de la productivité, la numérisation et l'automatisation sont des enjeux auxquels le secteur doit faire face. Les fonds d'investissement limités des client·e·s comme le secteur public mettent les entreprises sous pression. Elles doivent non seulement offrir des conditions de travail attrayantes, mais également proposer sécurité et santé en période de pénurie de compétences. Au vu des déficiences visibles et croissantes des infrastructures vieillissantes, il est nécessaire d'agir. Dans ce contexte, deux approches prometteuses se profilent pour assurer la compétitivité à long terme de l'un des secteurs clés de notre économie: la construction numérique et la robotique.

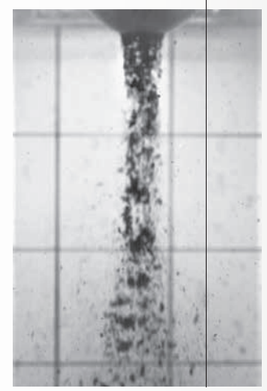
Tant sur le chantier que lors de la préfabrication d'éléments, l'on dispose désormais de nouvelles méthodes pour l'impression 3D en béton qui rendent la production plus souple et efficace et nettement moins chère. Avec une planification selon le BIM (Building information modeling), la numérisation et l'automatisation pourraient ouvrir les voies à la construction du futur. Cependant, les processus actuels de construction montrent qu'un long chemin reste à parcourir, en particulier dans la construction en béton à l'aide de coffrages qui est encore réalisée comme il y a cinquante ans.

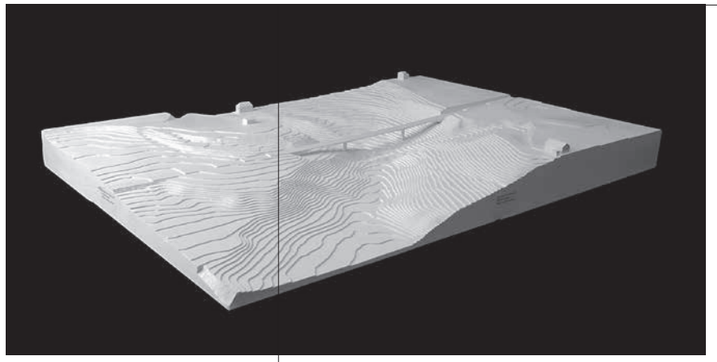
La matière première, laborieusement coulée par défaut pour prendre forme, est encore fréquemment vibrée sur le chantier. Il faut ensuite attendre que le béton sèche. Un tel savoir-faire se perd.

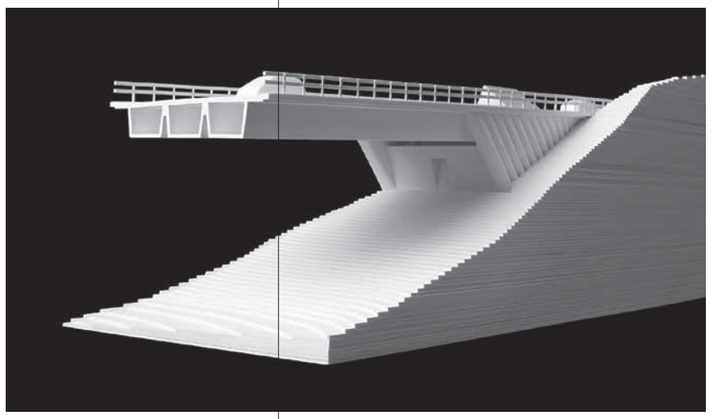
Les imprimantes 3D béton ont souvent été évoquées pour la réalisation de maisons. Si ce type d'imprimante et la fabrication digitale sont de plus en plus présentes dans le quotidien aux États-Unis ou en Chine notamment, elles le sont peu en Europe et encore moins en Suisse. Ces technologies tant décriées sont pourtant les plus adaptées pour la réalisation d'infrastructures. Or, rares sont actuellement les projets par impression 3D en béton qui s'attaquent à la construction de ponts, de tunnels, de routes ou de services publics. Les défis et les contraintes de cette technique demeurent l'intégration d'une armature structurelle, la résistance en flexion et en traction ainsi que l'aspect de surface.

Les changements de méthodes constructives sont souvent liés à des remises en question et à des crises. Aux États-Unis et aux Pays-Bas par exemple, le prix des matériaux a drastiquement augmenté — en particulier celui du bois qui a augmenté de 40%. La demande étant importante alors que ni l'offre et ni les procédés de construction traditionnels ne peuvent y répondre, il a fallu innover. Il est donc légitime de se demander comment la crise liée au changement climatique va remettre en question les méthodes de fabrication.

Buses de projectionde béton © MOBBOT







Projet pour le concours du pont de Chésalles, Fribourg. Nouvelle liaison Marly-Matran

Ingénieur civil: Schmidt + Partner Bauingenieure AG — Basel et Marc Mimram Ingénierie SAS, Paris. Architecte: Marc Mimram, Architecture & Associés, Paris

ÉTAT DES LIEUX DU BÉTON PROJETÉ

Le béton projeté est utilisé depuis longtemps dans la construction de tunnels et la rénovation d'infrastructures souterraines. Ce procédé, indispensable là où la vitesse constructive est requise, est souvent employé à des endroits étroits et sombres. La technique de projection du béton existe également depuis de nombreuses années. Généralement utilisée pour des tunnels ou pour la stabilisation de parois, cette méthode de construction flexible et sans coffrage permet surtout de consolider des ouvrages. Elle est cependant peu utilisée dans l'architecture à cause de son aspect de surface qui est sensiblement moins élégant qu'un rendu de béton coffré.

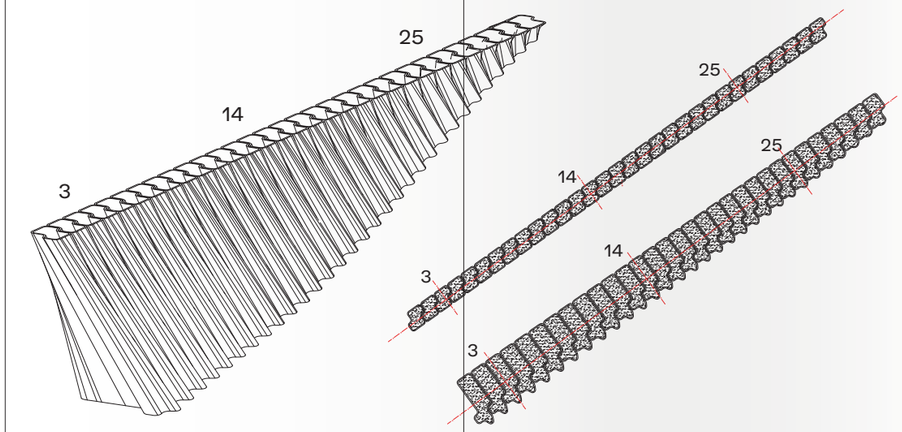
Le procédé combine les avantages de la projection de béton sous pression avec ceux de nouvelles technologies. La robotique, l'automatisation et l'utilisation de capteurs permettent ainsi de produire un béton projeté de manière précise et contrôlée. Un projet de recherche en collaboration avec la Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg (HEIA-FR) a d'ailleurs permis de simuler et de modéliser les flux dans la tête d'impression. Il a servi non seulement à développer des buses de projection qui améliorent les propriétés du matériau, mais également à modifier l'angle et la vitesse de projection des particules pour la création d'un flux homogène. Ces paramètres, nécessaires à la réduction de rebonds et de déchets, ont également garanti des performances structurelles et de durabilité par l'adhérence des couches.

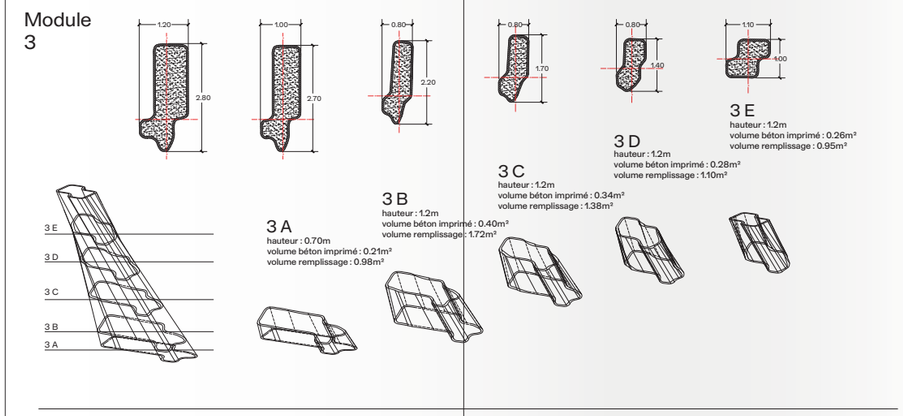
Le béton n'est pourtant pas un matériau que l'on peut facilement façonner. Les propriétés du matériau doivent tout d'abord être adaptées selon le projet. Le béton doit posséder à la fois une certaine consistance pour pouvoir être pompé et une résistance suffisante à la sortie de la buse pour qu'il adhère. La qualité et les propriétés du matériau dépendent de la qualité des matières premières, du taux d'humidité, de la vitesse d'impression lors du pompage, de la température et de l'humidité sur le site de production ainsi que de la forme et de la taille de l'élément à produire. L'automation du système grâce aux capteurs capables de surveiller la plupart de ces paramètres permet ainsi d'arriver à un processus contrôlé et d'assurer une qualité structurelle de l'élément réalisé. Enfin, la nécessité de programmer le robot pour réaliser un élément demande généralement une importante période de planification. Pour gagner en efficacité, un configurateur d'éléments en ligne a été développé afin que la cliente ou le client puisse configurer rapidement ces éléments, sans connaissance préalable en robotique. Un plan sera ensuite automatiquement généré, tout comme un fichier lu par un robot. Les mouvements de ce robot ainsi prédéfinis, l'intégration d'armatures ou de manchons, tout comme l'évitement d'obstacles, seront pris en compte dès la conception et lors de la fabrication. En fin de compte, l'insert ajusté avec précision permettra de gagner du temps et de l'argent.

QUE PEUT-ON FAIRE AVEC CETTE TECHNOLOGIE ?

Cette technologie est aujourd'hui économiquement viable pour des éléments uniques et sur mesure ou des séries de trois à quatre éléments présentant des variations. Cette problématique est connue des préfabricants. Le «même» élément pour un·e ingé-nieur·e ou un·e architecte requiert parfois des ajustements dans la préparation d'un ou de plusieurs coffrages.

Préfabrication modulaire d'éléments d'infrastructure
© MOBBOT





Ainsi, la technologie a trouvé sa niche dans la réalisation de chambres d'inspection pour le réseau de fibres optiques FTTx. Ce réseau, construit en faible profondeur, doit pouvoir s'adapter aux lieux et aux obstacles existants dans le sol, si bien que chaque chambre est unique. La préfabrication standard avec des coffrages n'est donc pas suffisamment flexible et rapide pour répondre à ce type de besoin. La solution par projection de béton permet ainsi de réaliser des chambres et des rehausses sur mesure pouvant être manutentionnées en 24 heures et livrées à temps avec les couvercles. Cette technique permet à l'entreprise de réduire son temps de travail de deux jours à deux heures. Les délais de mise en service pour ce genre d'éléments sont généralement extrêmement courts: entre 48 et 72 heures. L'entreprise de génie civil peut ainsi utiliser ses ressources humaines et ses machines pour des travaux à plus haute valeur ajoutée. La technique permet également de limiter le temps de déplacement pour l'approvisionnement et le temps perdu par les ouvriers depuis le dépôt intermédiaire.

La culée de pont conçue avec des murs poids est un autre type d'utilisation possible. Le projet réalisé par le bureau Marc Mimram pour le concours du pont de Chésalles à Fribourg prévoyait de réutiliser les matériaux d'excavation pour remplir les murs poids. Ces éléments fabriqués sur mesure par projection de béton ont ainsi permis une grande flexibilité de forme et de fonction. Un tel projet avec plus de 200 éléments uniques aurait eu un coût faramineux avec l'utilisation de coffrages. Or la technique de projection additive a offert la possibilité de concevoir chaque élément de façon unique et de le produire sur mesure. À l'avenir, elle pourra être utilisée pour de grands ouvrages tels que des passerelles, des murs de soutènement et des piles de pont. L'utilisation de cette technique avec des matériaux durables permettra également la construction de murs et de bâtiments.

CARACTÉRIS-TIQUES DE LA TECHNOLOGIE

Les éléments peuvent mesurer jusqu'à 2,5 mètres de longueur et 2 mètres de hauteur. Une matière première avec une taille maximale de granulats de 8 mm peut être fournie pour la réalisation du béton, tout comme une assistance pour la conception du mélange. Différents types de ciment sont utilisés comme le CEM I, le CEM II, le CEM ZN, ou même un

Nam rem harchit, tem ipsam nonsedi quis ratur sunt quam ento quam ratem quos adis nobis! omnissimet ommod ut ipsamet uribus, sum vero mi, odis quian- abus

Imprimante 3D béton © MOBBOT

Chambres d'inspection pour le réseau de fibres optiques FTTx © MOBBOT

ciment hautement résistant aux sulfates.
Il est possible d'intégrer des cages d'armatures préfabriquées d'un diamètre de 8 à 10 mm, tout comme des inserts ou des ancrages de levage. La vitesse d'impression est de 70 à 100 kg/min. Entre les couches, la résistance à la traction dans les trois directions est semblable à celle des éléments monolithiques préfabriqués.

QUELS DÉFIS POUR LE MATÉRIAU ?

L'utilisation économique du matériau est également une exigence urgente d'un point de vue écologique. La production de ciment — le matériau de construction le plus utilisé au monde après l'eau — est un processus extrêmement énergivore et nuisible à l'environnement. On estime qu'environ 7% des émissions globales de CO_2 qui sont libérées chaque année dans l'atmosphère proviennent de la fabrication du ciment, soit environ trois fois plus que ce que le trafic aérien émet. Son utilisation excessive dans la construction de bâtiments et d'aménagements urbains est cependant controversée et prête à discussion. Le ciment reste un matériau indispensable pour les infrastructures par sa longévité, sa durabilité et ses performances.

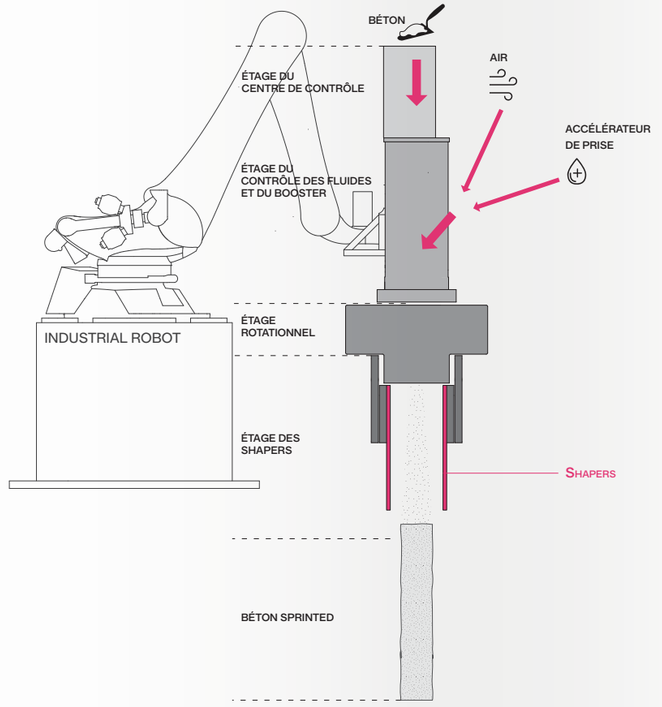
Une méthodologie ou réflexion sur l'utilisation du matériau existe pourtant pour en limiter les effets néfastes. Basée sur les 5C: *Clinker*, *Cement*, *Concrete*, *Constructive environment* et *Carbonation* (voir, à ce sujet, CEMBUREAU, l'Association européenne du ciment), elle pousse à agir sur la réduction du mâchefer, l'utilisation et le dosage du ciment, une recette de béton optimisée pour l'utilisation, la définition de nouvelles méthodes constructives et la décarbonatation. Il faut ajouter à cela la réduction des transports de matériaux et de ressources, notamment grâce à la préfabrication. La fabrication additive par projection de béton permet de tirer parti de quatre des 5C et de diminuer l'empreinte carbone grâce à la réduction des transports de ressources.

La projection de béton permet d'utiliser des matériaux dits «conventionnels» avec des taux de ciment et de mâchefer bas en comparaison à l'impression 3D par extrusion. En effet, cette technique requiert un mortier très fin avec une grande quantité de mâchefer, des sables roulés qui se font de plus en plus rares et, parfois, deux composants chimiques ajoutés en tête pour contrôler la rhéologie et la prise du mortier. Le béton projeté permet au contraire d'intégrer une grande proportion d'agrégats concassés de 4 à 8 mm et des ciments traditionnels, le CEMII 42.5 A ou B. Récemment, il a été démontré que le ciment de type ZN et jusqu'à 45% de granulats recyclés pouvaient être utilisés sans altérer ni les performances mécaniques après 24 heures ni la durabilité.

La technologie permet aussi de contrôler précisément et en temps réel les paramètres de la projection du béton. L'épaisseur des couches, l'énergie d'impact et d'autres paramètres sont contrôlés pour garantir une excellente adhésion des couches entre elles. L'énergie d'impact de la projection remplace la chimie ajoutée dans les bétons compactants ou la vibration du béton. La projection contrôlée et assistée par robot permet d'obtenir des performances mécaniques similaires à un élément préfabriqué. Cette technologie ouvre un champ des possibles pour l'utilisation et la valorisation de matériaux constructifs recyclés et alternatifs.

DÉFIS D'UN AVENIR PROCHE

La technologie est bien avancée, notamment pour la préfabrication modulaire d'éléments d'infrastructure. La précision allant aujourd'hui jusqu'à 5 à 10 millimètres sera prochainement améliorée grâce à la robotique. La mobilité et l'autonomie du système doivent également être perfectionnées. À ce jour, ce dernier peut être déplacé, installé et mis en service en un à deux jours. Il ne s'agit toutefois pas de remplacer les travailleur·euse·s par des robots, mais d'offrir des alternatives de construction. La possibilité de réaliser des éléments en grand nombre et sur mesure pose des questions de planification et implique des modifications dans la chaîne d'approvisionnement.

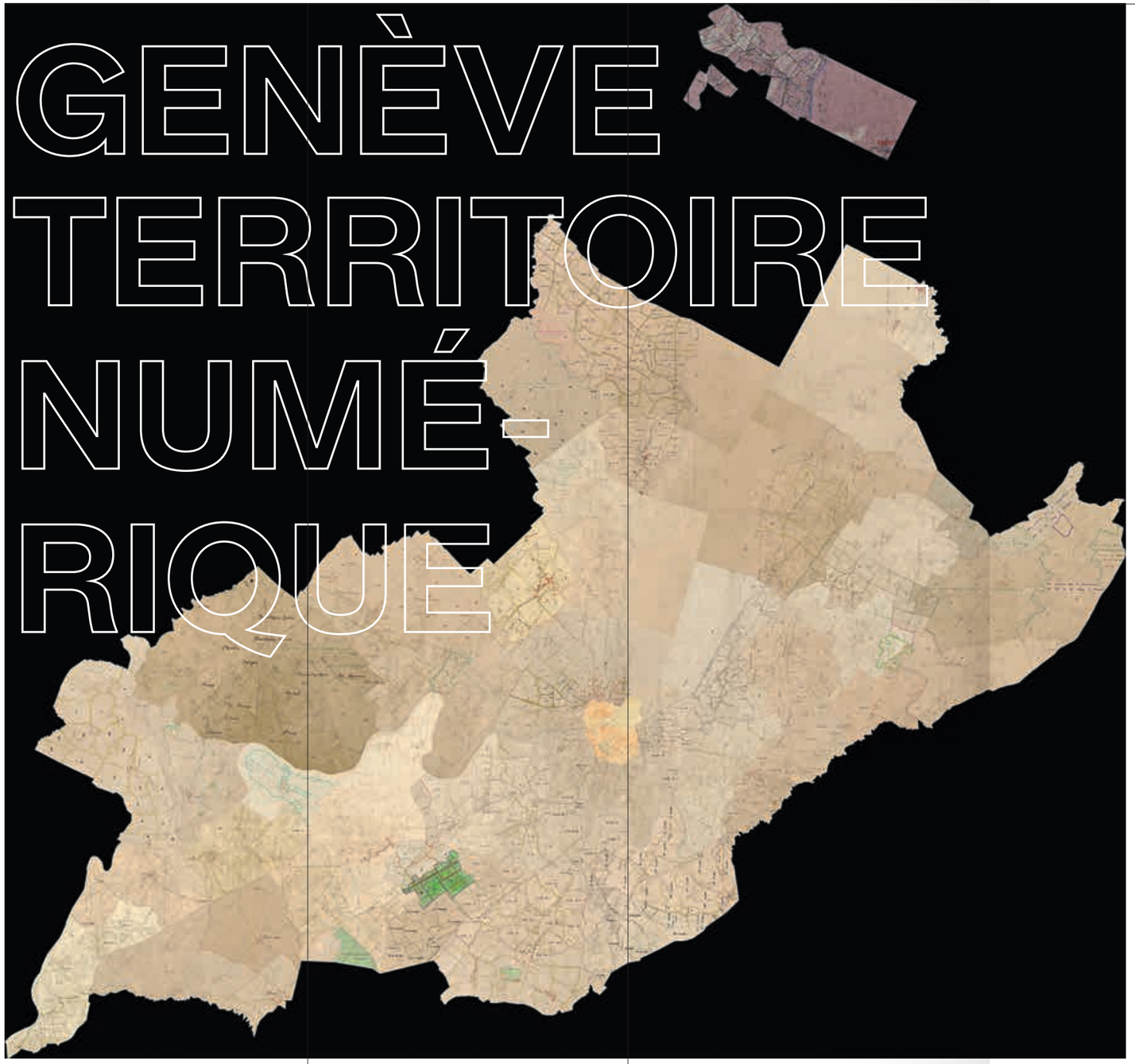


Cette approche technologique peut être employée pour des éléments statiques dans le secteur du bâtiment tels que les murs périphériques ou de refend. Dans les situations où les coffrages sont compliqués, voire impossibles à mettre en œuvre, le béton est tout à fait approprié. Il serait néanmoins imaginable de remplacer le béton — dont l'impact environnemental est important — par des matériaux naturels qui offrent des avantages quant aux propriétés acoustiques et phoniques. Techniquement, la projection à haute vitesse permet d'assurer la cohésion entre les couches du matériau. Dans le cas du béton, l'énergie cinétique qui lui est souvent apportée remplace le processus de vibration ou l'ajout de chimie pour la variante autocompactante.

Une alternative au béton consisterait à bâtir des murs en pisé. En effet, la mise en œuvre traditionnelle des murs en terre crue qui requiert un coffrage ainsi qu'un compactage à la main pourrait être effectuée par projection automatisée et robotisée. Cette technique octroie l'énergie cinétique nécessaire à ce matériau et autorise à se passer d'un processus constructif fastidieux. La construction sans coffrage, sans ciment, grâce à un robot projetant de la matière à vitesse élevée entre dans le champ des possibles techniques, tout en laissant entrevoir une réduction de la pénibilité du travail sur les chantiers.

La robotique, l'automatisation et l'utilisation de capteurs permettent de produire un béton projeté de manière précise et contrôlée.

GENÈVE TERRITOIRE NUMÉRIQUE



Carte topographique du canton de Genève (assemblage des différents plans de Dufour), 1842
© État de Genève

PAR LAURENT NIGGELER

Depuis plusieurs années, la transition numérique affecte l'ensemble des politiques publiques du canton de Genève. Les enjeux sont la numérisation des services et l'humain, le développement durable et responsable, la participation citoyenne à l'ère numérique, l'émergence de nouveaux métiers et modèles d'affaires, ou encore les usages des données. Pour répondre de manière cohérente à ces enjeux, le Conseil d'État a adapté en début de la présente législature sa politique numérique. Celle-là repose sur cinq axes reflétant les rôles de l'État: faciliter, former, protéger, promouvoir et réguler. Elle est issue d'une démarche ouverte et dont le rapport complet se trouve sur le site de l'État. Son pilotage politique, assuré par une délégation du Conseil d'État, a posé cinq priorités: la cyberadministration, l'école numérique, la santé numérique, l'économie numérique et le territoire numérique, développé ci-dessous.

Au XIX[e] siècle, l'une des grandes affaires, avec l'industrie, était la topographie. Le général Guillaume Henri Dufour a marqué son temps. Géomètre, cartographe, il a dessiné la Suisse. Ingénieur, il a réalisé des ponts. Militaire, il a stabilisé le pays et contribué à la création de la Croix-Rouge. Il avait compris qu'en possédant des cartes, on détient un pouvoir, au sens propre, fondamental.
Comment accéder aux informations et, surtout, comment les partager? Aujourd'hui, l'acquisition du savoir n'est plus l'enjeu principal. En son temps, Dufour devait certes tailler des bosquets et couper des arbres pour prendre des mesures. Aujourd'hui, on photographie par satellite ou par drone, on écoute les réseaux sociaux et la réponse est immédiate. L'enjeu s'est déplacé. Aujourd'hui, l'enjeu est la conservation et la mise à disposition des données recueillies. Comment les gérer? Comment les recouper? Comment les valoriser? Comment les archiver? L'un des plus grands défis du XXI[e] siècle consiste à rendre pertinentes des informations hétéroclites. Cela ouvre des champs immenses.
Car ce n'est pas tout de créer des algorithmes et des bases de données, encore faut-il qu'ils soient admis et partagés.

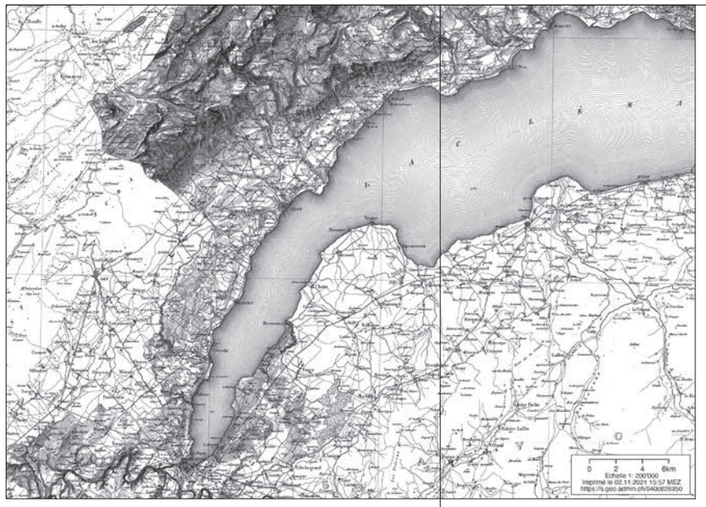
À la fin des années 1980, il existait dix-sept recensements cadastraux de Genève. C'est un exemple. Il convenait de donner un peu de cohérence à l'expansion. En 1991, le Conseil d'État a créé dans ce but le Système d'Information du Territoire Genevois (SITG), auquel le Grand Conseil a ensuite donné un cadre légal. L'adhésion libre de nombreuses institutions à la colonne vertébrale ainsi créée a donné au projet sa force et confirmé sa pertinence. En quelques années, le contexte a toutefois changé. Il y a dix ans, les données étaient en mains publiques. Aujourd'hui, elles sont en mains privées. Il y a dix ans, on s'adressait aux collectivités. Aujourd'hui, le public passe par des moteurs de recherche et s'approprie directement l'information, pas toujours certifiée. Les paradigmes ne sont plus les mêmes. La question se pose en conséquence de la politique numérique des États. Au niveau de la Confédération, le débat est en cours. Des stratégies pour la Suisse numérique fleurissent dans de nombreux domaines, l'innovation est omniprésente.
Nous disposons aujourd'hui de moyens pour tout localiser finement et exploiter les masses de données correspondantes afin d'en tirer des enseignements pour nous déplacer, pour aménager, pour protéger, en bref pour agir. Cette situation a démultiplié les usages de l'information géographique au point qu'elle est devenue le «carburant» indispensable d'un grand nombre d'applications. Si les calculs des trajectoires des satellites de positionnement s'arrêtaient ou si le travail de mise à jour des référentiels géographiques s'interrompait, ce seraient des pans entiers d'activités de la vie courante, dont certaines cruciales, qui seraient perturbés.
L'information géographique a pénétré tellement de domaines et la production de décisions est devenue si complexe que les données géolocalisées doivent d'une part présenter une cohérence d'ensemble, y compris lorsqu'elles concernent des métiers différents, et d'autre part pouvoir circuler d'un système d'information à un autre aussi facilement que possible. C'est à ces conditions que nous pourrons réellement entrer dans la société de l'information et de la connaissance, favoriser et renforcer l'e-administration et permettre le développement de nouveaux services innovants construits sur les données publiques.

Aujourd'hui, l'on parle de territoire numérique. Selon Wikipédia, le territoire numérique est la transposition d'un espace géographique dans un espace numérique. Cette notion est née, il y a plus de trente ans, de la rencontre des territoires avec les technologies de l'information et de la communication. Le territoire numérique se manifeste par l'utilisation des outils du numérique (sites web, réseaux haut débit, services mobiles, plates-formes numériques de travail, guichets cartographiques, technologies de l'information et de la communication, etc.) par les acteur·trice·s du territoire dans le but de le développer (aménagement, urbanisme, habitat, transport, environnement, économie, société et culture, gestion des risques, etc.), d'améliorer et de développer de nouveaux services (en matière de santé, de culture, d'information, d'éducation, d'emploi, de tourisme, etc.) ou d'améliorer le rapport de l'administration aux citoyen·ne·s (e-administration, e-démocratie).

Dans ce contexte et avec cet historique, le Conseil d'État genevois a identifié quatre axes dans sa priorité du territoire numérique:

1. la gouvernance des données du territoire qui vise à mettre en œuvre une gouvernance

LAURENT NIGGELER
GÉOMÈTRE CANTONAL
DIRECTEUR DE L'INFORMATION DU TERRITOIRE, DÉPARTEMENT DU TERRITOIRE



Carte topographique de la Suisse (carte Dufour), détail de la première édition, entre 1844 et 1864 © Office fédéral de topographie swisstopo

en son sein pour gérer les géodonnées, leur flux, leurs accès, leur stockage, leur mise à jour et leur consommation afin d'en optimiser la valeur et l'efficience de traitement;

2. l'axe du jumeau numérique du territoire qui vise à constituer, enrichir, gérer des géodonnées, couvrant et décrivant l'ensemble du territoire sous diverses formes, multidimensionnelles et temporelles;
3. l'axe de la transformation numérique de procédures administratives qui vise à traduire sous forme numérique les prestations et procédures de l'État en lien avec le territoire;
4. et l'axe de l'innovation et de l'expérimentation, en lien avec les politiques publiques du territoire, qui vise à faire émerger et partager de nouveaux savoir-faire, et à développer de nouveaux projets d'innovation autour des données du territoire.

Pour illustrer ces axes, voici quelques exemples:

a. La filière de la construction fait face à de nombreux défis et demandes des utilisateurs·trice·s comme l'obligation de construire de manière durable, la digitalisation du monde environnant et la complexification des contraintes. Par sa démarche sur le numérique et, en particulier, sur le territoire numérique, l'État de Genève entend accompagner les acteur·trice·s de la construction en proposant le développement du numérique au sein de l'administration.
   Si le SITG permet aujourd'hui d'obtenir très rapidement des données sur toutes sortes de thématiques, il doit demain être plus proche des besoins des architectes et des ingénieur·e·s pour faciliter l'usage de données géographiques officielles de qualité et la mise à disposition de services connectés plus appropriés.
   L'administration cantonale s'est fortement engagée à développer le dépôt des demandes d'autorisation de construire numériques (APA) — la possibilité de déposer une APA sous forme dématérialisée a été ouverte en 2019, celle des demandes définitives (DD) a suivi cet automne. Cette démarche va se poursuivre avec la partie «post-autorisation» permettant ainsi d'avoir un cycle de vie numérique complet de ce processus essentiel pour le territoire.
   L'État de Genève s'engage aussi dans l'usage de la méthode BIM (Building information modeling), non seulement pour donner la possibilité de déposer une demande d'autorisation de construire avec une maquette 3D, mais également pour que l'Office cantonal des bâtiments et celui du génie civil définissent l'usage de cette méthode dans leurs activités en fixant des normes et des standards clairs et détaillés, notamment pour les appels d'offres et le *facility management*.

b. Les géoinformations ne cessent de gagner en importance pour des décisions de toute nature concernant aussi bien la politique, l'économie ou la société que la vie quotidienne. Partie prenante du passage au numérique, la géoinformation accélère la transformation vers une société de la connaissance. Le numérique accroît en retour la disponibilité et la diversité des données à référence spatiale permettant ainsi aux utilisateurs·trice·s d'accéder à de nouveaux savoirs, services et informations facilitant la prise de décision. L'État de Genève, par la définition de sa nouvelle stratégie de géoinformation, va développer un jumeau numérique du territoire (*digital twin*) dont les données devront tendre à représenter une réplique numérique du territoire — de ses composantes, de ses caractéristiques et de ses propriétés. Ces données seront organisées et structurées selon des modèles et standards compatibles avec les exigences légales et permettront de représenter le territoire de façon réaliste et pérenne. Elles devront aussi l'être pour anticiper les besoins et tendances futurs, en fournissant les informations indispensables pour faciliter la prise de décision et rendre les politiques publiques plus efficaces.

Superposition du jumeau numérique du territoire sur une vue aérienne de Cointrin, 2019 © Spatial SA

En conclusion, il s'avère aujourd'hui nécessaire, au travers du territoire numérique, de renforcer non seulement la gouvernance des données du territoire afin d'en assurer la maîtrise, la qualité, la transparence, l'interopérabilité et la fiabilité, mais également d'avoir une vision commune et concertée avec toutes les parties prenantes, qu'il s'agisse du secteur de l'administration, du secteur privé, de la société civile ou du monde académique. En tant que partenaire principal, l'État de Genève s'engage à faire évoluer l'organisation du système d'information du territoire genevois dans ce sens.

PROPOS RECUEILLIS
PAR PHILIPPE MEIER ET RAPHAËL NUSSBAUMER

ENTRETIEN AVEC BERNARD CACHE

BERNARD CACHE ARCHITECTE, PROFESSEUR À L'EPFL, DIRECTEUR DU LABORATOIRE DES CULTURES NUMÉRIQUES DU PROJET ARCHITECTURAL (CNPA)

ENTRETIEN RÉALISÉ POUR *INTERFACE* LE 21 JUIN 2021

INT. Dès la fin des années 1980, vous avez été l'un des précurseurs de la notion de paramétrisation des composants architecturaux non standards et vous avez développé une approche théorique du monde numérique. Avec le recul, comment analysez-vous cette avancée par rapport à une société liée avant toute chose à l'économie ?

BC De manière générale et en étant un peu provocateur, je pense que le numérique devrait rester le plus possible cantonné aux usages professionnels, tout comme l'automobile devrait passer en usage partagé, à l'image du service Mobility. L'impératif de sobriété qui s'impose à notre espèce si elle veut éviter de disparaître doit désormais porter en priorité sur le numérique. Car rien n'est plus trompeur que d'envisager la numérisation comme une «dématérialisation». L'envoi d'un courriel consomme l'énergie nécessaire à faire bouillir un litre d'eau. Avec une croissance de dépense énergétique de 6% par an, le numérique dépassera bientôt l'aviation et l'automobile dans les émissions de gaz carbonique (theshiftproject.org). D'un point de vue citoyen, si l'on n'est plus considéré comme un être humain à part entière sans être affublé de multiples extensions électroniques, il est indispensable de mettre au point un terminal de service public européen qui garantisse et régule les usages du numérique. Ce serait là une opportunité de relance d'une industrie numérique européenne dont l'absence nous met dangereusement à la merci de nos fournisseurs.

En ce qui concerne notre domaine professionnel, l'architecture, il faut comprendre que la fabrication d'un bâtiment est bien plus complexe que celle, par exemple, d'un avion. En effet, un avionneur n'est jamais qu'un assembleur de pièces préfabriquées par tout un ensemble de sous-traitants. Aucun de ces éléments constitutifs ne sera modifié lors du processus de montage qui suit une logique hiérarchique et pyramidale. Dans le monde de la construction architecturale, les pièces sont plus simples — une planche de bois est considérablement plus élémentaire qu'un composant électronique. Mais le fait de modifier en permanence ces pièces pendant le chantier — on ne cesse de percer et de couper des planches de bois — les rend interdépendantes. Les logiciels utilisés dans l'aéronautique ou l'automobile ne sont pas encore vraiment capables de gérer la variabilité d'un élément indéfiniment modifiable dans le temps. Cela explique l'échec du Digital Project que Frank Gehry avait développé sur la base de CATIA. La mise au point de logiciels dont nous avons besoin en architecture va prendre du temps.

INT Vous enseignez la géométrie, branche que l'on pourrait considérer comme désuète, mais vous démontrez qu'elle s'adapte depuis Vitruve. Dans ce monde en mutation, comment avez-vous intégré la nécessité pour les étudiants d'en comprendre toute la portée ?

BC La géométrie a plusieurs origines. Vous citez Vitruve, dont l'œuvre remonte au I^er^ siècle avant J.-C., mais l'on peut également mentionner Euclide qui pose ses bases les plus fondamentales au IV^e^ siècle avant J.-C. ou Apollonius et son ouvrage sur les coniques. Dans tous les cas, l'enseignement de la géométrie ne peut plus se borner à une approche purement descriptive puisque les logiciels produisent des images perspectives de manière automatique. Ce qui compte désormais, c'est, pratiquement, d'apprendre à lire des images 3D et, conceptuellement, de comprendre la nature des invariants projectifs qui font que l'œil reconnaît un rectangle dans sa représentation d'un quadrilatère qui n'a ni angles droits ni côtés égaux. C'est là tout l'enjeu de la géométrie projective qu'inventa l'architecte Desargues en 1639 pour mettre au point des méthodes communes au dessin perspectif, à la taille de la pierre et à la construction de cadrans solaires.

INT Les étudiants font-ils bon usage des outils actuels et en comprennent-ils la portée ?

BC La majorité des étudiants n'utilise toujours pas pleinement les logiciels 3D et j'observe tous les jours une forme de résistance des enseignants qui ne veulent pas entendre parler du BIM. Il ne s'agit pas d'élever la 3D contre la 2D, ni le numérique contre l'analogique. Je suis totalement convaincu du bien-fondé de l'esquisse à la main qui est souvent plus parlante et créative qu'une vue tridimensionnelle. Mais de là à ostraciser le BIM qui fournit pourtant les outils nécessaires à l'évaluation thermique des bâtiments… C'est une attitude que je ne m'explique que par la posture artistico-élitiste des architectes qui se défaussent sur les techniciens. Définitivement, notre profession n'a jamais été moderne et ne s'est jamais véritablement engagée dans les modes de production du bâti.

INT. Selon vous, le monde virtuel est-il un frein à la conception ou à la créativité du projet d'architecture ou, au contraire, permet-il de se rapprocher davantage des secteurs de la construction ?

BC Comme je viens de l'évoquer, il ne faut pas avoir de positions de principe, mais des positions critiques. Je cite souvent François Blondel, fondateur de l'Académie d'architecture en 1671, sous la monarchie de Louis XIV. Ce représentant archétypique du monde académique fut capable à la fois d'élucider des problèmes mathématiques complexes — telle la démonstration de la construction des axes d'une ellipse sur la base de deux diamètres conjugués quelconques — et de dessiner à main levée les magnifiques ornements que nous pouvons contempler sur la porte Saint-Denis à Paris.

Certes, le numérique nous offre une magnifique collection d'outils, en particulier pour fabriquer des composants architecturaux non standards mais, en début comme en fin de chaîne numérique, le monde qui nous entoure demeure essentiellement analogique. Nous demeurons des êtres de chair et non pas des algorithmes. Conçues et fabriquées de manière numérique, les maisons que nous habiterons demeureront bien de paille, de terre et de bois, en espérant qu'on se passe rapidement du béton.

INT. Le BIM est, par définition, un outil qui doit améliorer l'échange des données entre les partenaires du secteur de la construction. En quoi est-il un atout pour le futur de nos professions ?

BC Là encore, il est essentiel de demeurer critique et de faire le tri entre les promesses et les rapports de force du monde numérique. La promesse du BIM, c'est de permettre à la multiplicité des acteurs engagés dans la production du bâti d'échanger leurs données afin de collaborer le plus efficacement possible. Cela devrait permettre à un architecte de récupérer facilement toutes les données en amont d'un projet, telles les informations cadastrales, pour être en mesure de rapidement communiquer les premières esquisses de son édifice aux différents mandataires concernés, à commencer par les bureaux d'évaluation thermique, grâce au format d'échange standard qu'est l'IFC (Industry Foundation Class). La réalité est qu'en architecture comme dans bien d'autres domaines, le numérique est aux mains de quelques acteurs non européens qui abusent de leur position dominante pour rendre inopérants les imports-exports en IFC de manière à ce que leurs clients deviennent captifs de leurs logiciels.

Étonnamment, la petite Suisse est encore en position d'infléchir le cours des choses grâce à la création, par l'État de Genève, du meilleur système d'information géographique (SIG) au monde. C'est un atout fondamental, car c'est là la matière première de tout processus numérique dans le bâtiment. Reste désormais à miser sur cet atout pour faire le travail nécessaire afin que les données demeurent libres et ouvertes en aval. Pour que, par exemple, la Confédération helvétique puisse accéder aux plans de ses infrastructures, même en cas de conflit commercial avec de grandes puissances étrangères. C'est dans ce sens que notre laboratoire s'est pleinement engagé dans le développement d'outils *open source* comme Speckle.

INT. Comment voyez-vous le rapport entre le concepteur BIM et l'architecte ou l'ingénieur dans l'industrie de la préfabrication ?

BC On peut considérer le BIM comme la forme numérique que prend actuellement la rationalisation du bâtiment initiée par Brunelleschi et Alberti. Autrefois, cette rationalisation passait nécessairement par la standardisation de composants préfabriqués. Ce n'est plus le cas aujourd'hui: les logiciels permettent déjà la préfabrication de composants non standards, conçus sur mesure. Mais, là encore, ne nous laissons pas piéger en opposant le standard au non standard, car tous deux ont leur intérêt au gré des circonstances. Le souci principal est celui que j'évoquais précédemment, à savoir le développement de logiciels permettant de gérer de gros assemblages de pièces évolutives au cours de la production du bâti. C'est un autre axe de développement de notre laboratoire des cultures numériques du projet architectural.

Élément réalisé par projection de béton pour le pont de Chésalles, Fribourg © Marc Mimram Architecture Ingénierie, Paris

BRÈVES

AGG

ASSOCIATION GENEVOISE DES GÉOMÈTRES

OPEN DATA : GESTION PUBLIQUE OU PRIVÉE ?

Le 30e anniversaire du Système d'information du territoire à Genève (SITG) est l'occasion de se questionner sur l'avenir et la gestion des données géographiques mises à disposition du grand public au regard de l'offre et des usages qui sont proposés par les géants du Web (GAFAM). Les *open data* ont fait leurs preuves à Genève et s'étendent aujourd'hui au-delà du canton. Ainsi, l'Office fédéral de topographie (swisstopo) propose désormais une grande partie de ses données en libre-service à la population. La gouvernance des données est un sujet dont il convient de débattre. Aux mains des instances publiques depuis trois décennies, il est temps d'inclure l'économie privée et les associations membres de la FAI. En tant que fournisseurs et utilisateurs, les mandataires peuvent en effet apporter leur expertise dans l'acquisition, le traitement et la gestion de nouvelles données.

Aujourd'hui, les multiples informations géographiques offertes doivent être de qualité pour un emploi efficace et à bon escient. Dans chaque information géographique créée, les attributs qui qualifient les données comme la date d'acquisition et la provenance nécessitent d'être renseignés précisément. La qualité, tout comme la fiabilité des données géographiques, est nécessaire pour sensibiliser les utilisateur·trice·s à l'usage qu'ils·elles en font et ainsi valoriser l'ensemble de la mise en œuvre

SIA

SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES, SECTION GENÈVE

JOURNÉES SIA SECTION GENÈVE

Le 23 septembre 2021, la section genevoise a organisé une soirée de lancement pour promouvoir la onzième édition des journées SIA et les projets dans le canton de Genève proposés pour cet événement.

Mené par le groupe professionnel des architectes (GPA) de la SIA Genève, cet événement a eu lieu à la plage des Eaux-Vives pour mettre en valeur le nouvel usage social des abords de la rade. Espace public récent et pluridisciplinaire qui a associé dans sa conception et sa réalisation des compétences d'urbanisme, d'architecture et de paysage, la plage est devenue incontournable.
Les Journées SIA constituent un moment singulier et fédérateur qui permet de diffuser la production architecturale du canton de Genève. Tout en offrant des occasions de découverte, il s'agit également de faire connaître le métier d'architecte au grand public afin de susciter le débat sur comment habiter le territoire et comment penser ensemble l'avenir construit de Genève.

QUINZAINE DE L'URBANISME

La SIA participe à la quinzaine de l'urbanisme dès l'origine à travers des expositions et des conférences interrogeant le thème proposé par un regard décalé.
Après l'annulation de l'édition 2020, la manifestation a eu lieu au Pavillon Sicli du 31 août au 8 septembre 2021. Le thème du « faire quartier » a été choisi pour réfléchir aux enjeux urbains du territoire genevois et de ses futurs quartiers. Il s'est inspiré du regard que les habitant·e·s portent sur leur ville, sur leur habitat et sur les lieux de leur quotidien. Cette rencontre a eu pour objectif d'évaluer le « vivre ensemble » dans une ville qui cherche à évacuer les tensions urbaines au profit de l'hospitalité.
La Commission des relations territoriales de la SIA (CRT), en charge de la participation de la SIA à cette manifestation, a opté pour une forme ludique : une table recouverte d'une nappe à carreaux, cadre privilégié pour un échange convivial autour d'un verre.
La table, qui a été dressée dans cinq quartiers différents, a ensuite été exposée au Pavillon Sicli avec les souvenirs des rencontres immortalisés sur Polaroids.
La quinzaine de l'urbanisme, dont les expositions ont été conçues selon une scénographie inspirée du banquet, a suscité des débats avec les professionnel·le·s, la société civile et, plus largement, les habitant·e·s.

RENOUVELLEMENT DU FORUM D'AGGLOMÉRATION DU GRAND GENÈVE

Le 28 septembre 2021, le Forum d'agglomération du Grand Genève, instance représentant la société civile transfrontalière, a entamé sa troisième mandature à la faveur d'une assemblée renouvelée. La présence des architectes et urbanistes y est renforcée avec l'adhésion de l'AGA qui rejoint la FAI, la SIA, la Fédération suisse des urbanistes (FSU) et les Urbanistes des Territoires.
Le ou la représentant·e titulaire et le ou la suppléant·e de ces structures sont respectivement : Luc Malnati et Cathrin Trebeljahr, Thierry Estoppey et Marcio Bichsel, Isabel Girault (co-présidente du Forum) et Éric Maria, Sandra Robyr et Marie-Paule Mayor, Michèle Tranda-Pittion (co-vice-présidente du Forum) et Bernard Lensel.
Depuis sa création il y a huit ans, le Forum d'agglomération a émis des propositions, élaboré des avis et publié des rapports sur des sujets clés tels que :
- la quatrième génération de projets d'agglomération (PA4 ; 2021) ;
- la reprise de la diffusion par TNT des programmes de la télévision publique suisse dans le Grand Genève (2020) ;
- cinq propositions pour inscrire le vélo et la marche comme modes de transport alternatifs dans le Grand Genève (2019) ;
- une charte transfrontalière pour le patrimoine bâti d'hier et de demain à l'échelle du Grand Genève (2019), réflexion prospective pour mobiliser la société civile transfrontalière dans sa pleine diversité et faciliter l'appropriation des enjeux de son bassin de vie par la population (2019) ;
- le plan de mise en œuvre du programme d'actions transfrontalier pour la qualité de l'air du Grand Genève (2018).

Les rapports du Forum sont adressés au Groupement local de coopération transfrontalière (GLCT) qui s'en saisit et alimente ainsi les politiques publiques transfrontalières.

FAI CAU

COMMISSION AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET URBANISME

UNE VILLE QUI SE RÉINVENTERAIT À PARTIR D'ELLE-MÊME ?

« Il faut dépasser l'idée même de ‹ transition écologique › qui réduit le problème à celui du passage d'une société non écologisée à la même société écologisée : en fait, ‹ il s'agit de la métamorphose complexe d'un type de société à une autre ›[1]. »

Si le monde semble aujourd'hui avoir pris conscience de l'urgence d'agir, le philosophe Michel Serres alertait dans *Le Contrat naturel* (1990) qu'il est indispensable de réfléchir pour refonder nos cultures professionnelles à l'aune des enjeux à venir. En effet, la crise actuelle est une crise de la relation au monde et au vivant, entre une approche fonctionnaliste et utilitariste du monde et du vivant — la modernité — et une réflexion sur les modes de cohabitation entre humains et non-humains. Comment ménager les relations, les continuités ? Comment dépasser le modèle de l'optimisation territoriale, qui considère le territoire comme une surface inerte soumise à la recherche de la plus grande rentabilité pour s'orienter vers un aménagement plus résilient et attentif aux spécificités sociales, environnementales et économiques ?
En marge du modèle dominant, Patrick Bouchain ouvre une voie pour échapper au modèle de la ville générique : macrolots, table rase et produits immobiliers. Dans sa préface à l'ouvrage collectif, *La ville pas chiante. Alternatives à la ville générique* (2021), il insiste sur la capacité de transformation de la ville et son enrichissement par les identités locales.

Comment dire simplement les choses ? Arrêtons de faire croire que la création d'une nouvelle loi entraînant des procédures rendant encore plus difficile toute action est la solution à tous les problèmes. Le responsable n'est pas le millefeuille réglementaire et administratif, mais l'absence de confiance, cette méfiance permanente devant toute initiative et envers ceux qui imaginent, inventent, agissent prennent à bras-le-corps la vie et le réel. Très souvent dans la ville et le projet urbain, le problème est mal compris, la question mal posée. Le simple fait d'avoir le droit de la reposer, de changer le point de vue peut annuler la question initiale. Entre-temps le problème s'est déplacé, amenant un autre problème. Le vrai sujet n'est pas de résoudre le problème, ni de répondre à la question. C'est de comprendre la ‹ SITUATION ›. En matière de projet, tout est déjà là, il suffit de recomposer les choses et, pour cela, de lutter contre les réponses toutes faites par les spécialistes de la spécialisation. Il nous faut désormais revenir sur un ‹ SUJET ›, rechercher ‹ l'OBJET › et placer l'expérimentation au cœur du ‹ PROJET ›[2]. »
« La métamorphose complexe d'un type de société à une autre » offre un horizon enthousiasmant : retrouver le plaisir du travail en commun, le goût de l'expérimentation par le projet en situation, l'attention aux autres, humains et non-humains. La ville pourrait ainsi se réinventer à partir d'elle-même.

1. Edgar Morin, « Défense des humanités », *Les Humanités*, le 24 juillet 2020, publié en ligne : www.leshumanites.org [consulté le 24 juillet 2020].
2. Patrick Bouchain, « Préface », *in* Ariella Masboungi et Antoine Petitjean (dir.), *La ville pas chiante. Alternatives à la ville générique*, Paris, Éditions du Moniteur, 2021, p. 5.

AGA

ASSOCIATION GENEVOISE D'ARCHITECTES

COMMISSION PARITAIRE DES ARCHITECTES DE GENÈVE ET CONVENTION COLLECTIVE DE TRAVAIL

L'Association genevoise d'architectes (AGA) défend les intérêts de la profession d'architecte du canton de Genève et collabore activement avec les autorités exécutives et législatives. Elle représente la profession, notamment en siégeant dans la Commission paritaire des architectes de Genève (CPAG). Dans ce cadre, elle est impliquée dans le renouvellement de la convention collective de travail (CCT) et dans le processus d'extension de cette dernière. La CCT devrait être étendue et mise en application à court terme de manière obligatoire pour tous les bureaux d'architectes genevois afin d'en finir avec le *dumping* social ou l'emploi de jeunes diplômé·e·s sous le couvert de stages de formation.

LIGNE DE VIE

Le projet de la ligne de vie a été initié, il y a trois ans, par la mise en place de fiches d'informations établies par sujet et sur des avis de droit. Après avoir traité des enjeux liés au rôle des mandataires professionnellement qualifié·e·s (MPQ) et à l'attestation globale de conformité, le comité va poursuivre une série de thèmes essentiels comme la propriété intellectuelle, la gestion des garanties ou le contrat de travail type. Il s'agit pour l'AGA de renforcer le service aux membres en leur apportant un soutien qualifié sur des questions essentielles de l'activité d'architecte.

CENTENAIRE DE L'AGA

L'AGA va fêter ses 100 ans le 13 avril 2022. Plusieurs événements culturels sont en préparation, dont notamment un ouvrage et des capsules vidéo avec Léman Bleu.
Le centenaire de l'association est l'occasion de porter un regard rétrospectif sur la présidence, depuis Marc Camoletti en 1922 à nos jours, d'envisager la profession d'architecte aujourd'hui et, surtout, d'imaginer le futur avec l'implication des jeunes membres de l'association. Depuis sa création, l'AGA a pour but d'organiser et de représenter les architectes de Genève et de défendre leurs intérêts professionnels et patronaux dans le respect des devoirs qu'ils assument envers leurs mandants.

Les objectifs de l'association sont en particulier de susciter, entretenir et développer des relations confraternelles et cordiales entre ses membres ; de soutenir et encourager ces derniers dans l'exercice de leur activité ; d'étudier, appuyer ou combattre toute mesure administrative ou particulière touchant aux intérêts de la profession ; de défendre auprès des autorités et corporations compétentes les intérêts de ses membres ; d'agir en justice dans le cadre de ses activités, y compris dans le domaine des marchés publics ; de veiller au maintien de l'honneur et du renom qui s'attachent à la profession, ou encore de favoriser la formation et le perfectionnement professionnel.

FAI

FÉDÉRATION DES ASSOCIATIONS D'ARCHITECTES ET D'INGÉNIEURS DE GENÈVE

CONSEIL DE LA FAI

À la suite de l'assemblée des délégués du 17 juin 2021, quelques changements ont été enregistrés dans la composition du Conseil de la FAI. Michel Grosfillier (AGA) et Jiri Horsky (AGI) quittent leur fonction après de nombreuses années d'investissement au sein de la fédération. Ils sont remplacés par Olivier Mesple, vice-président AGA, et par Fanny Novoa-Gilliéron, vice-présidente AGI. François Baud (SIA) est, quant à lui, nommé trésorier en remplacement de Michel Grosfillier.
Le Conseil FAI est représenté pour l'année en cours par : Philippe Meier, architecte FAS (président) ; Vincent Bujard, ingénieur civil AGI (vice-président) ; Nadine Couderq, géomètre (past-présidente) ; François Baud, architecte SIA (trésorier) ; Samuel Dunant, AGG ; Laurent Gaille, FAS ; Christian Haller, AGG ; Jean-Paul Jaccaud, FAS ; Olivier Mesple, AGA ; Fanny Novoa-Gilliéron, AGI ; Alberto Pedulla, AGI ; Carmelo Stendardo, AGA ; Frédéric Wasser, SIA ; et Carlo Zumbino, SIA.

GROUPE DE TRAVAIL BIM–FAI

Depuis le mois de septembre 2021, la FAI a constitué un groupe de travail technique pour aborder les questions liées au Building information modeling (BIM). Il permettra de transmettre à la Commission BIM-État de Genève, les préoccupations que les acteur·trice·s des professions du domaine bâti se posent face aux nouvelles directions que prennent les services de l'État dans la numérisation de l'environnement de travail.
Ce groupe est composé des architectes Paul Ducom et Félix Stämpfli, des ingénieurs civils Matthieu Debyser, Loïc Grandjean et Maxime Thivolle ainsi que des géomètres Samuel Dunant, Alexandre El Barq, Christian Haller et Mathieu Petitjean.

FAI FORMATION GENÈVE

RENCONTRE DES COMMISSIONS DE FORMATION INTERCANTONALE

La formation initiale du métier de dessinateur·trice CFC inclut cinq orientations : l'architecture, le génie civil, l'architecture paysagère, l'architecture d'intérieur et la planification du territoire. Le 14 septembre 2021, un groupe de travail ad hoc constitué de quinze représentant·e·s issu·e·s de plusieurs cantons romands et du Tessin s'est rencontré à Lausanne pour définir le nouveau plan de formation. Des ateliers intercantonaux se dérouleront prochainement pour s'harmoniser aux différents programmes pédagogiques des bureaux formateurs, des écoles professionnelles et des cours interentreprises, ainsi qu'aux examens finaux.

INTÉGRATION DES CANTONS ROMANDS À « PLAVENIR »

Avec plus de 1'600 certificats de fin d'apprentissage décernés chaque année, le métier de dessinateur·trice fait partie des dix formations professionnelles initiales les plus populaires en Suisse. Actuellement, plus de 6'000 personnes font un apprentissage de dessinateur·trice CFC dans l'une des cinq orientations mentionnées ci-dessus. Pour que les associations qui défendent une « formation professionnelle planification du territoire et de la construction » de qualité puissent dialoguer de manière coordonnée, une faîtière a été créée. Son nom est PLAVENIR (plavenir.ch/fr) et son objectif est le maintien d'une formation initiale de qualité. Il importera que toutes les orientations et régions linguistiques participent aux groupes de coordination nationaux afin de débattre des constats, souhaits et idées et d'agir à long terme.

FAS GE

FÉDÉRATION DES ARCHITECTES SUISSES

PUBLICATIONS

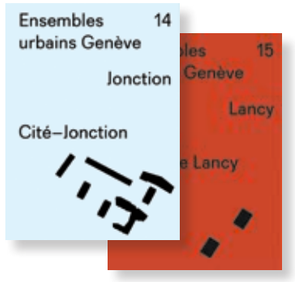
Un atelier sur les publications de la FAS a eu lieu dans la librairie et espace d'expositions bunq'Inn à Nyon, le 22 avril 2021.
Claudia Mion des éditions Cosa Mentale, Marc Frochaux, rédacteur en chef de la revue *Tracés*, et Paolo Amaldi, rédacteur en chef de la revue *Faces*, ont été accueillis à cette occasion.
Lors de cette rencontre ont été débattus les liens et synergies possibles entre les différentes publications et revues d'architecture romandes et les projets éditoriaux de la FAS.

PRIX FAS MASTER
DE L'EPFL 2021

Le Prix FAS Master de l'EPFL, qui consiste en une œuvre originale, a été décerné conjointement par les sections FAS Romandie et FAS Genève pour la seconde année consécutive. Le projet «Utopie à la dérive» de Maud Abbé-Decarroux et Aloys Mützenberg a été récompensé par une œuvre du collectif d'artistes Martinet & Texereau.

LIRE

ENSEMBLES URBAINS GENÈVE



La FAS Genève poursuit son travail de documentation d'ensembles architecturaux remarquables avec la publication, en novembre 2021, de deux nouveaux cahiers: *Jonction, Cité–Jonction* (n°14) par Christian Dupraz et *Lancy, Tours de Lancy* (n°15) par Patrick Longchamp. Ces deux exemples de la modernité genevoise de la seconde moitié du XXe siècle ont été réalisés quasi simultanément dans des quartiers significatifs du canton. Les projets apportent des solutions convaincantes à des contextes topographiques naturels spécifiques en alliant une échelle importante à une densité affirmée.

Construite entre 1961 et 1967 par plusieurs architectes et ingénieurs, la Cité–Jonction est un exemple de réalisation pragmatique inscrite dans les modes de production courants de l'époque. Elle offre un confort et une qualité d'habitat très élevés aux habitant·e·s. La diversité fonctionnelle et le traitement des séquences spatiales au sol déterminent un modèle pertinent pour un projet de grande échelle qui s'insère de manière fine autant dans le cadre naturel du bord de l'Arve que dans le quartier de la Jonction.

Les deux tours de Lancy, réalisées entre 1961 et 1965 par Jean-Marc Lamunière, sont issues d'un plan d'urbanisme qui comportait à l'origine cinq volumes de grande hauteur. Ces tours, qui figurent parmi les premières constructions élevées du canton, établissent une relation harmonieuse au grand paysage depuis la crête sur laquelle elles se dressent. Le traitement du sol, l'inscription dans la topographie offrent une assise à cet ensemble dont la finesse de l'expression architecturale témoigne d'une œuvre très personnelle de Jean-Marc Lamunière.

Les cahiers peuvent être commandés aux éditions InFolio (infolio.ch) ou à fas.e.u@bonnet-architectes.ch au prix de CHF 29.- l'exemplaire.

VOIR

OPEN HOUSE

Ken Isaacs, *Fun House (Beach Matrix)*, vue de l'installation à Westport (Connecticut), 1967
Courtesy Cranbrook Archives

Organisée par le commissaire Simon Lamunière, l'exposition questionne l'habitat à travers des projets issus de l'art, de l'architecture, du design et de l'humanitaire. Elle se déploie en quatre volets — processus, flexibilité, utopie et expérience — présentés pour la majorité en plein air. Le troisième, qui présentera deux pièces consacrées à l'utopie, se tiendra dans le cadre du salon international artgenève du 27 au 30 janvier 2022.

Fun House (1967), de Ken Isaacs (1927–2016), offre la possibilité de créer soi-même une variété d'intérieurs et de micro-maisons en unifiant les fonctions du mobilier et de la structure par le biais d'un système modulaire simple et flexible. L'architecte et designer américain a conçu des solutions simples mais radicales aux défis spatiaux et environnementaux de la vie moderne, tout en s'éloignant des valeurs consuméristes du rêve américain.

La Dolce Utopia (1996), créée par les artistes Maurizio Cattelan et Philippe Parreno, est composée d'un immense ballon flottant dans les airs qui soutient un lustre lumineux. Cet espace de convivialité, sorte d'utopie «domestique» à la portée de toutes et de tous, est une invitation à rêver l'habitat.

Signalons que la quatrième et dernière session d'*OPEN HOUSE*, «Expérience», se tiendra dans le parc Lullin à Genthod du 14 mai au 21 août 2022. Pour plus d'informations: openhouse2021.ch

FOCUS

TO BIM OR NOT TO BIM

La digitalisation des données pour la conception et la gestion de l'environnement naturel et construit fait désormais partie intégrante du quotidien. Pour les professionnel·le·s qu'ils·elles soient mandataires, géomètres, ingénieur·e·s ou pour les maîtres d'ouvrage et responsables des administrations publiques, les plans dessinés au Rotring ou au crayon gris, le poché, les calques, les tirages héliographiques sont associés à la préhistoire, tout comme la notion de base référentielle physique est devenue obsolète.

Dans la pratique, les gains d'efficacité, les souplesses d'usage et les capacités évolutives ont permis aux outils numériques de devenir incontournables pour les étapes de conception, de chantier et de mesure en l'espace d'une génération. Les démarches administratives ont suivi le mouvement avec la mise en place par l'État de Genève de plateformes pour le traitement des permis de construire: tout d'abords pour les autorisations de construire par procédure accélérée (APA) et les avis d'ouverture de chantier, ensuite pour les demandes définitives (DD) et les demandes de démolition (M).
Ces démarches se basent sur des documents numérisés en deux dimensions avec la transposition des dessins papier en dessins de format similaire, consultables sur support informatique par tous les acteur·trice·s du processus administratif. Elles permettent d'éviter de volumineux dossiers papier, économisant ainsi la matière, et de simplifier les démarches qui ne nécessitent plus de déplacements aux guichets et de transports compliqués des plans entre les services.
La prochaine étape, déjà très largement amorcée, est celle du BIM-État ou du traitement des données par des modèles tridimensionnels intégrant la totalité des informations d'un projet dans un support unique. L'idée à moyen terme est le développement d'un jumeau numérique du territoire le plus réaliste possible qui sera consultable de la manière la plus démocratique possible. Ce passage vers le BIM pose néanmoins des questions complexes.

La question de la lisibilité des supports se pose tout d'abord. Les modèles BIM peuvent être d'une extrême complexité et leur lisibilité souvent difficile, même pour des professionnel·le·s expérimenté·e·s. La superposition de couches d'informations forme un maillage serré et, bien s'il soit possible d'«éteindre» certaines couches, ces opérations impliquent des interfaces de consultation spécialisées et une connaissance des méthodes de manipulation du modèle qui sont loin d'être à la portée de tout le monde. Cette difficulté questionne surtout la dimension démocratique d'un processus administratif et sa compréhension des données pour les acteur·trice·s non professionnel·le·s. Consulter le permis de construire d'un projet risque de devenir si complexe que des intermédiaires spécialisés pourraient être requis pour le «traduire» en langage intelligible, soit en dessins bidimensionnels.

La seconde question qui se pose est celle de la protection et de la gouvernance des données ainsi placées dans le domaine public. Genève peut se targuer d'avoir un instrument performant avec le Système d'information du territoire genevois (SITG) créé en 1991. Comme le souligne dans la revue le géomètre cantonal Laurent Niggeler, le regroupement des recensements cadastraux et le cadre légal que le Grand Conseil lui a conféré permettent désormais une gestion centralisée et contrôlée des données digitales du territoire. Cette surveillance, liée aux apports de différentes institutions publiques et universitaires, a renforcé cet outil comme élément incontournable pour les acteur·trice·s de l'environnement naturel et bâti du canton. Que deviendra-t-il néanmoins si la progression du modèle consultable devait s'enrichir au point de contenir un tel niveau d'informations que sa gestion en serait incontrôlable? Comment éviter que des réseaux privés parallèles ne s'approprient pour diverses raisons les informations disponibles? Ou encore, comment protéger les dossiers de demandes de permis de construire, une fois déposés sur une plateforme publique, pour que d'autres acteur·trice·s de la construction ne se les approprient pas, lesquels auraient à disposition toutes les informations nécessaires pour approcher les propriétaires en leur proposant une réalisation en direct, sans l'apport des mandataires impliqués jusqu'alors?

Le BIM soulève encore bien des interrogations et sa mise en pratique systématique n'est pas pour demain. Il convient néanmoins d'approcher ce tournant avec enthousiasme, mais également mesure et circonspection afin d'en comprendre les enjeux et de trouver la pondération entre participation démocratique ainsi que protection des données et des acteur·trice·s concerné·e·s.

CONSEIL DE LA FAI, NOVEMBRE 2021

Carte 3D de Genève © SITG

P.P.
CH — 1211
Genève

LA POSTE

fai Fédération des associations d'architectes et d'ingénieurs de Genève

CP 5278
1211 Genève 3

Associations constitutives et membres de la FAI :

AGA Association genevoise d'architectes
AGG Association genevoise des géomètres
AGI Association genevoise des ingénieurs
FAS Fédération des architectes suisses, section Genève
SIA Société suisse des ingénieurs et des architectes, section Genève

Associations, commissions, archives et informations sur le site de la FAI : fai-ge.ch

Abonnement : interface@fai-ge.ch