

Villes promises, infrastructures de demain

L'année 2018 en tendances

LEONARD



Construire nos futurs optimistes

Par Julien Villalongue,
Directeur de Leonard



Les mois passés furent à bien des égards des mois de contrastes prononcés, accentuant ici des tendances bien identifiées, semblant là les remettre en cause.

Dans le sillage d'une COP24 qui a déçu, les parties prenantes s'en tenant au minimum, il serait tentant de craindre que la lutte contre le réchauffement climatique patine. Mais ce serait oublier que 2018 fut une année de mobilisations sans précédent, réunissant des dizaines de milliers de citoyens partout dans le monde, appelant leurs élus à s'engager plus avant dans la protection de la planète.

Un signe de maturité environnementale qui invite notre secteur, autant que les dirigeants interpellés, à poursuivre ses efforts dans le développement de nouvelles solutions peu émissives.

La planète s'est, encore, largement invitée dans l'actualité mondiale ces derniers mois. Les puissants cyclones qui ont affecté l'Asie, autant que les incendies historiques qui ont touché les États-Unis et l'Europe, nous rappellent que la résilience climatique des villes et des infrastructures est un sujet qui n'attend plus - il est au cœur des futurs enjeux de nos métiers.

Les mois passés furent également des mois de surprises susceptibles de raviver les tendances perturbées, autant que d'en dessiner d'autres,

autrement positives. Sur les sujets qui orientent le regard de Leonard - la ville, la mobilité, l'habitat, les infrastructures, l'énergie - des transitions sont en cours, des futurs possibles se dégagent. L'économie circulaire et la construction zéro-carbone se frottent à la réalité des chantiers, le numérique et l'intelligence artificielle affirment leur pertinence au cœur des villes et des infrastructures, pour les rendre plus désirables, plus performantes et plus résilientes.

Cela se lit dans les mots qu'emploient les chercheurs et experts en lien avec les métiers de VINCI. Cela se laisse percevoir, signaux faibles mais précieux, dans le déploiement de nouvelles technologies, dans la richesse et l'audace des initiatives de la *Construction Tech*, nouvelle valeur en hausse des *business angels* outre-Atlantique. Cela se donne à voir enfin lors d'événements singuliers, marquant ici et là le franchissement de seuils déterminants.

La présente rétrospective propose la synthèse de quelques-unes des tendances observées par Leonard en 2018. Cette plateforme de veille, vivante et vibrante, est un subtil aiguillon du futur de nos métiers. Ce qui s'y pense, s'y dit, s'y écrit, offre un éclairage unique sur l'avenir de la construction et des concessions. Nous sommes heureux d'en partager ici l'essentiel.

1

7

Les mots de 2018

2

13

Les transitions

14

Les nouveaux matériaux, alliés de l'environnement

18

Les grandes métropoles fixent le cap du zéro carbone

20

Les plateformes numériques se muent en infrastructures urbaines

24

L'intelligence artificielle se dessine un avenir en béton

26

Mobilité zéro-émission : batteries et hydrogène jouent la complémentarité

30

Les jumeaux numériques s'animent tout au long du cycle de vie des bâtiments

32

Résilience : les villes à l'épreuve des chocs

3

35

Les futurs possibles

36

Le bois va-t-il conquérir la grande hauteur ?

38

Le bâtiment résilient peut-il s'inspirer des constructions en milieu extrême ?

42

5 questions à Cécile Wendling

46

La valorisation des déchets du bâtiment deviendra-t-elle centrale dans la construction ?

48

3 questions à Antoine Picon

50

Les expérimentations de Detroit peuvent-elles ouvrir des perspectives nouvelles à la *smart city* ?

52

3 questions à Nathalie Machon

4

55

L'œil de la SF

5

59

Le regard de Leonard

60

Le premier accident de voiture impliquant un véhicule autonome

62

La communauté internationale à l'épreuve du climat

64

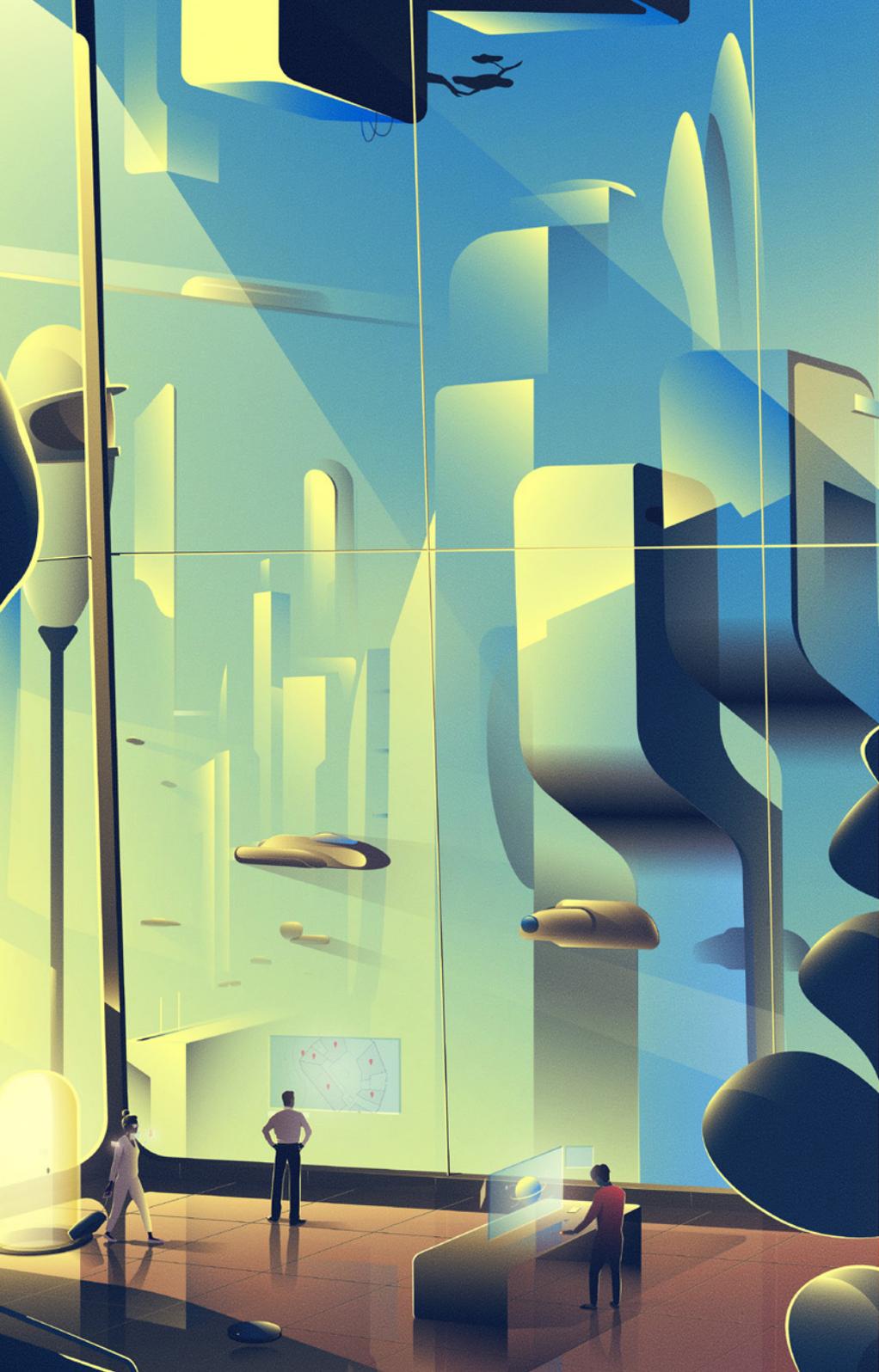
Elon Musk va-t-il enterrer la révolution des transports ?

66

Les intrapreneurs, accélérateurs de la transformation positive des groupes

68

L'IA oblige à inventer une éthique de la disruption



Les mots de 2018

Illustration: Jan Siemen

1



Batterie stationnaire

Les voitures autonomes ont besoin de batteries pour avancer, et pas seulement sous le capot. À la maison ou dans des hangars dédiés, les batteries stationnaires accumulent les électrons en heures creuses et les délivrent à la demande. Pas de panne sèche, et un réseau stabilisé.



Data-égoïsme

Les conducteurs n'ont jamais été aussi malins. Raccourcis, anticipation des bouchons... Les algorithmes des plateformes leur mitonnent des trajets optimisés. Sauf que le bon plan des uns peut dégrader le réseau pour les autres, surcharger des infrastructures... Un data-égoïsme qui préoccupe les collectivités.

« Sans les mains ! ». Si c'est sur autoroute, et que vous gardez un œil sur le pare-brise, votre véhicule est au niveau 3 d'autonomie. Le niveau 4 est celui que visent les constructeurs à l'horizon 2025 : le véhicule prend tout en charge, sur la plupart des routes, et le conducteur n'a plus besoin d'être en permanence attentif. Le niveau 5 ? Votre voiture est un chauffeur d'élite qui vous emmène partout dans n'importe quelles conditions. Y compris quand, par temps de brouillard, un cycliste surgit du bas-côté, et que l'éviter vous fera percuter la voiture qui vous double ? A priori... oui. Autant dire qu'ingénieurs, juristes et spécialistes du design éthique ont encore du pain sur la planche.



Niveau 5



Le « train gadget » (Bahn : train, en allemand) n'est pas le dernier jouet qu'on s'arrachait à Noël. Il désigne les innombrables concepts de transport « miracle » — peu cher, rapide, silencieux, non polluant... mais ignorant les contraintes physiques et économiques comme les besoins réels. Vous avez dit Hyperloop ?

Gadget-bahn



Pop-Up infrastructure

L'oxymore est tout neuf, mais l'idée est ancienne. La tour Eiffel en est la preuve : construite pour une Exposition universelle, le monument était conçu pour être démonté. Tel ne fut pas son destin. Mais c'est celui de nombreuses infrastructures (stades, pavillons...) conçus pour être réemployés ailleurs et autrement après le grand événement qui les fait sortir de terre.

Qui nourrit les urbains ? Simple : les autres. En France, les aires urbaines satisfont en moyenne 3 % de leurs propres besoins. Mais manufacture et agriculture font un retour massif en ville. Fablabs, fermes verticales et jardins partagés visent, à défaut d'auto-consommation, au moins une meilleure résilience urbaine.



Ville productive



Architecture algorithmique

Les assistants de certaines startups de l'architecture sont désormais des algorithmes. Filtrant les réponses des clients à une centaine de questions, puisant dans des bases de matériaux et modules, ils livrent des solutions prêtes à construire. Des dizaines de solutions possibles, plus précisément : les logiciels de « design génératif » explorent des myriades de variantes, répondant aux contraintes fixées. Aux humains, ensuite, d'arbitrer.



Bâtiments Zéro Carbone

Les solutions ponctuelles - l'emploi d'isolants performants, l'installation de panneaux solaires, de systèmes de gestion intelligente de l'énergie - réduisent assurément les émissions de GES des bâtiments. Mais la lutte contre le changement climatique doit se jouer tout au long du cycle de vie. Le « zéro carbone » revendiqué par de grandes métropoles passe par une vision intégrée de la conception, des matériaux, de la production électrique... Et s'appuie sur le réemploi des matériaux ou l'usage de matériaux biosourcés.



Paléo-inspiration

Béton romain et pigments mayas fascinent les chercheurs en matériaux : ils traversent les siècles bien mieux que leurs analogues contemporains. Mais la recette n'a pas suivi. Rayons X, spectromètres et autres instruments sont mobilisés pour retrouver les secrets antiques qui feront les matériaux de demain.



Darwinisme urbain

La ville fait changer de couleur la coquille des escargots, les pattes des lézards, le comportement des corneilles... jusque dans leurs gènes ! La sélection naturelle chère à Charles Darwin, à l'œuvre en ville comme à la campagne, invente une biodiversité adaptée à l'écosystème urbain. La jungle est au pied de l'immeuble !

Ils partagent en commun pièces et équipements (une cuisine, un jardin, une salle de réception...), mais conservent leurs logements privés : ce sont les adeptes du « co-habitat », en français. Une manière collaborative de concevoir, construire et habiter qui séduit aujourd'hui, 50 ans après son invention au Danemark.



Co-housing



Les transitions

Illustration: Raul Aguiar

2

Les nouveaux matériaux, alliés de l'environnement

Limitation de l'impact environnemental sur les chantiers, capacité à renouveler les ressources utilisées, réduction des émissions de gaz à effet de serre tout au long du cycle de vie... Les matériaux sont à la conjonction des grandes problématiques structurantes de la construction, inspirant innovations radicales et nouvelles grilles de lecture.

➤ C'est déjà hier

S'il est un matériau qui concentre à lui seul les enjeux économiques et environnementaux de la construction, c'est bien le béton. Sa production implique celle de ciment, fortement émettrice de CO₂, et l'extraction de sable... qui vient à manquer! L'immesnité des déserts rend cette réalité difficile à appréhender, mais le sable est la troisième ressource naturelle la plus menacée de pénurie par la consommation humaine, derrière l'eau douce et le pétrole. Un rapport de l'OCDE paru le 23 octobre 2018 indique que la dépendance aux matériaux de construction – dont sable et gravier constituent une part majeure – devrait doubler d'ici 2060. Dans

de nombreuses régions, le prix de la tonne de sable s'envole et l'extraction illégale est en plein essor. Certes, il est possible de se passer de béton. Il est même possible aujourd'hui de construire des immeubles de grande hauteur en ossature bois (lire p. 36). Un matériau biosourcé, recyclable, stockant naturellement le carbone... À condition de pouvoir s'en procurer. Et s'il était temps de réinventer le sable, et d'imaginer d'autres ressources biologiques pour la construction?

≡ Un pas vers le futur

Retrouverons-nous bientôt des structures en mycélium et le sable du désert sur les chantiers?

Ses créateurs, Carolyn Tam, Matteo Maccario, Hamza Oza et Saki Maruyami l'ont appelé « Finite ». Ils prêtent toutes les qualités à ce matériau composite issu de recherches menées à l'*Imperial College* de Londres: une résistance équivalente aux briques utilisées régulièrement dans la construction d'habitation; une empreinte carbone réduite, estimée à 50 % de celle du béton traditionnel; et, surtout, un substrat inédit et abondant:

le sable des déserts. Finite serait également facile à dégrader et réutilisé, et, de fait, parfaitement adapté aux constructions éphémères. Pour couronner le tout, le matériau peut donner lieu à de nombreuses variations esthétiques de formes et de couleurs. Ses créateurs en font régulièrement la démonstration en créant des objets décoratifs originaux. Le secret de Finite réside dans la recette du « liant », jalousement gardée par ses concepteurs, et qui devra bientôt passer les batteries de tests obligatoires (résistance à la compression, durcissement, capacité d'absorption, affaissement, usure, etc...) pour les matériaux de construction. Du vase à la brique, la marche est encore haute.

Est-elle plus haute encore pour ces chercheurs qui misent sur le vivant pour fournir des matériaux de construction quelles que soient les conditions de chantier? Possible. Mais telle est bien l'ambition de la DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*). La branche du département américain de la défense dédiée au développement de nouvelles technologies (à qui l'on doit l'éclosion d'Internet ou les premières recherches sur la voiture autonome) a mis en place un programme de recherche ambitieux en 2017, courant sur 4 ans, pour financer les initiatives qui répondront à cet objectif: *l'Engineered Living Materials Program*.

Pour construire abris, barrières, voies



« Finite » utilise un substrat abondant, parfait pour les constructions éphémères: le sable du désert (source: page Facebook)





d'accès, l'armée américaine mise aujourd'hui sur la production de matériaux sur site grâce à des organismes vivants se nourrissant des ressources disponibles sur place. Elle a pour cela confié 9,1 millions de dollars à la startup américaine Ecovative, dans l'État de New York, pour concevoir les matériaux vivants du futur. L'ambition : permettre aux unités militaires de créer des bases d'opération « en faisant littéralement pousser les matériaux de construction nécessaires aux infrastruc-

Le rêve de la DARPA : démontrer qu'il est possible de produire des matériaux de construction à partir des ressources biologiques locales, idéalement dotées de capacités d'adaptation grâce à l'ingénierie génétique.

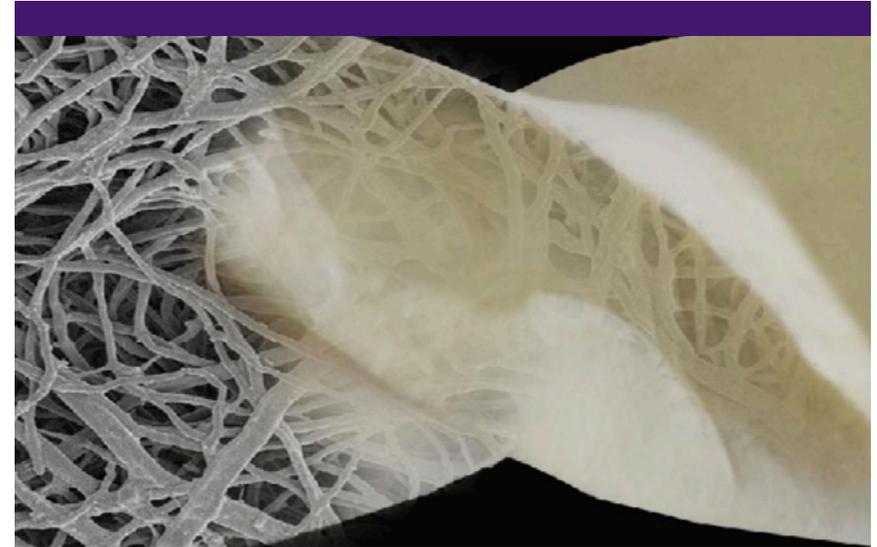
tures – abris, barrières, meubles ». Pour la startup, créée en 2007, ce nouveau projet de recherche marque une étape fondamentale. Pendant plus de 10 ans, Ecovative a utilisé le mycélium (la partie végétative du champignon) dans la production d'emballages, de petit mobilier, d'objets décoratifs ou d'éléments d'isolation... Aujourd'hui, adapter la méthode à la production de matériaux de construction est un défi technique et scientifique majeur. Le rêve de la DARPA : démontrer qu'il est possible de produire des matériaux de construction à partir des ressources biologiques locales, idéalement dotées de capacités d'adaptation (aux fissures, à la sécheresse, au gel, aux déformations...) grâce à l'ingénierie génétique.

● Ce qu'il en pense

Maxime Trocmé est Directeur recherche & développement et environnement pour VINCI Construction.

Ces deux types de matériaux sont-ils le signe que l'avenir de la construction passe par l'émergence de solutions radicalement nouvelles ?

Je ne pense pas que l'on puisse dire que de nouveaux matériaux émergent de manière radicale, et soient, seuls, la clé des transformations en cours. Ce sont plutôt des problématiques qui émergent : le bas carbone, le recyclage, l'économie circulaire. Ce que montre ce type de projets, c'est qu'il y a désormais une prise en compte essentielle des dimensions environnementales de la conception à l'usage. D'une certaine manière, l'environnement, qui pouvait encore



Le mycélium, partie végétative du champignon, est utilisé par Ecovative dans la production de petit mobilier ou d'éléments d'isolation (source : page Instagram)

être il n'y a pas si longtemps un sujet bloquant, est devenu un sujet structurant, qui peut même être valorisant pour un projet.

Certains matériaux s'imposent-ils aujourd'hui comme de meilleures réponses aux enjeux environnementaux ?

Ce que l'on observe, c'est que chaque industriel tend à favoriser sa filière : béton, bois, acier... Chez VINCI, nous avons l'opportunité d'assembler une grande diversité de solutions. Et je suis convaincu qu'en général c'est le recours à plusieurs types d'options sur un même projet qui peut donner les résultats les plus satisfaisants, quand il faut résoudre les équations aux multiples incon-

nues que sont la limitation des émissions de gaz à effet de serre sur l'intégralité du cycle de vie, la possibilité de réusage et de réemploi des matériaux... Je pense aussi qu'il est nécessaire d'envisager non seulement la résilience du bâti, face au réchauffement climatique en particulier, mais plus généralement la résilience des choix de construction : choisir les matériaux en tenant compte des possibles réaffectations du bâti, des évolutions des usages, des réaménagements...

Les grandes métropoles fixent le cap du zéro carbone

Le « zéro carbone » s'affirme comme un nouvel objectif pour atténuer l'impact écologique du secteur du bâtiment. Le neuf, en construction et en exploitation, mais aussi la rénovation, s'organisent peu à peu pour porter cet effort.

➤ C'est déjà hier

Le bâtiment représente 15 % des efforts de réduction des émissions de GES

Si l'on souhaite limiter la hausse des températures globales à +2°C à l'horizon 2100, 4600 milliards de dollars devront être dépensés entre 2015 et 2030 pour l'efficacité énergétique des bâtiments. D'après les calculs de l'Agence internationale de l'énergie, cela représente près de 15 % du total des dépenses nécessaires à cet « objectif 2°C ».

À l'échelle française, le bâtiment et ses 120 millions de tonnes annuelles représentent le quart du total national des émissions carbonées. Une proportion supérieure à celle du transport ou de l'industrie. Le bâtiment est donc l'un des piliers des politiques françaises

et européennes liées à la transition énergétique, identifiée dès la publication en 2010 d'une première directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments.

Dans le secteur résidentiel, le chauffage est le principal responsable des émissions de CO₂ (85%) devant la consommation d'eau chaude, avec des émissions liées pour les deux tiers à la combustion de gaz naturel et pour un tiers au fuel. Mais le cycle carboné complet des bâtiments ne doit pas seulement prendre en compte le fonctionnement du bâtiment, dont les émissions tendent à se réduire pour les bâtiments neufs. Le poids de l'« énergie grise », consommée de la conception à la démolition, en passant par les travaux de réhabilitation et d'entretien en phase d'exploitation, est déterminant. Ainsi, pour un bâtiment labellisé BBC 2005 (bâtiment à basse consommation énergétique), l'« énergie grise » dépensée pour la construction représente de 30 à 50 ans de la consommation énergétique de ce bâtiment en phase d'exploitation. L'enjeu écologique du bâtiment se concentre ainsi sur la phase de construction, qui reste la plus émettrice y compris pour les

Un bâtiment même très bien rénové, consomme souvent davantage qu'un bâtiment neuf.

bâtiments à haute qualité environnementale (à 60%, selon le référentiel BBCA).

≡ Un pas vers le futur

Les métropoles du C40 s'engagent pour des bâtiments à empreinte carbone nulle à l'horizon 2030

De Paris à New York, de Tokyo à Johannesburg, les maires de 19 métropoles du « C40 » se sont engagés à l'été 2018 à ce que tous les nouveaux bâtiments de leur ville soient exploités « avec une empreinte carbone nulle » d'ici 2030. Un objectif ambitieux par rapport à celle de « basse consommation » qui prévaut le plus souvent. Les efforts à prévoir visent, d'abord, la phase d'exploitation (optimisation énergétique, sources renouvelables). Mais comme l'a montré le modèle de l'école « zéro carbone » de Nanterre, maîtrise de l'exploitation et construction raisonnée vont de pair. L'utilisation de matériaux d'origine renouvelable (bois et dérivés) permet de réduire considérablement « l'énergie grise », produite pour plus de la moitié des tonnes de CO₂ émises par

les matériaux. Et l'utilisation de matériaux bio-sourcés permet aussi au bâtiment de stocker du carbone, contribuant à compenser les émissions générées au cours de sa construction. Enfin, une démarche « zéro carbone » implique le recours à l'économie circulaire, du réemploi de matériaux et produits lors de la construction à la conception de bâtiments pouvant, avec le temps, changer d'usage ou s'étendre.

🕒 À suivre

Choisir entre réhabilitation et construction pour chasser le carbone

« Dans une passoire énergétique, les émissions en exploitation sont dominantes », prévenait en 2015 le groupe de travail Réflexion Bâtiment Responsable (RBR) 2020-2050. Inverser la tendance nécessitera un effort de rénovation conséquent, avec des travaux lourds à l'échelle d'un bâtiment permettant de diviser par deux la consommation, ou plus légers, en se concentrant sur les systèmes de chauffage, réduisant ainsi la consommation de 20%.

Priorité politique et réglementaire, la rénovation affiche toutefois un retard certain, en France, par rapport à l'objectif annoncé, qui devrait conduire à des travaux sur pas moins de 500 000 logements par an dès 2018, pour atteindre les 700 000 à partir de 2022. Reste que, sauf à prendre en compte la réutilisation du gros œuvre, un bâtiment « même très bien rénové, consomme [souvent] davantage qu'un bâtiment neuf », comme le note le Groupe de travail RBR. Réhabilitation ou construction : pour un objectif zéro carbone, il faudra trancher au cas par cas.

Les plateformes numériques se muent en infrastructures urbaines

Mobilité, logement, commerce, énergie...

Les acteurs du numérique rebattent les cartes des services urbains. Et avec elles, les modèles de gouvernance des villes.

En se faisant infrastructures urbaines, les plateformes doivent apprendre à composer avec les subtils équilibres des communautés urbaines.

➤ C'est déjà hier

La disruption arrive en ville

Commander un VTC, réserver un vélo en *free floating*, se faire livrer son dîner, louer son logement pour quelques jours, repérer l'itinéraire le plus rapide... Les plateformes digitales sont entrées dans le mode de vie de *l'homo urbanus* et elles ne sont pas près d'en sortir.

Au-delà des plateformes, la nouvelle science des données urbaines (les *very big data* et le *data mining*) dans laquelle entreprises et élus s'engouffrent aujourd'hui annonce le retour de la vision d'une ville-système. Le numérique pulvérise le concept de *flux* et donne

à voir, en lieu et place, des événements, soit des milliards d'occurrences parcellaires, que l'on s'efforce de modéliser pour en extraire du sens. Ainsi l'avatar de la ville programmable succède-t-il à celui de la ville « 2.0 », conçue il y a une dizaine d'années comme une plateforme ouverte. Avec lui s'active l'imaginaire d'un contrôle lisse et efficient. Sur le terrain, les avancées sont encore modestes, mais concrètes. À Lyon, par exemple, des capteurs intelligents de température de voirie permettent d'optimiser le salage, et des capteurs dans les silos à verre améliorent l'efficacité des tournées de recueil. Plus généralement, via des transformations structurelles (smart grids, suivi des consommations et optimisation énergétique des bâtiments) et le pilotage par les données des politiques publiques (le recyclage, par exemple, mais aussi la sécurité), la ville programmable se dessine sûrement mais timidement. Mais cela ne va pas sans friction.

D'abord, parce que *l'Homo numericus* est un « égoïste parfait », en particulier en matière de mobilité : il optimise chacun de ses tra-

jets au détriment de l'équilibre du système dans son ensemble, comme le montrent les travaux de modélisation d'Alexandre Bayen, de *l'Institute of transportation Studies* de Berkeley, sur le réseau de Los Angeles. Parmi les problèmes relevés : la surutilisation de petites routes locales inadaptées à un fort trafic, et une congestion reléguée du centre vers la périphérie – en particulier aux villes en bordure d'autoroute. Au point que quelques municipalités, incertaines des retombées économiques du nouveau trafic généré par les « égoïstes parfaits », interdisent purement et simplement l'accès de leurs routes aux non-résidents à certaines heures.

L'exemple des plateformes d'hébergement met lui aussi en évidence les grains de sable qui grippent les rouages de la ville numérique. « *Pourquoi limiter l'usage*

d'Airbnb ? Pour empêcher que les hypercentres touristiques se vident de leurs habitants. » explique Emmanuel Grégoire, adjoint à la mairie de Paris, chargé des questions relatives à la transformation des politiques publiques. À la demande de la Ville de Paris, Airbnb a accepté de bloquer la durée de location d'un logement principal à 120 jours par an dans les quatre arrondissements centraux de la capitale pour imposer à ses utilisateurs une réglementation que de nombreux propriétaires tentent de contourner.

Paris a fait le choix de la négociation, mais ailleurs, c'est la contrainte qui prévaut. Après Londres, l'État d'Israël a par exemple interdit l'an dernier à Uber de proposer ses services sur l'ensemble de son territoire. Dans un autre genre, San Francisco vient de bannir les applications de location de trottinettes électriques car celles-ci encombraient les trottoirs. Les plateformes d'hébergement, elles aussi, posent question.

Plus fondamentalement, si la ville programmable est loin d'être encore satisfaisante, c'est que, face aux géants des technologies numériques, la puissance publique perd bien souvent la main sur la gouvernance des données urbaines. « *Nous n'avons pas eu de discussion nationale sur nos données et sur les infrastructures publiques sur lesquelles [leur collecte] a un impact, ni sur le degré auquel nous souhaitons que les géants de la tech influencent notre gouvernance et nos services publics* », regrettait ainsi récemment l'activiste Bianca Wylie, défenseure de *l'open government*.

Face aux géants des technologies numériques, la puissance publique perd bien souvent la main sur la gouvernance des données urbaines.

Un pas vers le futur

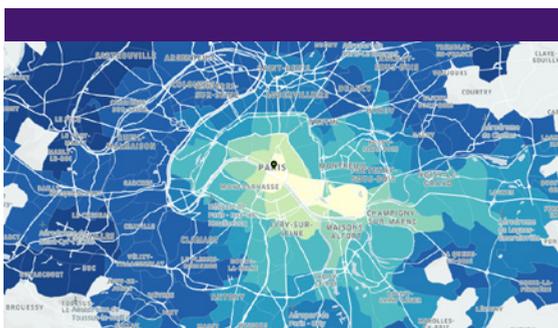
Plateformes et puissance publique : vers un langage commun

Comment trouver le bon équilibre entre acteurs privés, porte-flambeaux de la disruption, et puissance publique, garante d'égalité et de justice, quant aux accès et droits des habitants des villes ? Le *Centre for International Governance Innovation* invite à un changement radical : « *En se fondant sur une architecture technique ouverte, [les autorités] doivent adopter des politiques qui sécurisent la propriété des données collectées pour les villes* ». Les données d'infrastructure sont trop importantes pour être laissées entre les mains égoïstes des utilisateurs, et celles, intéressées, des plateformes...

Une approche vers laquelle tendent certaines collectivités, comme le Grand Lyon, dont la plateforme Data agrège des données d'acteurs multiples – du stationnement (Indigo, Effia et Q-Park), de la publicité et du mobilier urbain (JCDecaux), de la mobilité (Aéroports de Lyon, le Sytral – autorité en charge des transports) et de l'environnement (autour de la qualité de l'air ou de la pollution sonore) en vue de construire « *un socle de référence des données métropolitaines* ». Un système avancé de licences (licence de données ouvertes, sans condition de réutilisation ; licence engagée, demandant aux réutilisateurs de s'authentifier ; licence associée, pouvant requérir une redevance au réutilisateur) vise autant à favoriser les échanges qu'à garantir

une coopération public-privé intéressante pour les deux parties. Un des grands générateurs de données urbaines, Waze, évoquait même récemment des échanges de données gagnant-gagnant, le service fournissant des données anonymisées pouvant être utiles à la gestion par la collectivité des flux de mobilité, la ville pouvant elle communiquer des données en temps réel sur l'état du réseau ou sur des incidents (voies en travaux, accidents) pour améliorer le service de l'application de navigation.

Les multiples données récoltées peuvent ainsi faire l'objet de collaborations fructueuses



Capture d'écran de la plateforme Uber Movement

entre les startups et les pouvoirs publics. Raphaël Morel, représentant d'Uber France et de ses 2,5 millions d'utilisateurs réguliers, évoque le programme de données partagées Uber Movement et donne l'exemple du partage de data avec la Ville de Paris pour fluidifier les allées et venues des VTC devant la gare du Nord. « *Nous sommes prêts à mettre nos données au service des collectivités pour améliorer la mobilité car c'est notre intérêt commun* » explique-t-il. Disrupteurs et acteurs publics ont bel et bien appris un langage commun.

À suivre

Des villes programmées... pour être habitées

La gouvernance algorithmique de la ville, même co-construite à jeu égal par les plateformes et les autorités publiques, peut-elle vraiment se mettre au service de la réalité urbaine ?

Il faut pour cela ne jamais oublier que la ville n'est pas une réalité figée. Elle ne se « pilote » pas avec un programme établi une fois pour toutes. Quant à espérer des algorithmes qu'ils transcendent les intérêts particuliers, et découvrent miraculeusement la définition du bien commun, c'est une illusion : capteurs, algorithmes et modèles prédictifs sont des constructions sociales, qui correspondent aux objectifs de leurs concepteurs. Les usages imprévisibles des utilisateurs finaux relativisent également l'idée d'une ville parfaitement « gouvernable » : très concrètement, la mise en place d'un projet de pilotage de bâtiments à énergie positive, à Lyon, s'est ainsi frottée à la trop grande difficulté de faire changer les comportements des usagers.

Autre prévention utile aux disrupteurs numériques des villes : garder à l'esprit que les effets positifs des plateformes peinent encore à se faire sentir ailleurs que dans certaines grandes métropoles. Léa Marzloff, du cabinet Chronos, rappelle qu'il existe une profonde fracture entre les centres urbains hyperconnectés et le reste du territoire, pas ou peu couvert par des applications comme Uber ou Airbnb.

Surtout, persiste le risque que la ville programmable passe à côté des habitants. Pour Célia Zolynski, professeure de droit privé à l'Université de Versailles-Saint-Quentin, le

risque existe. Notamment celui d'enfermement, qu'il soit communautaire (des populations mises au ban car pas assez « efficaces ») ou individuel (risque de faire s'auto-renforcer certains rapports sociaux une fois modélisés). « *Il faut porter la vision d'une ville qui redevienne un espace habité et pas seulement "dataifié", dans lequel nos doubles numériques sont pilotés* », explique la chercheuse. Celle qui est aussi membre du comité de prospective de la Cnil (voir notamment le cahier de prospective *La Plateforme d'une ville*, ndlr) rappelle qu'une réflexion existe en France pour assurer une transparence des systèmes algorithmiques pilotant les politiques publiques, a fortiori urbaines.

« *Pour mettre les plateformes au niveau de ces complexes édifices démocratiques que sont les villes* », le philosophe Bernard Stiegler, président de l'association Ars Industrialis et directeur de l'Institut de Recherche et d'Innovation (IRI), invite pour sa part à « *inventer la phase d'après la disruption. La gouvernance des villes ne doit pas s'inspirer de celle d'Amazon, il faut disrupter la disruption* ».

Cette disruption au carré, Bernard Stiegler y travaille dans le cadre du projet Territoire Apprenant Contributif, dans l'agglomération Plaine Commune. « *Notre système socioéconomique n'est ni viable ni durable*, explique-t-il. *Travailler, c'est d'abord augmenter ses capacités, pas faire des tâches automatisables. Il est nécessaire d'inventer une nouvelle intelligence urbaine. D'utiliser des plateformes pour organiser les délibérations locales, et donner la capacité aux habitants de s'approprier le destin technologique de leur ville.* »

L'intelligence artificielle se dessine un avenir en béton

Du concept à la maintenance prédictive, en passant par le pilotage automatisé d'engins de chantiers, l'intelligence artificielle (IA) s'immisce peu à peu dans tous les champs de la construction. Charge aux acteurs du secteur d'associer judicieusement les apports de la machine à l'irremplaçable intelligence des Hommes.

➤ C'est déjà hier

L'IA fait bien plus que jouer aux échecs

En 2017, le système d'intelligence AlphaGo Zero est devenu champion du monde du jeu de go en jouant avec lui-même. Un an plus tard, en décembre 2018, une version améliorée de cette IA, « Alpha Zéro », l'a battue à son tour et s'est également imposée aux échecs et au shogi (jeu d'échecs chinois).

Alors que l'histoire de l'IA commence en 1956, les succès s'enchaînent vraiment depuis les années 2010. Et les rêves les plus fous des précurseurs de la discipline semblent se réaliser grâce à une puissance de calcul inégalée, combinée à l'explosion du nombre d'objets « intelligents » et connectés.

Nous avons chacun dans la poche l'équivalent de plusieurs supercalculateurs Cray 2 qu'utilisait le CEA dans les années 1980 et un nombre croissant de smartphones récents embarquent des puces dédiées à l'IA. Les données, aussi

bien privées que publiques, exploitables par les IA et clés de leurs apprentissages, se multiplient de manière exponentielle, des photos sur le web aux données des capteurs. Depuis 2007, l'humanité produit plus de données qu'elle n'est capable d'en stocker.

Espoirs et craintes liées à l'IA se cristallisent ainsi autour de la vitesse croissante des progrès en la matière : que deviennent les métiers quand IA et robots étendent sans cesse leurs capacités d'action ? Comment s'assurer que les IA travailleront toujours de manière intelligible, loyale, favorable aux humains ? Comment garantir qu'elles ne renforceront pas des travers sociaux, économiques, environnementaux préexistants ? Telles sont les questions que soulève l'IA à tous les secteurs économiques, y compris dans celui de la construction.

☰ Un pas vers le futur

Construction, énergie, infrastructures : l'IA prédit partout

VINCI fait partie des membres fondateurs du Hub France IA, association qui vise à consolider le potentiel industriel français en IA, et lui donner une échelle européenne. Curieux, pour un spécialiste de la construction ? Pas tant que ça, car l'intelligence artificielle est partout. Y compris là où on ne l'attend pas : au cœur du matériau de construction le plus utilisé au monde.

En témoigne, dès 2016, l'accroissement significatif du nombre d'investisseurs dans les startups de la « Construction Tech ». L'IA survient ainsi dans un contexte de mutations profondes des métiers de la construction, créatrices de valeur ajoutée. Elle permet, grâce à la maquette numérique, de simuler et d'optimiser les performances du bâtiment. Mais ses aptitudes sont utiles dans une très grande diversité de métiers, dès qu'il faut qualifier et prédire. L'IA trouve à s'employer dans les aéroports, pour optimiser de manière significative la gestion des flux aériens et des passagers. Elle rend de précieux services aux infrastructures routières, pour optimiser leur exploitation (analyse automatique des flux de véhicules, classifications, détection d'incidents...). Elle est également à l'œuvre dans le domaine énergétique, dans l'intégration de systèmes d'information, l'automatisation de procédés industriels et la conception / hypervision d'infrastructures.

○ À suivre

Faire équipe avec l'IA

L'IA est, dès aujourd'hui, bien plus performante que l'être humain dans les situations « standard » de classification : elle ne se fatigue jamais et reste en permanence à son optimum d'efficacité. A contrario, l'humain est beaucoup plus fiable dans les cas limites ou à la marge, qui font appel à son intuition, à la créativité ou à la prise d'initiative. L'enjeu pour les entreprises dans les années à venir sera donc de faire la part entre les tâches plus adaptées aux IA ou aux humains, sachant qu'il est difficile de prévoir à l'avance ce qui relèvera d'un cas limite ou d'un cas standard ! Si l'IA porte en elle la promesse d'une nouvelle révolution industrielle, elle pourrait laisser définitivement l'avantage aux humains aux deux bornes du spectre de l'efficacité que sont l'inspiration des foules et le soin attentif apporté à chaque individu.

Quand il s'agit d'inspirer et de guider des millions d'êtres humains dans les arts, la spiritualité ou la politique en particulier, le leadership suppose des qualités et des faiblesses indépensables, instinctives, contagieuses... proprement humaines. Et lorsqu'est en jeu le soin des plus faibles, le besoin universel d'une présence exclusive, aimante et attentive est ce qu'il y a de moins transposable dans une machine ; un thérapeute ne peut s'occuper que d'un patient à la fois.

L'IA a un grand rôle à jouer dans la construction, de la conception à l'exploitation. Le défi du secteur sera d'associer judicieusement ses capacités aux aptitudes irremplaçables des humains qui travailleront avec elles ou seront aux prises avec le fruit de son travail artificiel.

L'intelligence artificielle est là où on ne l'attend pas : au cœur du matériau de construction le plus utilisé au monde.

Mobilité zéro-émission : batteries et hydrogène jouent la complémentarité

Une paix des braves est en train de s'esquisser entre partisans de l'hydrogène et de la batterie, les deux technologies de stockage de l'énergie destinées à propulser les véhicules électriques. Reste à progresser dans le déploiement des infrastructures indispensables aux deux filières.

➤ C'est déjà hier

Les deux visages de la mobilité électrique

« La voiture à hydrogène est complètement absurde. » Cette phrase, prononcée en 2015 par le PDG de Tesla Elon Musk, résume le duel fratricide que se livrent les industriels de la mobilité électrique qu'oppose depuis plusieurs années le choix des batteries ou de la pile à combustible à hydrogène. Mais alors que s'intensifient les initiatives de lutte contre la pollution et le changement climatique, l'une et l'autre technologies ont de solides arguments : *a minima*, au quotidien, toutes deux réduisent les émissions de gaz à effet de serre (à condition de produire électrons ou hydrogène à partir de sources

renouvelables), et n'émettent pas de particules fines et autres polluants.

Les deux camps ont leur champion : Tesla, le fleuron de la Silicon Valley et acteur du marché de la voiture à batterie, et Toyota, le géant japonais qui mène celui de la voiture à hydrogène avec son modèle Mirai. Derrière ces deux têtes de pont, la plupart des grands constructeurs étoffent leur offre de véhicule électrique... où l'approche par batterie se taille la part du lion.

Les déploiements les plus évocateurs de l'hydrogène électrique se font ailleurs sur les rails. En Allemagne, Alstom a mis au point un train roulant grâce à des piles à combustible. La société française doit en livrer 14 exemplaires d'ici 2021 à la région de Basse-Saxe. Le premier prototype, nommé Coradia iLint, a reçu il y a quelques semaines le feu vert pour circuler. D'une autonomie de 1 000 km, il peut transporter 300 passagers à une vitesse de 140 km/h. À quelques semaines d'écart, le constructeur Ballard Power Systems a pour sa part annoncé que le premier tramway électrique à hydrogène au monde était à l'essai dans la ville de Tangshan.



L'électrique, pour les usages urbains et personnels (source : Unsplash)

≡ Un pas vers le futur

Usages complémentaires recherchent infrastructures

Largement mise en scène, l'opposition entre partisans de l'hydrogène et de la batterie tend à se muer en complémentarité : batteries pour les usages personnels urbains, et hydrogène pour les trajets longs, les flottes professionnelles, les poids lourds, les transports sur rail... En raison de la taille et du poids des batteries, les véhicules électriques à batterie sont plus adaptés aux trajets courts de véhicules particuliers. L'hydrogène stocke lui plus d'énergie en moins de poids, ce qui rend les piles à combustible efficaces pour les véhicules ayant une charge importante et effectuant de longs trajets. Benoît Potier, le PDG d'Air Liquide, estimait sur France Info au début de l'année 2018 : « Le marché de départ de l'hydrogène sera

plus sur les moyens de transport professionnels (bus, train, camion), avant d'être la voiture de monsieur tout le monde. »

Reste à trancher la question des infrastructures, vitale pour pousser la demande, quelle que soit la filière choisie.

Destiné aux trajets courts et urbains, l'électrique nécessite un maillage dense de stations de recharge. En zone périurbaine, la solution se trouve peut-être dans les domiciles des particuliers. À Sydney par exemple, moins de 10% des voitures parcourent plus de 100 km par jour. L'immense majorité des véhicules n'auront donc besoin que d'une recharge le soir, en rentrant à la maison. La promesse de Tesla « d'avoir une voiture entièrement chargée tous les matins » est en passe d'être tenue avec le connecteur mural de la marque.

Les grandes villes semblent, elles, miser sur leurs parkings : la voiture autonome et

Les grandes villes semblent, elles, miser sur leurs parkings : la voiture autonome et partagée, destinée à être toujours en mouvement ou presque, les rendent en partie obsolètes.



partagée, destinée à être toujours en mouvement ou presque, les rend en partie obsolètes. De quoi convertir les surfaces de stationnement en zones de recharge. Hors des zones urbaines - où la pression foncière est moindre -, la conversion des stations classiques commence. À titre d'exemple, Total comptabilise déjà 65 000 bornes de recharge pour véhicules électriques en Europe, dans 25 pays, dont 8 800 en France, et plus de 50 stations Total sont déjà équipées de bornes de recharge rapide.

Les stations-service existantes constituent également un terrain de jeu prometteur pour l'hydrogène. Fort d'une autonomie plus éle-

vée et destiné aux trajets longs et aux poids lourds, l'hydrogène doit en effet investir des zones stratégiques hors du réseau urbain. Fournissant la flotte de 100 taxis à hydrogène Hype, Air Liquide cible ainsi les trajets aéroport - domicile et a installé ses deux premières stations à Orly puis à Roissy.

● À suivre

Les plans de financement se multiplient

La hache de guerre étant enterrée, les modèles d'infrastructure adaptés se précisant, reste à financer le déploiement « bi-face » de la mobilité électrique. Reuters estime que « les investissements dans les véhicules électriques annoncés à ce jour sont d'au moins 19 milliards de dollars pour les constructeurs automobiles américains, 21 milliards en Chine et 52 milliards en Allemagne ». En France, le montant total des investissements nécessaires s'élèverait entre 25 et 35 milliards d'euros d'ici 2050. À l'échelle mondiale, le montant de 2 700 milliards de dollars est avancé, pour permettre à 500 millions de véhicules électriques de disposer d'infrastructures de recharge.

Si ces sommes sont majoritairement destinées à la voiture électrique à batterie, elles concernent également la voiture électrique à pile à combustible.

McKinsey révèle notamment que « la Corée du Sud prévoit de convertir 26 000 autobus à l'hydrogène et Shanghai d'acheter et d'exploiter 3 000 autobus à pile à combustible d'ici 2020 ». En France, un plan national de 100 millions d'euros consacré au développement de la voiture électrique à hydrogène a été annoncé le 1er juin 2018. L'objectif de ce plan est dirigé vers les véhicules de trans-

ports professionnels : persuader les entreprises d'acheter 5 000 camionnettes et 200 camions d'ici 2023. Le Groupe américain Anheuser-Busch a lui récemment annoncé qu'il allait utiliser 800 camions à hydrogène pour ses livraisons. Mais ce nouveau carburant séduit également les flottes captives. Dans les Pyrénées, le projet Hyport investit 15 millions d'euros pour déployer des véhicules électriques à hydrogène sur l'aéroport Tarbes-Lourdes-Pyrénées.

Quant aux infrastructures, le Japon, dans son désir de devenir la « société de l'hydro-

gène », fait ici figure de pionnier. Dès 2016, le pays avait ouvert 100 stations-service à hydrogène, et souhaite en ouvrir 1 000 d'ici 2020. Toutefois, « nous avons du mal à trouver des aires libres dans les villes où se concentre la plus forte demande, nuance Tetsufumi Ikeda, directeur général de l'Association pour la recherche et l'utilisation de l'hydrogène (HySUT). Le prix du terrain est cher et il faut de l'espace pour ce type d'installation. »



L'hydrogène, pour les longs trajets et les flottes professionnelles. (source : Wikicommons)

Les jumeaux numériques s'animent tout au long du cycle de vie des bâtiments

En quelques années, le **Building Information Modelling (BIM)** s'est imposé comme le hub numérique du bâtiment. De la conception à la maintenance, les jumeaux numériques facilitent et optimisent les projets de construction. Jusqu'à aider les occupants à prendre le contrôle de leurs immeubles.

➤ C'est déjà hier

La « BIMisation » du secteur est en cours

Savant mélange de logiciel, de données et de méthodes, le BIM est l'un des aspects les plus saillants de la transformation numérique à l'œuvre dans le secteur du bâtiment.

Ce processus de collaboration entre intervenants d'un projet de construction permet la conception et l'exploitation d'une maquette 3D renseignée de données – le jumeau numérique – tout au long du cycle de vie d'un ouvrage, de sa conception à sa maintenance en passant par sa construction.

Il a le double avantage de centraliser l'information et de l'enrichir tout au long de la vie de l'ouvrage en la rendant facilement accessible et compréhensible au grand nombre.

Le BIM ne se limite pas aux constructions neuves, mais peut aussi s'appliquer au patrimoine bâti, quelle que soit l'échelle, pour en faciliter l'exploitation. En théorie, le BIM offre un faisceau d'opportunités pour les métiers de la construction et un vivier potentiel de nouveaux business. En pratique, le BIM est bel et bien en train de conquérir le secteur. « Si l'on regarde les chiffres du PTNB (*Plan Transition Numérique dans le Bâtiment*) [...], on peut dire que le taux d'adoption du BIM en France est aux alentours de 35%, rappelait Emmanuel Di Giacomo, responsable du développement des écosystèmes BIM en Europe pour Autodesk, en juin 2017. Dans le détail, les majors sont déjà en train d'effectuer cette transition, avec un taux de "BIMisation" autour des 50 à 60% ».

☰ Un pas vers le futur

Les données de constructeurs : une manne à valoriser

Souvent réduit à sa fonction de maquette numérique, le BIM accompagne désormais les acteurs de la construction tout au long du cycle de vie du bâtiment : conception, construction et exploitation, déconstruction. Du moins

Le BIM accompagne les acteurs de la construction tout au long du cycle de vie du bâtiment.

est-ce le cas, à condition de lever les freins à la collecte de données et à l'enrichissement du modèle. Or, dans bien des cas, la diversité des acteurs d'un projet est telle que leurs périmètres de rentabilité et leur intérêt à traiter les données divergent.

Si le maître d'ouvrage est convaincu de l'intérêt d'investir dans une démarche BIM, il cherche encore à mesurer le retour sur investissement et la valeur ajoutée sur le long terme. Une volonté partagée par le constructeur, pour qui le BIM représente souvent un investissement important sur un temps court, sans plus-value immédiate sur le chantier. Les données acquises à ce stade sont pourtant particulièrement valorisables sur le temps long de l'exploitation du bâtiment.

L'enjeu est donc clair : il s'agit de convaincre les constructeurs de consentir à l'investissement nécessaire à l'indispensable collecte d'informations sur le chantier. Pour que le BIM soit une réussite, il est nécessaire de récompenser les efforts réalisés en amont pour rendre les données valorisables en aval, et être ainsi un agent de redistribution de la valeur.

🕒 À suivre

Suivez le BIM, vous trouverez le BOS

Acteurs du temps long, les exploitants-mainteneurs ont bien compris la plus-value du BIM pour leur activité.

Les données du bâtiment peuvent aussi être valorisées dans de nouveaux services. Le BOS (*Building Operating System*), élément clé des « smart buildings », est une notion récente dans le secteur du bâtiment, qui transforme la relation de l'occupant au construit. À l'instar d'Amazon, qui a fondé son succès sur l'analyse des comportements et habitudes de ses utilisateurs pour affiner son catalogue de produits, le BOS permet l'amélioration du bâtiment en fonction des connaissances accumulées sur les usages des occupants.

Ce processus d'apprentissage facilite dans un premier temps la correction des dysfonctionnements constatés par les utilisateurs et nourrit le développement de nouvelles offres adaptées à leurs besoins. Le système d'exploitation du bâtiment va faire émerger de nouvelles offres et peut se révéler un véritable élément de différenciation sur le marché de l'immobilier. Les acteurs de la construction ne misant pas sur cette infrastructure de données s'exposeront-ils à perdre leurs marchés ?

Le Groupe VINCI se veut pionnier. Archipel, site de son futur siège à Nanterre, sera tête de série pour l'implémentation du BOS. Les quelque 4 000 collaborateurs qui travailleront sur le site seront au cœur du projet, en devenant les premiers utilisateurs du système d'exploitation du site, dont la livraison est prévue en 2021.

Résilience : les villes à l'épreuve des chocs

Le concept de résilience s'applique aussi aux villes, des territoires particulièrement exposés au changement climatique et aux effets négatifs de la concentration démographique. Des chocs chroniques que les infrastructures urbaines et les politiques publiques peuvent contribuer à préparer et à absorber.

➤ C'est déjà hier

Les infrastructures urbaines en première ligne

Ce sont, après les habitants, les autres grandes victimes des chocs catastrophiques qui peuvent frapper les villes : les infrastructures urbaines.

Chargée de travaux prospectifs sur la résilience au sein de la Chaire VINCI-ParisTech « Éco-conception », Lorène Dumeaux a pu évaluer le coût des dernières grandes catastrophes naturelles en milieu urbain. « Ces catastrophes ont de multiples répercussions démographiques, sociales et économiques, mais le tiers de la facture globale provoquée par l'ouragan Katrina en 2005 aux États-Unis a porté sur les infrastructures, explique-t-elle. La résilience climatique doit passer par l'adaptation des villes aux risques. »

≡ Un pas vers le futur

Répondre aussi bien aux crises qu'aux tendances structurelles

Le concept de résilience se traduit désormais à l'échelle des villes pour repenser le fonctionnement de la vie urbaine, imaginer des infrastructures plus protectrices et faire émerger de nouvelles solidarités.

En pratique, la résilience urbaine repose sur trois piliers : les habitants, les infrastructures et le mode de gouvernance. Paris fut l'une des premières métropoles mondiales à adopter dès 2015 une stratégie dite « d'adaptation » aux risques. « L'objectif est de construire des politiques publiques transversales qui nous protègent des chocs de demain mais aussi d'aujourd'hui,

La résilience urbaine repose sur trois piliers : les habitants, les infrastructures et le mode de gouvernance.

explique Sébastien Maire, Haut responsable à la résilience de la Ville de Paris. Une même solution doit faire face à plusieurs problèmes, des risques chroniques comme la pollution de l'air et l'insalubrité et des risques probables comme les crues ou le terrorisme. »

Le projet « Oasis », testé dans trois établissements scolaires pilotes, offre un aperçu très concret de la manière dont une ville peut anticiper les chocs. « Nous souhaitons transformer les cours d'écoles en oasis pour lutter à la fois contre l'isolement et contre la canicule tout en sensibilisant les élèves aux questions environnementales, détaille Sébastien Maire. On y installera une fontaine, des jardins pédagogiques et un enrobé écologique en partie végétal qui remplacera le bitume. Le soir et le week-end, les cours d'école pourront ainsi être convertis en espaces de fraîcheur ouverts à tous en cas de fortes chaleurs, ce qui permettra aussi de resserrer le lien social avec les personnes les plus vulnérables. »

Une initiative résiliente aux multiples bénéfices que Chloë Voisin-Bormuth, responsable des études et de la recherche à la Fabrique de la cité, rapproche de la politique de la ville d'Hambourg lors de la crise migratoire. « La municipalité a non seulement répondu à l'urgence de la crise en l'ancrant immédiatement dans une stratégie de long terme (créer des logements et dispenser des cours de langue pour favoriser l'intégration des migrants dans la société allemande); mais elle a aussi compris que cette crise conjoncturelle en révélait une autre, structurelle cette fois, celle d'une pénurie de logements abordables à destination de toute la population. Elle a ainsi adopté une stratégie de long terme pour en augmenter le stock et pour redéfinir l'ensemble des typologies de logements proposés sur le marché pour qu'ils correspondent aux nouveaux modes de vie, explique-

t-elle. Hambourg est un excellent exemple de ce qu'une pensée systémique comme la résilience peut apporter pour relever des défis complexes et fédérer les acteurs autour d'un projet commun. »

🕒 À suivre

Se concentrer sur la vulnérabilité pour faire face à l'incertain

Si la résilience se pense tournée vers l'avenir, comment identifier les risques futurs? Comment rendre une stratégie résiliente compatible avec les besoins des habitants actuels? « En ce qui concerne les effets du changement climatique, nous sommes dans une logique qui implique déjà les générations actuelles », répond Chloë Voisin-Bormuth.

De manière plus générale, la démarche résiliente, parce qu'elle repose sur une capacité d'adaptation continue plutôt que sur des traitements *ad hoc*, ne fait jamais l'économie du présent. Les risques propres au changement climatique sont, ainsi, une opportunité de développer au présent des services innovants, comme le démontre Karim Selouane, intrapreneur de VINCI. Son projet Resalliance présente une offre de services globale conçue pour établir des diagnostics de résilience sur les infrastructures et les territoires, afin de modéliser des solutions d'adaptation.

La technologie ne pourra pourtant pas protéger totalement les villes des risques. Une impuissance dans laquelle Chloë Voisin-Bormuth voit une force. « Avec la résilience, on abandonne l'illusion de pouvoir atteindre le risque zéro pour préférer se concentrer sur la réduction de la vulnérabilité de nos sociétés pour les rendre plus robustes face au choc. La résilience permet ainsi de faire face à l'incertitude. »



Les futurs possibles

Illustration: Nelson Gonçalves

3

Le bois va-t-il conquérir la grande hauteur ?

Le bois ne se cantonne plus aux maisons individuelles et aux projets d'extension. Face aux enjeux de la densification et aux exigences écologiques, la construction en bois a pris de la hauteur.

○ B.A.-bois

En France, la part de la construction bois représente environ 10%, contre 15% en Allemagne et 35% en Scandinavie. Dans le logement collectif, elle tombe à 4%¹. Une très faible utilisation, qui contraste avec une très forte disponibilité de la ressource. 29%² du territoire français est en effet couvert de forêts, ce qui en fait le quatrième pays d'Europe derrière la Suède, la Finlande et l'Espagne.

➤ Les signes annonciateurs

Le congrès Woodrise, qui s'est tenu à Bordeaux en septembre 2017, a mis l'accent sur une pratique en plein essor : la construction de moyenne et grande hauteur. Actuellement en construction, le projet Mjøstårnet devrait

atteindre 81 mètres de hauteur, alors que la résidence Brooks Commons à Vancouver détient encore le record avec 53 mètres. Un rapide coup d'oeil à la page Wikipédia des plus hauts bâtiments en bois (achevés ou en projet) laisse imaginer que le record sera battu à de très nombreuses reprises dans les années à venir... La tour W350 de Sumitomo Forestry est à ce jour le projet le plus ambitieux. La branche dédiée au bois du grand conglomérat japonais a en effet dévoilé une tour de 350 mètres composée à 90% de bois, une démonstration de force qui répond également aux contraintes sismiques de l'archipel.

+ Les raisons d'y croire

Devant la concurrence, le matériau a des arguments. Léger et maniable, il est renouvelable, agit comme « puits de CO₂ » tout en répondant à un enjeu contemporain de « biophilie » – ce besoin humain inné de vivre auprès d'un environnement naturel.

Le bois s'accommode également de la préfabrication en usine, que promeut tout un courant d'architecture modulaire qui promet

de réduire les nuisances des chantiers et les temps de construction *in situ*. De plus en plus d'entreprises tentent de mettre à profit ses qualités. La startup Woodoo y voit le matériau du futur et propose un produit étonnant de bois transformé. Grâce à l'extraction de la lignine et à l'injection d'une résine spéciale « biosourcée », la jeune entreprise a conçu un matériau translucide très résistant et promet que la ville de demain sera « construite en bois ».

De manière plus immédiate, les contraintes structurelles de résistance reculent avec l'émergence de nouvelles technologies, en particulier le CLT (*Cross Laminated Timber* ou bois lamellé-croisé) qui permet d'atteindre des altitudes encore impossibles il y a quelques années.

≡ L'horizon

Si la technologie n'est plus un véritable frein, reste à structurer un marché qui fait encore office de niche. Ici, l'État et les collectivités jouent un rôle central en invitant à une construction plus écologique et en favorisant l'utilisation du bois. En ce sens, la naissance du label E+C-, qui certifie les bâtiments à énergie positive et à faible empreinte carbone, devrait encourager une transition vers les matériaux plus écologiques. Il en va de même pour les grands concours publics, tels que Réinventer Paris, ou l'Appel à Manifestation d'Intérêt pour des Immeubles à Vivre en Bois, qui invitent à valoriser le bois sur des projets ambitieux.

Dans le sillage de ces transformations, les grands groupes s'organisent, investissent auprès des acteurs du bois ou créent des

L'État et les collectivités jouent un rôle central en invitant à une construction plus écologique et en favorisant l'utilisation du bois.

filiales. Un mouvement positif qui structure le marché. Dans cette logique, VINCI a fait d'Arbonis – sa filiale dédiée au bois – une priorité. On lui doit déjà de belles réalisations, telle que la Cité du Vin à Bordeaux, dont la charpente en lamellé-collé d'épicéa et de douglas culmine à 50 mètres !

¹ <http://www.creahd.com/sites/default/files/upload/ressources/construction-lgts-sociaux-collectifs-bois-ush-mars2015.pdf>

² http://www.evb.lacsq.org/fileadmin/user_upload/microsites/eav-evb_internet/documents/trousses-et-activites/forets-du-monde/fiche_8_2.pdf

Le bâtiment résilient peut-il s'inspirer des constructions en milieu extrême ?

Aux pôles, sur la Lune, et au-delà... Envisager les conditions extrêmes stimule l'invention de solutions d'habitat protectrices, résilientes, adaptées à des climats agressifs.

🔴 La radioactivité, terrain déjà conquis

En matière de construction en milieu hostile, celle du sarcophage venu coiffer le réacteur n°4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl pour en confiner la radioactivité a valeur d'exemple. La grande arche de 257 mètres de portée et de 108 mètres de hauteur a été montée à 500 mètres du réacteur endommagé, avant d'être transportée par rail jusqu'au réacteur grâce à un système de débardage et de levage télécommandé. Après 5 millions d'heures travaillées sur site, le personnel a reçu une dose maximale de radiations près de deux fois inférieure

à la dose maximale admissible selon les standards internationaux. Un chantier hors norme, financé par la communauté internationale, qui prouve qu'avec de l'entraide, de l'imagination et des compétences, les projets pharaoniques deviennent possibles.

➤ Les signes annonciateurs

Vivre sur la Lune. Du moins, y survivre durablement. Telle est l'ambition du projet Moon Village, qui vise rien moins qu'à imaginer des solutions concrètes pour construire un habitat lunaire capable d'héberger dans la durée des missions humaines. Piloté par la première spationaute française, Claudie Haigneré, le projet fait partie des initiatives de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) tournées vers notre satellite naturel. La NASA, de son côté, pourrait faire de la Lune une étape intermédiaire dans ses projets de mission habitée vers Mars d'ici 20 ans. Le défi de bâtir sans atmosphère, avec des

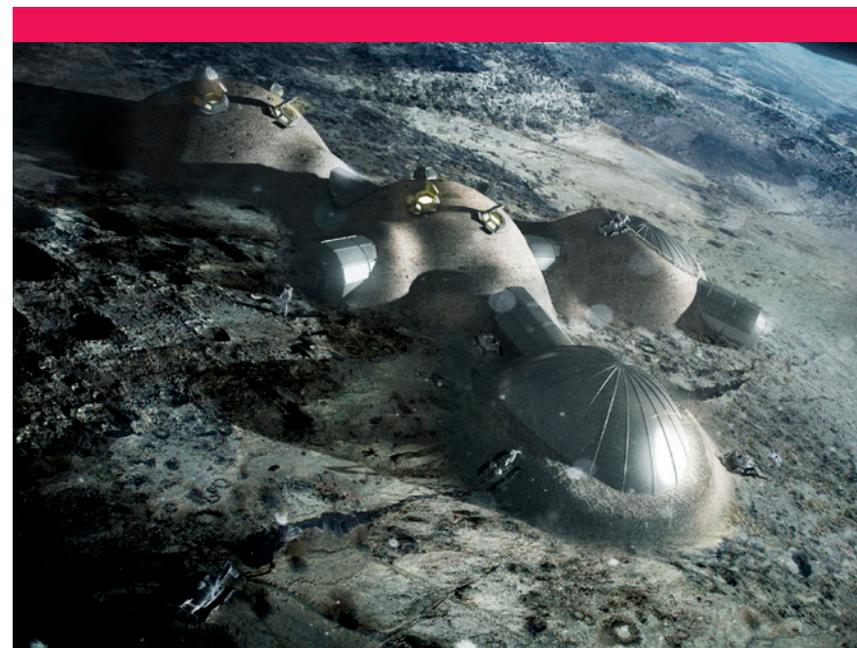
matériaux en partie inconnus, en subissant rayons cosmiques et amplitudes thermiques de plusieurs dizaines de degrés, est bien sûr immense. Il n'en est pas moins réservé à notre proche banlieue spatiale. Christopher Welsh, professeur à l'Université Internationale Spatiale, planche, lui, sur un module de survie viable non seulement en environnement lunaire, mais aussi exoplanétaire. L'ère des pionniers du bâti spatial s'ouvre, et pousse plus loin que jamais la réflexion sur la construction en milieu hostile.

+ Les raisons d'y croire

Sur Terre, la construction en milieu extrême peut d'ores et déjà revendiquer de savoir offrir aux humains des espaces que la Nature leur refuse d'ordinaire. Gianluca Rendina, architecte au cabinet britannique Hugh Broughton, a ainsi conçu et installé un avant-poste scientifique d'une capacité d'accueil de 50 personnes en Antarctique, à 1 500 km à peine du Pôle Sud. Un milieu particulièrement inhospitalier, marqué



Vue du projet Moon Village





par des variations thermiques extrêmes (de 0° au soleil l'été à -55° la nuit en hiver), une nuit polaire de 105 jours et des vents violents pouvant souffler jusqu'à 150 km/h. Le cabinet a alors imaginé la station Halley VI : huit modules alignés et montés sur des skis pour résister aux bourrasques et empêcher l'accumulation de congères. Un habitat dont la dépense énergétique a été réduite au maximum grâce à des structures hermétiques mêlant bois, verre, acier et aluminium et un système de cogénérateurs capable notamment de transformer la neige en eau potable.

L'habitat lunaire, et dépourvu de ressources en eau et nourriture, doit affronter des températures oscillant entre +125°C et -175°C.

Halley VI fait avancer la recherche sur les matériaux isolants (polymère renforcé associé à des panneaux de verre), mais également la lutte contre la dépression et l'isolement. *« Les espaces de vie ont été conçus pour limiter les effets de l'isolement et de la nuit polaire, développe Gianluca Rendina. Nous avons varié les hauteurs de plafond et de largeurs de couloir, modulé l'éclairage via une palette de couleurs et multiplié les ouvertures sur l'extérieur. »*

L'isolement est au nombre des défis à relever également sur la Lune. Impossible pour un résident sélène d'improviser un retour sur Terre. Mais, surtout, pour protéger ses occupants durablement, l'habitat lunaire, directement exposé aux radiations solaires, et dépourvu de ressources en eau et nourriture, doit affronter des températures oscillant entre +125°C et -175°C. La solution ? Une structure multi-usage, gonflable et flexible, conçue autant pour les humains que pour des machines automatisées. *« Le village remplira diverses fonctions, explique Claudie Haigneré. Habitat, exploitation minière, production, activité touristique. Il faudrait créer un écosystème artificiel pour optimiser les ressources in situ (panneaux solaires, cultures sous serre) et ex-situ (oxygène et approvisionnement en eau) avec, à terme, l'ambition de créer un environnement autosuffisant. »*

Une logique dont se rapproche l'habitat modulaire spatial imaginé par les équipes de Christopher Welsh, le SHEE (Self-deployable Habitat for Extrem Environment). Soit un compartiment ultra-fonctionnel et parfaitement hermétique, capable de combiner dans un même abri plusieurs activités : habitat, serres,



Halley VI

laboratoire, station médicale. *« Les structures à l'intérieur se plient et se déplient, se gonflent et se déploient pour configurer l'espace de vie et de travail »,* détaille le chercheur.

L'horizon

« Le village lunaire est un concept visionnaire et inspirant pour l'humanité, affirme Claudie Haigneré. On a par exemple beaucoup à y apprendre pour optimiser une économie circulaire dans des environnements dépourvus de ressources primaires, notamment en Afrique. » La conception du SHEE a, de son côté, été

accompagnée d'avancées technologiques qui ont déjà eu des applications concrètes pour la vie terrestre : aérogel, batterie lithium-ion, véhicule hybride...

5 questions à Cécile Wendling

Directrice de la prospective du groupe Axa

Quand elles envisagent leur transition écologique, les villes oublient-elles d'agir sur le bâti en misant trop sur le «smart» ?

Je ne crois pas. Je n'opposerais pas le bâti et le «smart», le physique et le numérique. De nombreux projets lient bien les deux aspects. Je pense notamment au projet de recherche européen «Buildings As Material Banks». Pour chaque brique, tuyau d'un bâtiment, un jumeau numérique permet, si le bâtiment doit être déconstruit, modifié ou réparé, qu'on puise dans les composants existants, dans une logique d'économie circulaire du bâti. Et ce n'est pas parce qu'on est

«smart» qu'on oublie la dimension physique, au contraire : l'usage du bâti comme des matériaux peut même être amélioré par le numérique, avec une meilleure mesure et allocation des fonctions du bâti au fil des événements, des saisons... Le bâti en friche, lui aussi, profite du numérique, qui lui offre de nouvelles opportunités d'usage, auprès de nouveaux publics.

L'IA et les plateformes numériques sont de puissantes machines à optimiser l'existant. Peuvent-elles aussi aider à imaginer d'autres modèles de cités ?

Il est vrai que la *machine learning*, la technique utilisée dans un grand



nombre de cas où l'on parle d'IA (Intelligence Artificielle), repose sur l'analyse de données du passé pour en extraire des descriptions du présent ou des prédictions sur le futur. Cet outil tend naturellement à être utilisé pour optimiser des processus, des usages, des organisations... Ce qui peut être limitant. Mais il faut voir aussi que nombre d'outils numériques, impliquant ou pas de l'IA,

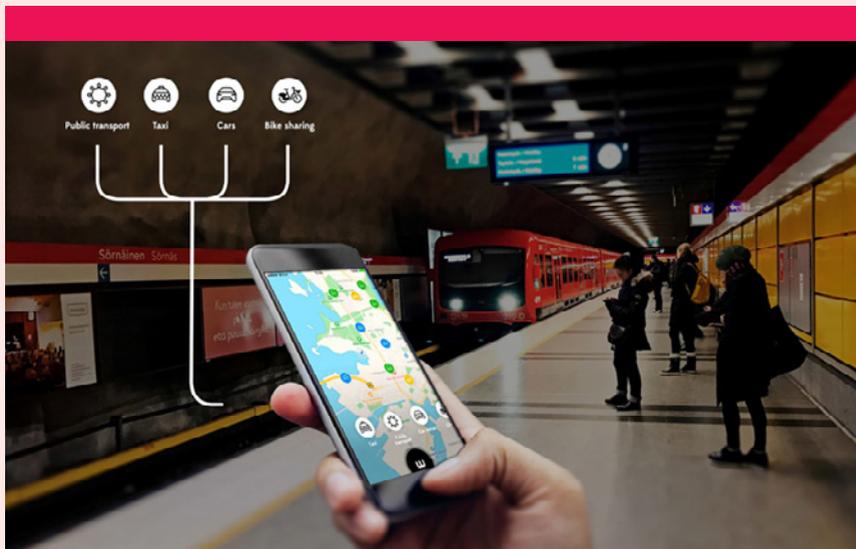
sont authentiquement utiles aux usagers urbains, et inventent des services impossibles à proposer sans eux. Un exemple : la détection des niveaux de pollution et leur prise en compte dans l'organisation des déplacements. C'est coûteux et très imprécis quand vous ne disposez que de quelques capteurs fixes disséminés dans la ville, mais devient au contraire très efficace quand ce sont des flottes

de véhicules qui profitent de leurs trajets pour mesurer et distribuer en continu, aux habitants, les indicateurs de pollution.

Mobilité ou habitat se revendiquent de plus en plus «as a service» – personnalisés, à la demande. Les infrastructures peuvent-elles vraiment jouer le jeu de l'individualisation ?

Les infrastructures, assurément, ne sont pas toujours adaptées aux usages que l'on souhaite y déployer, ne serait-ce que parce qu'elles ont un héritage. Dans le cas des gares, on sait d'ores et déjà que certaines d'entre elles sont sous-dimensionnées en raison d'un manque de vision à long terme au moment de leur conception. C'est un facteur limitant, qui peut être contourné. Certains campus américains n'étaient à l'origine pas dimensionnés pour accueillir autant d'étudiants, de véhicules... Pour faire face aux flux d'aujourd'hui, et grâce à des jeux en ligne récompensant certains comportements, il a été possible d'y redistribuer les circulations, pour limiter les engorgements. Récompensés (par un repas offert, par exemple), les utilisateurs modifient leurs horaires, leurs trajets... Quand l'optimisation ne peut pas passer par l'infrastructure, elle peut

Les infrastructures, assurément, ne sont pas toujours adaptées aux usages que l'on souhaite y déployer, ne serait-ce que parce qu'elles ont un héritage.



Maas Global (source: Intelligent Transport)

> passer par des externalités qu'on va internaliser dans le modèle d'usage, notamment grâce à la *gamification*.

La résilience des villes face au changement climatique et aux événements extrêmes impose, déjà, des transformations structurelles : le court terme et le long terme sont-ils désormais réunis ?

Je pense effectivement qu'il est possible de

réconcilier les deux horizons, en particulier, grâce à l'apparition de nouvelles figures au sein des collectivités: les *Chief Resilience Officers* (CRO). Avec eux, le pilotage de la ville dans le temps long évolue : chaque ville bénéficie aussi des échanges entre ces CRO, repérant les bonnes pratiques, tirant les leçons des expériences des autres... Sur la question spécifique des événements extrêmes ou des catastrophes, les travaux en biomimétisme

apportent des solutions intéressantes : l'évacuation d'un quartier, voire d'une ville, gagnerait à s'inspirer des études menées, par exemple, sur les fourmis. L'enjeu consistant à penser les crises dans la durée persiste : le mot résilience est parfois employé pour désigner des réponses de villes à des événements limités dans le temps – une canicule de quelques jours. Mais ce mot doit à mon sens recouvrir la capacité à faire face à des conditions difficiles

Les travaux en biomimétisme apportent des solutions intéressantes : l'évacuation d'un quartier, voire d'une ville, gagnerait à s'inspirer des études menées, par exemple, sur les fourmis.

sur des durées longues – comme une pollution radioactive.

Reconnecter les villes à la campagne en les ouvrant à leur environnement naturel, ou inviter la campagne en ville via les fermes verticales, la végétalisation des toits, des murs... Voici deux horizons désirables. Et réalistes ?

J'entends un nombre croissant de personnes dire envisager d'avoir un pied-à-terre à la campagne, à l'écart de Paris ou d'autres grandes villes, accessible en train, ou à vélo, « au cas où ». Comme si ces personnes souhaitaient se créer une bulle de survie, ou une bulle de sens, un ancrage à un territoire, à une expérience plus concrète, un contact renouvelé avec la nature.

Et par ailleurs, en effet, il existe de nombreux projets de fermes verticales, et l'aménagement urbain inclut de plus en plus de végétalisation. Ces deux mouvements se heurtent toutefois à quelques impasses qui restent à résoudre, en particulier celle des inégalités, qui s'incarnent par des temps de transport étendus, l'impossibilité d'accéder aux zones les plus désirables des villes... Il est nécessaire de repenser la planification urbaine et la gestion des territoires en profondeur pour réinstaurer de la cohésion sociale. Le territoire va revenir sur le devant de la scène politique, et les éco-quartiers et éco-villages pourraient utilement contribuer à la réflexion.

La valorisation des déchets du bâtiment deviendra-t-elle centrale dans la construction ?

Volonté politique, pression écologique et innovation technologique : les planètes s'alignent en faveur d'un recyclage plus efficace des déchets du bâtiment.

○ Une filière de poids

La fédération Federec présentait en octobre ses résultats sur l'année 2017. Avec 102 millions de tonnes collectées, dont 40,4 millions pour le seul secteur du bâtiment, les chiffres sont en hausse de 2% par rapport à l'année précédente, et le secteur affiche un chiffre d'affaires de 1,78 milliards d'euros.

➤ Les signes annonciateurs

Figures de proue de ce secteur en pleine évolution, les places de marché se multiplient afin de mettre en relation l'offre et la demande. Cycle Up, Backacia ou Raedificare tentent aujourd'hui de mettre en place des modèles économiques viables pour se tailler la part du lion dans un secteur encore émergent. Waste Marketplace, une solution digitale de gestion

des déchets de chantier portée par Jérôme de Tomasi, intrapreneur de VINCI accompagné par Leonard, propose également une place de marché qui choisit, via un algorithme, la meilleure destination pour les déchets pour optimiser leur revalorisation à un moindre coût. Côté machine, les broyeurs, granulateurs et autres cribleurs se perfectionnent et se multiplient sur les chantiers. Le RSS 120-M du Groupe Ammann réunit ainsi l'ensemble de ces fonctions en une seule machine qui intègre également un overband capable de séparer le fer du reste des matériaux... Eurovia, en collaboration avec VINCI Autoroutes, a également innové en ce sens en réalisant la première « route 100% recyclée » au monde : une section d'un kilomètre de longueur de l'autoroute A10, entre Pons et Saint-Aubin (département de la Gironde). Elle réduit jusqu'à 50% l'empreinte carbone des travaux en supprimant l'exploitation des ressources naturelles et en diminuant les besoins logistiques. Ces innovations sont particulièrement employées dans les marchés émergents, gros consommateurs de matériaux de construc-

tion. En Chine, de plus en plus d'entreprises mettent à profit ces technologies pour traiter des volumes de déchets endémiques. « *Alors que le prix des matériaux bruts augmente, nos produits recyclés deviennent compétitifs. Nous transformons vraiment le trash en cash.* » explique Yang Yingjian, directeur général de Jiangsu LVHE Environmental Technology Company.

+ Les raisons d'y croire

Pour répondre aux nouveaux enjeux du recyclage, toute une chaîne d'innovation s'anime. Le monde du logiciel propose de plus en plus de solutions dédiées à la gestion des déchets, à l'image d'AMCS ou de Gensuite, qui permettent de tracer puis gérer les flux de déchets. La généralisation du BIM devrait également permettre d'intégrer la question de la gestion des déchets dès la conception des bâtiments. « *Nous réfléchissons à la question, afin de prévoir dès la conception des ouvrages leur recyclabilité, pour que dans 30, 40 ou 50 ans on facilite le traitement de leurs déchets* », explique Erwan Le Meur, président de Federec BTP, dans Batiactu. Directement liés à l'offre logicielle, les objets connectés laissent également entrevoir de belles pistes d'innovation. Propeller développe ainsi une technologie associant plateforme logicielle et drones afin de faciliter et d'accélérer l'inventaire des déchets. Dans les secteurs plus traditionnels des matériaux et des machines, l'innovation n'est pas en reste. Le projet national et collaboratif Recybéton a ainsi mis en avant la possibilité d'utiliser du béton recyclé dans la fabrication du... béton. Le tout en respectant les exigences de tenue mécanique, de durabilité et de durée de vie.



VINCI crée la première route 100% recyclée. (Source: DR)

≡ L'horizon

Mobilisé, le secteur n'en est pas moins face à un défi de structuration de la filière, qui la rendra capable de respecter l'exigeante « FREC » (Feuille de Route Économie Circulaire) du gouvernement. Celle-ci prévoit en effet la création d'une Filière de Responsabilité élargie du producteur, qui impose des conditions de plus en plus strictes concernant le recyclage des déchets. En 2008, le *Waste Framework Directive* fixait, déjà, un objectif de 70% à l'horizon 2020, avec des conséquences importantes sur les flux de matériaux. Legambiente, une ONG italienne, estime qu'un tel chiffre pourrait réduire drastiquement la quantité des prélèvements de ressources naturelles, soit l'équivalent de la fermeture de 100 carrières en Italie pendant un an... En mai 2018, *Le Monde* estimait à 500 millions d'euros la valeur potentielle des déchets du bâtiment en France.

3 questions à Antoine Picon

Professeur d'histoire de l'architecture et de la technologie à la Harvard Graduate School of Design



Les plateformes numériques des acteurs privés sont-elles compatibles avec l'initiative publique ?

Ce qui semble clair, c'est qu'il y a une mise en crise des villes par les plateformes. Depuis les questions que pose Airbnb, les polémiques liées à Uber, les effets non voulus de Waze sur le trafic... Je pense, et je ne suis pas le seul, que les plateformes vont devoir évoluer. Elles

ont beaucoup profité des interstices des législations. Mais il va falloir un peu de sens et de droit commun vis-à-vis des plateformes. Elles ne vont pas disparaître mais devoir se normaliser, négocier avec les collectivités locales. La question, à terme, c'est d'inventer un mode où les plateformes apprennent à discuter avec la puissance publique. Il n'y a pas de fatalité... Les plateformes jouent un rôle de plus en plus infrastructurel, elles sont amenées à construire un *modus vivendi* avec les représentants des villes. Et n'oublions pas, sur la table de négociation, que les villes restent des productrices de données très importantes, utiles au fonctionnement des plateformes.

La ville dense est-elle un horizon indépassable ? Le numérique le relativise-t-il ?

Je pense que la plupart des gens qui prennent position sur le sujet sont plutôt dans l'opinion que dans les certitudes scientifiques. Par ailleurs, je trouve qu'il y a en France un divorce profond entre les aspirations d'une large part de la population et le discours de la planification urbaine, des architectes... Celui-là fait l'éloge de la ville dense. Mais la maison familiale, la « single family house », reste ce que plébiscite une bonne partie des Français, qui tendent à faire construire du pavillonnaire. La France est un pays où les salaires sont assez bas, parmi les pays développés. Et il y a

beaucoup de dépenses contraintes. La maison, son jardin, comptent donc comme des espaces de liberté. Vivre en appartement, c'est bien, quand on a les moyens de s'envoler de temps en temps vers d'autres cieux. Je ne suis pas un adversaire de la densité, je pense qu'elle a de bons côtés. Mais en bilans globaux, son avantage n'est pas si évident. Paris est une ville dense, c'est très bien. Mais il faut compter avec des déplacements très importants, de gens venant de loin, pour y travailler, et qui ne peuvent y habiter. J'ai tendance à dire qu'il faut se montrer moins idéologique, et qu'une forme d'étalement urbain est difficilement évitable. Il faut trouver un compromis entre les quartiers de tours de Shanghai et l'étalement échevelé de Houston. Or le numérique peut y aider. On ne peut pas vivre dans une ville étalée sans automobile – on ne peut pas avoir de transports en commun si la densité est trop faible. Mais avec le numérique on peut imaginer du *carpooling*, des plateformes pas

nécessairement privées qui résoudraient en partie les besoins de déplacement sans que tous recourent à la voiture individuelle. On peut, je pense, mieux gérer les consommations électriques... Le fait que les centres-villes aient perdu leurs commerces est, assurément, un problème quand la densité est trop basse. Mais il faut regarder au cas par cas. Les stratégies de densification peuvent être diversifiées.

Plateformes, données et IA font-elles mieux qu'optimiser l'existant ? Empêchent-elles de repenser la ville autrement ?

Ça n'est sans doute pas un problème spécifique à l'IA. Au moins peut-on rappeler que les enjeux environnementaux passent par les comportements, et que la technologie, l'optimisation, ont peu d'influence. Je pense qu'il y a un problème de sensibilisation. Comment inciter les gens à prendre conscience des enjeux climatiques,

par exemple ? Comment les inciter à changer de comportement ? Le numérique, assurément, peut aider. Mais je crois volontiers aux approches ludiques ou artistiques, davantage qu'aux seules approches d'optimisation. Il faut que le développement durable, d'une certaine manière, ait une dimension de plaisir. C'est un enjeu pour les architectes. Leur métier n'est pas d'être des ingénieurs du développement durable, mais de donner au développement durable ses lettres de noblesse, un côté plaisant. Sinon à quoi bon le développement durable, est-ce pour être puni ? L'idée que la ville doit être plaisante, attractive pour les êtres intelligents que sont les humains, est pour moi partie intégrante de ce qu'on veut bien appeler « *smart city* ». L'optimisation des infrastructures ne suffit pas. On ne résoudra pas les questions de développement durable par un simple appel à la morale individuelle et au sacrifice collectif.

Les expérimentations de Detroit peuvent-elles ouvrir des perspectives nouvelles à la *smart city*?

Après des décennies de déclin, Detroit s'invente un nouveau destin, numérique. Nourris aux données ouvertes, habitants, collectivité et acteurs privés dessinent une *smart city* partagée. Un exemple à suivre?

Restart vs. Reset

Sidewalk, le projet mené par la ville de Toronto avec Alphabet, sur le néo-quartier de Quayside, se veut le parangon de l'innovation urbaine «from scratch» en suivant le modèle d'une *smart city* hyper-contrôlée et optimisée. À Detroit, c'est une innovation sur le mode de la transformation, de la régénération, voire carrément de la «redéfinition d'une ville», qui s'opère. Pour enrayer le déclin démographique et le vieillissement des infrastructures, la ville peut compter sur une pléiade d'acteurs recueillant et analysant un grand nombre de sources de données urbaines. Traitées,

organisées, ces données sont alors proposées librement à tous les publics, traçant un autre chemin pour la *smart city*.

➤ Les signes annonciateurs

À Detroit, les données qui rendent la ville *smart* ne sont pas dans les mains d'un consortium privé. Deux acteurs indépendants sont à la manœuvre. L'ONG Data Driven Detroit (D3), d'abord. Depuis 2008, ses membres collectent, traitent, modélisent, analysent et fournissent à de multiples partenaires des données numériques et spatiales sur la ville. Le think tank Detroit Future City, ensuite. Ce pilier non-gouvernemental des stratégies data et d'innovation orientées sur l'inclusion et la communauté a publié, en 2012, son Strategic Framework, monumental rapport, largement crowdsourcé, documentant 50 ans de revitalisation de la ville. En 2017, rebelote avec 139 Squares Miles, un «portrait statistique de la ville» en vue d'informer citoyens et

La culture de la donnée nourrit tous les acteurs de la fabrique de la ville et en modifie le panorama.

décideurs et de mieux éclairer «les efforts de régénération» de la cité autour d'un référentiel commun d'informations. Les datavores du Michigan en ont d'ailleurs pour leur compte: outre le portail open data de la municipalité est aussi tenue à jour une cartographie indépendante (et géolocalisée bloc par bloc) issue des données de sondages citoyens.

+ Les raisons d'y croire

Là où nombre d'initiatives *smart* sont avant tout portées par les promoteurs de technologies (IoT, plateformes SaaS, etc.), à D3, la donnée n'est pas une fin en soi. «La donnée seule ne peut pas résoudre des problèmes d'incertitude, mais elle peut aider à cadrer notre compréhension des problèmes et être utilisée en tant qu'outil», expliquent les membres de D3. Tout récemment, l'ONG a ainsi tenté de bâtir un modèle prédictif visant à quantifier et anticiper les transformations socio-urbaines à l'échelle d'un quartier, et même d'un bloc

d'immeubles. Une tentative qui s'est soldée par un certain revers pour la technologie: alors que les villes s'emparent massivement de solutions de modélisation, c'est en s'appuyant sur du qualitatif et une enquête de voisinage à grande échelle qu'un modèle exploratoire pour identifier les parties de la ville vulnérables à la gentrification a fini par être trouvé. La culture de la donnée n'en est pas moins enrichissante, nourrit tous les acteurs de la fabrique de la ville et en modifie même le panorama: ici, une association à but non lucratif se lance dans le développement immobilier (logements sociaux et abordables) sur la base de données de D3; là, la Fondation Kresge, qui finance D3, accélère son financement de projets de revitalisation urbaine, y compris immobiliers.

≡ L'horizon

La Metro Detroit Data Alliance, issue d'un partenariat technologique entre l'ONG D3 et Microsoft, vise ainsi à centraliser des données éparses, issues d'acteurs et de standards différents, au sein d'un «recueil» unique, collaboratif et ouvert au public: un projet d'une ville quantifiée qui colle à l'utopie de la *smart city* version open – avec l'ambition de créer un prototype à l'échelle de tout le Sud-Est du Michigan (4,6 millions d'habitants). L'idée d'une nécessaire «culture de la donnée» n'a jamais été aussi prégnante qu'aujourd'hui dans les villes américaines: Phoenix, Buffalo, Milwaukee, et Minneapolis/St. Paul sont en train de mettre sur pied le modèle prédictif imaginé par D3 pour la ville du Michigan.

3 questions à Nathalie Machon

Professeur d'Écologie urbaine au Muséum National d'Histoire Naturelle

Faire de la place pour le végétal en ville : l'adaptation au réchauffement en est-il aujourd'hui le meilleur argument ?

C'est un des arguments principaux. En effet, les surfaces végétalisées absorbent les rayonnements solaires et ne les restituent pas la nuit, contrairement aux surfaces minérales. Les soirées d'été, en période de canicule, des différences de températures considérables (de l'ordre de la dizaine de degrés Celsius) ont été relevées au niveau des toitures (en tuiles, zinc, ardoises graviers...), des constructions (rues, places, ou parkings cimentés et

bitumés...) et des espaces verts (pelouses, espaces arborés...). À l'échelle des bâtiments, couvrir les toits et les murs de végétation abaisse notablement la température l'été. De nombreuses villes se préparent aux modifications climatiques en augmentant la couverture végétale de leur territoire. Paris, par exemple, a pour objectif la végétalisation de 100 hectares de toits, murs et façades d'ici 2020. Par les services qu'elle rend, la végétation des villes aide par ailleurs à améliorer la qualité de l'air, de l'eau et du sol. Les arbres en particulier absorbent des quantités non négligeables de



polluants. Ils jouent un rôle significatif dans le cycle du carbone. La diversité végétale procure également des bénéfices psychologiques et physiques pour les citoyens qui ont accès aux espaces verts. Les études démontrent que les citoyens dans les quartiers plus verts sont moins sujets aux allergies, aux maladies cardiovasculaires.

Par quoi commencer : « greffer » la biodiversité sur le bâti urbain, ou libérer de la place pour des zones dédiées à la biodiversité ?

Bien intégrer la biodiversité dans les villes n'est véritablement efficace que si elle a été prise en compte dès la conception des projets. C'est la raison pour laquelle il est important de sensibiliser urbanistes, architectes et paysagistes à l'impératif

de maximiser la place pour la végétation dans les nouveaux quartiers, en densifiant les espaces construits et en les concevant capables d'accueillir de la végétation sous forme de plusieurs strates (herbacées à arborées). Néanmoins, pour des raisons économiques et même écologiques liées aux coûts énergétiques et matériels de mise en œuvre de nouvelles structures, il est possible de végétaliser les

anciennes constructions à des coûts plus ou moins importants. Les bénéfices peuvent tout de même être significatifs.

Le bois « prend de la hauteur » (lire p.36) : des immeubles R+12 à ossature bois sont désormais commercialisés.

Et demain ? Pourrait-on confier les fonctionnalités (support, séparation, abri...) usuellement tenues par des structures minérales et métalliques aux grands arbres, haies, prairies ?

Les enjeux d'innovation pour trouver le meilleur moyen d'intégrer et de préserver la biodiversité en ville sont énormes. Les recherches doivent avoir pour objectif la définition de formes urbaines totalement nouvelles car les schémas actuels ne sont pas assez efficaces. C'est toute la ville qui doit être repensée à l'aune de la préservation de la biodiversité et de l'adaptation aux changements climatiques.

Il est important de sensibiliser urbanistes, architectes et paysagistes à l'impératif de maximiser la place pour la végétation dans les nouveaux quartiers.



L'œil de la SF

**Ruinées,
imposantes,
délirantes :
les villes de
la SF, exemples
à ne pas suivre ?**

Les villes de la science-fiction sont bien souvent, depuis le cyberpunk, tout le contraire de paradis urbains. Parfait pour le sel narratif... Pas franchement exemplaire pour savoir de quoi sera fait le bâti de demain. À moins de décrypter ce que les auteurs qui les imaginent veulent nous dire de notre futur urbain.

La plupart des métiers sont confiés à l'efficacité d'automatismes déchargeant les humains de la plupart de leurs tâches. Les transports à longue distance se font à très grande vitesse. La place manque en ville, malgré la multiplication des tours. Demeurent cependant de larges avenues dédiées aux piétons... dès lors qu'elles sont festonnées de boutiques.

Un petit air de déjà-vu ? Paris, orée des années 2020, ferait une bonne candidate, assurément. Mais le monde urbain esquissé ici est, aussi, celui qu'imaginait René Barjavel en 1943 dans *Ravage*. Un monde où la technologie porte l'humanité sur son aile... jusqu'à ce que cette aile se brise. Car *Ravage* s'impose non seulement comme classique de la science-fiction, mais peut également revendiquer la paternité du sous-genre « post-apocalyptique ». René Barjavel fait subir à son monde une rupture brutale :

Illustration : Björn Öberg

4





l'électricité disparaît. Les électrons évaporées, s'ensuit le chaos.

Certes, l'électricité ne saurait littéralement disparaître. Mais qu'elle se mette à manquer, cela arrive. Au point de faire dérailler les rouages fragiles d'une ville développée, d'une région même, cela arrive aussi. Au point que tous fuient un monde devenu inhabitable pour réinventer la vie à la campagne? Nous n'y sommes pas, mais la collapsologie et ses avatars amènent un nombre croissant d'individus à se poser cette question, jusqu'ici confinée à de fines marges communautaires et militantes.

Dépendance énergétique, fragilité des grands réseaux techniques, résilience faible des villes impréparées... Le roman de René Barjavel résonne singulièrement avec les problématiques urbaines de cette fin de première décennie du 2^e millénaire.

Il pousse même les inquiétudes liées à nos civilisations urbaines jusqu'à une conclusion ultime : l'avenir des urbains finira par se jouer hors des villes. En l'occurrence, via un véritable retour à la terre, dont le récit se fait ode à la vie campagnarde.

Ce retour à la campagne est sans doute ce que racontent, en creux, bien des œuvres de science-fiction plus récentes. La « série » des *Godzilla*, ou *2012*, dans la catégorie « film catastrophe ». Mais aussi *Akira*, film tiré du manga éponyme, créé par le mangaka Katsuhiro Otomo. Les auteurs de ces œuvres mettent un soin particulier à détruire les villes. « *La destruction de la ville semble être à la fois une angoisse et un rêve, celui de se débarrasser d'un environnement urbain dont on ne veut plus*, propose Catherine Dufour, écrivaine, membre du collectif d'auteurs de SF Zanzibar qui œuvre

**Catherine Dufour :
« La destruction
de la ville semble
être à la fois une
angoisse et un
rêve, celui de se
débarrasser d'un
environnement
urbain dont on ne
veut plus. »**

à "désincarcérer le futur". *Si les Américains, notamment, rêvent de détruire les centres-villes, c'est peut-être parce que le rêve ultime, c'est de retrouver la terre. Un grand nombre d'entre eux ne vit pas dans les tours, mais dans des maisons au milieu de la campagne, et passent des heures en voiture pour travailler en ville.*»

La SF, une œuvre de destruction urbaine massive? Heureusement, non. Bâti et infrastructures urbaines ne sont pas seulement des repoussoirs. Ils figurent même, bien souvent, de véritables personnages principaux. Plus qu'un décor, la ville impose son rythme, sa dimension, son atmosphère, et influence pensée et actions des protagonistes.

Cette capacité d'influence, les villes de la SF la tirent souvent de leur aptitude à surprendre, voire à couper le souffle, par leurs dimensions, leur esthétique, leur complexité, leur inventivité... Ainsi les routes holographiques de la « Neo Seoul » du film *Cloud*

Atlas en disent-elles long sur la formidable intrication entre réel et virtuel, atteinte par la civilisation urbaine au mitan du XXII^e siècle. Dans un tout autre registre, et dans un futur plus proche (2054), le Paris du film d'animation *Renaissance* pousse à l'extrême la logique de densification urbaine contrainte par la préservation du bâti historique. Comme l'écrivait son réalisateur Christian Volckman dans une interview peu après sa sortie, « nous avons intégré une donnée fondamentale de l'urbanisme parisien : on ne peut plus construire en hauteur. Nous avons donc ajouté quelques petits modules sur vérins hydrauliques posés sur les toits et permettant aux riches de profiter de l'horizon et enterré beaucoup de choses, creusé le lit de la Seine, etc. »

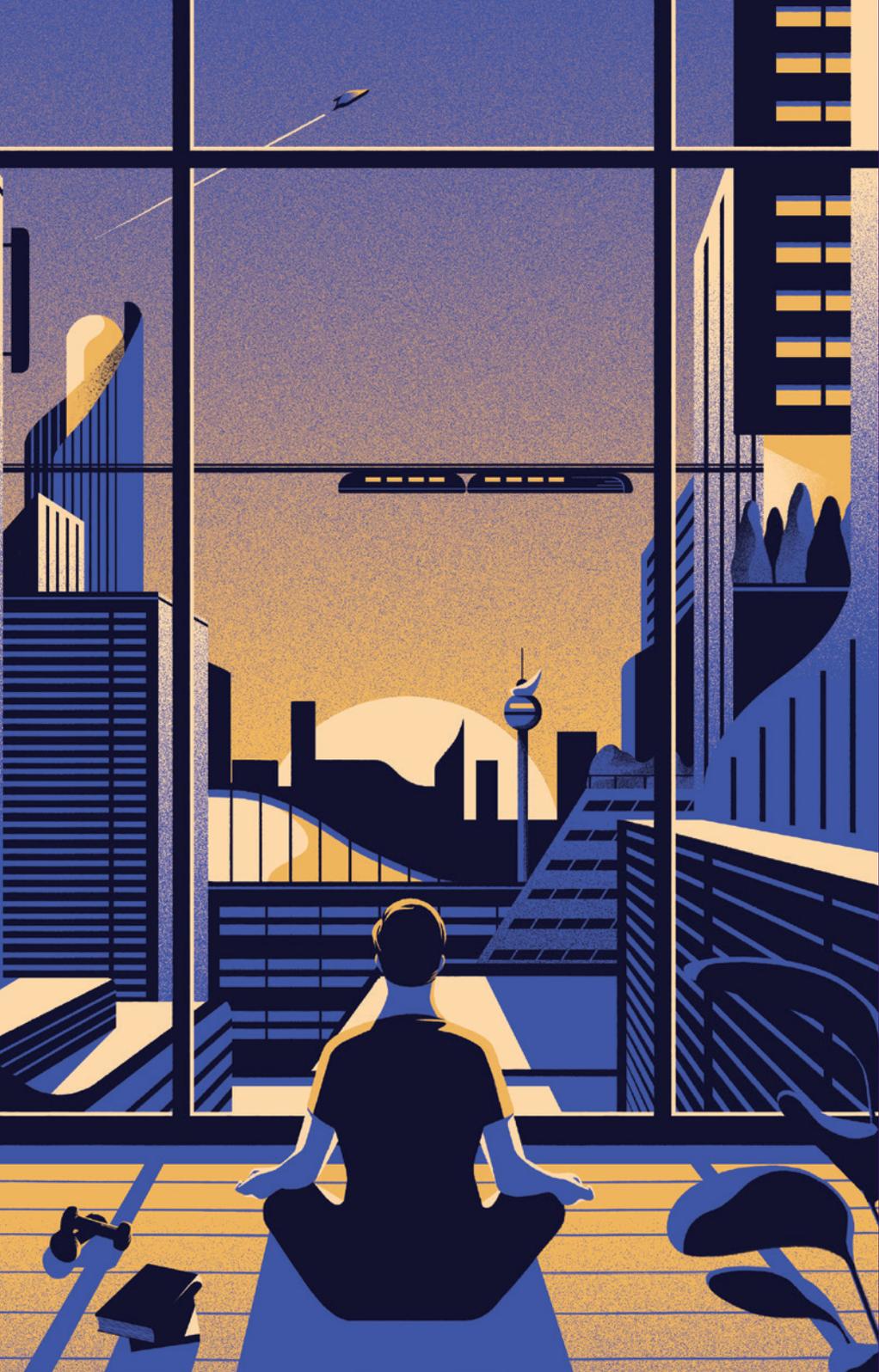
L'impression la plus forte que dégage cependant bon nombre de villes de science-fiction est celle d'une imposante autorité. « *La ville comme personnage principal dans la SF tend à étouffer, à écraser* », constate Catherine Dufour. La ville qui ne voit jamais le jour de *Dark City*, la gigantesque Neo Seoul de *Cloud Atlas*... Ultrafuturistes ou empruntant aux codes architecturaux du XX^e siècle, elles imposent leur verticalité. Et celle-ci dessine bien souvent un monde polarisé : richesse et liberté en haut, pauvreté, asservissement et douleur en bas.

En parallèle de cette polarisation, la SF injecte souvent dans la ville du futur le poison de l'autoritarisme. Le contrôle autoritaire peut se masquer sous le calme et l'esthétique maîtrisée de la cité (*Renaissance*), profiter du *nec plus ultra* des technologies de surveillance (*Minority Report*), muer la ville en asile psychiatrique (les sous-sols cliniques et glaçants de *THX*

1138, film méconnu de George Lucas), ou être la contrepartie d'une vie entièrement prise en charge par les automates mystérieux d'une cité maternante, véritable bulle protectrice, comme l'envisage l'étrange *Âge de cristal*. Et quand par bonheur les urbains échappent à l'autoritarisme, ce sont leurs propres turpitudes qui finissent par les prendre au piège. La « Trilogie du béton » (les romans *Crash*, *Immeubles de Grande Hauteur* et *L'Île de béton*) de l'Anglais JG Ballard en offre un fameux échantillon : barres d'immeubles géantes, boulevards urbains saturés et zones commerciales à bout de souffle condensent les défaillances sociales, économiques et mentales.

En définitive, la SF fait bien peu de place à des villes unanimement désirables. Au point que des auteurs s'associent (le collectif Zanzibar, le projet Bright Mirror) pour renverser cette tendance et ré-illuminer le futur, lassé de l'idée, comme le dit Catherine Dufour, « *que notre avenir ait la tête d'un accident de voiture* ». En la matière, ce sont davantage les architectes, urbanistes et bâtisseurs qui détiennent les clés d'un futur souhaitable. Mobilités douces, villes végétalisées, fermes urbaines se multiplient dans leurs tiroirs... et sur le terrain. Un retour de la nature en ville qui n'aurait pas déplu à René Barjavel.

Bien sûr, les rêves de transformer une planète entière en ville (la fantastique Coruscant de *Star Wars*), voire de mener des chantiers à l'échelle d'une galaxie (comme les structures auto-organisées du roman *Accelerando*) persistent, aussi, dans l'imaginaire de la SF. Mais ce sont là des futurs possibles si lointains qu'ils ont peu de chance de servir de guide aux bâtisseurs de notre planète.



Le regard de Leonard

Illustration: Karolis Straumniekas

5

Le premier accident de voiture impliquant un véhicule autonome

Le rappel des faits

La voiture autonome - tout au moins un prototype en cours de développement - a fait sa première victime humaine la nuit du 18 mars, à Tempe, en Arizona (États-Unis). L'un des SUV Volvo XC90 testés par Uber pour développer ses systèmes de conduite autonome a percuté, à 63 km/h, une femme qui traversait une chaussée à voies multiples en poussant un vélo. Elle n'a pas survécu à ses blessures. Selon l'enquête des autorités, la « conductrice de sécurité », employée par Uber pour prendre le relais en cas de comportement anormal de la machine, a bien repris le volant moins d'une seconde avant l'accident et a activé les freins, la seconde suivante. Un instant avant l'accident, elle ne regardait pas la route, mais un écran à l'intérieur du véhicule (l'enquête n'a pas encore révélé s'il s'agissait là de l'écran de contrôle ou de son téléphone portable). Le système de conduite a identifié l'obstacle - via ses capteurs (un lidar à 360°, des caméras, des radars) - 6 secondes avant l'impact, et l'a

classifié successivement comme objet inconnu, puis véhicule, puis vélo avant de décider qu'un freinage d'urgence était nécessaire 1,3 seconde avant l'impact. Le système de freinage d'urgence de série du SUV n'était pas actif, Uber ayant fait le choix de laisser la responsabilité du freinage d'urgence au conducteur de sécurité.



Le modèle Volvo XC90 (Source: DR)



Le regard de **Pierre Delaigue**, Directeur Projets Mobilités autonome, connectée et électrique, Leonard

Regarder une machine conduire est très ennuyeux, très soporifique, d'autant plus qu'elle est efficace. C'est pourquoi un système de voiture commerciale totalement autonome n'exigera pas du conducteur de devoir surveiller en permanence le comportement du système en mode autonome. En attendant que des véhicules autonomes en toutes circonstances soient au point, les systèmes de niveau 3 et 4 [qui n'assureront le contrôle du véhicule que dans certaines conditions de conduite] nécessiteront des transitions de conduite entre machine et humain, avec des interfaces appropriées : signaux lumineux, sonores, vibrations.

Au-delà de cet accident, ce qui est en jeu, c'est l'amélioration de la fiabilité des systèmes. Or, pour les systèmes des véhicules autonomes qui utilisent des algorithmes d'intelligence artificielle basés sur l'apprentissage, cette fiabilité dépend de l'expérience accumulée. À la suite de l'accident, Uber a suspendu ses tests. Il les a repris cependant, avec une nouvelle autorisation officielle

accordée à ses véhicules en décembre. L'enjeu ? Engranger de précieuses informations au fil des millions de kilomètres parcourus. Constructeurs historiques et grands acteurs du numérique se livrent à une véritable course d'endurance pour exposer leurs systèmes au maximum de situations de conduite et les faire ainsi progresser. Au point que les procédures de tests soient trop légères ? Le fait est qu'Uber a désengagé l'assistance au freinage d'urgence de série pour éviter un trop grand nombre de faux positifs, et a été critiqué pour le niveau de formation de ses conducteurs de sécurité, jugé inapproprié. C'est cependant bien le nombre de kilomètres parcourus en mode autonome sans accident qui dira si, oui ou non, les véhicules autonomes sont susceptibles de faire aussi bien, voire mieux, que les conducteurs humains, en termes de sécurité. Et il est trop tôt pour en juger. Par exemple, les véhicules Waymo cumulaient plus de 10 millions de miles « réels » en octobre 2018. Selon une analyse statistique publiée par la RAND Corporation, il faudrait cumuler 440 millions de « kilomètres-véhicule réels » pour garantir que la voiture autonome ne tue pas plus que les conducteurs humains. Une distance que les systèmes en développement pourraient parcourir en accéléré, grâce à des parcours réalisés dans des environnements simulés : les prototypes de Waymo ont déjà franchi en mode autonome plus de 5 milliards de miles sur des routes virtuelles, et la réglementation intégrera prochainement la notion d'homologation numérique...

La communauté internationale à l'épreuve du climat

Le rappel des faits

L'année 2018 a été marquée par une série de catastrophes climatiques. Asie, continent américain, Europe du Nord, Australie... Tempêtes, inondations ou, au contraire, sécheresses et incendies ont affecté de très larges populations. Parmi les plus marquantes figurent les inondations de juillet au Japon, faisant plus de 200 victimes. Le passage du typhon Jebi en septembre, au Japon toujours, ainsi que sur Taïwan et les Îles Mariannes, aura coûté la vie à au moins 17 personnes et privé 2,5 millions de foyers d'électricité dans l'archipel japonais. En Californie, les gigantesques incendies de « Camp Fire » en novembre ont fait au moins 86 victimes, détruit plus de 18 000 bâtiments et ravagé plus de 62 000 hectares. Au total, les dix plus importantes catastrophes climatiques de l'année auront coûté, selon le rapport de l'ONG Christian Aid publié en décembre, entre 85 et 96 milliards de dollars.



Le regard d'Isabelle Lambert, Responsable de la Prospective, Leonard

L'anticipation est essentielle pour limiter l'impact humain et matériel des catastrophes climatiques. Cette année, il est important de saluer les initiatives et rapports qui font avancer sur ce plan. Je pense, sur la scène nationale, au 2^e Plan National d'Adaptation au Changement Climatique. Sur la scène internationale, le rapport publié par le GIEC en octobre, parce qu'il détaille les

conséquences d'un réchauffement à +1,5°C, est un « aiguillon » apte à inciter les décideurs publics à mettre en place des actions concrètes. Son message est clair : il n'est pas trop tard pour agir, mais il est urgent de se donner les moyens de mettre en place des actions en faveur du climat.

Cela passe par la capacité à bâtir des accords internationaux. En la matière, difficile de se satisfaire de la COP24 : les États ont peine à prendre des mesures efficaces pour respecter l'Accord de Paris, et repoussé ainsi les prises de décisions difficiles sans se donner de date butoir.

Mais n'oublions pas que cette année, pour la première fois, le Dialogue de Talanoa a vu le jour à la suite de la COP23. Il offre aux acteurs non-étatiques, comme les ONG, ou les États insulaires, un cadre pour faire le point sur les mesures et les efforts collectifs de réduction des gaz à effet de serre sur la scène mondiale. C'est une première pour les États insulaires et les États moins développés, qui comptent parmi les plus vulnérables face au phénomène du changement climatique.

L'eau est montée à Kurashiki, sud du Japon (source : Kyodo News / AP)



Elon Musk va-t-il enterrer la révolution des transports ?

Le rappel des faits

En décembre, Elon Musk a tenu son pari : la dernière de ses entreprises, The Boring Company, née deux ans plus tôt, a effectué des tests de transport souterrain dans le premier tronçon de son tunnel expérimental, pour une fraction du montant qu'exige habituellement ce type d'entreprises. On retrouve là la signature du trublion de la Silicon Valley : un mélange unique d'arrogance, de savoir-faire en communication et marketing, une sacrée touche d'inventivité, le tout susceptible de déboucher sur d'indéniables succès. Parmi ceux-ci, la réussite des lanceurs de SpaceX, qui ont largement bouleversé le marché fermé des vols spatiaux. Le tronçon d'à peine 2 kilomètres, creusé à proximité du siège de SpaceX en Californie, porte-t-il en germe la révolution promise par le bouillonnant Elon Musk au transport terrestre ?



Le regard de **Matthieu Lerondeau**, Directeur de la communication et des communautés, Leonard

Aller sur Mars (et en revenir), voyager sur terre à plus de 1 000 km/h, réussir à lui seul la transition énergétique tout en révolutionnant l'industrie automobile... L'enfant terrible de la Silicon Valley tiendra-t-il toutes les promesses de ses insatiables ambitions ? Il faudrait pour cela au moins qu'il en ait (encore) les moyens. Or les analystes doutent de la solidité financière de Tesla.



Avec The Boring Company, Elon Musk a inauguré le premier tronçon de son tunnel expérimental.

L'année qui s'ouvre sera une année de vérité : la frilosité des marchés financiers pourrait mettre sous pression les projets les plus ambitieux d'Elon Musk. Et oblitérer l'avenir des tunnels que sa dernière société en date, The Boring Company, doit creuser sous la Californie pour éliminer les embouteillages et accélérer les transits interurbains. Dans ce contexte d'incertitudes, le premier « MVP » de cette société a dû réjouir son premier investisseur – quand bien même les journalistes conviés lors du test rapportent que le très court trajet fut secouant, à la vitesse pourtant modeste d'à peine 50 km/h.

Mais il n'est pas dit que ce test suffise à donner raison à Elon Musk, car les tunnels de The Boring Company ont un petit air de GadgetBahn (lire p.9). Ils pourraient fort bien ne proposer qu'une réponse imparfaite (une mobilité à plusieurs vitesses, des souterrains à grande vitesse pour les riches, aux pauvres les encombrements de surface...) à une mauvaise question (comment prolonger encore un peu un modèle de transport urbain fondé sur l'automobile, à bout de souffle dans les métropoles ?). Et si, finalement, Elon Musk manquait d'imagination ?

Les intrapreneurs, accélérateurs de la transformation positive des groupes

Le rappel des faits

Intrapreneuriat, année 3 : le comité de sélection du parcours Intrapreneurs de VINCI s'est réuni début novembre à Leonard. Paris pour désigner les participants de sa promotion 2019. Après 4 semaines intenses de préparation, les 17 aspirants intrapreneurs, préselectionnés parmi 70 candidats, sont venus présenter leurs projets devant

un comité composé de dirigeants de différentes filiales du groupe et d'entrepreneurs externes.

Le potentiel de business, sa transversalité au sein des pôles de VINCI, le profil entrepreneurial du porteur ou de l'équipe ont constitué des critères de sélection essentiels. Les intrapreneurs sélectionnés intègrent le parcours d'incubation, qui leur permettra de valider la faisabilité de leur

projet, de rencontrer des clients potentiels, de s'ancre dans l'écosystème du groupe et de concevoir un « Proof Of Concept » (POC). Chaque participant consacre 20% de son temps de travail à son projet. Il est suivi par un coach et deux mentors (un interne et un externe), et a accès aux ressources internes du groupe VINCI.

Les réponses à l'appel à idées reflètent la diversité des entités du groupe, y compris à l'international. Lance, originaire de Nouvelle-Zélande, est en échange au sein de VINCI Construction Terrassement pendant une année; Dominic, lui, vient de Sixense à Londres; André, d'origine brésilienne, travaille pour VINCI Construction Hydraulique à Nantes. Diversité des entités, des langues... Mais aussi des postes. Pour la première fois, deux ouvriers ont proposé des idées.

penser et de faire nos métiers différemment, selon des aspirations renouvelées. Nous donnons à ces porteurs de projet les moyens de défendre des projets auxquels ils croient. Ce sont souvent des projets prenant en compte l'impact environnemental de nos activités. Résalliance¹, offre issue du Parcours Intrapreneurs de Leonard, l'illustre bien : elle permet aux entreprises de prendre en compte les conséquences du réchauffement climatique et la vulnérabilité de leurs activités.

L'intrapreneuriat, dans le Groupe VINCI comme ailleurs, fonctionne bien quand il s'appuie sur la force du collectif. Le collaborateur n'est pas seul dans son projet. Ce type de programme doit fédérer, prendre racine dans une entreprise et dépasser ses frontières. On voit ainsi émerger des acteurs qui apportent compétences et expériences autour de la Civic Tech, avec le Liberté Living Lab, hybridation entre projets d'intrapreneuriat *corporate* et mobilisation des entrepreneurs pour accompagner l'émergence de ces projets.



Le regard de **Nathalie Martin-Sorvillo**, Directrice des programmes innovants, Leonard

L'intrapreneuriat est un levier puissant de mobilisation des collaborateurs, qui leur donne la capacité de proposer des façons de

¹ resalliance.com

L'IA oblige à inventer une éthique de la disruption

Le rappel des faits

Le 29 mars 2018, le Président de la République a présenté au Collège de France la vision et la stratégie hexagonales pour l'intelligence artificielle (IA). L'événement a pris pour titre « AI for humanity ». Les projets de la France pour l'IA mis en avant alors s'appuient sur le rapport préparé quelques mois plus tôt par l'équipe réunie autour du mathématicien et député LREM Cédric Villani. Ce rapport intitulé « Donner un sens à l'intelligence artificielle – pour une stratégie nationale et européenne » se distingue par la place accordée à la dimension éthique. Les questions de l'impact sur le travail, de l'empreinte écologique des technologies, de la transparence et de l'inclusion occupent quatre de ses sept parties. Au fil des mois, l'Europe – et la France singulièrement – a précisé sa volonté de penser l'IA et d'en accompagner le développement en accord avec les principes du droit, de la protection des libertés, de

la responsabilité environnementale et sociale. En décembre, un comité de 52 experts désignés par la Commission Européenne (parmi lesquels universitaires, chercheurs, responsables politiques et associatifs, représentants de grands groupes et startups) a ainsi publié le premier jet d'un document de cadrage éthique pour le développement et l'utilisation de l'IA. Si l'Europe semble vouloir marquer sa différence, offrir des garanties de maîtrise d'une technologie aussi crainte que désirée est une obligation que se donne un nombre croissant d'acteurs privés du secteur. Les responsables de l'IA chez Google, en juin, ont affirmé : « nous ne concevrons ni ne déploierons d'IA dans des technologies qui sont globalement nocives ou qui présentent des risques de l'être ». Reste, pour les acteurs publics comme privés, à s'entendre sur les critères de nocivité, et sur la meilleure manière de faire respecter les engagements pris.



Le regard de Julien Villalongue, Directeur de Leonard

L'intelligence artificielle a saturé notre espace médiatique et tend à s'imposer comme un « buzzword » dès qu'il s'agit de « *processer de la data* ». Mais, au-delà des débats sémantiques sur ce qu'est ou n'est pas l'intelligence artificielle, ce sont rien moins que les questions de fond portées par le progrès technique que l'IA vient reposer avec force. C'est l'ensemble des critiques économiques, politiques, sociales, environnementales, philosophiques du progrès qui sont ravivées, comme elles le sont à chaque émergence d'une technologie dotée d'un fort potentiel de transformation. D'un point de vue économique, l'IA mérite d'être analysée dans le cadre des dynamiques schumpétériennes et de son impact potentiel sur les gains de productivité. Les impacts sur les métiers et le monde du travail peuvent induire à la fois des stratégies particulières au sein des entreprises, et des politiques publiques pour permettre à chacun de se former et s'adapter aux mutations induites.

L'éthique s'impose également dès lors que la prise de décision peut être en tout ou partie déléguée à un algorithme. La réflexion éthique va alors porter d'un côté sur les choix faits par les décideurs humains lors de la programmation des algorithmes, et de l'autre sur le comportement effectif de l'objet « intelligent ».

L'impératif de durabilité peut, quant à lui, être vu comme le principal facteur limitant du développement de l'intelligence artificielle : il conviendra de s'interroger sur le bilan énergétique de son fonctionnement, tout comme l'appétit insatiable en ressources rares des composants électroniques qui la rendent possible.

Enfin, il s'agit également d'un sujet politique où s'affirme le respect de la vie privée des citoyens, ou bien encore les enjeux de souveraineté des économies face à la prééminence d'acteurs économiques non territorialisés.

« AI for humanity », titre choisi pour résumer la vision de la France, a le mérite de cristalliser tous ces prismes. Il atteste des réflexions complexes nécessaires pour faire émerger le futur que nous souhaitons, plutôt que d'errer dans les ruines que nous aurions provoquées faute de nous être posé les bonnes questions. L'intelligence artificielle peut être un enjeu enthousiasmant et prometteur, pourvu que notre préférence se porte sur l'Homme plutôt que sur les systèmes.



Leonard est la plateforme de prospective et d'innovation du Groupe VINCI.

Pour suivre nos publications et rencontres tout au long de l'année, inscrivez-vous à notre newsletter sur leonard.vinci.com

—

Leonard
6 Place du Colonel Bourgoïn
75012 Paris
France

—

Direction de la publication



Conception éditoriale et graphique

Usbek & Rica

Textes

François Lassagne

Couverture

Aleksandar Savic

