

[a]: perspectives

REAL ESTATE & TECHNOLOGIES

# LE SECTEUR IMMOBILIER ENTRE TRADITION ET MODERNITÉ (...OU PAS)

ETAT DE L'ART

JUIN 2023

# AUTEURS

Artimon Perspectives est l'institut de Recherche & Innovation d'Artimon, dédié à l'étude de l'impact des nouvelles technologies sur les organisations.

Nous réalisons un travail d'analyse et d'étude basé sur la démarche scientifique, qui capitalise sur des travaux de recherche appliquée et les expertises des équipes de conseil.

## Auteurs de ce rapport :



**Nicolas SPATOLA**  
Chercheur



**Josefina GIMENEZ**  
Directrice Recherche et  
Innovation Artimon  
Perspectives

## Remerciements :

Pour leurs relectures et commentaires:

Christine BOUQUET, Associée en charge de l'expertise Real Estate

Valentin MEJEAN, consultant expérimenté

# RÉSUMÉ

Le secteur de l'immobilier a été l'une des principales industries touchées par la crise de 2008. De ce choc a émergé un fort processus d'innovation encore en cours, bousculant les approches plutôt conservatrices habituelles du secteur [1]. La crise a catalysé une recherche de résilience afin de maintenir l'efficacité et le fonctionnement du secteur, et prévenir d'éventuels scénarios d'effondrement comme ceux produits après 2008. Ce processus d'innovation s'est heurté à certaines pratiques conservatrices qui caractérisent l'écosystème, notamment car il remettait en question des sources de revenus consolidées pour certains acteurs. En outre, le secteur représente des classes de biens et d'actifs hétérogènes, difficile de cibler globalement avec autant de processus et de systèmes de gestion, de cadres légaux et d'acteurs.

Ainsi, suivant une évolution de l'offre et la demande du marché au fil du temps, parallèlement à un certain nombre de progrès technologiques qui ont modifié le comportement des consommateurs, le secteur de l'immobilier est entré dans une phase de modernisation importante. Cela a impacté les logiciels, matériels et ouvert la porte à de jeunes entreprises qui conçoivent de nouvelles façons d'utiliser des technologies déjà disponibles pour contourner les contraintes du secteur. Le développement de la PropTech en est un exemple [2]. Reposant sur un gain en popularité dans le secteur de l'immobilier et notamment auprès des investisseurs et des professionnels, elle a fait émerger de nouvelles pratiques. Selon Forbes, les investisseurs en capital-risque ont investi plus de 5 milliards de dollars dans la technologie immobilière en 2017, soit plus de 150 fois les 33 millions de dollars investis en 2010 [3].

# RÉSUMÉ

Comme tout phénomène, le comprendre implique de creuser dans ses processus sous-jacents. Cet article présente en premier lieu une rapide vue historique de la PropTech. Ensuite, nous développons une représentation de ce qu'est la PropTech aujourd'hui et une explication du processus d'évolution par la technologie. Dans une avant-dernière partie, nous présentons des technologies d'intérêt pour finir sur les avantages et les facteurs facilitants ou inhibant l'introduction de la technologie dans les organisations du secteur.

- On peut distinguer trois périodes de développement dans l'industrie immobilière qui illustrent l'évolution de l'innovation technologique.
- La troisième vague est en cours de gestation et est portée par des technologies en développement telles que la blockchain et les imprimantes 3D.
- L'impact des technologies sur l'écosystème de l'immobilier varie d'un secteur à l'autre et nécessite une perspective systémique.
- La volonté de se moderniser conduit à une adoption rapide de toutes les technologies disponibles et émergentes, mais cela peut entraîner un manque de réflexion sur les contextes socio-économiques.
- Les nouvelles technologies peuvent créer de nouveaux besoins, mais il est important de différencier la création de valeur réelle de la valorisation purement économique.
- La compréhension fonctionnelle des outils réduit les risques de prise de décisions basées sur des considérations de forme plutôt que de fond.
- L'intégration d'une technologie doit faire sens et doit être subordonnée à la question "Quel est le problème que nous devons résoudre ?".

# SOMMAIRE

1. Une histoire de la PropTech .....	6
2. Une représentation de la PropTech .....	9
3. Les technologies .....	13
3.1 Le scanning et l'impression 3D .....	14
3.2 Big Data .....	21
3.3 L'intelligence artificielle .....	23
3.4 Le cloud .....	27
3.5 Les Software as a service .....	29
3.6 Internet of Things ou Internet des objets .....	30
3.7 Les drones .....	33
3.8 Les technologies portables .....	34
3.9 La réalité virtuelle et la réalité augmentée .....	35
3.10 La blockchain .....	37
4. Comment la technologie fait évoluer un écosystème .....	39
5. L'introduction de la technologie pour les acteurs, bénéfiques, facilitateurs, inhibiteurs .....	43
5.1 Bénéfices .....	43
5.2 Facteurs facilitateurs .....	44
5.3 Facteurs inhibants .....	45
5.4 En résumé .....	46
6. En conclusion, que retenir si vous voulez intégrer des technologies ? .....	48
7. Références .....	50

# I. UNE HISTOIRE DE LA PROPTech

La PropTech n'est pas un phénomène particulièrement nouveau, malgré l'introduction récente du concept ; des avancées techniques dans le secteur de l'immobilier ont déjà eu lieu au siècle précédent. On peut distinguer trois périodes distinctes de développement dans l'industrie immobilière qui illustrent une évolution plus large de l'innovation technologique.

Les premières avancées technologiques modernes liées à l'immobilier remontent à 1980 avec l'introduction des ordinateurs personnels et des systèmes de gestion de bases de données, dont l'utilisation généralisée a été alimentée par la capacité à numériser un large éventail d'informations. Ces outils ont fait drastiquement évoluer la manière dont les données et informations immobilières étaient, dès lors, analysées et stockées. Par conséquent, on peut parler d'une première itération de « PropTech » dès 1980 avec l'apparition d'entreprises consacrées au développement et à la vente de logiciels d'analyse du marché immobilier et de services connexes (ex. Autodesk, CoStar). Cependant, il est important de noter que les innovations de cette période se définissent dans une "forme fermée". L'innovation se passe en interne à l'entreprise, avec de faibles capacités d'intégration et de communication avec le monde extérieur.

Le passage du système immobilier numérisé à la numérisation à proprement parler a été le changement majeur dans le secteur de l'immobilier. C'est cette étape qui marque le début de la deuxième vague de la PropTech que l'on peut qualifier de PropTech 2.0. La donnée est devenue numérique et fluide. C'est aussi à ce moment que la croissance des startups opérant dans le secteur s'est accélérée avec la proposition de solutions repensant des habits hérités des décennies précédentes. Le secteur a profité de ces innovations pour fluidifier son marché et relancer les investissements en berne après la crise de 2008 [4].

Dans les technologies qui ont marqué et marquent encore ces évolutions on peut citer les Big 9 [5]:

- les drones
- l'internet des objets (IoT)
- les clouds
- les logiciels en tant que service (SaaS)
- le big data
- la numérisation 3D
- les technologies portables
- les réalités virtuelles et augmentées (VR et AR)
- l'intelligence artificielle (AI)

« Lorsque l'économie est en plein essor, une entreprise a tout intérêt à se développer, les industries étendant leurs chaînes de production ou les sociétés de promotion immobilière investissant dans l'acquisition de parcelles supplémentaires, ce qui réduit le montant des investissements technologiques. À l'inverse, en période de ralentissement économique, le coût d'opportunité d'investissement est plus faible qu'en période de prospérité. En effet, en période de ralentissement économique, les consommateurs sont moins enclins à faire des achats, les entreprises disposent d'une plus grande marge de manœuvre dans l'affectation de leur budget, ce qui les incite à faire davantage de dépenses en R&D soit pour s'adapter au contexte soit pour préparer l'avenir. L'introduction de la technologie au sein d'une entreprise permet d'analyser les données internes et externes, de soutenir l'analyse des questionnaires pour comprendre comment la récession affecte l'entreprise et de déterminer les actions à mener afin d'obtenir un avantage concurrentiel par exemple [4]. »

La troisième vague, la PropTech 3.0, est encore en état de gestation. Cette nouvelle étape est portée par des technologies en développement comme la Blockchain et les imprimantes 3D. Ces technologies sont attendues pour avoir un impact à plusieurs niveaux. Par exemple, l'impression 3D pourrait, dans la phase de développement immobilier, résoudre le problème de l'urbanisation rapide, offrant la possibilité de réduire potentiellement la quantité de main-d'œuvre nécessaire de 70%, les coûts globaux du projet de 90% et la durée de la construction de 80% [6]. Cette vague s'appuie sur les technologies de la vague précédente pour faire émerger ce que l'on peut nommer un **Smart Real Estate (SRE)**. Le SRE peut être défini comme un **amalgame de technologies présentées comme centrées sur l'utilisateur, durables et créatives** pour gérer efficacement les ressources immobilières dans les zones métropolitaines, avec des informations vitales mises à la disposition des clients, des gestionnaires et des agents [7].

La blockchain est une base de données de ressources décentralisée qui peut être partagée par un réseau de sites Web, de régions ou d'institutions et qui ne nécessite pas l'intervention de tiers. La blockchain est essentiellement un grand livre numérique où les données transactionnelles sont enregistrées, examinées et archivées. Cependant, elle diffère fondamentalement des bases de données traditionnelles en ce qu'elle utilise des algorithmes pour permettre la production et le stockage collaboratifs de données.

Ces "registres distribués" ont des caractéristiques et des capacités qui vont bien au-delà des registres conventionnels. Par exemple, chaque participant au réseau dispose d'une copie du grand livre qui est exactement comme les autres, et les modifications ultérieures sont automatiquement et instantanément enregistrées sur toutes les copies, ce qui garantit la plus grande transparence possible en ce qui concerne les données relatives aux transactions. Ces données sont ajoutées à des "blocs", qui sont ensuite placés sur une "blockchain", ce qui les rend permanents et accessibles à tous.

Pour plus d'information, [notre article sur la tokénisation de l'immobiliser](#)

Il est aussi intéressant de noter que l'observation du secteur montre que l'avenir des services immobiliers s'éloigne de la pure gestion opérationnelle des bâtiments pour s'orienter vers une approche plus holistique. Du raisonnement purement basé sur le bâti, l'occupant et les services prennent une place de plus en plus centrale pour les acteurs du secteur conduisant à l'émergence de nouveaux services à valeur sociale.

## II. UNE REPRÉSENTATION DE LA PROPTech

Andrew Baum classe l'écosystème de la PropTech en fonction de critères relatifs aux différentes fonctionnalités ou phases du cycle de vie de l'immobilier, et des différents domaines d'activité de la PropTech [2]. Les phrases peuvent être caractérisés selon 3 critères :

- **Information** : technologies permettant un échange de données plus efficace entre les acteurs du marché, rendant ce processus plus rapide et sûr.
- **Transaction** : solutions technologiques visant à rendre le processus d'intermédiation plus simple et plus transparent.
- **Gestion** : technologies numériques qui régissent un suivi et une gestion plus précis des propriétés.

Les domaines d'activité de la PropTech sont distingués de manière suivante :

- **L'immobilier intelligent** : regroupe l'ensemble de plateformes visant à automatiser, simplifier et rendre plus efficaces l'exploitation et la gestion des activités immobilières. Parmi les principales applications, on peut citer le smart building, qui repose sur l'amélioration de la gestion du bâtiment par des solutions d'optimisation énergétique et la domotique. Ces solutions recouvrent l'utilisation d'IA, de capteurs et de big data notamment.
- **La sharing economy** : s'intéresse à la simplification de l'utilisation des actifs immobiliers. Elle s'exprime au travers de nouveaux modèles économiques basés sur des processus alternatifs de distribution des ressources et de génération de revenus. C'est le cas des locations de logements à court terme ou des modèles de partage d'espace assistés par des outils technologiques. Ces outils vont servir à mieux gérer l'espace ou apporter des services à leurs usagers. Le co-working est un des modèles économiques prototypique. L'objectif est d'ajuster l'espace au besoin, de proposer des services mais aussi d'offrir des espaces d'interaction et de partage entre des professionnels.

- **La real estate Fintech** : représente une série de plateformes numériques capables de simplifier les transactions sur le marché immobilier. L'idée est, au travers de la technologie, d'améliorer la transparence, la liquidité et l'accessibilité du marché. L'un des principaux modèles de ce secteur est l'achat instantané notamment assisté par les technologies de la blockchain.

Cette vision a pour intérêt principal non pas de définir un cadre mais de proposer un champ de possibles et de retranscrire une vision des activités de l'écosystème en relation à la technologie. Le point nodal est la donnée et l'automatisation. Les aspects sociaux des métiers ne sont que très peu concernés par ces évolutions. C'est d'ailleurs ce qui ressort d'une analyse de réseau des technologies de la PropTech en fonction de leur centralité par rapport aux autres et aux métiers [8].

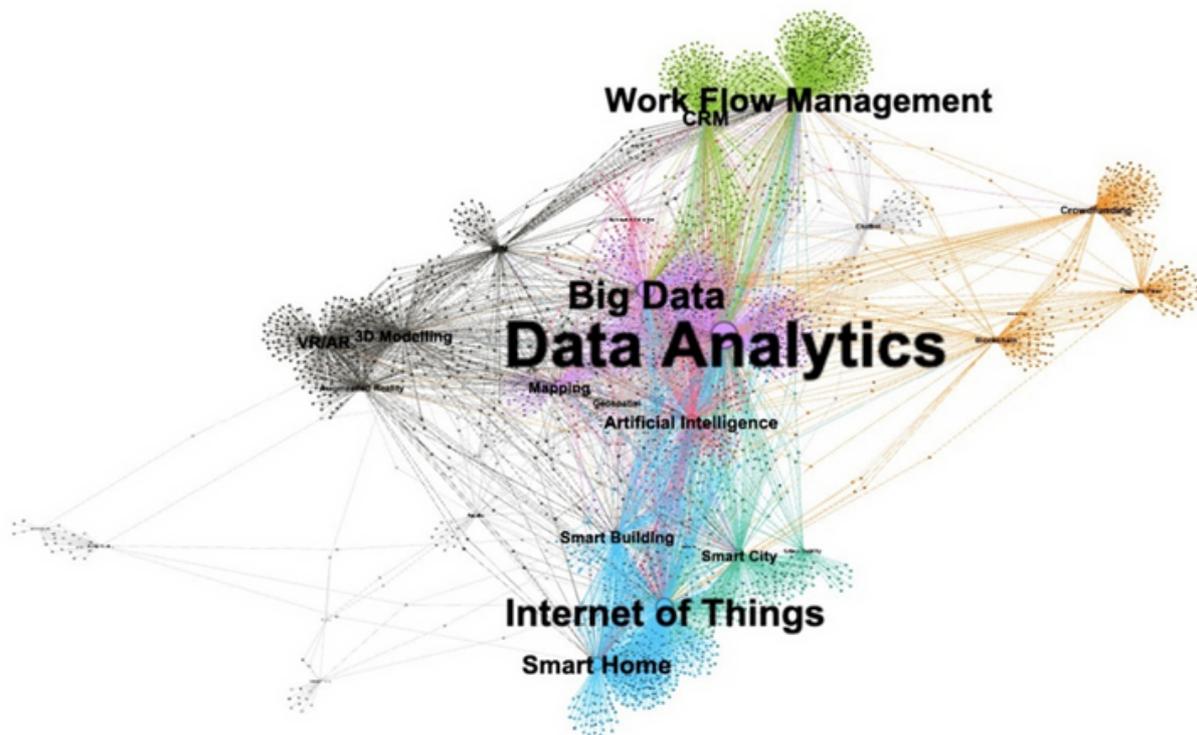


Fig.1 Analyse de réseau des technologies PropTech. Les technologies PropTech les plus essentielles sont celles qui créent des données numériques (Smart Buildings, Smart Homes, capteurs) et celles qui génèrent de la valeur à partir de ces données (Big Data et Data Analytics). D'autres technologies, comme la blockchain et les crypto-monnaies, restent marginales. La PropTech investit massivement dans les technologies de données, qui sont désormais prêtes à être utilisées commercialement dans l'immobilier.

Pour donner une représentation de la PropTech en Europe, divers panoramas ont été proposés dont celui de Axeleo Capital référencant 236 entreprises dans le secteur de la PropTech en 2022 [9]. Unissu recense 3 219 entreprises PropTech situées en Europe avec une forte concentration des financements au Royaume-Unis (plus de 5 milliards, comparativement au 1 milliard environ en Allemagne et en France) [10]. En comparaison les Etats-Unis comptent environ 7000 entreprises dans le secteur.



Fig.2 AXC 2022 PropTech & Contech European Mapping

On peut mettre cette vue européenne en relation avec une vue plus globale montrant une concentration des entreprises dans 3 grandes régions : Amérique du Nord, Europe et Asie (majoritairement Chine et Inde). Il est aussi intéressant de constater que si le marché chinois se concentre sur des gros acteurs comme le marché de la côte ouest états-unienne, l'Europe dévoile une masse de petits acteurs. Dans les entreprises valorisées à plus d'1 milliard de dollars, on trouve 10 entreprises états-uniennes, 11 chinoises, 1 indienne, et 1 philippine [8].

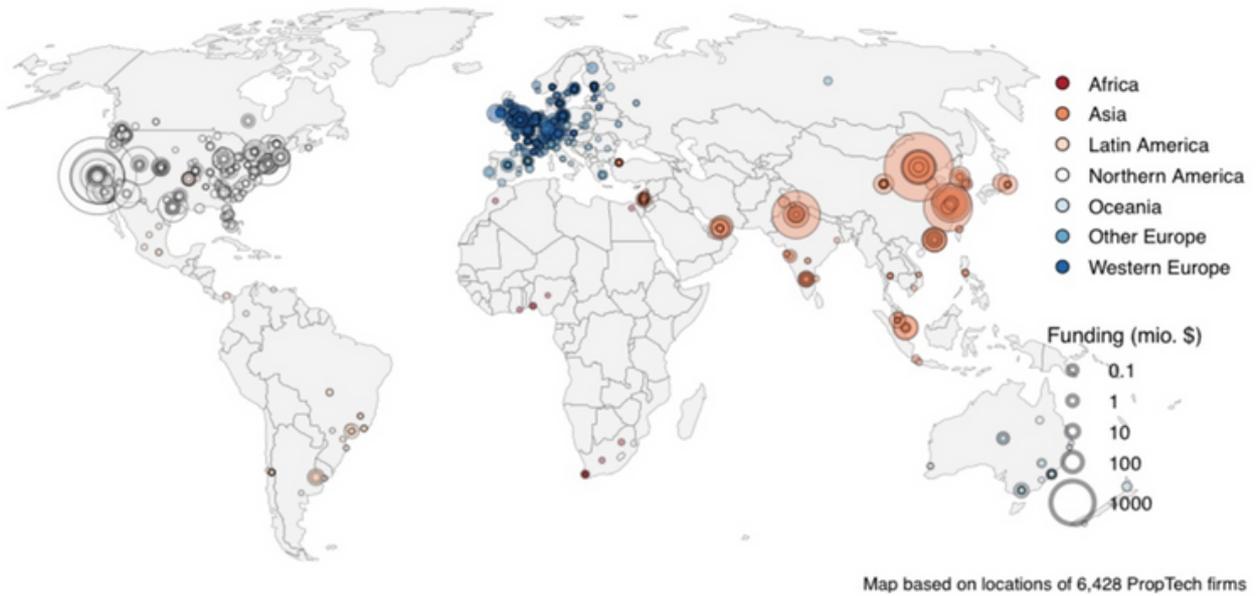


Fig.3 Localisation de 6428 entreprises PropTech produit par Crunchbase en 2020 [10]

## III. LES TECHNOLOGIES

Après avoir parlé de l'histoire et des processus d'adoption de la technologie dans le contexte de l'écosystème immobilier et plus généralement, nous pouvons nous intéresser aux outils technologiques en eux-mêmes. Sans être exhaustif, l'objectif de ce travail est de présenter les technologies avec les potentialités d'impact les plus fortes [5].

Si des cas d'application sont donnés en exemple, ils ne sont pas à prendre comme représentant l'ensemble du champ des possibles. Il est important de garder en tête que les utilisations des technologies sont amenées à évoluer sensiblement soit du fait de facteurs internes aux technologies (ex. développement de nouvelles capacités) ou externes (ex. disponibilité des semiconducteurs).

Parmi les technologies présentées ci-après se trouvent :

- Le scanning et l'impression 3D
- Le Big Data
- L'intelligence artificielle
- Le cloud
- Les Software as a Service
- L'internet des objets (Internet of Things)
- Les drones
- Les technologies portables
- La réalité virtuelle et augmentée
- La blockchain

# LE SCANNING ET L'IMPRESSION 3D

## Le scanning 3D

Le scanning (numérisation) 3D de biens immobiliers peut offrir une représentation visuelle interactive et immersive d'un ou de plusieurs bâtiments. Cette technologie permet de capturer des informations 3D (voir 4D) et les traiter pour obtenir un modèle [32], qui peut être rendu et partagé et avec lequel on peut interagir. Les utilisations peuvent par exemple impliquer le prétest des agencements, des conditions de travaux, de place, de compatibilité entre des aménagements et des contraintes du bâti pour l'ensemble des acteurs [33]. C'est le principe des *digital twins* dont nous parlerons dans un article à paraître.

Dans des démarches marketing, une représentation visuelle complète du bien peut être un support pour guider la décision d'achat. Les photos, vidéos et plans d'étage sont des éléments essentiels du marketing immobilier commercial et résidentiel, car ils offrent aux clients une perspective réaliste de la propriété. Les visites virtuelles permettent d'obtenir une référence visuelle complète du bien sous tous les angles. Ces visites numériques deviennent un élément central des engagements numériques des entreprises du secteur [34]. Les informations 3D peuvent aussi être utilisées pour les assurances, les déménagements / emménagements, l'inventaire, la gestion des ressources, la prévision ou le suivi des activités de maintenance [35].

La capacité à réaliser des scans qui peuvent ensuite être analysés par des processus d'apprentissage automatique (ex. les dommages après un incident) rationalise les flux de travail existants et ouvre la voie à une analyse améliorée, notamment pour les états des lieux.





Fig.4 Exemple de modélisation 3d d'un appartement après captation par photogrammétrie

En termes de technologies, on trouve plusieurs options. En premier lieu, on peut citer la numérisation 3D mobile. Avec la prolifération des capteurs de détection sur les smartphones, la numérisation 3D est devenue un outil de plus en plus répandu dans le secteur de l'immobilier. L'inclusion de capteurs LiDAR dans les smartphones a constitué une étape importante de cette expansion. Le LiDAR est un laser pulsé qui crée un modèle 3D avec plus de précision qu'une caméra standard. Pour plus de précision, on trouve les équipements de scanning LiDAR de haute précision.

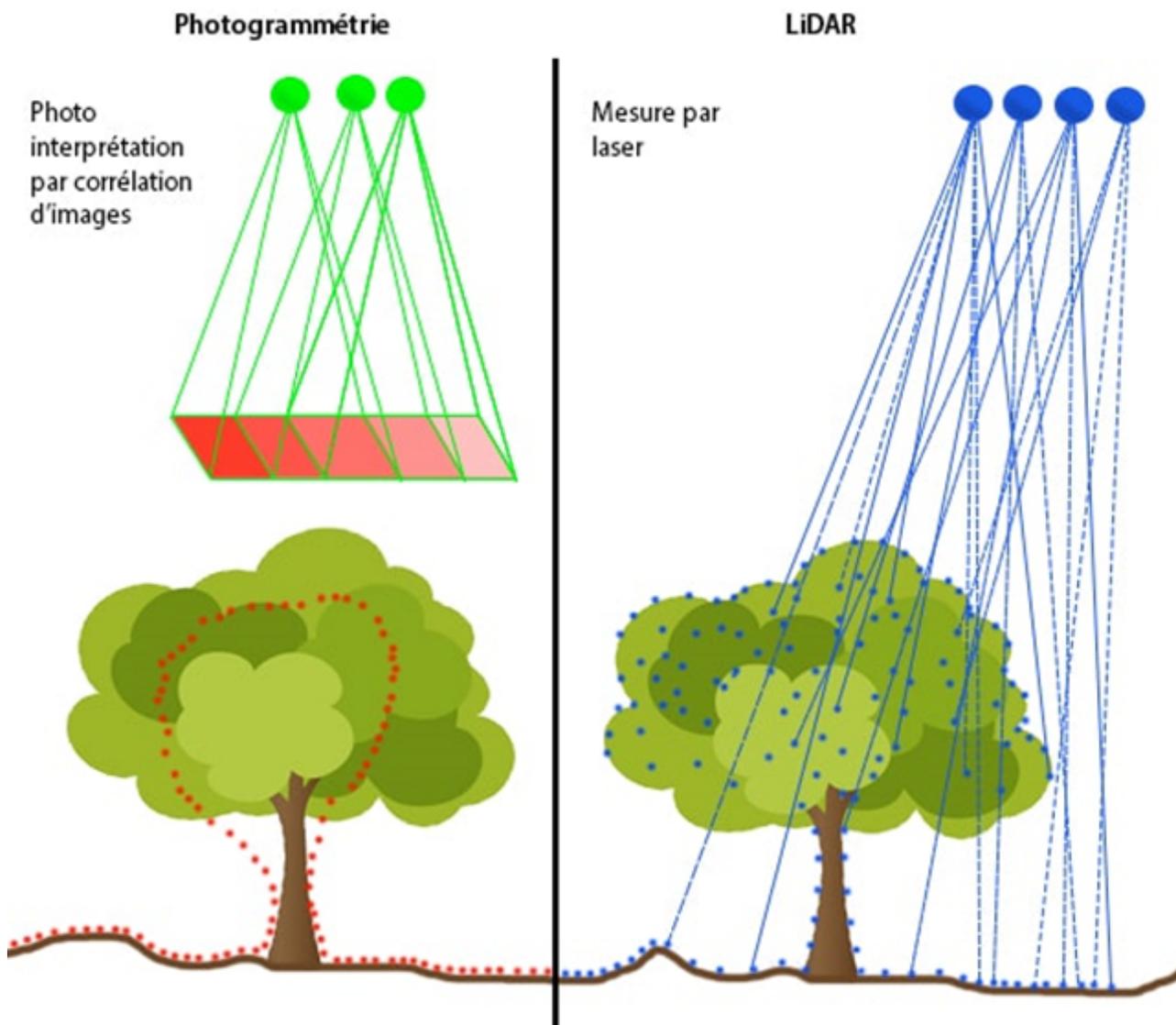


Fig.5 Différence fonctionnelle photogrammétrie et LiDAR [36]

Cette technologie à vocation commerciale représente un coût élevé du fait de son processus de capture et de ses équipements "haut de gamme". Généralement ces appareils génèrent un nuage de points, certains prennent également des photos à 360 degrés. La précision est leur principale utilisation.

La photogrammétrie consiste à convertir un grand nombre d'images et de films en géométries 3D en utilisant une approche de mesure de coordonnées tridimensionnelles. Ces images peuvent être collectées par des drones ou des robots, puis post-traitées sur un ordinateur. Enfin les panoramas 360 représentent la façon la plus simple de capturer des informations en 3D. Ils consistent à filmer ou photographier un environnement à 360°. Cette pratique est actuellement utilisée dans l'industrie, dans les visites virtuelles ou dans le suivi de constructions [37], [38].

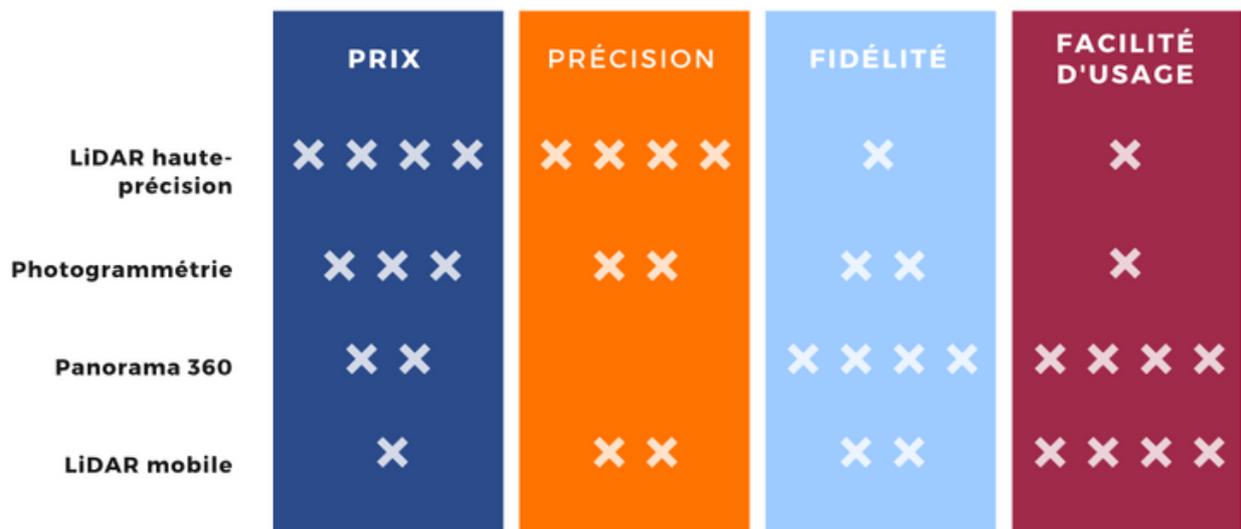


Fig.6 Comparaison des technologies de scanning 3D

## L'impression 3D

La fabrication d'objets tridimensionnels à partir d'un fichier numérique est un processus connu sous le nom de fabrication additive, parfois appelé impression 3D. En substance, des robots construisent des objets ou des bâtiments tridimensionnels en déposant des couches de matériaux (plastique, fibre de verre, métal, béton, etc.) conformément à des plans numériques.

L'approche la plus efficace pour mettre à l'échelle la technologie d'impression 3D afin de créer des structures de taille industrielle, comme des maisons et des bâtiments, est au centre de l'innovation depuis de nombreuses années. Il y a beaucoup de différences dans la façon dont la technologie est utilisée, même si de nombreuses imprimantes industrielles ressemblent encore à de petites imprimantes 3D personnelles (elles sont simplement beaucoup plus grandes et alimentées en béton).





Fig.7 Concept d'engin de chantier d'impression 3D

On peut observer différentes pratiques dans l'utilisation de l'impression 3D dans la construction, le principal secteur d'application dans l'immobilier. Certaines sociétés d'impression choisissent de produire des panneaux dans des usines, de les transporter jusqu'à leur destination et de les assembler sur place (comme les bâtiments préfabriqués). D'autres proposent de construire les bâtiments directement sur place pour réduire le besoin de transport.

On peut remarquer un certain nombre d'avantages distincts des biens imprimés en 3D, à mesure que la technologie et les techniques de construction continuent de progresser. En particulier, les logements imprimés en 3D peuvent être construits plus rapidement qu'avec les méthodes traditionnelles. Ils réduisent la nécessité d'une main-d'œuvre qualifiée dans une variété de métiers ainsi que les erreurs, ce qui entraîne une diminution significative des déchets. Le coût global de la construction s'en trouve réduit dans son ensemble. En outre, par rapport aux possibilités antérieures, l'impression 3D offre un éventail plus large de possibilités de conception.

A noter que des partisans de l'impression 3D peuvent donner une image simplifiée d'une technologie magique qui imprimerait des maisons entières du début à la fin. Cependant, on remarque certaines limites actuelles :

- Aujourd'hui la structure, une des parties qui composent une maison, est souvent la seule produite par impression 3D. Les fondations et les murs peuvent être imprimés, mais pas les tuyaux, les câbles et autres installations.
- Malgré sa résistance dans la majorité des applications, en construction, le béton nécessite des barres d'armature pour le renforcer et éviter les fissures au fil du temps. Les caractéristiques physiques et mécaniques du béton sont très résistantes lorsqu'il est compact, mais étalé sur une vaste zone, sa résistance à la traction faiblit. La problématique est donc de trouver comment apposer ces armatures, ce qui demande beaucoup de travail hors de l'automatisation de l'impression 3D.
- Bien que l'impression 3D soit une technologie prometteuse, de nombreux obstacles restent à franchir en matière de régulation, de normes de constructions et de qualité. Après tout, l'impression 3D a un impact sur l'ensemble du processus de construction. Elle affecte non seulement la façon dont les fondations et les murs sont construits, mais aussi la façon dont tous les autres métiers sont planifiés et autorisés à travailler.
- L'impact sur les prix peut être limité du fait que même si le prix de la construction baisse, celui du terrain n'est pas impacté. Il y a donc un avantage marginal à réduire les coûts de construction dans les municipalités où les coûts fonciers et réglementaires sont élevés.



Fig.8 Pont à Amsterdam, fabrication additive métallique. Usine Nouvelle ©

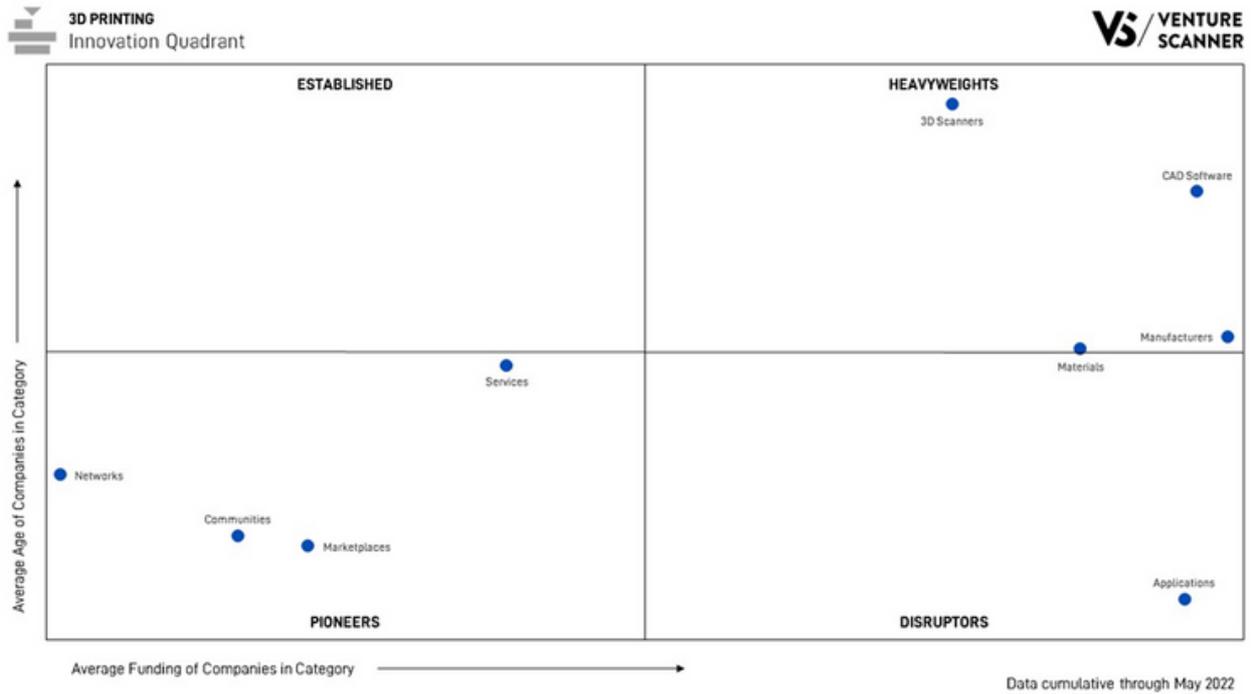


Fig.9 Venture Scanner propose des quadrants d'innovation pour classifier les technologies émergentes en quatre états d'innovation selon deux axes. L'axe vertical utilise l'âge moyen des entreprises du secteur pour extrapoler la maturité. L'axe horizontal utilise le financement moyen du secteur pour donner une idée du dynamisme économique[39]. Concernant l'impression 3D, on constate une distance évidente entre applications venant de grands comptes et utilisations émergentes.

## BIG DATA

Le terme "big data" désigne d'énormes ensembles de données comportant de nombreuses observations, propriétés et variables. Le Big Data est souvent caractérisé par les "6 V" des données :

- Le **volume** représente principalement la relation entre la quantité de données et la capacité de traitement, et dépend donc de l'accumulation de données.
- La **variété** décrit la diversité des informations contenues dans les données, que ce soit par leur objet ou leur format.
- La **vitesse** est une mesure des flux de données.
- La **valeur** représente l'importance de l'information que ce soit en termes stratégique ou de rareté.
- La **véracité** définit la qualité de la donnée et sa complétude.
- La **variabilité** correspond au taux de rafraîchissement des données et leurs taux d'actualisation.

La donnée n'est pas une fin en soi mais s'inscrit dans des processus d'exploration des données ou *data mining*. L'exploration de données consiste à trier de grands ensembles de données pour découvrir des modèles et développer des corrélations (pour rester dans des modèles simples) entre eux afin de résoudre des problèmes par l'analyse des données. Elle permet aux entreprises de prévoir les tendances (ex. forecasting), de mieux connaître leurs clients (ex. clustering, network analysis) et de réduire leurs dépenses.

Elle peut être utilisée dans le secteur de l'immobilier pour produire des alertes et des prévisions précoces, ainsi que pour fournir des services immobiliers multimédia via l'internet et d'autres applications [40]–[44].

On trouve de nombreux ensembles de données immobilières qui peuvent être qualifiés de big data et se prêter à des analyses avancées. Par exemple, une base de données sur les actifs des propriétés d'une ville peut inclure non seulement le prix, la taille et l'emplacement, mais aussi des données géographiques, démographiques, des zones inondables, des volumes de vente au détail, des locations, des tarifs hôteliers, etc. Pour une métropole de taille moyenne, cela peut représenter des millions de points de données.

Un autre exemple correspond aux données générées lorsque des capteurs, des caméras et des appareils mobiles sont utilisés (voir les sections Internet of Things et technologies portables). C'est par exemple l'observation des comportements dans des centres commerciaux afin de comprendre les patterns de mouvements, organiser les évacuations ou la répartition de l'espace.

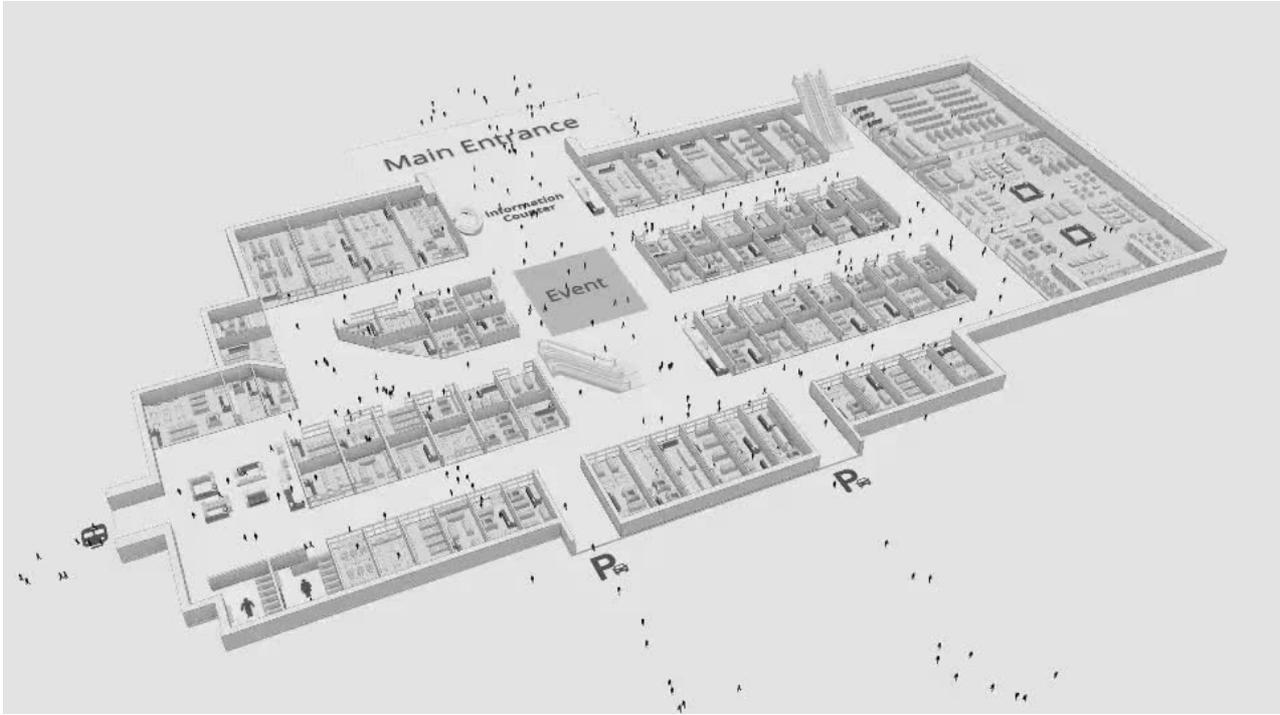


Fig.10 FootfallCamTM propose par exemple des solutions de comptage de personnes pour mieux comprendre le flux de trafic des entrées sorties ou par zone pour des centres commerciaux.

En résumé, le Big Data offre des avantages spécifiques au domaine de l'immobilier, notamment des gains de temps, des ventes plus rapides, des informations sur les consommateurs, l'accessibilité des consommateurs pour faciliter la prise de décision, et la possibilité pour les propriétaires immobiliers de comprendre les tendances et les modèles, ce qui peut aider à surmonter les inefficacités et à atteindre les acheteurs ou les locataires cibles [45].

Mais là où le Big Data devient le plus intéressant, c'est lorsqu'il est utilisé en conjonction avec des algorithmes plus communément appelés intelligence artificielle.

# L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'intelligence artificielle (IA) est un terme général désignant les machines effectuant des tâches qui requièrent généralement l'intelligence humaine. Cette catégorie inclut un large éventail d'applications qui visent à automatiser et optimiser des processus cognitifs humains. On peut concevoir l'IA dans le secteur immobilier comme une extension aux activités de traitement de données afin de mieux comprendre le présent et anticiper l'avenir [46].

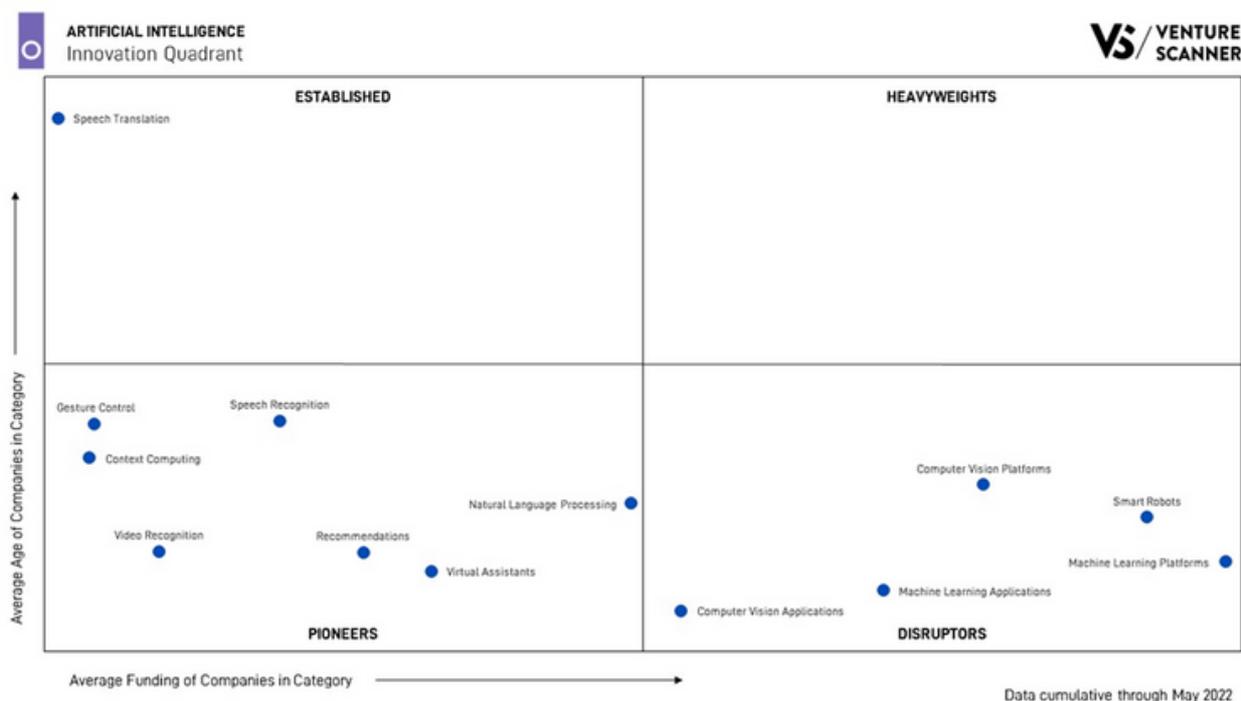


Fig.11 Les outils se basant sur l'IA sont proposés par des entreprises jeunes et les financements sont fortement corrélés à l'état de l'avancement de la recherche sur le sujet. On peut donc s'attendre à ce que les entreprises travaillant sur les outils « pionniers » voient leurs financements s'accroître dans les années à venir avec une intégration plus forte de nouveaux outils et process.

Une étude a montré que, dans le secteur de l'immobilier, l'IA est avant tout utilisée pour collecter et gérer la donnée (73% des entreprises interrogées) [47], puis dans un second temps pour analyser ces données (66%). Dans une moindre mesure, l'IA est intégrée dans les pratiques d'analyses géospatiales (35%) et de valorisation des actifs (21%). On peut aussi noter, à la marge, l'utilisation du traitement du langage naturel (20%) et de la vision par ordinateur (18%) ou l'Internet of Things (IOT) (18%). Le space planning fait aussi partie des domaines d'applications les plus émergents (16%). Enfin, on trouve des utilisations encore minimales que sont l'analyse de risques et l'intégration dans les pratiques commerciales (9% et 5% respectivement).

### Collecte et gestion de la donnée :

Ces outils ont la capacité d'enregistrer chaque interaction avec un nouveau logiciel, chaque sortie de capteur et chaque message reçu, transformant ces opérations et d'autres opérations de routine des sociétés immobilières en sources de données. L'objectif est d'accroître le flux d'information et la collecte de donnée pour des démarches analytiques ultérieures.

### Analyse de la donnée :

La compréhension des environnements de construction et des investissements peut être optimisée par l'application d'analyses basées sur l'apprentissage automatique. Bien qu'il existe un écart entre collecte de données et analyse de données, le nombre de plateformes permettant d'exploiter les flux d'information se multiplie. L'objectif est encore une fois d'optimiser des tâches cognitives lourdes afin de proposer des aides à l'évaluation et à la décision sur un ensemble toujours plus important de tâches, allant de choix d'investissement à l'optimisation fonctionnelle des services de livraison de courriers dans un immeuble tertiaire.

### Analyses géospatiales :

L'analyse géospatiale, que l'on peut définir par les activités de collecte, de représentation et la manipulation d'images géolocalisées, est utile pour analyser les biens immobiliers dans leur contexte physique. Cela passe par l'analyse des caractéristiques des contextes et l'interaction avec le bâti ou le à-bâtir.

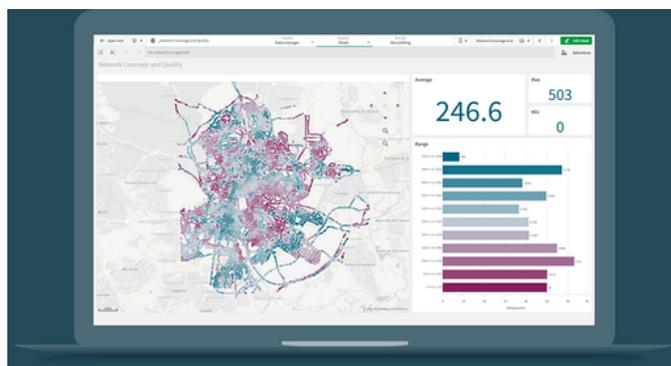


Fig.12 Geospatial Analysis, Qlik ©

### Valorisation :

Dans les domaines d'application on trouve les ventes, la gestion de portefeuille, les valeurs des fonds de placement immobilier (FPI), l'évaluation fiscale et les prêts, l'évaluation immobilière. Les méthodes d'apprentissage automatique permettent d'améliorer les capacités de prédiction en analysant un nombre de paramètres inaccessibles à la cognition humaine ainsi qu'accélérer le processus d'évaluation et d'appréciation des actifs, ce qui explique pourquoi les modèles d'évaluation automatisés sont de plus en plus populaires.

### Traitement du langage naturel:

Le traitement du langage naturel désigne la branche de l'IA visant à donner aux ordinateurs la capacité de comprendre les textes et les mots parlés de la même manière que les êtres humains. Ces techniques combinent la linguistique computationnelle (modélisation du langage humain basée sur des règles) avec des modèles statistiques, d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond. Elles permettent aux algorithmes de traiter le langage humain sous la forme de données textuelles ou audio et d'en tirer le sens, avec l'intention et le sentiment du locuteur ou de l'auteur par exemple. Ces outils sont utilisés pour les bots de discussion, l'examen de contrats et de données, la collecte et le traitement de données à partir de sources textuelles et la rédaction de documents.

### Vision par ordinateur :

Cherche à donner aux ordinateurs la capacité d'extraire des informations significatives à partir de données numériques. Les données en question peuvent correspondre à des images, des vidéos ou d'autres types d'entrées visuelles. Ces informations permettront aux ordinateurs de prendre des décisions ou de recommander des solutions à un problème donné. Il s'agit notamment de l'évaluation de la valeur et des marqueurs de qualité à partir d'imagerie de bâtiments, le suivi des personnes et des véhicules, et la lecture de documents par reconnaissance visuelle de caractères.

### Internet of Things :

Le terme désigne un réseau de dispositifs physiques, ou "objets", qui intègrent des capteurs, des logiciels et d'autres technologies afin de se connecter à d'autres dispositifs et systèmes sur l'internet, et d'échanger des données avec eux. ou les objets physiques. Cette technologie ouvre des possibilités pour résoudre différentes sortes de problèmes, qu'il s'agisse de gestion de la température dans une pièce ou un immeuble, de la qualité de l'air, des flux humains, de détection de problème dans des canalisations, etc. Nous développons plus précisément l'IOT ci-après.

### Analyse de risques :

Au travers de l'IA, les sociétés immobilières peuvent utiliser les données avec plus de précision pour évaluer l'état et l'âge d'un bien, ainsi que pour obtenir des données fiables sur les réaménagements et les rénovations effectués sur celui-ci. Cela réduit les facteurs de risque pour les acheteurs et les investisseurs en diminuant les inconnus sur la propriété et ses possibilités. Il leur permet également d'identifier si le bien se trouve sur un terrain contesté.

### Pratiques commerciales :

Les informations récoltées à partir de sources de données privées et publiques, d'enquêtes commerciales, de médias sociaux et d'autres sources peuvent contribuer à identifier et à atteindre un marché cible en fonction de différents critères prédéfinis. Cette approche peut se baser sur des critères comme l'âge, les préférences, les intérêts, la géographie, afin d'améliorer et d'optimiser les engagements des campagnes commerciales et marketing. Les solutions de données immobilières peuvent également aider à identifier les demandes des clients potentiels pour développer un écosystème (ex. besoins de crèches à proximité, de jardins, types de commerces). Cette approche peut servir pour démarcher des nouveaux clients mais également pour mieux identifier les biens correspondants aux besoins des clients actuels.

## LE CLOUD

Traditionnellement, l'infrastructure informatique d'une entreprise était locale, avec tous les serveurs en réseau et les centres de données situés sur site. Le secteur de l'immobilier, comme beaucoup d'autres, a migré vers une utilisation du cloud. Le cloud correspond à l'accès à des services informatiques via Internet à partir d'un fournisseur. Ce changement affecte la manière dont les biens résidentiels et commerciaux sont affichés, recherchés, photographiés, découverts, etc. Le cloud computing immobilier améliore l'évolutivité, la flexibilité, l'intégration des dispositifs et la sécurité des données tout en réduisant les dépenses informatiques



Les principaux facteurs d'adoption de solutions de cloud computing sont la **vitesse de déploiement**, la **réduction des coûts**, et la **mise à jour technologique des outils**

Schulze, H., (2020), Cloud Security Report, Available at: <https://cloudxchange.io/assets/documents/2020-cloud-securityreport.pdf>

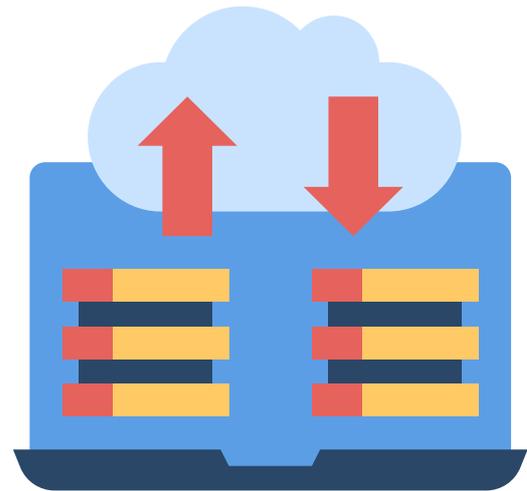
Fig.13 Principaux facteurs d'adoption du cloud computing, Artimon ©

Selon Mladenow [48], le cloud computing dans l'immobilier offre des avantages quant à la gestion des biens au vu des trois caractéristiques suivantes :

- les objets du secteur immobilier ont une valeur élevée, le cloud va faciliter la gestion des biens et leur valorisation
- certaines phases de leur cycle de vie s'étendent sur de très longues périodes, le cloud va donc permettre un meilleur suivi et une permanence des données
- de nombreux acteurs différents sont impliqués dans la chaîne de valeur, dont beaucoup de PME, le cloud va faciliter la communication et les échanges

En l'absence de cloud, la conservation et le stockage des données pour les actifs importants seraient d'un coût prohibitif. Aussi, l'utilisation du cloud dans l'immobilier peut minimiser les besoins de communication et parallèlement maximiser l'accessibilité de l'information. Des services comme PropertyMe, un programme basé sur le cloud, offre l'accès aux données aux courtiers, aux consommateurs et aux propriétaires tout en partageant des informations sur l'entretien, la rénovation et les actions des différentes parties prenantes quant au bien.

Les services de cloud sont utilisés dans l'immobilier pour optimiser le coût total de possession et l'utilisation élastique des ressources avec des plateformes comme Google Engine, Microsoft Azure, Force platform et Salesforce.com, ou des services comme Amazon EC2 et Flexiscale [49], [50]. On trouve également des solutions comme FlowFact AG s'attachant à la mise en relation des clients et des agents avec les biens immobiliers ou de gestion de portefeuille comme MaklerManager en Allemagne. Pour plus de détail, consultez notre article sur les types de cloud.



Outre ses nombreuses potentialités, le cloud présente un certain nombre de problématiques à prendre en considération. On peut citer notamment la protection et la sécurité des données, l'intégration des données et des processus, la complexité accrue de la gestion et le contrôle des fournisseurs de services.

## LES SOFTWARE AS A SERVICE

Le logiciel en tant que service (ou Software as a Service, SaaS) permet l'accès à distance et la fonctionnalité des programmes via des services en réseau basés sur le cloud plutôt qu'en local sur l'outil de l'utilisateur.

Ses principaux avantages pour les investisseurs et les gestionnaires immobiliers sont l'intégration des ensembles de solutions logicielles à travers des portefeuilles personnalisables selon les besoins. L'utilisation des SaaS a grimpé de 21 % entre 2015 et 2016 [51].

Les SaaS sont utilisés dans la construction, la gestion des clients, le marketing, la facturation, la maintenance, la vente au détail, la gestion des relations avec la clientèle, le marketing électronique et l'administration des baux par exemple mais peuvent s'appliquer à toute utilisation de logiciel [52], [53].

De nombreux professionnels de l'immobilier, notamment les courtiers et les gestionnaires immobiliers, passent une grande partie de leur temps hors du bureau. Le SaaS (et, de fait, le cloud) leur permet d'accéder à distance à des données essentielles et d'agir sur celles-ci, ce qui accroît leur efficacité et leur permet d'offrir un meilleur service global à leurs clients. Ces derniers attendent de leurs interlocuteurs qu'ils soient accessibles et réactifs à tout moment, ce qui peut être plus important que les avantages pour l'organisation ou le professionnel en question.

Parmi les exemples de SaaS dans l'immobilier, on trouve la solution allemande Immoware24 qui aide les gestionnaires immobiliers pour le traitement des commandes, la comptabilité, la gestion des clients et diverses tâches administratives. En France, Deepki Ready de Deepki est une plateforme de gestion, d'analyse et de visualisation de données, pour accompagner les acteurs de l'immobilier dans le suivi de leurs performances ESG et l'atteinte de leurs objectifs ESG.

# INTERNET OF THINGS OU L'INTERNET DES OBJETS

Dans le cadre de l'immobilier, l'internet des objets (Internet of Things, IoT) désigne les dispositifs physiques en réseau capables de percevoir les propriétés physiques de l'environnement [54]. Par exemple, les systèmes de gestion des bâtiments peuvent être reliés aux systèmes des occupants, ce qui permet un nouveau degré de contrôle et une surveillance efficace. La surveillance et la gestion en temps réel des systèmes de climatisation, de sécurité, d'électricité et d'incendie constituent un avantage considérable pour les agents, les locataires et les propriétaires [55].

L'analyse des comportements d'un occupant ou d'un visiteur dans un environnement, la réparation et l'entretien proactifs, la connexion des systèmes de sécurité à des smartphones, la gestion logistique numérisée, les notifications push qui améliorent la sécurité et les poubelles à capteurs qui informent les autorités locales de la nécessité d'un nettoyage sont des exemples d'applications [55].

De manière générale les catégories d'information recueillies sont :

- Informations liées à la santé : diagnostics et rapports d'état
- Informations liées à la localisation : communication de la localisation physique par GPS, GSM et techniques de triangulation
- Informations physiques : surveillance de l'environnement autour de l'appareil, comme altitude, orientation, température, humidité, qualité de l'air et bruit
- Informations fonctionnelles : intelligence de niveau supérieur basée sur la capacité du dispositif à décrire les processus
- Services d'actionnement : la capacité de déclencher, de modifier ou d'arrêter les propriétés physiques ou les actions du dispositif



Fig.14 Exemple de données pouvant être captées par des technologies IoT

En ce sens, l'IoT représente un réseau auto-configurable de capteurs interconnectés qui créent un champ de données global dans un système de données. Sur la base de ce système de données, des programmations peuvent être mises en place (avec IA ou non) sous la forme d'automatisation par exemple. Un cas d'usage est l'activation d'absorbant d'humidité sur la base de capteur hydrométrique pour maintenir un niveau acceptable dans un espace donné. Cela peut également être la détection de présence d'individus dans une pièce pour activer un système de régulation thermique (chauffage, climatisation) en fonction du nombre d'individus détectés dans la pièce. Il est donc important de noter que ces capteurs ne se contentent pas de trouver des moyens plus rapides et plus automatisés de collecter des données du monde réel, mais qu'ils ont également la capacité de convertir des données historiques et sociales en modèles qui peuvent être utilisés pour prédire le comportement et apporter des améliorations si nécessaire. Grâce à cela, les technologies IoT peuvent être reliées au Big Data et à l'IA pour créer des modèles d'optimisation automatique des composantes d'un bâtiment.



Fig.15 L'IOT est intéressant à regarder dans le cadre du Venture Scanner du fait de la logique de son évolution. Le développement du hardware est déjà opérationnel mais son utilisation reste à construire.

On peut voir que celle-ci s'oriente aujourd'hui, vers l'automatisation des systèmes de contrôle et de gestion mais aussi vers une amélioration de la sécurité.

Cependant on voit dans le quadrant « pionnier » un nombre très important de possibilités d'utilisation qui vont apparaître dans les prochaines années.

Cela signifie, premièrement, que l'IOT est une technologie englobante. Deuxièmement, l'IOT implique de repenser l'immobilier comme un secteur de la data avec des enjeux sur comment utiliser au mieux la donnée et comment traiter cette donnée qui représente une valeur stratégique. Anticiper ce deuxième point va permettre de développer de nouveaux modèles d'entreprise.



## LES DRONES

Les drones sont des véhicules aériens sans pilote qui peuvent être commandés à distance ou par une station de contrôle au sol. Ils ont initialement été développés dans un contexte militaire pour s'intégrer dans les activités civiles et depuis quelques années dans le secteur de l'immobilier pour fournir des outils de mesure, de captation ou de récolte de données [56].

Les drones permettent de réduire les coûts d'utilisation d'avions ou d'hélicoptères pour accéder à des vues zénithales des environnements mais aussi de fournir des perspectives (et donc des informations) plus proches des biens. Cette technologie se développe conjointement à l'amélioration des objectifs à haute résolution ou des technologies laser (ex. LiDAR comme vu précédemment). Les photos prises par les drones peuvent illustrer les trajectoires d'ensoleillement, cartographier la flore environnante, les emplacements et les distances des parcs, des écoles et d'autres services. À l'intérieur de la maison, des photos haute résolution et zoomables peuvent révéler des caractéristiques plus fines à partir de points de vue qui ne seraient autrement pas accessibles. En conséquence, l'accès à l'information, potentiellement à distance, est facilité ce qui peut aider à prendre des meilleures décisions quant à l'utilisation des espaces.

On peut également lier l'ensemble de ces données aux outils précédents pour accompagner des informations issues de senseurs IoT ou de data mining dans des algorithmes, afin de permettre un suivi et des modèles prédictifs de l'évolution d'une structure par exemple.



Fig.16 Exemple de drone VTOL (Vertical Take-Off and Landing)

## LES TECHNOLOGIES PORTABLES

Les technologies et gadgets portables (Wearables) sont des dispositifs électroniques intégrés dans des vêtements ou des outils portables comme des capteurs ou des GPS pour la collecte de données. On peut citer par exemple des lunettes, des talkies-walkies, des casquettes, des kits corporels, des manchettes, des bijoux, des vestes, des lunettes intelligentes, des bagues, des montres et des bracelets [57].

Le port de ces appareils permet aux utilisateurs (ex. ouvriers, agents) de rester connectés à un bâtiment et de recevoir des mises à jour en temps réel sur la maintenance, les risques d'incendie, les fuites de gaz et d'autres problèmes. En cela ils sont des outils intéressants pour les agences d'assurance opérant dans le secteur de l'immobilier en conjonction des technologies IoT. Les données peuvent également être enregistrées pour informer les futurs locataires ou propriétaires sur le bien mais aussi être utilisées pour définir des plans d'intervention, de mise aux normes ou d'entretien [58].

On peut également aller plus loin que des « accessoires » et parler des exosquelettes qui visent à augmenter les capacités d'emport humaines et réduire l'impact des efforts physiques notamment lors de l'étape de construction.



Fig.17 Exemple de technologies portables

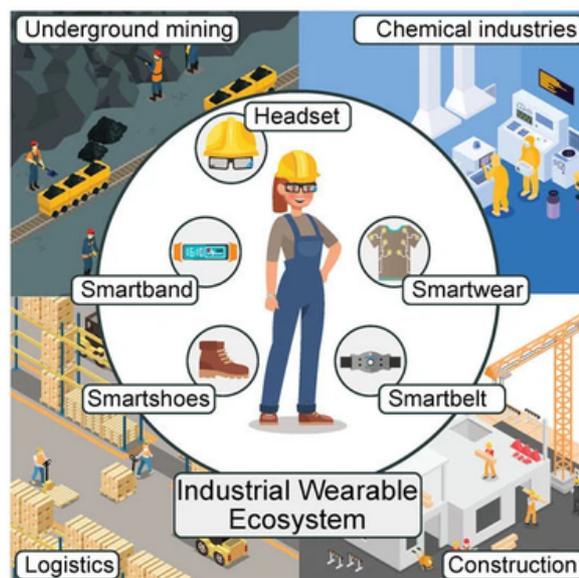


Fig.18 Wearable tech pour la sécurité des travailleurs, Svertoka et al 2021

# LA RÉALITÉ VIRTUELLE ET LA RÉALITÉ AUGMENTÉE

Malgré leurs différences significatives, les termes réalité virtuelle (RV) et réalité augmentée (RA) sont fréquemment utilisées de manière interchangeable. Pour établir une distinction, la RV vise à créer des environnements virtuels non référencés par l'environnement physique ; la RA vise à augmenter ou à compléter l'environnement physique en apposant des informations virtuelles.

Dans l'immobilier ces technologies apparaissent sous la forme de visites de biens immersives à distance soit sur écran, soit par l'intermédiaire d'un casque de réalité virtuelle et donc d'outil de communication. Cela peut également permettre des simulations immersives pour des plans de réparation et de conversions pour la réhabilitation de biens. Les cabinets d'architectes peuvent par exemple proposer des prévisualisations immersives en RV pour répondre aux exigences de construction au lieu de produire des répliques, ou utiliser des projections en RA directement dans les bâtiments pour du *space planning*. En combinant la RV et la RA avec le BIM, les technologues peuvent facilement collaborer avec les professionnels du bâtiment tout au long du processus de construction.



Fig.19 Exemple de vue en réalité virtuelle à travers un casque de RV



Fig.20 Exemple de vue en réalité augmentée à travers des lunettes de RA

Il existe de nombreux exemples et applications de la RV et de la RA dans l'immobilier. ArX Solutions utilise des caméras à 360 degrés et des casques de RV pour créer des représentations virtuelles d'immeubles d'habitation avant leur construction. Sotheby's International Realty à Los Angeles fait visiter aux acheteurs potentiels leurs biens en RV. Common Floor Retina, une société immobilière de RV, propose ses propres casques ainsi qu'une application pour smartphone afin d'offrir des visites à distance aux acheteurs potentiels. Vuforia, une application de réalité augmentée pour les smartphones, reconnaît et suit en temps réel des images planes et des objets 3D simples, tels que des meubles, grâce à des algorithmes de vision par ordinateur.



Fig.21 Il est intéressant de constater que les technologies de RV (ou RA) ne viennent pas changer des pratiques mais les faire évoluer. En d'autres mots elles augmentent, viennent se greffer sur des process déjà existants pour les optimiser. En ce sens, elles sont plus facilement accessibles, compréhensibles et intégrables pour l'ensemble des acteurs de l'écosystème.

## LA BLOCKCHAIN

La blockchain est une infrastructure digitale décentralisée permettant le stockage et la transmission d'informations dans des registres partagés. Cette technologie permet un haut niveau de sécurité car elle fonctionne sans organe de contrôle centralisé mais par validation collective.

Lors d'un échange d'information, à la place d'un acteur centralisé, chaque partie prenante est identifiée par un procédé cryptographique. Les informations de l'échange sont transmises à un ensemble d'appareils prenant part au réseau. Ces informations sont stockées dans un registre, et chaque « nœud » en conserve une copie. Un « nœud » peut être n'importe quel dispositif numérique connecté au réseau et conservant une copie du registre.

Lors de l'ajout de nouvelles informations, les données sont déchiffrées et authentifiées par un « consensus de nœuds ». On peut voir le consensus comme le procédé par lequel les parties prenantes du réseau se mettent d'accord sur la validité, l'historique, d'une information. C'est l'idée d'un vote de confiance où la majorité décide. Elles sont ensuite ajoutées à la chaîne sous forme de bloc de données chiffrées composant ainsi la blockchain. En d'autres termes, le mécanisme de consensus d'une blockchain permet au réseau de se mettre d'accord sur une version unique de l'histoire. Nous parlions de [la blockchain dans un article précédent](#).

La blockchain, dans le secteur de l'immobilier peut par exemple être utilisée pour favoriser :

- La **transparence** des transferts de titres de propriété, proposé déjà par des plateformes comme Ubiquity ou Propy, ce qui facilite également la prévention de la fraude liée aux actes et aux titres de propriété.
- L'élaboration de **smart contracts** (des contrats à activation de closes préprogrammées). Des plateformes comme Propy et Zap développent des solutions dans ce sens.
- La **décentralisation** des services d'inscription multiple (c'est-à-dire une combinaison de services que les courtiers immobiliers utilisent pour échanger des données et des informations concernant les propriétés et les évaluations) comme proposé par Imbrex.
- L'**investissement** par financement participatif comme proposé par Meridio,

- Ou la **tokenisation**, avec RealT, Deedcoin, ATLANT, Brickblock, Muirfield Investment Partners ou Meridio.
- La **décentralisation des plateformes** de locations de particuliers à particuliers avec Bee Token, Winding Tree, TUI Group ou ATLANT
- La **lutte contre la fraude hypothécaire** avec des solutions comme Block66 répertoriant les principales données hypothécaires et financières sur la blockchain pour accélérer les approbations et réduire la fraude.
- La **transparence de l'inspection** des biens pour assurer l'accessibilité de l'information la plus complète aux investisseurs, locataires, acheteurs.

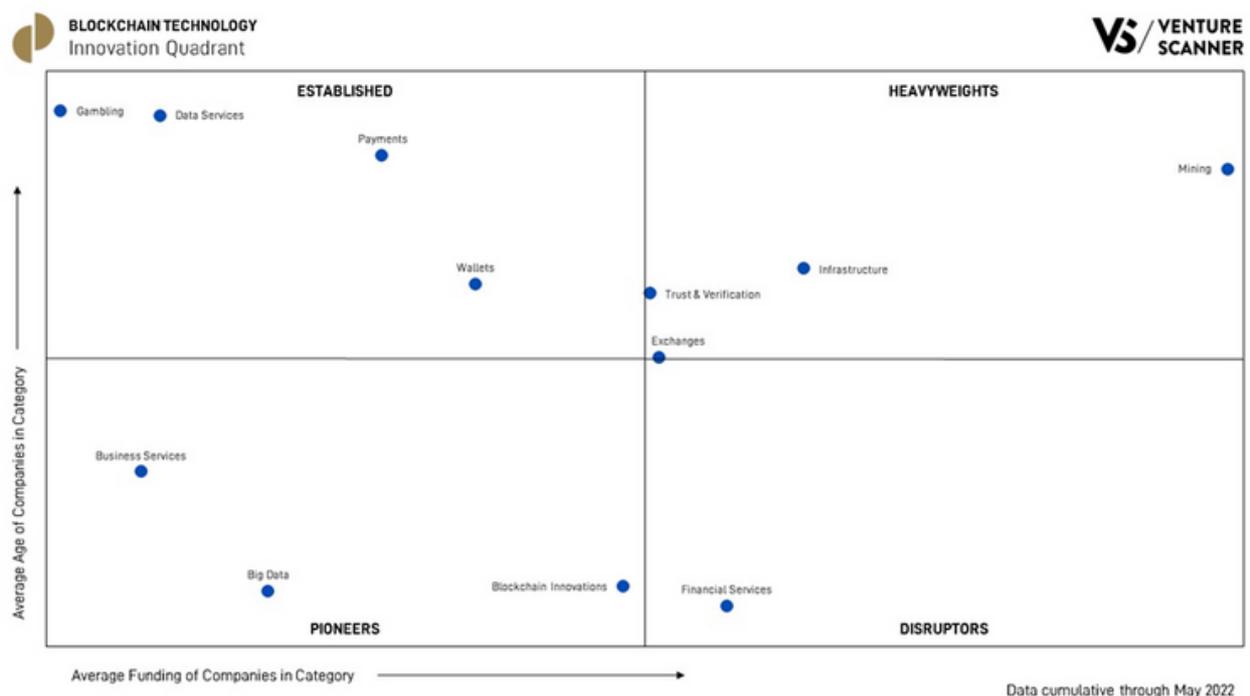


Fig.22 Comparativement aux autres technologies, la blockchain, en tant que technologie intégrée à des pratiques autres que la financiarisation, en est encore à ses débuts. Un exemple est la place des Big Data dans l'infographie Venture Scanner.

Pour les Big Data, la blockchain représente un nouveau support pour la continuité et une permanence des données adjointe d'une certification d'authenticité des informations immuable. Elle permet donc de valoriser les aspects d'accessibilité et de véracité de l'information mais aussi de la propriété de cette dernière (ex. la donnée produite par un propriétaire d'un bien devient une information transférable, monétisable mais surtout infalsifiable). Il est donc important de considérer la blockchain comme une nouvelle forme d'écosystème, un service web, dans lequel vont pouvoir s'exprimer des nouvelles pratiques autour des outils présentés précédemment. Son caractère disruptif va dépendre, en premier lieu, de l'établissement de protocoles (ex. ethereum) et la mise en place de services communs et acceptés par l'ensemble des acteurs de l'écosystème de l'immobilier. L'impact étant plus systémique et la technologie plus « abstraite » pour l'utilisateur final, l'adoption nécessite un temps d'apprentissage, de compréhension (pour comprendre les avantages et inconvénients) et d'intégration beaucoup plus long.

# IV. COMMENT LA TECHNOLOGIE FAIT ÉVOLUER L'ÉCOSYSTÈME

Lorsque l'on s'intéresse à la technologie, au-delà du contexte d'application, une problématique fondamentale est de comprendre pourquoi certaines technologies parviennent à impacter tout un écosystème ? Pourquoi certaines innovations sont considérées comme disruptives ? Pourquoi parmi toutes les innovations beaucoup finissent par être oubliées ?

D'abord il faut définir le concept de « disruption ». Une innovation disruptive introduit typiquement un nouveau modèle d'entreprise qui repose sur la technologie ou qui s'appuie sur la technologie et qui est très différent de ceux utilisés préalablement par les opérateurs historiques. Cette technologie va par exemple présenter de nouvelles fonctionnalités non pas en termes d'optimisation mais de redéfinition d'un processus. Elle peut introduire des propositions de valeur nouvelles et différentes sur le marché. Ou elle peut permettre de fournir une offre de produits et de services plus simples, moins chers et plus rapides que ceux qui sont actuellement proposés, permettant à une nouvelle partie de la population d'accéder à ces produits et services.

Le processus des innovations comporte souvent trois étapes : l'entrée initiale sur le marché, l'entrée sur le marché primaire et la perturbation du marché.



Fig.23 Les étapes des processus d'innovation, Artimon ©

On peut identifier des critères qui vont permettre à une technologie de traverser ces différentes étapes. Comme tous produits ou toutes technologies, ces critères sont à considérer dans une utilisation humaine du produit ou de la technologie. Dès lors on peut les ancrer dans une approche du technology acceptance model (TAM) [11], [12].

« Davis a défini le TAM comme ayant cinq composantes principales : l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue, le bonheur de l'utilisateur, l'intention comportementale d'utilisation et l'utilisation réelle.

Davis définit l'utilité perçue comme la mesure dans laquelle l'utilisation d'une technologie peut améliorer les performances professionnelles de l'utilisateur.

La perception qu'un système ne nécessite aucun effort est appelée facilité d'utilisation perçue. Le bonheur de l'utilisateur est l'accomplissement d'un utilisateur grâce aux fonctions du système. Le changement de

comportement de l'utilisateur vers une plus grande utilisation du système est appelé intention comportementale d'utilisation. Enfin, l'utilisation réelle est l'utilisation accrue d'un système à la suite des changements de

comportement et de satisfaction. Les TAM ont été utilisés dans une variété de recherches sur les technologies de l'information et les disciplines intégrées. »

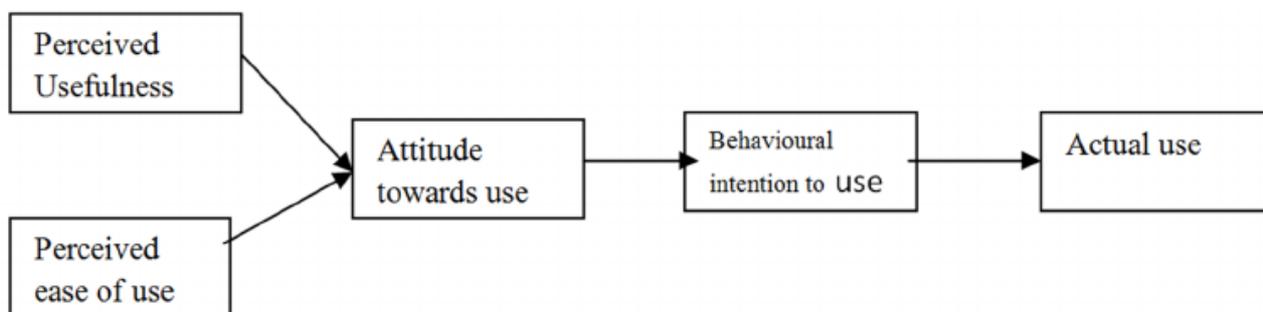


Fig.24 Le modèle original de Davis, 1989

Cette théorie a été utilisée, entre autres, dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement pour étudier les ressources et les facteurs théoriques des opérations [13], dans l'agriculture pour mesurer les effets des réseaux sociaux [14], dans l'étude des raisons d'échec de l'incorporation des facteurs d'adoption de la technologie dans les petites entreprises [15], pour explorer et accroître l'adoption de la technologie des smartphones en Chine [16], ou pour étudier le lien entre les processus de décision des clients et l'utilisation des équipements de construction [17].

Parmi les critères qui vont impacter positivement les processus d'adoption de la technologie décrits dans TAM on trouve :

- La **qualité de l'information** qui dépend de la fiabilité et de la cohérence des informations produites par le service [18]
- La **qualité du système** qui dépend de son efficacité, de son éthique de fluidité à délivrer et disséminer l'information [19]
- L'**auto-efficacité** qui dépend de l'exhaustivité d'une plateforme en termes de fonctionnalités, d'options et de filtres supplémentaires [20]
- La **qualité du service** qui dépend de la rapidité, de l'efficacité, de la fiabilité et de la réactivité des services pour l'utilisateur final [21]
- L'**expérience et la facilité d'utilisation** qui dépendent de l'offre d'interactivité, d'immersion et d'attributs de jeu afin de maintenir l'utilisateur plus impliqué et d'améliorer l'utilisation de la plateforme en attirant plus de clients [22]
- Le **plaisir perçu** qui dépend du sentiment de facilité d'utilisation et de la disponibilité des services [23].

C'est avec cette grille de lecture fondamentalement centrée sur l'humain que nous pouvons évaluer une technologie. Cela ne passe non pas par des promesses de révolution ou des démos mais par des retours d'expérience en direct sur les critères que nous avons développés. Ce point est la base de lecture de la suite de ce rapport concernant l'adoption des technologies. Si la connaissance des solutions et la compréhension des technologies est un point nécessaire, cela n'est pas en soi une explication de leur pertinence vis-à-vis des métiers et besoins, ni de la qualité qu'elles peuvent apporter en termes d'adoption selon les critères du TAM.

Selon un modèle de cycle de vie proposé par Hirsch & Levin [24], l'émergence d'une nouvelle technologie est souvent accompagnée d'une surestimation de ses capacités à produire un résultat du fait qu'elle n'est connue que d'un nombre limité d'initiés y portant un intérêt fondamental.

Considère sous un angle sociocognitif, cet intérêt primaire des initiés peut être compris comme la capitalisation d'un effet boule de neige [25]. Lorsque la technologie apparaît en dehors de ce champ d'initiés, elle émerge comme prometteuse du fait de l'enthousiasme perçu. C'est ce niveau d'attente excessif qui va conduire à la deuxième phase, celle de la pertinence. Face aux attentes vient la comparaison entre ce qui est attendu et ce qui est. Dans le cas de la technologie on peut parler de performance, d'utilité perçue, d'utilité objective, de facilité d'utilisation ou d'apprentissage dans des usages limités [11], [26]–[29]. Une fois ces critères remplis, on rentre dans une phase de déploiement, c'est-à-dire dans une phase d'acceptation et d'intégration de la technologie [30], [31]. Après cette phase de déploiement vient la phase du passage à l'échelle qui va conduire soit à une acceptation générale, soit à de l'ambiguïté quant à l'utilisation de la technologie de manière pérenne, soit, finalement, à un effondrement de la technologie et à sa disparition ou sa mutation [24].

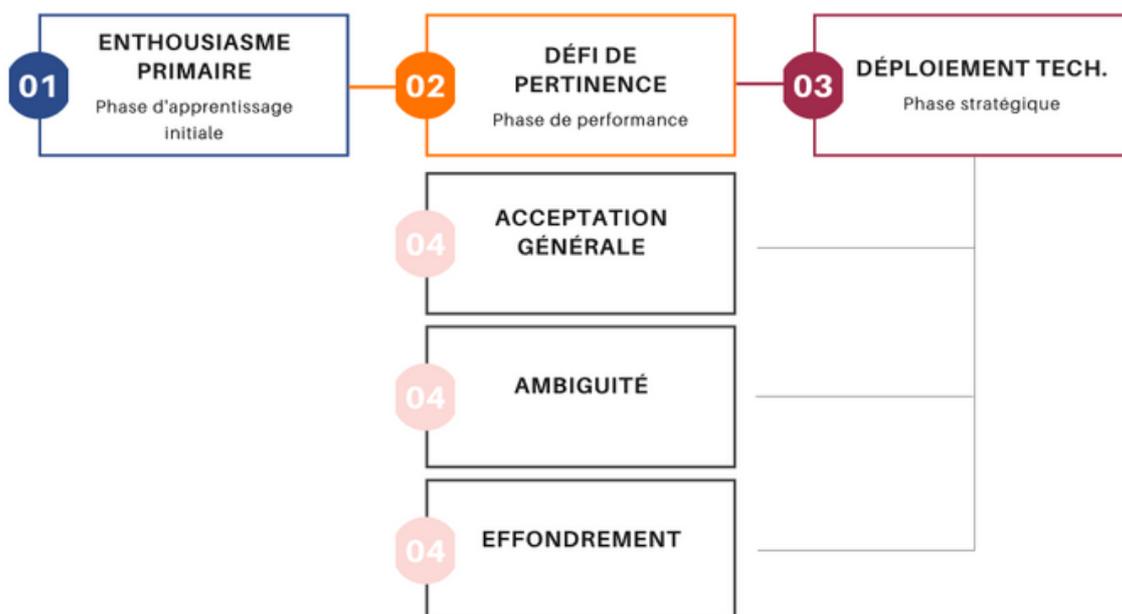


Fig.25 Modèle de Hirsch & Levin

# V. L'INTRODUCTION DE LA TECHNOLOGIE POUR LES ACTEURS, BÉNÉFICES, FACILITATEURS, INHIBITEURS

## Bénéfices

Dans une recherche qualitative, Waburton a recueilli les impressions de différents acteurs du secteur quant à leur perception des bénéfices de la technologie dans le secteur de l'immobilier [59]. Les résultats ont permis de mettre en avant les dimensions suivantes :

- Respect des obligations financières et autres obligations statutaires concernant les entreprises publiques
- Décisions en temps réel et fondées sur des données
- Transparence
- Efficacité opérationnelle, réduction des coûts et augmentation des revenus
- Automatisation des processus manuels, amélioration de l'efficacité (réduction de la double saisie de données, recours aux processus papier, etc)
- Disponibilité en temps réel et à distance des données opérationnelles clés
- Avantage concurrentiel à court terme (jusqu'à ce que les concurrents le mettent en œuvre)
- Meilleure compréhension et meilleur aperçu de l'entreprise
- Amélioration du moral du personnel qui se concentre moins sur la paperasse et plus sur les actions à forte valeur ajoutée
- Des économies directes (par exemple, les technologies de cloud signifient moins d'espace serveur nécessaire)
- Promotion du bien-être et de la sécurité des employés
- Capacité d'attirer et de retenir des locataires de qualité
- Protection des données opérationnelles
- Meilleure compréhension des locataires et des utilisateurs/consommateurs dans les espaces

## Facteurs facilitateurs

Si des avantages peuvent être identifiés, l'intégration des technologies ne va pas de soi et suppose un processus et un temps d'adaptation. L'étude identifie ainsi les facteurs facilitateurs suivants :

- La consommation de la technologie : la technologie est plus répandue et les gens sont plus à l'aise avec elle que jamais auparavant
- La consommation de l'interface utilisateur, ce qui signifie que les gens comprennent intuitivement comment naviguer dans une application, ce qui entraîne des taux d'adoption plus élevés au sein des organisations
- En raison de la consommation de la technologie, les attentes des locataires et des consommateurs à l'égard des sociétés immobilières augmentent. Ils veulent un service en temps réel et instantané et des expériences transparentes telles que le déverrouillage d'un bureau avec un smartphone
- Les entreprises possédant des actifs et des locataires de premier ordre sont davantage incitées à tirer parti de la technologie pour rester compétitives et pour attirer et retenir les meilleurs locataires
- Une culture organisationnelle où les dirigeants reconnaissent la valeur de la technologie et donnent au personnel informatique la liberté d'expérimenter et d'innover, dans le but de rester pertinent et de conserver un avantage concurrentiel durable sur le marché
- Une infrastructure robuste, abordable et fiable
- Une attitude positive à l'égard du changement et un leadership fort qui adopte le changement et facilite sa gestion
- Un esprit capitaliste compétitif florissant
- Une échelle permettant de tirer parti des économies d'échelle lors du déploiement d'une technologie



## Facteurs inhibants

En contrepartie, l'étude concernant la perception de la technologie par les acteurs de l'immobilier identifie les facteurs inhibants suivants :

- La résistance des personnes au changement, une culture de la peur du changement et la faiblesse des processus de gestion du changement mis en place.
- Une infrastructure faible, peu fiable et coûteuse
- Une culture axée sur les transactions et non sur la technologie. L'immobilier est traditionnellement axé sur les transactions et dirigé par des personnes ayant une formation financière, ce qui signifie qu'elles sont souvent désireuses d'investir davantage dans les actifs que dans la technologie
- La méfiance à l'égard de la technologie et les préoccupations concernant la vie privée et la sécurité des informations personnelles
- Une conjoncture économique instable couplée à une industrie de l'immobilier dont les perspectives sont incertaines, crée des conditions où il y a moins d'incitation à intégrer des technologies puisque les ressources sont limitées
- Des incertitudes politiques et économiques qui peuvent atténuer l'enthousiasme des entreprises qui investissent dans la technologie
- Le manque d'échelle, qu'il soit dû à la taille du marché en général ou de l'entreprise concernée
- Faiblesse et volatilité de la monnaie - de nombreuses technologies sont, à un moment donné, importées et tarifées en dollars, ce qui peut entraîner des coûts imprévisibles et souvent prohibitifs selon les taux de change en vigueur
- Coûts importants de la mise à niveau ou de la mise en œuvre itérative de la technologie
- Cadres politiques qui encouragent l'emploi plutôt que l'automatisation
- La législation relative à la vie privée et au stockage des données qui peut paraître contraignante

## En résumé.

Dans les motivations à intégrer de nouvelles technologies, on peut considérer différents grands ensembles.

D'abord, l'accès à une information plus complète et précise apparaît comme un moteur central. En effet, l'information peut servir à produire différents avantages en termes d'amélioration de service, de compréhension des acteurs, du marché ou simplement une optimisation de la gestion des biens (l'IoT en est un exemple). Plus d'informations signifie aussi plus de régulations à considérer (ex. RGPD) en termes de transparence et de protection. Cela montre que, comme ailleurs, les compétences et processus de production, collecte, analyse et exploitation de la donnée sont centrales pour le développement des acteurs de l'écosystème.

Cela amène sur le deuxième point, l'avantage compétitif, qui peut reposer sur un avantage en termes de coûts/bénéfices, mais aussi en termes de services proposés (ex. domotique), d'automatisation de certaines tâches, etc. Dans cette composante motivationnelle liée à la compétition on peut considérer un aspect de fond et de forme. Le fond représente l'impact fonctionnel de la technologie en relation à sa pertinence utilitaire. Parallèlement, la forme représente l'aspect de communication autour de la technologie indépendamment de sa pertinence utilitaire. Ce deuxième aspect est dépendant des cycles de hype par exemple. Lorsqu'une terminologie est à la mode, il est massivement employé, peu importe le niveau de compétences et de réflexion en la matière et la technologie devient galvaudée.

Enfin, on peut noter l'aspect humain. La technologie peut faciliter, automatiser, rendre obsolètes certaines tâches apparemment dévolues à des individus. Cet impact peut être positif dans le cadre de tâches répétitives et cognitivement coûteuses notamment. L'impact peut également être négatif si les nouveaux process modifient ou éliminent des tâches qui font sens pour les individus dans le cadre de leur travail ou pour l'utilisateur notamment quand cela relève d'une dimension sociale.



De manière générale, ces facteurs sont reliés aux déterminants majeurs de l'état du marché de l'immobilier à savoir : les évolutions démographiques, les taux d'intérêts, l'état de l'économie et les politiques gouvernementales. L'ensemble de ces facteurs étant externe aux organisations, on peut donc comprendre que le secteur soit plus réactif que proactif expliquant ainsi le temps d'intégration plus long des technologies par rapport à d'autres secteurs d'activité.

Concernant les facilitateurs et inhibants, il faut considérer que l'ensemble des facteurs recueillis par l'étude et présentés ici sont des représentations explicitées par des acteurs du secteur de l'immobilier. Il faut donc les comprendre à un niveau humain plutôt que fonctionnel. Cette précision faite, les facteurs facilitant font écho au Technology Acceptance Model développé dans le chapitre IV [11], [26]–[28].

En bref, l'expression d'un comportement d'utilisation et d'intégration d'une technologie va dépendre de la perception de son utilité et de sa facilité d'apprentissage. Ces perceptions sont construites dans un cadre social, c'est-à-dire qu'elles sont influencées par ce que les autres acteurs font (ou ne font pas) et donc peuvent biaiser ces évaluations. Par exemple une technologie fonctionnellement utile pourrait être perçue d'une manière moins positive qu'une technologie concurrente ou alternative moins utile du fait d'une utilisation plus répandue et visible dans l'écosystème (NB : c'est un exemple de processus socio-cognitif parfois appelé « biais cognitif »).

L'utilité va se définir sur plusieurs critères que sont, par exemple, l'amélioration des process, l'amélioration ou le développement de services, l'accroissement de la satisfaction des utilisateurs (ex. locataires, employés d'une organisation), ou plus prosaïquement un accroissement des bénéfices. Dans les facteurs inhibants, on peut en premier lieu mettre le coût d'intégration en contrepoint de l'utilité. Cependant, un facteur central qui ressort de l'étude est l'incertitude que ce soit en termes de la technologie elle-même, de marché, de régulation, de contexte socio-économique ou même géopolitique.

## VI. EN CONCLUSION, QUE RETENIR SI VOUS VOULEZ INTÉGRER DES TECHNOLOGIES ?

L'impact des technologies sur l'écosystème de l'immobilier peut être variable d'une technologie à l'autre mais surtout d'un secteur à l'autre (ex. property management, asset management). Il est donc important de considérer une perspective systémique sur les processus qui conduisent une technologie à émerger et s'intégrer comme standard dans un secteur, quand une autre sera amené à disparaître. Dans le cadre du secteur de l'immobilier, il semble que la volonté de se moderniser conduit à un appel d'air de l'ensemble des technologies disponibles et émergentes qui illustrent une volonté/nécessité d'adaptation à de nouveaux contextes socio-économiques. Paradoxalement, cet entrain vers la technologie peut laisser paraître un manque de considération des contextes, résultant en une primauté de la solution sur la définition du problème. En d'autres mots, les technologies tendent à favoriser l'apparence de besoins plutôt que l'inverse. La problématique ici est que ces nouveaux besoins peuvent avoir du mal à différencier la création de valeur réelle, de la valorisation purement économique. Dans ce cadre, il pourrait être intéressant de prendre du recul et de réfléchir de manière plus procédurale au lien entre les activités humaines et les technologies.

En premier lieu, toute activité humaine est amenée à évoluer de manière collective et organique. Cela signifie que les orientations, décisions et comportements ne peuvent s'expliquer en prenant en compte un individu ou une organisation isolément. Cet individu ou cette organisation font partie d'un ensemble d'individus et d'organisations et c'est ce niveau collectif qui prime quand il s'agit de l'adoption d'un outil. Ainsi, les effets de mode et de hype sont inhérents à ce contexte collectif. Dès lors, une compréhension fonctionnelle des outils peut réduire les risques de développer de prises de décision initiées par des considérations de forme au détriment du fond.

Pour éviter ces écueils, cette compréhension fonctionnelle doit être vraie pour l'ensemble des utilisateurs car elle va permettre une meilleure évaluation puis intégration avec un niveau d'utilité perçue et de facilité d'apprentissage favorisés (TAM [11], [27]). Cela permet également de réduire l'incertitude à la fois quant à l'outil mais aussi à la pertinence des coûts d'investissements associés.

Deuxièmement, la technologie n'est pas une fin en soi. L'intégration d'une technologie doit faire sens. Cette évidence étant établie, elle pose une nouvelle fois la question des processus de prise de décision quant à l'intégration d'un outil plutôt qu'un autre. La sélection d'une option aux dépens d'une autre doit être subordonnée à la question « Quel est le problème que nous devons résoudre ? ». La réponse peut être technologique ou non, mais elle conditionne l'utilité perçue et effective (TAM [11], [27]). Comme nous l'avons discuté, ce point est nodal à la fois pour l'organisation mais pour l'avenir même d'une technologie.

Ensuite comme la réponse à la question a un impact sur plusieurs acteurs, la vision de l'ensemble de ces acteurs apparaît comme une information appropriée pour juger de la pertinence de la réponse. Une approche horizontale plutôt que verticale permet de varier les points de vue et de favoriser l'approche holistique. Encore, cela suppose une compréhension des enjeux et des caractéristiques fonctionnelles des options sur la table. De même, un temps de formation et d'accompagnement sont à considérer comme des investissements pour de meilleures prises de décisions.

Troisièmement, si la technologie aura un impact sur les tâches humaines, la littérature identifie les actes de précision et le contact interhumain comme des facteurs qui seront plus difficilement automatisés, voir inopportun à faire [60]. En outre, les tâches non routinières nécessitant des compétences non techniques telles que la créativité et l'intelligence sociale, ne seront pas remplaçables [60]. De plus selon les conceptions de la technologie, celle-ci peut venir pour automatiser des tâches humaines dans une perspective de rationalisation des coûts ou assister un humain dans son travail dans une perspective de rationalisation des tâches.

L'approche est radicalement différente et amènera à des résultats évidemment différents. Ce choix est plus idéologique que fonctionnel en interne, même si dépendant d'un contexte socio-économique en externe.

# BIBLIOGRAPHIE

- [1] D. Piazzolo and U. C. Dogan, "Impacts of digitization on real estate sector jobs," *Journal of Property Investment and Finance*, vol. 39, no. 2, pp. 47–83, Feb. 2021, doi: 10.1108/JPIF-09-2019-0125/FULL/PDF.
- [2] A. Braum, "Pro pTech 3.0: the future of real estate," 2017. Accessed: Jul. 25, 2022. [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/PropTech-3.0%3A-the-future-of-real-estate-Baum/9837e5857a2f2f9f8d145d72158ae34ed9b6eaa4>
- [3] D. Snider and M. Harris, "The Future Of Real Estate Tech: How We Got Here And What's Next In An Exploding New Ecosystem," *Forbes*, 2018. Accessed: Aug. 16, 2022. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/valleyvoices/2018/02/13/future-of-real-estate-tech/?sh=39f75e2c1c13>
- [4] B. Hershbein and L. B. Kahn, "Do Recessions Accelerate Routine-Biased Technological Change? Evidence from Vacancy Postings," *American Economic Review*, vol. 108, no. 7, pp. 1737–72, Jul. 2018, doi: 10.1257/AER.20161570.
- [5] F. Ullah, S. M. E. Sepasgozar, and C. Wang, "A systematic review of smart real estate technology: Drivers of, and barriers to, the use of digital disruptive technologies and online platforms," *Sustainability*, vol. 10, no. 9, pp. 1–44, Sep. 2018, doi: 10.3390/SU10093142.
- [6] G. Antonio Di Giorgio, "PropTech: new technologies applied to the real estate industry," LUISS, 2020.
- [7] E. Allameh, M. H. Jozam, B. de Vries, H. Timmermans, J. Beetz, and F. Mozaffar, "The role of Smart Home in Smart Real Estate," *Journal of European Real Estate Research*, vol. 5, no. 2, pp. 156–170, Aug. 2012, doi: 10.1108/17539261211250726/FULL/XML.
- [8] A. Baum, A. Saull, and F. Braesemann, "PROPTech 2020: the future of real estate," 2020. Accessed: Sep. 09, 2022. [Online]. Available: <https://www.sbs.ox.ac.uk/research/oxford-future-real-estate->
- [9] Axleo Capital, "Discover our brand new 2022 European PropTech & ConTech Mapping!." <https://www.axc.vc/blog-posts/our-prop-tech-con-tech-mapping-2022-is-now-live> (accessed Sep. 09, 2022).
- [10] "Real Estate Disruptions: From Bricks and Mortars to Digitization. – RealQuant Analytics." <http://rqanalytics.com/index.php/2020/06/16/real-estate-disruptions-from-bricks-and-mortars-to-digitization/> (accessed Sep. 09, 2022).
- [11] F. D. Davis, "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology," *MIS Q*, vol. 13, no. 3, pp. 319–339, 1989, doi: 10.2307/249008.

- [12] A. Parasuraman and C. L. Colby, "An Updated and Streamlined Technology Readiness Index: TRI 2.0," <http://dx.doi.org/10.1177/1094670514539730>, vol. 18, no. 1, pp. 59–74, Jun. 2014, doi: 10.1177/1094670514539730.
- [13] C. Zhang and J. Dhaliwal, "An investigation of resource-based and institutional theoretic factors in technology adoption for operations and supply chain management," *Int J Prod Econ*, vol. 120, no. 1, pp. 252–269, Jul. 2009, doi: 10.1016/J.IJPE.2008.07.023.
- [14] A. Maertens and C. B. Barrett, "Measuring Social Networks' Effects on Agricultural Technology Adoption," *Am J Agric Econ*, vol. 95, no. 2, pp. 353–359, Jan. 2013, doi: 10.1093/AJAE/AAS049.
- [15] T. H. Nguyen, M. Newby, and M. J. Macaulay, "Information Technology Adoption in Small Business: Confirmation of a Proposed Framework," *Journal of Small Business Management*, vol. 53, no. 1, pp. 207–227, Jan. 2015, doi: 10.1111/JSBM.12058.
- [16] J. Song, S. Sawang, J. Drennan, and L. Andrews, "Same but different? Mobile technology adoption in China," *Information Technology & People*, vol. 28, no. 1, pp. 107–132, 2015, doi: 10.1108/ITP-10-2013-0187.
- [17] S. M. E. Sepasgozar, M. Loosemore, and S. R. Davis, "Conceptualising information and equipment technology adoption in construction A critical review of existing research," *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 23, no. 2, pp. 158–176, Mar. 2016, doi: 10.1108/ECAM-05-2015-0083/FULL/XML.
- [18] I. Benbasat and H. Barki, "Quo vadis, TAM?," *J Assoc Inf Syst*, vol. 8, no. 4, pp. 211–218, 2007, doi: 10.17705/1JAIS.00126.
- [19] J. Jasperson, P. E. Carter, and R. W. Zmud, "A comprehensive conceptualization of post-adoptive behaviors associated with information technology enabled work systems," *MIS Q*, vol. 29, no. 3, pp. 525–557, 2005, doi: 10.2307/25148694.
- [20] M. Y. Yi and Y. Hwang, "Predicting the use of web-based information systems," *Int J Hum Comput Stud*, vol. 59, no. 4, pp. 431–449, Oct. 2003, doi: 10.1016/S1071-5819(03)00114-9.
- [21] T. Ahn, S. Ryu, and I. Han, "The impact of Web quality and playfulness on user acceptance of online retailing," *Information and Management*, vol. 44, no. 3, pp. 263–275, Apr. 2007, doi: 10.1016/J.IM.2006.12.008.
- [22] J. Lu, J. E. Yao, and C. S. Yu, "Personal innovativeness, social influences and adoption of wireless Internet services via mobile technology," *Journal of Strategic Information Systems*, vol. 14, no. 3, pp. 245–268, Sep. 2005, doi: 10.1016/J.JSIS.2005.07.003.
- [23] K. Hornbæk and M. Hertzum, "Technology Acceptance and User Experience," *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, vol. 24, no. 5, pp. 33–35, Oct. 2017, doi: 10.1145/3127358.

- [24] P. M. Hirsch and D. Z. Levin, "Umbrella Advocates Versus Validity Police: A Life-Cycle Model," *Organization Science*, vol. 10, no. 2, pp. 199–212, 1999.
- [25] I. E. Dror, R. M. Morgan, C. Rando, and S. Nakhaeizadeh, "The Bias Snowball and the Bias Cascade Effects: Two Distinct Biases that May Impact Forensic Decision Making," *J Forensic Sci*, vol. 62, no. 3, pp. 832–833, May 2017, doi: 10.1111/1556-4029.13496.
- [26] F. Davis, "A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results." Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, 1985.
- [27] F. D. v Venkatesh, "A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies," *Manage Sci*, vol. 46, no. 2, pp. 186–204, 2000, doi: 10.1287/mnsc.46.2.186.11926.
- [28] J. I. P. C. P Legris, "Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model," *Information Management*, vol. 40, no. 3, pp. 191–204, Jan. 2003, doi: 10.1016/s0378-7206(01)00143-4.
- [29] Y. He, Q. Chen, and S. Kitkuakul, "Regulatory focus and technology acceptance: Perceived ease of use and usefulness as efficacy," <http://www.editorialmanager.com/cogentbusiness>, vol. 5, no. 1, p. 1459006, Jan. 2018, doi: 10.1080/23311975.2018.1459006.
- [30] Y. D. Z. I. v Weerakkody, "The diffusion and use of institutional theory: A cross-disciplinary longitudinal literature survey," *Journal of Information Technology*, vol. 24, no. 4, pp. 354–368, 2009, doi: 10.1057/jit.2009.16.
- [31] M. D. SK Lippert, "A conceptual model integrating trust into planned change activities to enhance technology adoption behavior," *J Inf Sci*, vol. 32, pp. 434–448, 2006.
- [32] S. M. Sepasgozar, C. Wang, S. Shirowzhan, and S. Wales Australia, "Challenges and Opportunities for Implementation of Laser Scanners in Building Construction," 2016.
- [33] M. Takin, J. Peng, S. M. E. Sepasgozar, and H. Ebrahimi, "A framework for using advanced visualization tools for residential property management," in *ISARC 2017 - Proceedings of the 34th International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, 2017, pp. 359–365. doi: 10.22260/ISARC2017/0049.
- [34] L. Mahdjoubi, C. Moobela, and R. Laing, "Providing real-estate services through the integration of 3D laser scanning and building information modelling," *Comput Ind*, vol. 64, no. 9, pp. 1272–1281, Dec. 2013, doi: 10.1016/J.COMPIND.2013.09.003.
- [35] S. M. E. Sepasgozar, P. Forsythe, S. Shirowzhan, and F. Norzahari, "Scanners and Photography: A combined framework," in *The 40th Australasian Universities Building Education Association (AUBEA) 2016 Conference*, Jul. 2016, pp. 829–838. Accessed: Aug. 16, 2022. [Online]. Available: <https://opus.lib.uts.edu.au/handle/10453/122843>

- [36] “Guide du LiDAR aéroporté par drone professionnel - Escadrone.”  
<https://escadrone.com/publication/guide-lidar-drone/> (accessed Sep. 05, 2022).
- [37] Y. Arayici, “An approach for real world data modelling with the 3D terrestrial laser scanner for built environment,” *Autom Constr*, vol. 16, no. 6, pp. 816–829, Sep. 2007, doi: 10.1016/J.AUTCON.2007.02.008.
- [38] S. M. E. Sepasgozar, S. Lim, S. Shirowzhan, Y. M. Kim, W. A. South, and G. Lidar, “Implementation of As-Built Information Modelling Using Mobile and Terrestrial Lidar Systems,” 2014.
- [39] “Venture Scanner Innovation Quadrants – Venture Scanner.”  
<https://www.venturescanner.com/2022/05/08/q2-2022-venture-scanner-innovation-quadrants/> (accessed Aug. 08, 2022).
- [40] M. Y. Cheng, N. D. Hoang, and Y. W. Wu, “Hybrid intelligence approach based on LS-SVM and Differential Evolution for construction cost index estimation: A Taiwan case study,” *Autom Constr*, vol. 35, pp. 306–313, Nov. 2013, doi: 10.1016/J.AUTCON.2013.05.018.
- [41] S. Kim and D. H. Shin, “Forecasting short-term air passenger demand using big data from search engine queries,” *Autom Constr*, vol. 70, pp. 98–108, Oct. 2016, doi: 10.1016/J.AUTCON.2016.06.009.
- [42] J. Cao, J. Y. K. Chan, H. Li, L. Mahdjoubi, and P. E. D. Love, “REALMEDIA: providing multimedia-based real-estate services through the Internet,” *Autom Constr*, vol. 10, no. 2, pp. 275–289, Jan. 2001, doi: 10.1016/S0926-5805(99)00033-3.
- [43] F. Huang and F. Wang, “A system for early-warning and forecasting of real estate development,” *Autom Constr*, vol. 14, no. 3, pp. 333–342, Jun. 2005, doi: 10.1016/J.AUTCON.2004.08.015.
- [44] A. H. Gandomi, S. Sajedi, B. Kiani, and Q. Huang, “Genetic programming for experimental big data mining: A case study on concrete creep formulation,” *Autom Constr*, vol. 70, pp. 89–97, Oct. 2016, doi: 10.1016/J.AUTCON.2016.06.010.
- [45] D. Du, A. Li, and L. Zhang, “Survey on the Applications of Big Data in Chinese Real Estate Enterprise,” *Procedia Comput Sci*, vol. 30, pp. 24–33, Jan. 2014, doi: 10.1016/J.PROCS.2014.05.377.
- [46] P. Rossini, “Using Expert Systems and Artificial Intelligence For Real Estate Forecasting,” *Computer Science*, vol. 46, pp. 86–89, 2000.
- [47] J. Conway, “Artificial Intelligence and Machine Learning: Current Applications in Real Estate,” Massachusetts Institute of Technology, 2018.
- [48] A. Mladenow, N. M. Novak, C. Strauss, and M. Gregu, “Clouds and Interclouds in the Real Estate Sector,” in *3rd International Conference on Future Internet of Things and Cloud*, Oct. 2015, pp. 532–537. doi: 10.1109/FICLOUD.2015.105.

- [49] I. A. T. Hashem, I. Yaqoob, N. B. Anuar, S. Mokhtar, A. Gani, and S. Ullah Khan, "The rise of 'big data' on cloud computing: Review and open research issues," *Inf Syst*, vol. 47, pp. 98–115, Jan. 2015, doi: 10.1016/J.IS.2014.07.006.
- [50] X. Li, Y. Li, T. Liu, J. Qiu, and F. Wang, "The Method and Tool of Cost Analysis for Cloud Computing," in *2009 IEEE International Conference on Cloud Computing*, 2009, pp. 93–100. doi: 10.1109/CLOUD.2009.84.
- [51] M. W. Uhl and P. Rohner, "The compensation portfolio," *Financ Res Lett*, vol. 27, pp. 60–64, Dec. 2018, doi: 10.1016/J.FRL.2018.02.023.
- [52] A. Limbasan and L. Rusu, "Implementing SaaS Solution for CRM," *Informatica Economica*, vol. 15, no. 2, pp. 175–183, 2011, Accessed: Sep. 05, 2022. [Online]. Available: <https://EconPapers.repec.org/RePEc:aes:infoec:v:15:y:2011:i:2:p:175-183>
- [53] M. Cusumano, "Cloud computing and SaaS as new computing platforms," *Commun ACM*, vol. 53, no. 4, pp. 27–29, Apr. 2010, doi: 10.1145/1721654.1721667.
- [54] V. Singhania, "The Internet of Things: An Overview Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World," 2015.
- [55] C. Z. Li, J. Hong, F. Xue, G. Q. Shen, X. Xu, and L. Luo, "SWOT analysis and Internet of Things-enabled platform for prefabrication housing production in Hong Kong," *Habitat Int*, vol. 57, pp. 74–87, Oct. 2016, doi: 10.1016/J.HABITATINT.2016.07.002.
- [56] J. Kuzma, S. O'Sullivan, T. Philippe, J. Koehler, and R. Coronel, "Commercialization Strategy in Managing Online Presence in the Unmanned Aerial Vehicle Industry," *International Journal of Business Strategy*, vol. 17, no. 1, pp. 59–68, Mar. 2017, doi: 10.18374/IJBS-17-1.6.
- [57] M. J. Skibniewski, "Information technology applications in construction safety assurance," *Journal of Civil Engineering and Management*, vol. 20, no. 6, pp. 778–794, Jan. 2014, doi: 10.3846/13923730.2014.987693.
- [58] S. Shirowzhan et al., "Implementation of As-Built Information Modelling Using Mobile and Terrestrial Lidar Systems," 2014. doi: 10.22260/ISARC2014/0118.
- [59] D. Warburton, "The role of technology in the real estate industry," University of Cape Town, Cape Town, 2016. Accessed: Sep. 06, 2022. [Online]. Available: <https://open.uct.ac.za/handle/11427/22804>
- [60] C. B. Frey and M. A. Osborne, "The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 114, pp. 254–280, Jan. 2017, doi: 10.1016/J.TECHFORE.2016.08.019.

---

Cabinet de conseil en management, spécialiste des projets de transformation, Artimon est également un institut de recherche pluridisciplinaire.

Artimon Real Estate a une solide connaissance des métiers de l'immobilier, comprendre les besoins opérationnels et stratégiques, et construire efficacement et avec légitimité les projets.

L'institut Artimon Perspectives mène des travaux de recherche sur l'impact des nouvelles technologies dans les organisations et les activités humaines. Les productions visent la création de connaissances sur des sujets complexes, la vulgarisation scientifique et la compréhension de différents phénomènes, tout en répondant aux besoins et questionnements opérationnels des clients et consultants.

Suivez-nous sur les réseaux sociaux :



8, rue de la Victoire 75009 Paris - Tél. : +33 (0)1 53 20 89 89 -  
artimon.fr

perspectives@artimon.fr | jgimenez@artimon.fr | cbouquet@artimon.fr

**[artimon]**  
conseil & perspectives

**[a]:perspectives**

---