



INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ↳ BÂTIMENT



SOMMAIRE

ÉDITO	Page 3
SYNTHÈSE	Page 4
INTRODUCTION	Page 7
LE GRAND BOULEVERSEMENT (disruption)	Page 8
Qu'est-ce que l'IA?	Page 9
À quoi sert concrètement l'outil IA?	Page 13
L'outil IA pour le bâtiment	Page 15
DEUX EXIGENCES PRÉALABLES POUR UNE MUTATION MAÎTRISÉE	Page 19
Les données	Page 20
L'organisation	Page 22
LE BÂTIMENT DÉJÀ EN MOUVEMENT	Page 24
Anticiper	Page 25
Se préparer juridiquement?	Page 27
Quatre cas concrets à titre d'illustration	Page 31
ANNEXES	
Annexe 1 – Liste des personnes rencontrées	Page 36
Annexe 2 – Membres du groupe de travail FFB sur l'IA	Page 36
Annexe 3 – Plan européen sur l'IA	Page 37
Annexe 4 – Glossaire	Page 38

ÉDITO



Jacques Chanut
Président de la Fédération Française
du Bâtiment

Le bâtiment prépare l'avenir et se veut force de propositions. Il agit pour mieux comprendre les mutations technologiques en cours. C'est particulièrement le cas aujourd'hui sur le sujet de l'intelligence artificielle.

Regardées parfois avec distance par certains acteurs de l'innovation, les entreprises du secteur, quel(le) que soit leur domaine d'activité ou leur taille, se révèlent pourtant des parties prenantes actives du changement. Présentes sur tous les territoires et engagées, elles participent concrètement aux initiatives locales, en lien avec de nombreux partenaires publics et privés.

Ce rapport s'efforce de décrire des évolutions auxquelles les professions du bâtiment sont ou seront confrontées. À l'heure des LegalTech pour les services juridiques ou des MedTech pour le domaine médical, marquant la transformation de secteurs entiers sous les coups de boutoir de l'intelligence artificielle, « l'écosystème bâtiment » doit se préparer au BatTech. C'est pour cette raison que la FFB a lancé une mission interne sur ce sujet. Je salue l'implication de tous ses membres, qui ont contribué à ce travail novateur et de grande qualité.

Parce que la révolution impulsée par l'intelligence artificielle apparaît inéluctable, ce rapport insiste sur la nécessité de s'y préparer et, sans masquer les incertitudes qui perdurent à ce stade, explore quelques premières pistes. Il s'agit d'envisager les impacts potentiels et de commencer à caractériser les voies et moyens pour les intégrer.

Il en ressort d'ores et déjà une conséquence forte : maîtriser cette révolution technologique imposera l'acquisition de compétences nouvelles et des mutations dans le secteur.

Oui, le bâtiment est bien dans le mouvement !



“ L’IA constitue un potentiel qui ouvre de nouveaux champs : accroissement des connaissances de manière générale, meilleure appréhension des besoins et des usages, capacité de prédiction, aide à la décision.

”

SYNTHÈSE

Ce rapport de la Fédération Française du Bâtiment (FFB) montre à quel point, dans un contexte d’accélération des mutations, il est nécessaire d’appréhender le sujet de l’intelligence artificielle (IA) de manière opérationnelle. L’IA constitue un potentiel qui ouvre de nouveaux champs : accroissement des connaissances de manière générale, meilleure appréhension des besoins et des usages, capacité de prédiction, aide à la décision. Il convient de s’y préparer même si la simple évocation de ces termes peut provoquer craintes et confusions.

L’outil IA recouvrant des enjeux multiples, le bâtiment, comme tous les domaines d’activité, se trouve affecté par ces transformations. Il n’échappera pas à cette lame de fond même si de nombreuses questions organisationnelles se posent. Le spectre des impacts et des usages se révèle large, du

secteur tout entier aux seules entreprises, en passant par les chantiers. Le rapport met en lumière des tâches dont la réalisation sera très probablement accompagnée par l’IA à moyen terme, en matière de définition des besoins et chiffrages, de conception et déroulement de chantier, d’exploitation et maintenance, de talents et compétences.

L’IA constitue aussi une opportunité à saisir pour rendre attractifs les métiers du bâtiment (changement de l’image et nouvelles façons de travailler) et pour faire des entreprises des productrices conscientes de données, ces dernières ayant bien entendu de la valeur.

Pour réussir cette mutation, deux préalables fondamentaux apparaissent : d’une part, produire et maîtriser les données, d’autre part, être apte au

changement, pas uniquement au sein de chaque entreprise du bâtiment, mais sans doute au niveau de la filière.

Les premières structures à avoir utilisé l'IA sont celles qui disposaient de beaucoup de données : poste, télécommunications, banques, assurances, sites de ventes..., sans parler de Google ou de Facebook qui ont construit leur puissance sur ce nouvel or. Avec un nombre relativement restreint d'acteurs, les outils semblaient bien efficaces. Or, dans le bâtiment, la question des données se révèle plus complexe pour trois raisons :

- le secteur s'avère fragmenté : il compte de nombreux métiers (donc d'intervenants) et près de 400 000 entreprises de toutes tailles en France métropolitaine¹ ;
- les données d'un chantier ou de toute intervention n'apparaissent pas suffisamment organisées pour être structurées en l'état : sauf exception, elles sont au mieux classées dans un fichier Excel ;
- les données se révèlent rarement partagées, chacun gardant ses prérogatives sur son domaine d'activité ou peut-être, de manière plus prosaïque, n'y a-t-il pas de réelle demande de partage.

Deux facteurs viennent toutefois déjà bousculer les pratiques. Le premier relève du BIM (Building Information Modeling/Model/Management, processus collaboratif s'articulant autour de bases de données), qui devient un support de transformation. Le second s'appuie sur le développement des objets connectés. On pourrait y ajouter, de manière connexe, un troisième facteur d'accélération : la transition écologique et énergétique qui vise une meilleure gestion des ressources naturelles et leur préservation, et, par conséquent, une analyse plus fine des usages et des consommations. Il faut, par ailleurs, garder en tête que, globalement en France, en matière de logement, seul 1 % du parc est construit en moyenne chaque année. Les nouveaux écoquartiers ne doivent pas faire oublier le stock.

Derrière ces accélérateurs, se cachent plusieurs enjeux à appréhender en matière de données : leur typologie, leur foisonnement, leur structuration y compris leur accès et la gouvernance à mettre en place, leur fiabilité, l'interopérabilité des outils, la créativité qui sera générée et la cybersécurité qui mérite une grande vigilance. Dans d'autres pays européens, les mêmes questions se posent et la FIEC (Fédération de l'Industrie Européenne de la Construction), dont la FFB est membre, travaille également à un document d'analyse de ces enjeux.

La conséquence majeure est que l'outil IA, s'il va à son terme, conduira à un éclatement des fron-

tières et à une interpénétration entre la fourniture-réalisation des travaux et l'offre de services. Certes, le futur n'est pas écrit, mais la mutation, qui frappe à notre porte, impose de s'interroger sur les nouveaux modèles, les nouvelles tâches et les nouvelles formes d'organisation à mettre en œuvre, d'autant que des acteurs inattendus pourraient émerger dans le secteur du bâtiment, tout comme Airbnb et Booking ont transformé le secteur de l'hôtellerie. Pour paraphraser Jean de La Fontaine², on pourrait ainsi alerter sur la situation en écrivant : « Ils ne mouraient pas tous, mais tous étaient frappés », parce que l'IA va, sans équivoque, devenir une technologie banale, inscrite dans le quotidien.

Deux sujets devront être traités, que ce soit de manière brouillonne ou par petites touches opérationnelles, car les métiers qui verront l'application de l'IA en seront des révélateurs : la formation et le découpage des acteurs de la filière. Le bâtiment deviendra-t-il encore plus un secteur de services ? Au Consumer Electronics Show (CES) de Las Vegas en 2019, la notion d'« expérience client ou utilisateur » apparaissait partout dans un souci permanent d'individualisation des réponses aux besoins et d'adaptation des solutions de manière différenciée. Doivent également être étudiées les questions juridiques qui renvoient fortement aux craintes générées par ces outils : la responsabilité du fait de l'IA, l'éthique et la gestion des données.

Ces mutations ne seront toutefois possibles qu'à la condition-clé de disposer d'une bonne qualité d'infrastructure numérique (le réseau) sur tout le territoire, au risque que les entreprises ne subissent une réelle fracture numérique (désenclavement numérique, haut débit pour tous).

La seconde condition, qui relève plutôt d'un souhait, vise la prise en compte du secteur du bâtiment dans les appels à projet « innovation » lancés par les différents ministères et dont les TPE-PME sont rarement la cible. Ces dernières, fort présentes dans les écosystèmes locaux, représentent pourtant des acteurs engagés en matière d'innovation, même si le secteur du bâtiment est peu identifié comme innovant. Il est important de permettre un véritable accompagnement des entreprises dans leur démarche de transition numérique en intégrant le financement de la formation des compagnons. L'environnement législatif doit être facilitateur.

1. En 2017, le bâtiment rassemble 1 441 000 actifs, dont 1 069 000 salariés (727 000 dans le second œuvre et 342 000 dans le gros œuvre) et 372 000 artisans. Il réalise 135 milliards d'euros HT de travaux. Source : FFB.

2. Les Animaux malades de la Peste, Les Fables de Jean de La Fontaine.

INTRODUCTION



Alain Piquet

Président du Groupe de travail FFB
sur l'intelligence artificielle

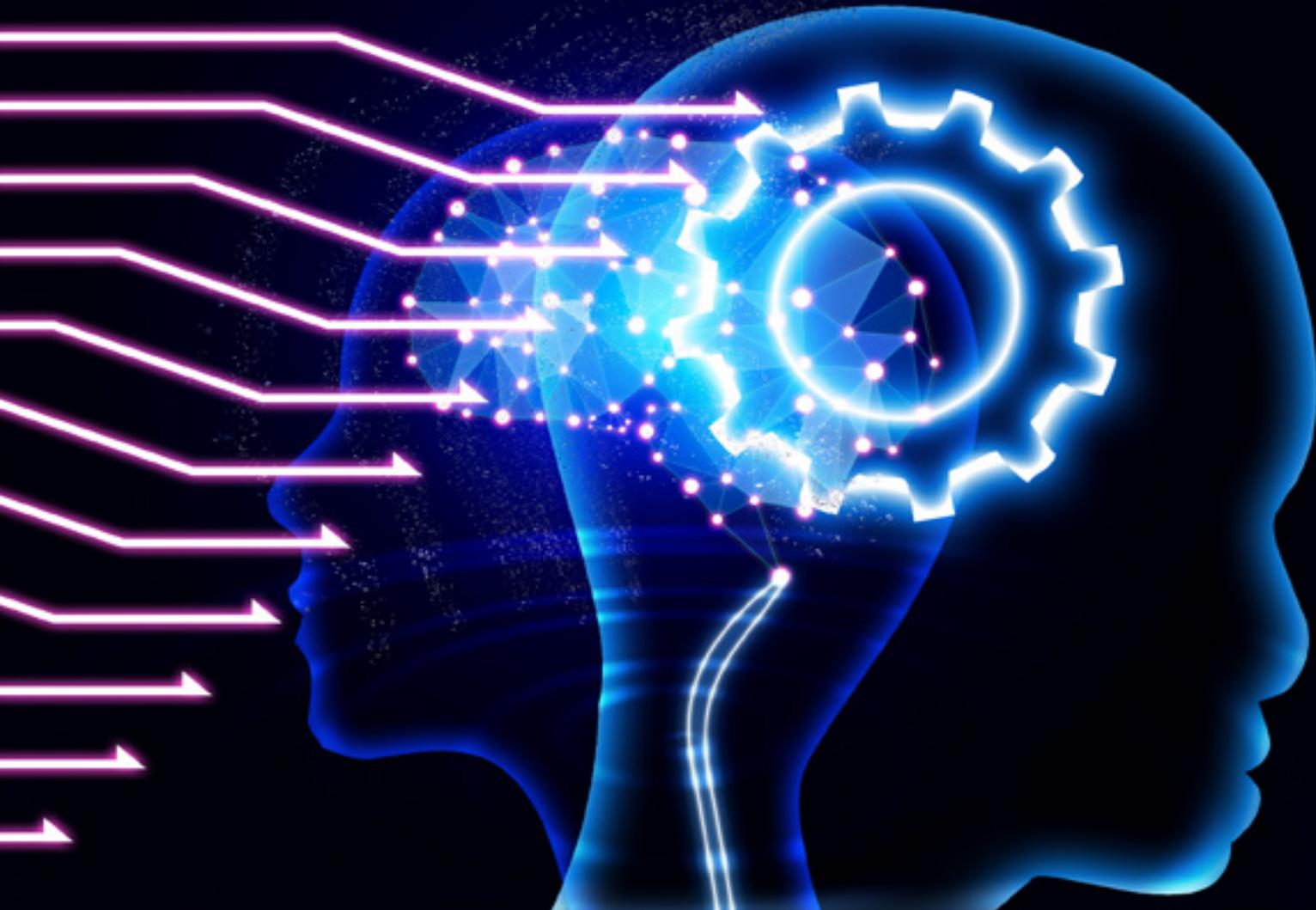
Le groupe de travail mis en place par la Fédération Française du Bâtiment (FFB) sur l'intelligence artificielle (IA) a montré à quel point, dans un contexte d'accélération des mutations, il est nécessaire d'appréhender ce sujet – très large – de manière opérationnelle. Rarement identifié comme un secteur d'innovation, le bâtiment se révèle pourtant, comme tous les domaines d'activité, affecté par ces transformations. Il convient de s'y préparer.

Fruit d'une réflexion collective, ce rapport, volontairement synthétique, constitue une première pierre à la démarche. Il montre comment l'IA peut se développer au service de nos métiers, de nos réalisations et de nos clients, même si la simple évocation des termes d'intelligence artificielle provoque souvent craintes et confusions. Les anglicismes, ou les traductions littérales de mots anglais dénaturant l'approche, n'aident pas à les clarifier.

Grâce aux personnes d'univers variés, rencontrées dans le cadre de cette mission menée sur un temps court de six mois, le rapport met en lumière la multiplicité des questions encore en suspens. La première partie décrit le potentiel transformateur de l'outil IA, en particulier pour le bâtiment. La deuxième explore les deux préalables indispensables pour appréhender le changement : les données (sans lesquelles il n'y aurait pas d'IA) et l'organisation du secteur de manière générale. La gouvernance et la structuration des données ressortent comme de véritables enjeux dans un monde où la maquette numérique et les objets connectés constituent des facteurs d'accélération. En troisième partie, le rapport ouvre de premières pistes pour accompagner les entreprises, quelle que soit leur taille, car la technologie ne constitue qu'un moyen au service de projets.

En réalité, le travail démarre maintenant et, nous en sommes convaincus, il doit se poursuivre au bénéfice de la profession.

Bonne lecture.



LE GRAND BOULEVERSEMENT (disruption)

« Chez Harry Potter, la seule évocation de Voldemort sème la terreur. Dans la vraie vie, Voldemort n'existe pas. Mais de simples mots peuvent suffire à provoquer des troubles mentaux, voire une peur panique. C'est sans doute le cas aujourd'hui de l'expression « intelligence artificielle ». Elle recouvre une palette d'outils d'une formidable efficacité. Mais suscite aussi un engouement et une crainte d'une telle ampleur qu'elle finit par faire oublier de quoi il s'agit. Au risque d'engendrer erreurs, blocages, voire délires. Il est donc urgent de ne plus parler d'intelligence artificielle – s'il n'est pas trop tard¹. »

Jean-Marc Vittori, *Les Échos*

Qu'est-ce que l'IA ?

Pour bien comprendre, il faut rappeler que le sujet n'est pas nouveau, le terme souffre d'un problème de définition et l'IA recouvre une profusion d'approches comme de méthodes.

Une expression née dans les années 1950

La grande profusion récente d'articles ou de publications sur l'intelligence artificielle pourrait laisser penser que ce terme est né en 2018, depuis que le rapport dit « Villani » a mis en lumière ses potentialités et souhaité lui « donner un sens »². L'IA s'inscrit pourtant dans une histoire qui a vu le jour il y a plus de soixante ans³⁻⁴. Elle a connu des hivers et des périodes d'accélération, comme dans les années 2010 où la machine a dépassé l'homme : le supercalculateur Watson d'IBM a gagné au jeu télévisé américain *Jeopardy* et le programme *AlphaGo* développé par Deepmind (Google) a battu l'un des meilleurs joueurs de Go.

L'impulsion des dernières années s'appuie sur plusieurs facteurs : une plus grande puissance de calcul des ordinateurs, un accroissement du nombre de données (le « carburant » de l'IA, on y reviendra en deuxième partie; on passe du *big data* au *data mining*) et des sociétés qui ont intégré ces technologies dans notre quotidien (les correcteurs automatiques d'orthographe ou la mise au point des photographies sur nos smartphones, à titre d'exemples).

Une définition à construire

Compte tenu de sa complexité, il est plus fécond de préciser ce qu'est l'IA par touches successives et en se référant à différents auteurs. L'avantage de ce catalogue est d'apporter de premières clés de lecture.

La terminologie officielle française (JORF du 9 décembre 2018⁵) définit l'IA comme un « champ interdisciplinaire théorique et pratique qui a pour objet la compréhension de mécanismes de la cognition et de la réflexion, et leur imitation par un dispositif matériel et logiciel, à des fins d'assistance ou de substitution à des activités humaines ».

Mais définir l'IA « n'est pas chose facile », d'après le rapport Villani, car son champ apparaît « extrêmement vaste, tant en ce qui concerne les procédures techniques utilisées que les disciplines convoquées : mathématiques, informatiques, sciences cognitives... ».

La même difficulté est exprimée par le Comité économique et social européen dans un avis de décembre 2018⁶ : « il n'existe pas de définition pré-

cise de l'IA. Pour les besoins du présent avis, nous considérons l'IA comme une discipline visant à utiliser les technologies numériques pour créer des systèmes capables de reproduire de manière autonome les fonctions cognitives humaines, incluant en particulier l'appréhension de données, une forme de compréhension et d'adaptation (résolution de problèmes, raisonnements et apprentissage automatiques). » **Certains préfèrent d'ailleurs parler d'intelligence augmentée plutôt qu'artificielle, ces technologies permettant d'augmenter les capacités humaines.**

Comme l'indique Yves Caseau, membre de l'Académie des technologies, directeur des systèmes d'information du groupe Michelin⁷, l'IA est « un ensemble large de méthodes qui ont vocation à s'intégrer dans l'ensemble des méthodes et outils informatiques. (...) Le domaine de l'IA ne se réduit pas aux réseaux neuronaux ou à l'apprentissage machine ». Pour savoir quelle méthode appliquer, il propose de croiser deux critères : le volume de données disponibles et la nature de la question ou du problème à résoudre. « L'IA ne se réduit pas à des données et à des algorithmes, même si le point de départ de toute stratégie IA est la constitution de larges corpus de données annotées. »

Quand Jacques Girardon interroge Yann Le Cun⁸, inventeur de l'apprentissage profond et l'un des plus grands spécialistes de l'intelligence artificielle dans le monde⁹, sur le terme d'IA qui, « ressemble[rait] plus à une appellation marketing qu'à une définition scientifique », Yann Le Cun répond : « C'est sûr ! L'ordinateur est artificiel puisqu'on lui demande d'exécuter des activités considérées comme propres aux humains, voire aux animaux, mais l'intelligence ne peut pas être artificielle. Pas plus que la logique, ou le vol. Le vol des avions imite celui des oiseaux, mais on ne parle pas de vol artificiel ».

Par ailleurs, Stanislas Dehaene, mathématicien et psychologue, spécialiste du cerveau, rappelle que, « par rapport à un ordinateur, le cerveau est tout de même extraordinaire. Un organe qui dispose de quatre-vingts milliards de neurones, donc quatre-vingts milliards de processeurs, si l'on considère que chaque neurone est une sorte de processeur... mais compactés dans un espace très restreint, et qui consomment seulement vingt watts ! À l'heure actuelle, en dépit des avancées de l'informatique, personne ne sait reproduire cette puissance de calcul sans consommer cent mille fois plus d'énergie¹⁰ ».

Mais insiste-t-il également : « Plus j'y réfléchis, plus je pense que notre cerveau est médiocre. Il me faut à peu près une heure pour lire un article scientifique

••• dont je ne me souviens même pas des détails... contre moins d'une seconde à Google ».

Une profusion de méthodes et un outil stratégique

L'IA couvre **une profusion de méthodes**¹¹ : règles, arbres de décision, modèles logiques ou algébriques, ontologies, raisonnement par cas, réseaux neuronaux, apprentissage par renforcement, etc.

Les mots anglais ne manquent pas dans ce champ : on parle de *machine learning* (apprentissage automatique, sans programmation explicite), c'est-à-dire l'ensemble des algorithmes qui permettent d'apprendre en identifiant des relations entre des données (classification et segmentation automatiques) et de produire des modèles prédictifs de manière autonome. Le **deep learning**, ou apprentissage profond, permet d'aller plus loin que le *machine learning* : traitement des données complexes et dites non structurées (images ou voix par exemple). Le **natural language processing – NLP** (traitement automatique du langage naturel) –, dont on parle beaucoup actuellement, en est une illustration. Le *deep learning* permet aussi de générer des contenus ou d'améliorer des contenus existants. Comme l'écrit Olivier Ezratty, « la grande majorité des solutions commerciales d'IA sont faites de bric et de broc, en fonction de besoins spécifiques¹² ».

En matière d'apprentissage automatique, sont toutefois pointées les « **boîtes noires** ». Des efforts sont menés pour permettre de les comprendre afin de créer la confiance, au risque sinon, selon certains, d'entrer dans un nouvel hiver de l'IA.

Par ailleurs, il faut mentionner une distinction importante entre les deux types d'IA. L'IA dite « faible » (*weak AI*), celle développée actuellement, répond à des questions spécifiques, sans créer une quelconque forme de conscience. Elle s'oppose à l'IA dite « forte » (*strong AI*) qui viserait à reproduire des sentiments humains et qui serait potentiellement consciente d'elle-même et du monde. Certains chercheurs y travaillent mais tous les experts rencontrés partagent le même avis : nous sommes encore loin de cette IA forte !

En fait, même avec ses limites, l'IA apparaît aujourd'hui comme **un corpus opérationnel puissant, générateur de profondes transformations** que nous ne pouvons pas toutes imaginer. L'Académie des technologies considère la maîtrise de cet outil comme **un enjeu stratégique**. « L'IA n'est pas un but en soi, mais un moyen qui peut servir à des fins multiples et qui est donc destiné à pénétrer la majorité des pratiques et des environnements, dans l'entreprise comme dans la société civile¹³. » (...) « Il faut faire émerger des « centres d'essais et de validation » par domaine d'application, regroupant industriels et chercheurs au niveau français d'abord, puis au niveau européen. »

Mais, au-delà de ces aspects technologiques, l'IA constitue aussi un enjeu de pouvoir comme la 5G. Les encadrés 1 et 2, sur les stratégies américaine et chinoise, ainsi que française et européenne, montrent à quel point ce sujet se situe au cœur de questions géopolitiques.





L'IA AU CŒUR DE LA COMPÉTITION ENTRE LA CHINE ET LES ÉTATS-UNIS

Comme le rappelle le Sénat dans son rapport sur l'IA¹⁴, Vladimir Poutine déclarait en septembre 2017 : « l'intelligence artificielle est l'avenir non seulement de la Russie, mais de toute l'humanité (...) Celui qui deviendra le leader dans ce domaine sera le maître du monde. » Cette déclaration marque, selon les auteurs, l'importance du sujet pour la géopolitique mondiale. Et, de fait, écrivent-ils, l'IA est « au cœur de la compétition entre la Chine et les États-Unis ».

Les États-Unis apparaissent aujourd'hui comme le leader mondial grâce notamment aux GAFAMI (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft, IBM). Lundi 11 février 2019, Donald Trump a d'ailleurs lancé l'*American AI Initiative*, exigeant du gouvernement fédéral plus d'investissements dans l'intelligence artificielle afin que le pays ne perde pas son avance et qu'il renforce son leadership.

Quant à la Chine, au-delà des BATX (les quatre géants que sont Baidu, Alibaba, Tencent et Xiaomi, spécialisés dans le moteur de recherche, l'e-commerce, les réseaux sociaux et les télécommunications), elle a lancé en 2017 un plan fixant l'objectif de devenir le leader mondial dans ce domaine d'ici à 2030. Les autorités ont annoncé des investissements à hauteur de 22 milliards d'euros dans l'IA d'ici à 2020 et jusqu'à 59 milliards d'ici à 2025¹⁵.

UNE TROISIÈME VOIE POUR L'EUROPE ET LA FRANCE ?

Dans la continuité de sa stratégie sur l'intelligence artificielle publiée en avril 2018, la Commission européenne a présenté, le 7 décembre 2018, une proposition de « Plan coordonné pour le développement et l'utilisation de l'intelligence artificielle "made in Europe" ». Ce plan détermine les actions que doivent engager conjointement l'Union européenne (UE) et les États membres pour renforcer l'investissement dans le domaine de l'intelligence artificielle. Du point de vue financier, l'objectif de la Commission européenne est de mobiliser 20 milliards d'euros d'investissements publics et privés par an pendant dix ans (voir détails en annexe 3).

Face aux États-Unis et à la Chine, l'Europe apparaît comme la bonne échelle pour agir selon de nombreux acteurs. L'éthique liée à l'usage de ces technologies constitue, pour l'UE, un enjeu important, dans un contexte où Facebook a été qualifié de « gangster numérique » par les parlementaires britanniques ayant appelé à renforcer la régulation s'appliquant aux réseaux sociaux¹⁶.

En France, la stratégie, annoncée par le président de la République en 2018, à la suite des recommandations du rapport Villani, s'articule autour de quatre défis :

- renforcer l'écosystème de recherche en IA pour attirer les meilleurs talents ;
- développer une politique d'ouverture des données, en particulier dans les secteurs où la France dispose déjà d'un potentiel d'excellence, comme la santé ;
- créer un cadre favorable à l'émergence de champions de l'IA et à une économie de l'IA ;
- engager l'État dans l'appropriation des enjeux éthiques et politiques de l'IA, notamment pour permettre de garantir la loyauté et la légalité des algorithmes ainsi que pour soutenir la recherche sur leur contrôle et la définition d'une éthique de leur usage.

L'État a par ailleurs décidé de soutenir la constitution d'un réseau composé d'un petit nombre d'Instituts Interdisciplinaires d'Intelligence Artificielle (Instituts dits « 3IA »).

Début décembre 2018, a également été annoncée la création d'un G2IA entre la France et le Canada, une alliance qui vise à promouvoir une intelligence artificielle éthique et inclusive : un moyen pour deux « petits pays » de miser sur leurs forces pour se distinguer dans une bataille économique mondiale dominée par les États-Unis et la Chine.

À quoi sert concrètement l'outil IA ?

L'intelligence artificielle ne se résume pas à quelques usages symboliques comme le correcteur d'orthographe, elle constitue un potentiel qui ouvre des champs nouveaux. La Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) a identifié cinq grandes fonctions des algorithmes et de l'IA¹⁷, présentées ici avec quelques illustrations dans différents secteurs :

- **gérer des connaissances** : en matière de santé, nous pouvons imaginer tirer profit de la quantité immense de publications scientifiques (lecture plus rapide et rédaction de synthèse). Dans le domaine de la culture, nous avons vu récemment la vente aux enchères, chez Christie's, d'un tableau conçu par un programme d'intelligence artificielle, adjudé 432 500 dollars¹⁸ ;
- **appairer une offre à une demande (faire du *matching*)** : les exemples les plus parlants de mise en œuvre sont ceux liés à l'éducation (répartir les candidats au sein des formations d'enseignement supérieur comme le système « APB – Admission Post-Bac ») et aux ressources humaines (faire correspondre une liste de candidatures avec une offre d'emploi) ;
- **prédire** : on y reviendra quand on évoquera le secteur du bâtiment car c'est sans doute un axe majeur pour nos métiers, en matière de maintenance prédictive notamment ou de consommations d'énergie. On peut également citer l'usage de drones pour la surveillance d'infrastructures afin de permettre un suivi et transmettre des alertes le cas échéant ;
- **recommander** : en termes de marketing, ceux qui pratiquent Internet en voient les usages tous les jours (recommandations de livres, de séries, de vêtements, de voyages, d'équipements... selon leurs consommations passées) mais cela peut aussi concerner une individualisation des réponses en matière scolaire ;
- **aider à la décision** : les usages se révèlent multiples et vont de l'appui aux diagnostics médicaux jusqu'aux propositions du plus court chemin entre deux lieux, en passant par les analyses d'images satellitaires ou de données chimiques et biologiques (composition des sols) pour l'agriculture.

Dans cette catégorie, nous pourrions ajouter une fonction, celle de « piloter ». L'humain délègue la conduite à la voiture autonome par exemple.

Pour aller plus loin encore en matière d'illustration, regardons la portée concrète de l'IA dans six secteurs.

Dans l'aéronautique, Airbus utilise l'intelligence artificielle à des fins de reconnaissance de forme. « Apprendre à un système à reconnaître sur une photographie aérienne d'une zone maritime les différents navires présents peut servir, par exemple, à confronter l'emplacement des embarcations ainsi repérées aux signaux émis par les balises et à identifier des navires en perdition ou qui cherchent à se soustraire à la surveillance maritime. (...) Depuis quelques années, les progrès de ces techniques sont tels que la machine surpasse désormais l'humain pour la fiabilité de l'identification de navires parfois difficilement distinguables de nuages¹⁹. »

Dans l'automobile, on peut citer l'exemple du Groupe PSA en matière de maintenance prédictive. Ce secteur « connaît une phase de transformation profonde sous l'effet de l'utilisation de l'intelligence artificielle qui devient incontournable²⁰ ». [Les équipes d'experts PSA en intelligence artificielle ont mis en place du *machine learning* pour détecter les pannes en préventif. (...) Sur la base des essais de roulage réalisés en interne, il s'agit d'apprendre à reconnaître les défauts déjà identifiés dans nos référentiels. Le défaut est annoté pour identifier des « signaux faibles » anticipant un possible dysfonctionnement vu du client²¹.]

Dans le domaine de la santé, Nicholas Ayache, directeur de recherche à l'Inria, évoque une IA « au service d'une médecine aux 4P : plus précise, plus personnalisée, plus prédictive, plus préventive ». Selon lui, « l'objectif est de mieux soigner le patient en assistant le médecin sans le remplacer, et notamment sans remplacer ses qualités comme la compassion, la compréhension, la créativité, la conscience professionnelle et l'esprit critique, qui restent l'apanage de l'intelligence naturelle²² ».

Dans le domaine des services financiers (banque et assurance), un document de réflexion, publié en décembre 2018 par l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution (ACPR)²³, fait état des progrès réalisés en IA et dont tirent parti les acteurs financiers. Pour les auteurs, « des facteurs plus généraux favorisent en outre ces progrès ». Ils citent l'« attente des consommateurs, habitués à des services digitalisés de plus en plus rapides et ergonomiques ; une confiance accrue de ces derniers envers la technologie ; la maturité des solutions technologiques et des méthodes associées, notamment en matière de sécurité informatique et de méthode de travail agile ». Comme dans d'autres secteurs, la maîtrise de l'IA constitue un enjeu

- stratégique et les usages apparaissent multiples : mieux comprendre les besoins, améliorer la qualité des processus de détection du blanchiment, réaliser des économies d'échelle en automatisant certaines tâches répétitives, etc.

Le secteur de l'assurance se révèle également propice à l'usage de l'IA, à la fois parce qu'il dispose de grands volumes de données et qu'il s'appuie sur un certain nombre de tâches répétitives. La Fédération Française de l'Assurance a d'ailleurs lancé un groupe de travail IA en 2017. Les champs possibles d'utilisation de l'IA s'avèrent multiples : de la conception du produit à la relation client en passant par la gestion des sinistres. Ce sont des opportunités d'améliora-

tion de la connaissance des clients et de la capacité à apporter des réponses adaptées. Il s'agit également de viser de meilleures conditions de travail, grâce au *machine learning* pour les actions rébarbatives notamment. Chez Orange aussi, on parle désormais de « Direction de la Relation Client Augmentée²⁴ ».

En matière d'apprentissage, on peut citer les travaux de Pierre-Yves Oudeyer, notamment prix Inria – Académie des sciences du jeune chercheur 2018, qui s'est intéressé à l'intelligence artificielle pour comprendre l'intelligence humaine. Avec l'équipe du projet Flowers (lire encadré), il conduit un chantier de modélisation algorithmique de la motivation intrinsèque au service de l'apprentissage humain.

RENDRE LES ROBOTS CURIEUX?

« L'objectif de l'équipe Flowers (Inria et Ensta ParisTech) est de mettre au point et d'étudier des mécanismes qui permettent à des machines et à des robots d'apprendre des savoir-faire nouveaux pour pouvoir interagir dans des environnements physiques et sociaux initialement inconnus et changeants. L'approche consiste à extraire des concepts et des mécanismes de la psychologie développementale (Piaget, Vygotski, Berlyne, Gibson...), et de les importer dans des modèles robotiques opérationnels, de telle manière qu'un robot puisse explorer et apprendre des choses nouvelles de même que les enfants humains. Ainsi, Flowers s'inscrit dans le domaine émergent de la robotique développementale/épigénétique et de la cognition située et incarnée. L'hypothèse générale est qu'une telle approche peut aider à établir les fondations de nouveaux types de mécanismes permettant de rendre les robots beaucoup plus robustes quand ils sont face à des espaces inconnus et à des tâches que les ingénieurs qui les ont conçus ne connaissent pas à l'avance. Enfin, l'opérationnalisation et l'implémentation de théories en psychologie développementale fournissent en retour l'opportunité d'en tester leur cohérence interne. Parmi les principes développementaux qui caractérisent les en-

fants humains et peuvent être utilisés dans des robots développementaux, Flowers se focalise sur les trois principes suivants :

- l'exploration est progressive (...);
- les représentations internes sont en partie apprises et adaptatives (...);
- l'exploration peut être auto-guidée et/ou socialement guidée. »

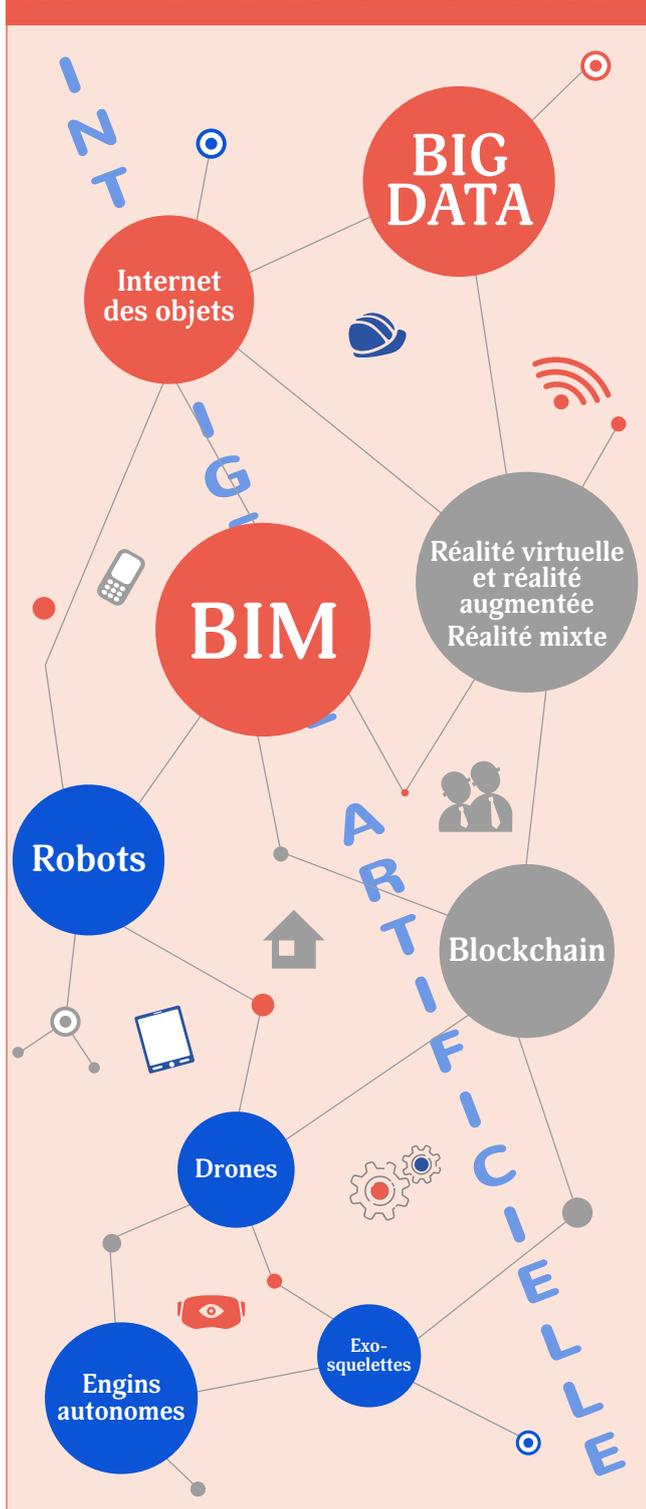
Source : site Internet de l'Inria,
<https://www.inria.fr/equipes/flowers>



L'outil IA pour le bâtiment

Les paragraphes précédents ont illustré les enjeux multiples et majeurs que peut recouvrir l'outil IA, au service de projets humains menés par des humains s'il fallait le rappeler.

LE BÂTIMENT ET LES SUPPORTS DE L'IA



Le bâtiment n'échappera pas à cette lame de fond même si, comme évoqué en deuxième partie, de nombreuses questions organisationnelles se posent. **Le spectre des impacts et des usages se révèle large**, de la filière tout entière aux seules entreprises, en passant par les chantiers. **L'IA constitue aussi une opportunité à saisir pour rendre attractifs les métiers du bâtiment** (changement de l'image et nouvelles façons de travailler) **et pour faire des entreprises des productrices conscientes de données, ces dernières ayant bien entendu de la valeur**²⁵.

De nombreux experts s'accordent à dire que les métiers du bâtiment et les processus mis en œuvre bénéficieront des apports de l'intelligence artificielle²⁶. Sans être exhaustive, la liste qui suit met en lumière de manière concrète des tâches dont la réalisation pourrait très probablement être accompagnée par de l'IA à moyen terme.

Conception / chantier

- Favoriser le développement de simulations à partir de données pré-implémentées ou de précédents cas d'usage, en intégrant les contraintes réglementaires (plans locaux d'urbanisme...);
- optimiser des plans (recollement, synthèse, facilitation de la constitution des Dossiers des Ouvrages Exécutés - DOE, grâce aux casques connectés, retraitement des nuages de points, création d'un double virtuel du bâtiment);
- améliorer la connaissance des sols et sous-sols (composition, réseaux...)²⁷;
- s'assurer, via des capteurs, que la formulation du béton a bien été conservée dans le temps;
- faciliter la réalisation de certaines opérations délicates ou dangereuses : aides à la précision à partir de lunettes connectées ou grâce à des robots qui pourraient intervenir sur des espaces présentant des risques (chantiers de désamiantage par exemple);
- faciliter la tâche des chefs de chantier qui, confrontés à une difficulté, pourraient interroger une IA (entraînée avec de nombreux cas d'usage et retours d'expérience) via un chatbot;
- mieux gérer les approvisionnements de chantiers;
- transcrire, par écrit et en direct, des comptes rendus de chantiers énoncés oralement;
- permettre de mieux maîtriser ou d'anticiper les aléas/risques de chantiers (temps, budgets, défaillances...) et, de manière plus générale, améliorer la

- coordination (ordonnancement, planning, chemin critique, recalage automatique...) des différents corps d'état;
- alerter lorsqu'un compagnon réalise un mauvais geste pour sa santé, ce qui réduirait les accidents du travail, ou le doter de chaussures connectées, notamment pour les travailleurs isolés (capacité à reconnaître des situations où la personne est en difficulté);
- inspecter des chantiers via des robots et des drones (détection de malfaçons, suivi de la progression des travaux);
- prédire des comportements de matières (dureté du béton), de pièces ou de points d'usure avec des capteurs vibratoires par exemple, et permettre une meilleure gestion de la maintenance d'équipements (maintenance prédictive ou proactive, voire automatisée à distance dans certains cas);
- prédire le volume quotidien de déchets sur un chantier;
- réduire les réserves à la livraison en travaillant sur les processus de coordination.

Exploitation / maintenance des bâtiments

- Grâce aux objets connectés, améliorer la qualité de l'air et le confort intérieur des locaux (logements, bureaux, entrepôts, bâtiments administratifs et équipements publics, locaux agricoles);
- mieux anticiper les pathologies du bâtiment et/ou le SAV, voire être en capacité d'analyser la sinistralité (analyse des données liées aux sinistres) et créer un outil de prévention des risques du bâtiment;
- optimiser la gestion des ressources (eau, air) et des énergies (gaz, fioul, bois, charbon, vapeur, électricité, énergies renouvelables).

Amont / besoins / chiffrages

- Mieux qualifier les besoins des clients potentiels et des demandes entrantes ou aider à la mise en place de configurateurs de devis (permettant également d'aller plus vite dans les réponses);
- gérer les réponses courantes aux clients (par exemple : confirmation de dates d'intervention, planning, relance de devis...);
- accompagner la prise de décisions (aider à réaliser des choix objectifs);

- rechercher et identifier les prospects (marketing ciblé);
- gérer des appels d'offres, grâce au NLP, en extrayant et classifiant des informations de documents;
- alerter en matière de facturation/finances et de comptabilité.

Gestion / talents / compétences

- En matière de ressources humaines, permettre de recruter les talents adaptés aux besoins;
- adapter les formations et fidéliser les personnels;
- reconnaître les pièces comptables, gérer des alertes;
- gérer les questions de maintenance interne à l'entreprise (par exemple : parcs de véhicules ou autres matériels);
- etc.

L'émergence de la commande vocale pourrait aussi révolutionner les pratiques : certains prédisent déjà qu'elle va conduire à la fin des interfaces graphiques pour certains usages (fin des modes d'emploi papier livrés avec les chaudières ou autres appareils électriques par exemple) et que des interactions seront possibles avec des objets sans avoir à recourir à des écrans de smartphone notamment.

Ces exemples montrent le large champ des possibles : l'IA constitue un facilitateur, un moyen à ajouter à la caisse à outils.

Les technologies de blockchain n'ont pas été évoquées jusqu'ici car il s'agit d'un sujet connexe. Mais elles vont également transformer le secteur, et les données sécurisées qu'elles généreront pourront s'intégrer aux flux mobilisables par l'IA (lire encadré ci-contre).

BLOCKCHAIN ET BÂTIMENT

Le CES (*Consumer Electronics Show*) de Las Vegas de janvier 2019 a confirmé le potentiel transformateur de la blockchain : au-delà des enjeux liés aux crypto-monnaies, elle ouvre la possibilité de réaliser des contrats sans tiers intermédiaire (rapidité des échanges, gains de temps et d'argent, décentralisation), même si la technologie n'apparaît pas encore mature. Elle tend à renouveler les rapports de transaction et de consommation. Dans le secteur de l'énergie par exemple, elle pourrait conduire à limiter le besoin d'intermédiaires, à gérer les échanges ou à mieux contrôler les quotas d'émissions et les certificats.

À noter qu'In'li (groupe Action Logement) a signé, le 20 décembre 2018, un contrat « blockchainé » pour la construction de 50 logements au Blanc-Mesnil, en Seine-Saint-Denis²⁸.

Dans un rapport de l'Assemblée nationale de décembre 2018²⁹, les auteurs indiquent que « le fonctionnement des blockchains paraît de nature à empêcher qu'un acteur tire une rémunération ou une "rente" de sa position d'intermédiaire entre consommateurs et fournisseurs. Ce modèle pourrait remettre en cause l'économie des plateformes numériques ». Selon eux, la blockchain « pourrait puissamment contribuer à l'émergence de l'Internet des objets ». Se pose ainsi la question de l'usage des données et de l'interconnexion des bases. La blockchain conforte par ailleurs les mouvements de dématérialisation et de simplification en matière d'actes administratifs (sont potentiellement concernés les autorisations ou permis de construire).



1. Extrait de la chronique de Jean-Marc Vittori, intitulée « Ne m'appelez plus jamais intelligence artificielle ! », publiée dans *Les Échos*, datés du 5 février 2019.
2. « Donner un sens à l'intelligence artificielle. Pour une stratégie nationale et européenne. », rapport de la mission parlementaire, du 8 septembre 2017 au 8 mars 2018, confiée à Cédric Villani, mathématicien et député de l'Essonne.
3. Jean-Claude Heudin précise que le terme « *Artificial Intelligence* » fut proposé pour la première fois par John McCarthy en 1955, professeur au MIT et l'un des pères fondateurs du domaine. Il rappelle toutefois que c'est un texte d'Alan Turing qui constitue le véritable acte de naissance de l'intelligence artificielle (*Computing Machinery and Intelligence, Turing, 1950*) et dans lequel il posait la question : « Est-ce que les machines peuvent penser ? » Source : *Intelligence artificielle – manuel de survie*, octobre 2017, Science eBook (ISBN 978-2-37743-001-7). <http://science-ebook.com>
4. L'objet de ce rapport n'est pas de décrire l'histoire de l'IA. Elle a largement été rédigée et commentée. Voir notamment l'e-book d'Olivier Ezratty accessible via son blog <https://www.oezratty.net/wordpress/2017/usages-intelligence-artificielle-ebook/>.
5. Vocabulaire de l'intelligence artificielle, voir annexe 4.
6. Avis du Comité économique et social européen sur « L'intelligence artificielle : anticiper ses impacts sur le travail pour assurer une transition équitable », publié au *JOUE* le 6 décembre 2018.
7. Article intitulé « Accompagner la dissémination de l'intelligence artificielle pour en tirer parti » et publié dans les *Annales des Mines, Enjeux numériques N° 1*, mars 2018.
8. *La plus belle histoire de l'intelligence. Des origines aux neurones artificiels : vers une nouvelle étape de l'évolution*, de Stanislas Dehaene, Yann Le Cun, Jacques Girardon, Éditions Robert Laffont, p. 153.
9. Yann Le Cun a créé le Center for Data Sciences à l'université de New York. Il est directeur du FAIR, le centre de recherche en IA de Facebook.
10. Dans le rapport Villani, un des points soulevés vise à « penser une IA moins consommatrice d'énergie ».
11. Pour une présentation complète des technologies, voir le chapitre 1 (« état de l'art technologique ») du rapport de février 2019, intitulé « Prospective. Intelligence artificielle – état de l'art et perspectives pour la France », présenté par le Pôle Interministériel de Prospective et d'Anticipation des Mutations Economiques (PIPAME), le Commissariat général à l'égalité des territoires, la Direction générale des entreprises et TECH IN France.
12. « Les usages de l'intelligence artificielle », par Olivier Ezratty, novembre 2018. E-book en ligne sur le site de l'auteur (<https://www.oezratty.net/wordpress/2018/usages-intelligence-artificielle-2018/>).
13. Rapport de l'Académie des technologies « Renouveau de l'Intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique », mars 2018.
14. Rapport d'information (n°279) fait au nom de la commission des affaires européennes sur la stratégie européenne pour l'intelligence artificielle, par MM. André Gattolin, Claude Kern, Cyril Pellevat et Pierre Ouzoulias, Sénateurs, enregistré à la Présidence du Sénat le 31 janvier 2019.
15. Rapport du Sénat cité.
16. Voir article sur le site *Le Figaro.fr*, Facebook qualifié de « gangster numérique » par les parlementaires britanniques, 18 février 2019, *Le Figaro.fr* avec AFP.
17. Rapport « Comment permettre à l'homme de garder la main ? Les enjeux éthiques des algorithmes et de l'intelligence artificielle. Synthèse du débat public animé par la CNIL dans le cadre de la mission de réflexion éthique confiée par la loi pour une République numérique », décembre 2017.
18. Voir l'article de Nicolas Six, publié le 26 octobre 2018 par le journal *Le Monde*, « Un tableau conçu par un programme d'intelligence artificielle adjudgé 432 500 dollars ».
19. Exemple mentionné par la CNIL dans son rapport de décembre 2017, déjà cité.
20. Publication CIGREF (association des grandes entreprises et administrations publiques françaises), octobre 2018. « L'intelligence artificielle en entreprise. Stratégies, gouvernances et challenges de la data intelligence ».
21. Yves Français (Innovation Project Manager), Matthieu Donain (AI Research engineer, Head of OpenLab AI), Guillaume Gruel (Head of Engineer & Quality Data Service), Groupe PSA, cités dans le rapport CIGREF précédemment mentionné.
22. Source : *Libération*, hors-série *L'IA au cœur de l'humain – comment l'intelligence artificielle change nos vies*, décembre 2018 - février 2019.
23. « Intelligence artificielle : enjeux pour le secteur financier. Document de réflexion », décembre 2018. Auteurs : Olivier Fliche, Su Yang – Pôle Fintech-Innovation, ACPR – Banque de France.
24. Programme AI France Summit, 19 février 2019.
25. Sous réserve de les analyser et de les utiliser.
26. À titre d'illustration, Clémentine Buton, Lexfinty, a cité quelques start-up IA dont on reprend ici certains noms en mentionnant des usages possibles : deepomatic (la reconnaissance visuelle au service des entreprises - tri des déchets, sécurité chantiers, maintenance prédictive...), Veesion (amélioration de la surveillance/sécurité grâce à la vidéo), Julie Desk (conversations automatiques, gestion des prises de rdv et de plannings), Aida-SwissLife (assistant vocal B to B au service des commerciaux de terrain), yseop (génération automatique de texte, « faire parler » les données...), ST life.augmented – STMicronics (IA dans un détecteur de mouvements), e.vone (la chaussure connectée).
27. Pour information, l'AI au service de la sismologie. Cf. article des *Échos* du lundi 18 février 2019, « De nouvelles découvertes secouent la sismologie », Paul Molga.

« Deux articles publiés dans la revue *Nature Geoscience* en décembre [2018] confirment son intérêt [de l'IA]. Le groupe de sept chercheurs du Los Alamos National Laboratory signataires de l'étude a eu une idée originale : entraîner un système d'apprentissage automatique *machine learning* à écouter une zone sismique pour y trouver les signes d'une activité future. (...) "Cette écoute nous a révélé le comportement intime de la faille et a permis de prévoir la déformation et le déplacement des plaques", résume Paul Johnson, un des auteurs de l'étude. Mais impossible encore de détecter des signes avant-coureurs de séismes, ni d'écrire leur équation. »
28. D'après le communiqué de presse de In'Li, le dossier original de 120 documents a été compacté en un document de seulement 7 pages grâce au système développé par ContractChain (start-up de l'In'Li Lab) qui authentifie et horodate les documents originaux sur la blockchain Bitcoin.
29. Dans le cadre d'une mission d'information présidée par Julien Aubert (LR), un rapport sur les chaînes de blocs a été présenté, en décembre 2018, par les députés Laure de La Raudière (UDI) et Jean-Michel Mis (LREM).



DEUX EXIGENCES PRÉALABLES POUR UNE MUTATION MAÎTRISÉE

Les rencontres avec les différents experts auditionnés lors de cette mission ont permis de mettre en lumière deux préalables fondamentaux pour réussir la mutation (l'orientation, l'intégration) vers l'IA : produire et maîtriser les données (de nombreuses questions perdurent sur ce point) et faire preuve d'une capacité au changement en matière d'organisation, pas uniquement au sein de chaque entreprise du bâtiment, mais sans doute au niveau de toute la filière.

Les données

Les premières structures à avoir utilisé l'IA sont celles qui disposaient de beaucoup de données : la poste, les télécommunications, les banques, les assurances, les sites de ventes..., sans parler de Google, fondé en 1998, ou de Facebook, créé en 2006, avec aujourd'hui plus de deux milliards d'utilisateurs, qui ont construit leur puissance sur ce nouvel or. Avec un nombre relativement restreint d'acteurs, les outils semblaient bien efficaces.

Dans le bâtiment, la question des données se révèle plus complexe pour trois raisons. De manière simplifiée :

- le secteur s'avère fragmenté (lire encadré ci-dessous) : il compte de nombreux métiers (donc d'intervenants) et près de 400 000 entreprises de toutes tailles en France métropolitaine ;
- les données d'un chantier ou de toute intervention n'apparaissent pas suffisamment organisées pour être structurées en l'état : sauf exception, elles sont au mieux classées dans un fichier Excel ;
- les données se révèlent rarement partagées, chacun gardant ses prérogatives sur son domaine d'activité ou peut-être, de manière plus prosaïque, n'y a-t-il pas de réelle demande de partage.

Toutefois, au moins deux facteurs viennent déjà bousculer les pratiques.

Le premier relève du BIM (Building Information Modeling/Model/Management), qui devient un support de transformation. Le BIM constitue un processus collaboratif s'articulant autour de bases de données qui doivent être complétées et mises à jour par chaque intervenant, au fur et à mesure de l'avancement du projet, sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment. Le BIM peut alors être défini comme un processus de création, de collecte et d'utilisation des données¹, voire de représentation des données décrivant le projet, ainsi que d'organisation des méthodes entre tous les acteurs. Il n'existe pas de différence a priori entre le neuf et l'existant, hormis le fait que, pour le second champ, les informations relatives au site et à l'environnement du projet apparaissent bien plus nombreuses et contraignantes. L'évolution des relevés par « nuages de points », plus précis dans le rendu et l'analyse, permet de dépasser cette dichotomie. L'intérêt de l'outil reste le même : capitaliser et partager l'information (géométrie, matériaux, signature numérique d'usage du bâtiment...). La maquette numérique constitue la mémoire du projet immobilier (traçabilité, sécurité...), d'où un lien évident avec l'exploitation et, en relation avec la thématique de l'IA, la maintenance prédictive.

LE BÂTIMENT EN CHIFFRES

En France métropolitaine, le bâtiment, en 2017 :

- compte 392 000 entreprises (dont 68 000 sous le régime de l'auto-entrepreneur ou de la microentreprise) ;
- rassemble 1 441 000 actifs, dont 1 069 000 salariés (727 000 dans le second œuvre et 342 000 dans le gros œuvre) et 372 000 artisans ;
- réalise 135 milliards d'euros HT de travaux.

Il équivaut à la moitié de l'industrie ou à deux fois les activités de banque et d'assurance.

Le bâtiment recouvre par ailleurs une diversité de métiers : agencement, amiante, carrelage-mosaïque, charpente-menuiserie parquets, construction immobilière, construction métallique, déconstruction-recyclage, échafaudage, enduits de façade, entreprises générales, enveloppe métallique du bâtiment, étanchéité, fermetures et stores, finitions, génie climatique-couverture et plomberie, gestion de l'énergie, installation électrique, isolation, joints et façades, maçonnerie-gros œuvre, menuiserie aluminium, métallerie, montage-levage, monuments historiques, photovoltaïque, plâtre-isolation, protection incendie, sols industriels, sols-résines, thermique industrielle, travaux en hauteur, verre-miroiterie...

Source : FFB.

Dans la continuité du Plan Transition Numérique dans le Bâtiment (PTNB), le Plan BIM 2022 a été signé le 15 novembre 2018 dans le cadre des Assises du logement. Doté d'un budget de 10 millions d'euros pour la modernisation de la filière, il vise à mettre à disposition des acteurs les éléments les plus ouverts possibles pour généraliser l'utilisation du numérique dans la construction d'ici à 2022.

On parle d'ailleurs également désormais du CIM (City Information Modeling), déclinaison à l'échelle urbaine du BIM (voirie, réseaux d'eau, d'énergies, de Wi-Fi, végétaux, gestion des eaux pluviales, gestion des déchets, mobilier urbain, bâtiments...). Il faut par ailleurs garder en tête que, globalement en France, en matière de logement, seul 1 % du parc est construit en moyenne chaque année. Les nouveaux écoquartiers ne doivent pas faire oublier le stock.

Le second facteur s'appuie sur le développement des objets connectés. On les voit apparaître sur les différents segments d'activité (compteurs et capteurs variés, serrures ou miroirs connectés, ampoules fonctionnant avec l'outil de reconnaissance vocale Alexa d'Amazon, etc.) et dans toutes les pièces de la maison ou des bureaux. Ce développement renvoie à deux questions : la première porte sur les services attendus (le bâtiment comme un service?). La seconde vise la donnée à proprement parler. Si aujourd'hui les professionnels du bâtiment posent ces capteurs, on peut se demander comment, demain, ils bénéficieront de la ressource que constitue la donnée ainsi récupérable, entre les grands groupes industriels, concepteurs des objets, et le client final.

On pourrait y ajouter, de manière connexe, un troisième facteur d'accélération : la transition écologique et énergétique qui vise une meilleure gestion des ressources naturelles et leur préservation. Le secteur du bâtiment est fortement impliqué dans la construction durable, par exemple au travers de l'expérimentation E+/C- (bâtiments neufs à énergie positive et à bas carbone), des travaux sur l'économie circulaire et des démarches visant une meilleure gestion des déchets. S'y ajoutent tous les enjeux de rénovation énergétique des bâtiments existants. De manière générale, les données constituent une opportunité pour la meilleure gestion des énergies et des matériaux notamment.

Derrière ces accélérateurs se cachent sept enjeux majeurs pour le secteur du bâtiment en matière de données :

- **la typologie des données** : de quelles données² parle-t-on ?
En effet, comme souligné par Maître Olivier de Maison Rouge³, « on pourra s'étonner de trouver la donnée être désignée en tant que telle dans de nombreux textes légaux, réglementaires et même normatifs sans que pour autant aucun n'en donne la définition ». La donnée acquiert de la valeur quand elle devient renseignement. Selon lui, « cette valeur acquise, la donnée-renseignement demeure cependant de libre parcours, à l'instar des idées, faute de protection légale associée ». Et pour passer de la donnée au renseignement, cela suppose trois conditions, résumées par la règle des trois V : volume, vitesse (capacité de calcul), variété ;
- **le foisonnement des données**, structurées ou non, analysées ou non à ce stade : face au potentiel qui s'ouvre, il s'agira de bien appréhender les besoins, les éléments utiles, le flux et le stock... ;
- **la structuration** : les entreprises sont-elles prêtes à travailler ensemble en matière de données ? Cet enjeu d'horizontalité et de coopération devient prégnant et derrière lui se cachent ceux de l'accès et de la gouvernance de la donnée, voire l'acceptabilité

par les usagers des technologies d'IA. Faut-il et/ou est-on en capacité de reconstituer des historiques par exemple ? Quelles données serait-on capable de récupérer aujourd'hui ? Question connexe : quelle capacité de stockage vu l'énergie nécessaire pour les serveurs ?

- **la fiabilité** : ce sujet de qualité paraît fondamental alors que le changement d'un seul pixel sur une photographie peut modifier du tout au tout la conclusion de la machine (exemples dits « adversariaux » avec des modifications ciblées : un panneau « stop » devient « vitesse limitée à 45 »). On peut aussi citer des « empoisonnements » pendant l'apprentissage ou les deep fakes (impostures profondes) comme la vidéo de synthèse recréant une intervention de Barack Obama ;
- **l'interopérabilité** : la profusion des systèmes ou d'objets sous différentes marques permettra-t-elle d'appréhender toute la chaîne sans rupture ? Ou souhaitez-vous la cloisonner volontairement ?
- **la créativité** : la modélisation se révélera-t-elle néfaste à la créativité ou, au contraire, une meilleure connaissance de l'ensemble de la chaîne sera-t-elle source de nouveautés ?
- **la cybersécurité** : comment s'organiser pour protéger les données ? Dans quel cadre juridique s'inscrit-on ? Quel contrôle des algorithmes ?

Dans d'autres pays européens, les mêmes questions se posent. Ainsi, l'Association Danoise de Construction (Dansk Byggeri) a rédigé un mémo sur les données. La FIEC (Fédération de l'Industrie Européenne de la Construction), dont la FFB est membre, travaille également à un document d'analyse de ces enjeux. En quelques mots, et à ce stade des réflexions, on peut citer les interrogations suivantes :

- comment assurer un égal accès à la donnée ?
- qui doit compiler les données ?
- comment gérer les données, notamment celles générées de manière automatique ?
- quels sont les fondamentaux pour construire la donnée ?

Ces réflexions posent systématiquement la question fondamentale de la qualité des données. Parmi les risques identifiés plus haut, celui lié à la fiabilité et aux biais, qui peuvent se révéler discriminants, s'avère majeur.

Parler de la donnée n'est pas un moyen de se détourner du sujet mais au contraire de se concentrer sur l'essentiel, car sans données, il n'y a pas d'IA. La conséquence majeure est que l'outil IA, s'il va à son terme, grâce aux données, conduira à un éclatement des frontières et à une interpénétration entre la fourniture-réalisation des travaux et l'offre de services. C'est de cette seconde mutation ou exigence dont nous allons parler maintenant.

L'organisation

Certes, le futur n'est pas écrit, mais la mutation, qui frappe à notre porte, impose de s'interroger sur les nouveaux modèles, les nouvelles tâches et les nouvelles formes d'organisation à mettre en œuvre, d'autant que des acteurs inattendus pourraient émerger dans le secteur du bâtiment, tout comme Airbnb et Booking ont transformé le secteur de l'hôtellerie. La disruption serait alors totale. La comparaison avec le domaine du livre paraît également éclairante. « Ce sera un peu comme à l'époque de l'apparition de l'Internet : au début, une librairie traditionnelle créait une page Web et se considérait comme une librairie en ligne – ce qu'elle n'était pas. Ce n'est que plus tard que des sites Web comme Amazon sont apparus⁴ ».

Pour paraphraser Jean de La Fontaine, on pourrait ainsi alerter sur la situation en écrivant : « Ils ne mouraient pas tous, mais tous étaient frappés⁵ » parce que l'IA va, sans équivoque, devenir une technologie banale, inscrite dans le quotidien. Selon Olivier Ezratty, « l'IA va très rapidement devenir une commodité. Dans quelques années, il n'y aura plus de marché de l'IA. Il se confondra avec celui de l'informatique et du numérique, tant dans le grand public que dans les entreprises. La question clé sera alors son adoption par l'ensemble des entreprises et bien moins dans la création d'une industrie numérique de l'IA où les jeux auront été faits. On parlera alors de rattrapage des TPE et des PME, comme on a dû le faire – et pas terminé – pour Internet⁶. »

En matière d'organisation – que ce soit pour le secteur en général ou pour les entreprises, deux sujets méritent donc d'être appréhendés aujourd'hui, même de manière brouillonne ou par petites touches opérationnelles : la formation et le décloisonnement des acteurs de notre filière.

La formation

En France, environ 2,5 millions d'enfants sont scolarisés en pré-élémentaire (maternelle) en 2017-2018. S'ils sont diplômés des écoles françaises dans quinze-vingt ans, c'est-à-dire en 2033-2038, ils passeront pratiquement toute leur vie professionnelle dans la seconde moitié du XXI^e siècle.

Il importe d'appréhender, dès maintenant et dans les années qui viennent, les mutations nécessaires des compétences en s'interrogeant régulièrement sur l'émergence de nouvelles tâches ou de leur revalorisation grâce à l'IA, au service des compagnons et des clients. La formation continue constituera également



un levier fondamental. Le CCCA-BTP⁷ a commencé à intégrer l'IA dans ses projets. À titre d'exemple, on peut citer celui visant à accompagner les apprenants dans leur parcours d'apprentissage (plus grande individualisation) et l'expérimentation dont l'objectif est d'accroître la sensibilisation des jeunes aux bons gestes et postures pour une meilleure prévention des risques (pour les apprentis volontaires, EPI – équipements de sécurité individuelle – connectés à une plateforme intégrant de l'IA pour une analyse prédictive des comportements).

Il conviendra par ailleurs d'anticiper dans certains cas le phénomène d'illectronisme qui commence à se développer, afin de ne laisser personne au bord du chemin.

Il ne s'agit pas de tomber dans une dramaturgie totale en faisant poindre l'avènement des robots qui remplaceraient tous les maçons. Il faut rappeler, comme on le lit souvent, que les experts-comptables n'ont pas disparu avec le déploiement des fichiers Excel. Loin des rapports ou articles alarmistes publiés régulièrement sur le sujet, Olivier Ezratty pointe la disparité des conclusions des travaux menés : « La destruction nette d'emplois liée à l'IA à l'horizon 2023-2025 se situe, selon les études, entre 6 % à 47 %, avec des prévisions qui suivent une tendance baissière, la principale prévision de 47 % datant de 2013 et celles de 6 % à 7 % datant de 2016. Plus récemment, des études ont même prévu un solde d'emploi positif à un horizon d'une douzaine d'années ! Ça donne une belle marge d'erreur et de manœuvre⁸ ! » Selon lui, d'une part, nombre d'études résultent d'enquêtes d'opinion, à considérer avec précaution, d'autre part, il est important de ne pas confondre métiers et tâches (certaines pouvant être intégralement automatisées ●●●)



- grâce à l'IA contrairement aux métiers à proprement parler).

Le décroisement

Les interactions vont s'imposer : on l'a vu, très probablement, en matière de partage de données, mais également entre acteurs – des artisans aux grands groupes – à travers l'horizontalité générée et d'éventuelles mutualisations. La donnée décroisse et, dans un secteur comme le bâtiment, qui fonctionne globalement en silos et de manière verticale, on peut imaginer des ruptures liées aux usages des locaux. **L'IA pénètre le secteur par les services. Le bâtiment sera obligé de penser en termes d'offres et de proposer de nouveaux services.** La transformation émergera des besoins des consommateurs et des maîtres d'ouvrage. La création de valeur viendra de l'interaction et de la capacité à y répondre, en ayant en ligne de mire les usages, et non les moyens. La technologie constitue un facilitateur.

Le secteur italien de la construction s'interroge de la même façon sur cette rupture. Parmi les six domaines d'innovation définis dans un rapport d'octobre 2018⁹, il est évoqué le passage d'une filière compétitive à une filière collaborative. La digitalisation, de manière générale, plus large que l'IA, est présentée comme l'agent principal du « changement dramatique » du business model que le secteur de la construction a commencé à vivre au XXI^e siècle¹⁰.

Le bâtiment deviendra-t-il un secteur de services? Comme on parle du VaaS (Vehicule as a Service), évoquera-t-on le BaaS (Building as a Service)? Au Consumer Electronics Show (CES) de Las Vegas en 2019, la notion d'« expérience client ou utilisateur » apparaissait partout dans un souci permanent d'in-

dividualisation des réponses aux besoins et d'adaptation des solutions de manière différenciée. Cette approche semble évidemment possible grâce à l'accessibilité croissante des objets connectés. Amazon, notamment, l'a très bien compris en développant son assistant vocal « Alexa » du réfrigérateur à la voiture en passant par les ampoules. Legrand l'a d'ailleurs intégré dans l'un de ses interrupteurs. La capture de valeur du groupe américain dans de nombreux champs (quid des données ainsi générées?) interroge.

1. Et gestion électronique des données (GED).
2. Olivier Ezratty indique que l'on distingue généralement trois types de données pour entraîner un système de machine learning et de deep learning : les données d'entraînement, les données de test et les données de production. Source : « Les usages de l'intelligence artificielle », édition 2018, Olivier Ezratty.
3. Avocat, docteur en droit.
4. Yang Qiang, expert international en IA et en exploitation de données, premier président chinois de l'International Joint Conferences on Artificial Intelligence (AAAI). Source : article intitulé « La quatrième révolution » et publié dans *Le Courrier de l'Unesco*, juillet septembre 2018.
5. Les animaux malades de la peste, dans *Les Fables*, de Jean de La Fontaine.
6. Les usages de l'intelligence artificielle, Olivier Ezratty, novembre 2018, page 415.
7. CCCA-BTP : association nationale, professionnelle et paritaire, chargée de mettre en œuvre et de coordonner la politique de formation professionnelle initiale par l'apprentissage aux métiers du bâtiment et des travaux publics.
8. « Les fumeuses prévisions sur le futur de l'emploi et l'IA », Olivier Ezratty, novembre 2018, <https://www.oezratty.net/wordpress/2018/fumeuses-previsions-futur-emploi-et-ia/>.
9. Rapport intitulé « L'innovazione nel sistema delle costruzioni in Italia 2018 », Cresme Ricerche et Federcostruzioni, octobre 2018.
10. *L'affermarsi e la maturazione delle tecnologie informatiche riconducibili alla definizione di BIM – building information modeling – può essere considerato l'agente principale del « drammatico cambiamento » del modello di business che il settore delle costruzioni ha cominciato a vivere nel XXI° secolo.*

LE BÂTIMENT DÉJÀ EN MOUVEMENT

24

Intelligence artificielle et bâtiment



Anticiper

Prendre en compte les mutations liées à l'IA apparaît d'autant plus crucial que certaines transformations technologiques ont pu échapper parfois... L'exemple, pourtant pas si vieux, du développement de l'Internet montre qu'il est difficile d'être visionnaire. Bien malin serait celui qui pourrait décrire, avec fermeté, le monde de 2040. En février 1994, Édouard Balladur, alors Premier ministre, confiait à Gérard Théry, ingénieur général des télécommunications, une mission sur le thème des « autoroutes de l'information », autrement dit d'Internet, et écrivait :

« De même que les technologies de l'informatique et des télécommunications ont, en leur temps, convergé pour produire ce qu'on a appelé la télématique, de même le monde des télécommunications et celui de l'audiovisuel sont-ils désormais appelés à s'interpénétrer. Le rôle des autoroutes de l'information sera ainsi de transporter simultanément voix, données et images jusqu'à l'utilisateur final. (...) »

Tout en participant activement à ce processus européen, notre pays doit, lui aussi, définir sa propre démarche. Il y est d'autant plus fondé qu'il dispose, grâce au Minitel, d'une expérience précieuse en matière de services télématiques de grande diffusion. Au-delà même du Minitel, le rôle d'entraînement que France

Télécom joue sur l'ensemble du secteur, par son effort de recherche-développement et ses investissements, mérite d'être souligné. »

Et dans leur rapport, les auteurs indiquaient¹ :

« Par sa large diffusion et son faible coût d'utilisation, Internet tend à s'imposer au reste du monde et pourrait devenir, après amélioration, le vecteur américain prioritaire des autoroutes de l'information, avec le bénéfice d'une implantation internationale et d'une avance concurrentielle en termes de services et d'équipements.

Cependant son mode de fonctionnement coopératif n'est pas conçu pour offrir des services commerciaux. Sa large ouverture à tous types d'utilisateurs et de services fait apparaître ses limites, notamment son inaptitude à offrir des services de qualité en temps réel de voix ou d'images.

(...) De plus il n'existe aucun moyen de facturation sur Internet, si ce n'est l'abonnement à un service, auquel on accède avec un mot de passe. Ce réseau est donc mal adapté à la fourniture de services commerciaux. Le chiffre d'affaires mondial sur les services qu'il engendre ne correspond qu'au douzième de celui du Minitel.

Les limites d'Internet démontrent ainsi qu'il ne saurait, dans le long terme, constituer à lui tout seul, le réseau d'autoroutes mondial. »



Sans jeter la pierre à ces auteurs, il convient de nous interroger sur la capacité de notre secteur, comme tout autre, à anticiper les mutations en cours ou au moins à s'interroger sur leur potentiel transformateur/disruptif en matière de métiers, processus et réalisations.

Quelques illustrations bien réelles doivent pousser le secteur à s'organiser : qui pensait qu'Airbnb offrirait plus de chambres que de grandes chaînes d'hôtellerie dans le monde ? Qui envisageait d'écouter la radio sur son smartphone, sur sa télévision ou sur son ordinateur ou que l'on parlerait d'unimédia alors que l'industrie des médias était organisée en silos clairement définis et que l'ordinateur des années 1960 ne comportait pas d'écran ? Qui imaginait la faillite d'une entreprise solidement installée comme Kodak ?

Ces exemples doivent interpeller, ne rien faire serait subir. Cela passe par six axes d'accompagnement à la conduite du changement :

- se tourner plus encore vers les écosystèmes locaux et les entreprises qui ont commencé à intégrer ce virage pour apprendre de leur démarche ;
- accompagner particulièrement celles qui s'interrogent ;
- anticiper les enjeux pour les entreprises de toutes tailles ;
- imaginer des liens avec le monde de la recherche et des formations universitaires ;
- favoriser les expérimentations ;
- se préparer en facilitant la pluridisciplinarité.

La transformation passera également par les entreprises elles-mêmes, des artisans aux grands groupes. C'est l'un des grands défis de la révolution numérique actuelle, alors que tous ne ressortent pas au même niveau d'intégration des outils et que le chemin peut prendre du temps. Dans son « Guide pratique de l'intelligence artificielle dans l'entreprise. Anticiper les transformations, mettre en place des solutions »², Stéphane Roder invite à s'interroger sur le rôle des acteurs internes à l'entreprise. Même si le schéma ne s'applique pas aux très petites structures, on peut reprendre ici les catégories qu'il définit pour mettre en lumière l'approche métiers : le visionnaire, le **révélateur (les métiers qui vont proposer des utilisations faisant sens dans le quotidien)**, l'utilisateur (qui doit être en mesure d'accepter ce que l'IA va lui apporter, son rôle est essentiel dans l'expression du besoin), les dirigeants et le comité de direction, le responsable de la transformation digitale (mission de change management) et le Directeur des Systèmes d'information (DSI) car l'ensemble de l'outil SI doit rester cohérent et fiable.

À ce stade, il faut toutefois signaler que la mission n'a pas cherché à chiffrer précisément le coût des muta-

tions, difficile à évaluer de manière générique tant les actions se révèlent multiples et nécessairement spécifiques à chaque structure (ressources internes ou mission externe), sachant que, comme pour tout lancement de projet, l'enjeu reste le ROI (acronyme de « return on investment » ou retour sur investissement en français). On peut toutefois indiquer que, selon Jean-Patrice Glafkidès, fondateur de Datavaloris, le coût d'une mission confiée à un prestataire dépend de la complexité du sujet à traiter, de la qualité des données disponibles (pertinence, représentativité et quantité), du coût d'apprentissage de l'IA et de la capacité de définir un prototype industrialisable. Les montants vont de 10 000-30 000 euros à plusieurs millions d'euros en phase d'industrialisation, voire bien plus. Un prototype peut coûter entre 50 000 et 500 000 euros, c'est en fonction du gain attendu qu'il faut réfléchir à se lancer dans ce type de démarche³.

Aurélien Verleyen, cofondateur de Dataswati, confirme que la précision du calcul peut coûter cher mais qu'elle reste à définir en fonction du besoin et de l'écart dans la mesure. Selon lui, il faut être pragmatique et étudier les différentes options possibles, priorisées par ROI et faisabilité. La démarche peut se construire par étapes (un premier test pour une mise en œuvre rapide, puis des compléments ultérieurs).

À titre d'illustration, un projet d'IA avait été envisagé pour « aider la relation commerciale » d'une entreprise (il n'a toutefois pas abouti). Un prestataire évaluait la mission à près de 40 000 euros à réaliser sur huit mois environ. Quatre phases étaient envisagées : le recueil d'informations (processus, difficultés...), l'audit (scénarios possibles), le prototypage de la solution et l'industrialisation (déploiement).

Ces mutations ne seront toutefois possibles qu'à deux conditions. La première est une condition-clé, elle concerne la qualité de l'infrastructure numérique (le réseau) sur tout le territoire au risque que les entreprises subissent une réelle fracture numérique (après l'eau, le gaz et l'électricité, le numérique constitue un nouveau « fluide »). La seconde relève plus d'un souhait, elle vise la prise en compte du secteur du bâtiment dans les appels à projet « innovation » lancés par les différents ministères et dont les TPE-PME ne sont que rarement, voire jamais, la cible. Un lien ou partenariat pourrait être envisagé avec les universités et grandes écoles, voire avec l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), dans un objectif à la fois d'opérationnalité et d'effet levier.

Par ailleurs, Il est important que les entreprises puissent disposer d'un véritable accompagnement dans leur démarche de transition numérique avec également le financement de la formation des compagnons. L'environnement législatif doit être facilitateur.

Se préparer juridiquement ?

Les questions juridiques renvoient fortement aux craintes générées par l'IA. En matière de risques, **trois enjeux se dessinent** pour le secteur du bâtiment.

LA RESPONSABILITÉ DU FAIT DE L'IA :



qui est responsable en cas de faille ou piratage de l'outil IA ou du dommage qui en résulterait (par exemple, un mauvais diagnostic énergétique entraînant une surchauffe et une panne prématurée de la chaudière)? Le concepteur, le fabricant, le vendeur, l'installateur (qui risque d'être considéré comme un incorporateur), l'utilisateur/propriétaire, l'exploitant, l'IA elle-même? On peut imaginer qu'en cas de défaillance, une expertise permettra de déterminer les différentes responsabilités.

Dans ce nouveau contexte, se pose la question du régime juridique actuel : est-il suffisant? Tout dépend de la conception/perception de l'IA que l'on retient : la considérer comme une chose soumise au régime de la responsabilité du fait des choses ou des produits défectueux (système solidaire?), ou comme « plus qu'une chose », dans quel cas le régime de responsabilité des commettants du fait de leurs préposés pourrait trouver à s'appliquer. Intégrée au bâtiment (capteurs, domotique, assistance), l'IA risque de poser la question de la responsabilité des constructeurs, en particulier en application du régime décennal. Si ces différentes pistes semblent suffisantes pour l'IA faible, l'IA forte quant à elle impliquera nécessairement une nouvelle réflexion. En intégrant cette acception, on voit déjà émerger un droit des robots : le Parlement européen envisage la création à terme d'une « personne électronique responsable ». Accorder une personnalité juridique à l'IA imposerait alors de lui accorder non seulement des droits et des devoirs (qu'elle puisse exercer seule et pour elle-même) mais également un patrimoine⁴. Ces questions de responsabilités auront nécessairement des conséquences en matière d'assurance.

LES QUESTIONS ÉTHIQUES :



L'UE développe une troisième voie par rapport à la Chine et aux États-Unis. La Commission européenne insiste en effet sur l'éthique et la fiabilité des systèmes d'IA (bienfaisance/non-malfaisance, autonomie, justice, transparence). Le rapport Villani consacrait également toute une partie à cette question : « quelle éthique de l'IA? » et proposait de créer un comité éthique de l'IA.

Les inégalités en matière d'expertise technologique ont déjà été évoquées : elles pourraient engendrer de fortes asymétries entre pays. Le risque de fuite de données vers des prestataires américains en constitue un exemple. Le gouvernement américain a promulgué le 23 mars 2018 le *Cloud Act (Clarifying Lawful Overseas Use of Data Act*, « loi clarifiant l'usage légal des données hors des États-Unis », qui lui octroie la possibilité d'accéder aux données hébergées sur les serveurs des fournisseurs américains de Cloud. Cette législation semble entrer en confrontation directe avec les principes du RGPD (règlement général de protection des données), notamment l'article 48 sur les « Transferts ou divulgations non autorisés par le droit de l'Union » qui dispose que « Toute décision d'une juridiction ou d'une autorité administrative d'un pays tiers exigeant d'un responsable du traitement ou d'un sous-traitant qu'il transfère ou divulgue des données à caractère personnel ne peut être reconnue ou rendue exécutoire de quelque manière que ce soit qu'à la condition qu'elle soit fondée sur un accord international (...) ».

Il faut néanmoins noter que le RGPD a ouvert la voie à des textes similaires aux États-Unis, en particulier en Californie : « L'État le plus peuplé du pays, celui de la Silicon Valley et berceau historique de la high-tech, s'est ainsi doté d'une loi sur la protection de la vie privée malgré les protestations et les campagnes de lobbying menées par les GAFAs », comme le soulignait l'*Opinion*⁵. « Le texte donne surtout le droit aux utilisateurs de refuser toute vente de leurs informations à des tiers, sans conséquences sur l'accès ou sur la qualité des services proposés. »



À titre d'illustration des questions posées notamment sur la notion de prédiction et d'impact algorithmique décisionnel sur la vie publique ou privée, on peut citer cet extrait de l'émission *La Méthode scientifique* diffusée le 5 décembre 2018 sur France Culture : « Est-il possible d'arrêter un futur criminel avant qu'il ne passe à l'acte? De prévoir le crime, pour empêcher qu'il ne se réalise? C'est ce qu'avait imaginé l'écrivain Philip K. Dick dans sa nouvelle *Minority Report*, publiée en 1956. Le film qu'en a tiré Spielberg, bien des années plus tard, a donné une renommée mondiale à cette police prompte à dégainer la boule de cristal. Aujourd'hui, les logiciels de prédiction de la criminalité sont devenus une réalité, particulièrement aux États-Unis. Mais cela ne va pas sans poser d'épineuses questions éthiques, juridiques et technologiques. » D'autant que l'on a évoqué précédemment le danger des biais.

Dans le bâtiment, on peut imaginer un assureur refusant de couvrir une entreprise sur la base d'une approche prédictive, un donneur d'ordres refusant d'accorder un marché pour les mêmes raisons...

Cathy O'Neil, auteure de *Algorithmes : la bombe à retardement*⁶, répondait à une question concernant les algorithmes toxiques⁷ et pointait **le risque d'érosion de notre concept de vérité**. « C'est pour ça que nous avons besoin de plus de transparence », disait-elle (...) « On ne sait pas comment expliciter ce qu'est un bon professeur, on ne peut pas définir ce qui va faire d'un candidat un bon salarié, ni trouver des critères objectifs pour déterminer la qualité d'une université. Et on ne veut pas vraiment y réfléchir. On va donc appliquer des algorithmes qui vont se contenter de reproduire des pratiques passées en y intégrant des données multiples. Et on va affirmer de manière unilatérale que ça marche parfaitement. Ces algorithmes créent finalement leur propre réalité et les données utilisées en deviennent le socle. C'est de fait une opération de blanchiment des données. »

LA GESTION DES DONNÉES :



les bâtiments constituent des sources importantes de données. **Quatre risques apparaissent : la perte de la maîtrise de ces données, la non-interopérabilité des systèmes, les cyberattaques et la fiabilité du cloud**, bien que, même dans les secteurs les plus en pointe, une part des données est aujourd'hui stockée dans le cloud.

Certaines pratiques en matière de « monnayage des données » peuvent par ailleurs interroger comme Facebook, qui rémunère des utilisateurs pour accéder aux données de leur téléphone⁸.

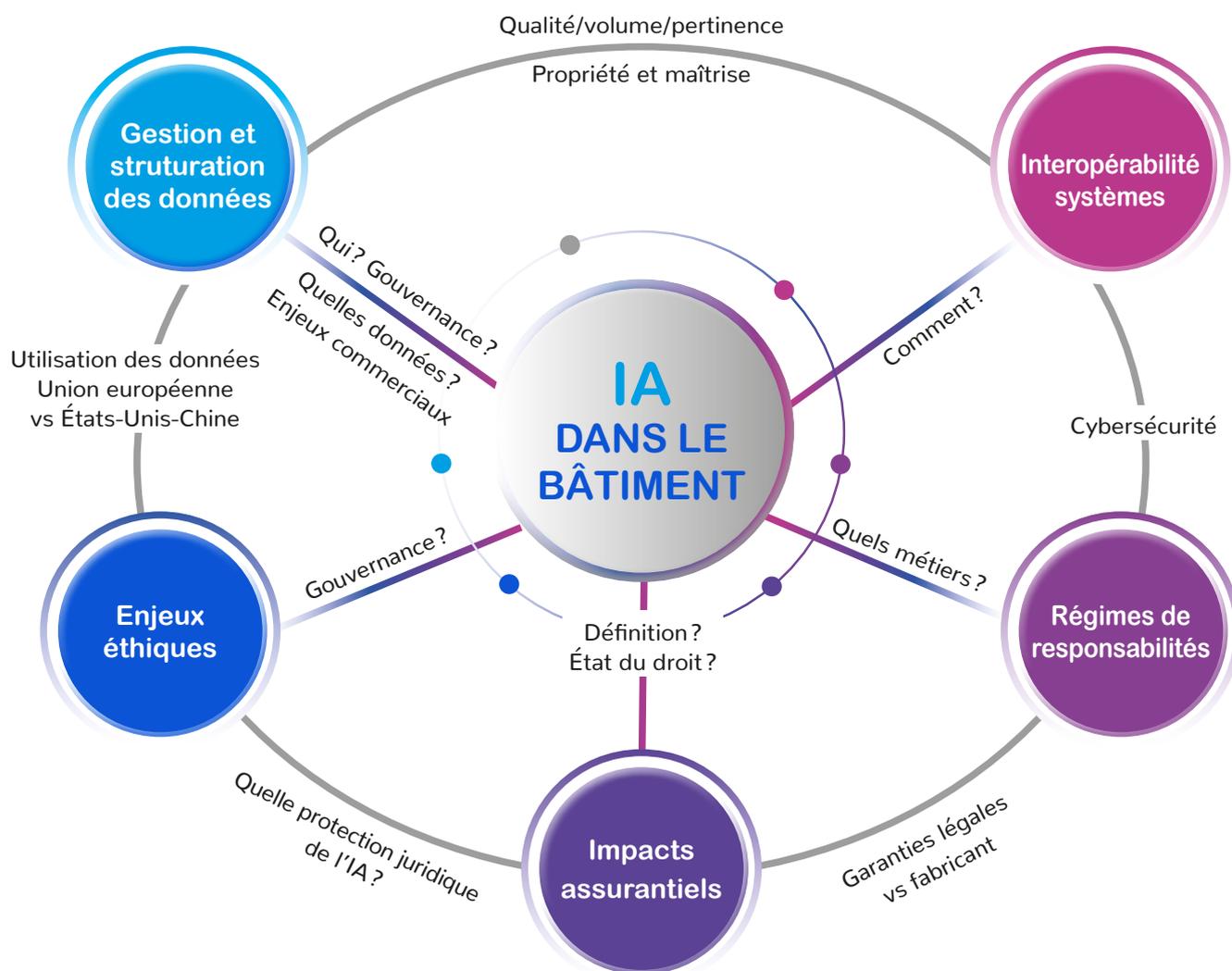
La CNIL, sans cibler le bâtiment, identifie trois cas d'utilisation des données dans le cadre de packs de conformité qu'elle a mis en ligne :

- IN-IN : il n'y a que l'utilisateur qui en a la maîtrise ;
- IN-OUT : données transmises à un prestataire, sans action sur le bâtiment ;
- IN-OUT-IN : pilotage automatique à distance.

La question s'avère essentielle pour les entreprises du bâtiment qui vont notamment installer ces objets.

LES DONNÉES DANS LE BÂTIMENT, QUESTIONS ET ENJEUX

Ce schéma reprend quelques questions majeures.

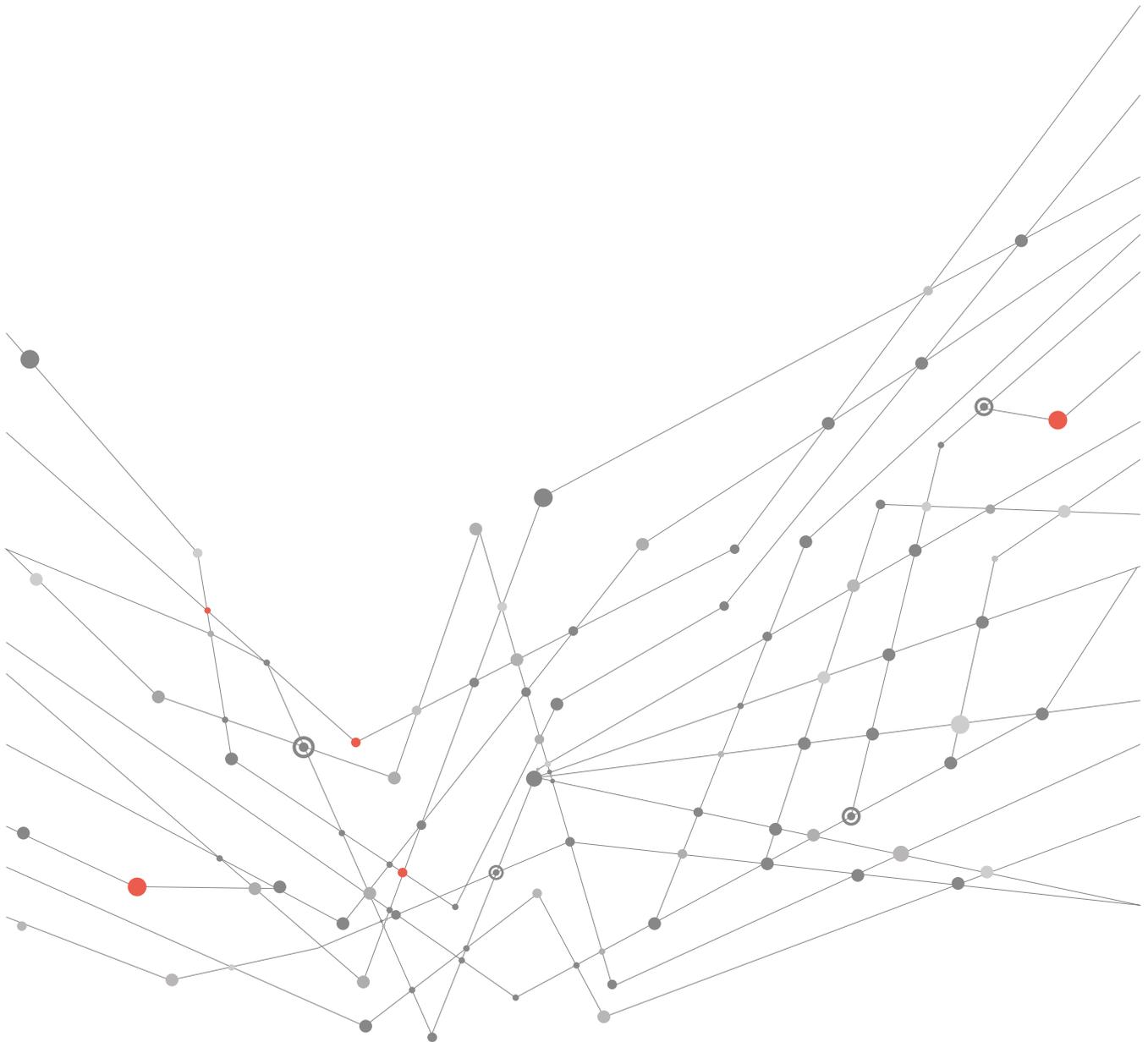


Cette représentation schématique montre à quel point les questions sont nombreuses. Elles ne pourront être traitées qu'au cas par cas quand les projets commenceront à utiliser pleinement l'IA dans le secteur du bâtiment. Aussi, ce dernier n'échappera pas à une réflexion collective, voire en lien avec l'ensemble de la filière.

On ne s'attarde pas ici sur les questions liées à la vie privée ni à la démocratie, certains commençant à lancer des alertes. On peut citer Jean-Gabriel Ganascia, professeur d'informatique à l'université Paris-Sorbonne et président du comité d'éthique du CNRS,

qui répond⁹ à la question des géants du numérique qui seraient en train de rogner les prérogatives de l'État : « Je pense en effet qu'ils souhaitent assumer certaines des prérogatives régaliennes. La sécurité intérieure via la reconnaissance faciale par exemple. Là où les États sont très réglementés sur le sujet, les entreprises du numérique ont déjà dans leurs bases de données nos visages. (...) Ces acteurs pensent dans une certaine mesure que les États ont une grille de lecture dépassée, et ils savent qu'ils n'ont pas besoin que l'on vote pour eux. » Shoshana Zuboff, professeur émérite à Harvard, parle d'ailleurs de « l'âge du capitalisme de surveillance ».

1. Rapport au Premier ministre « Les autoroutes de l'information », par Gérard Théry. Rapporteurs de la mission Alain Bonnafé et Michel Guieysse. La lettre d'Édouard Balladur qui a lancé cette mission date du 28 février 1994.
2. Éditions Eyrolles.
3. Datavaloris identifie trois causes majeures de l'échec de la mise en place d'un projet d'IA : la définition du besoin, des données insuffisantes et/ou incomplètes et donc une simulation incorrecte, un modèle inefficace. Datavaloris indique que les projets en IA dépassent rarement le stade de prototype aujourd'hui pour une de ces raisons.
4. Alain Bensoussan, avocat, a écrit une charte des robots dans laquelle il indique que « l'utilisateur du robot est présumé responsable des agissements du robot sauf preuve contraire » (article 6) et que les « robots doivent être assurés pour les conséquences dommageables dont ils pourraient être à l'origine auprès d'une compagnie d'assurance notoirement solvable » (article 8).
À noter qu'en 1942, Isaac Asimov évoquait déjà les trois lois de la robotique :
 - un robot ne peut blesser un être humain ni, par son inaction, permettre qu'un humain soit blessé;
 - un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la Première Loi;
 - un robot doit protéger sa propre existence aussi longtemps qu'une telle protection n'est pas en contradiction avec la Première et/ou la Deuxième Loi.
5. « Commerce des données : la prise de conscience tardive des États-Unis », Raphaël Proust, 1^{er} mars 2019, L'Opinion.
6. Les Arènes Éditions, novembre 2018.
7. Interview publiée dans Libération le 17 novembre 2018.
8. « Facebook paie des adolescents pour exploiter les données de leur smartphone », Le Figaro.fr, Lucie Ronfaut, 7 février 2019.
9. Interview publiée dans L'Opinion, « Réseaux sociaux : "C'est la vie publique, pas la vie privée, qui disparaît" », Océane Herrero, 1^{er} mars 2019.



Quatre cas concrets à titre d'illustration

**PAGE RÉSERVÉE
AUX ADHÉRENTS**

**PAGE RÉSERVÉE
AUX ADHÉRENTS**

**PAGE RÉSERVÉE
AUX ADHÉRENTS**

**PAGE RÉSERVÉE
AUX ADHÉRENTS**

Ces cas d'usage montrent à quel point le champ d'application de l'intelligence artificielle est ouvert. Ils confirment surtout que l'IA est un outil qui doit s'envisager au service de projets dans un souci permanent, pour les entreprises, d'efficience et d'amélioration de leur productivité.

L'IA pénètre le secteur par les services et la transformation émergera des besoins des consommateurs et des maîtres d'ouvrage. La création de valeur viendra de l'interaction et de la capacité à y répondre, en ayant en ligne de mire les usages, et non les moyens (avec peut-être, in fine, des outils permettant des mutations fonctionnelles et des nouveaux services ou métiers, nouveaux relais de croissance?).

La technologie constitue un facilitateur et il s'agit de s'interroger sur les mutualisations possibles (notion de communauté qui se développe), vu la diversité du tissu économique du secteur du bâtiment. Il est par ailleurs fondamental de permettre un véritable accompagnement des entreprises dans leur démarche de transition numérique en intégrant la formation des compagnons.

Au terme de cet important travail, la FFB se doit de mettre en place une veille active au service des entreprises sur les territoires. Elle va s'engager également en matière d'expérimentation.



Annexe 1

Liste des personnes rencontrées

- **Kathleen Agbo**, Délégation générale à l'emploi et à la formation professionnelle (ministère du Travail)
- **Clément Auguy et Filia Filippou**, Quantmetry
- **Jérôme Balmes**, Fédération Française de l'Assurance (FFA)
- **Patrick Bertrand**, Holnest
- **Bruno Bonnell**, député du Rhône
- **Éric Bothorel**, député des Côtes-d'Armor
- **Jean-Philippe Bourgoïn**, cabinet de Frédérique Vidal, ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation
- **Bertrand Braunschweig**¹, Inria
- **Alain Bravo**, Académie des technologies
- **Clémentine Buton**, Lexfinty
- **Jean-François Copé**², maire de Meaux, président de la Communauté d'Agglomération du Pays de Meaux
- **Olivier Cottet**, Schneider Electric
- **Denis Delclos**, Sapeurs-pompiers de Paris
- **Guillaume Devauchelle**, Valeo
- **Delphine Eyraud**, Gimélec
- **Olivier Ezratty**, auteur et consultant
- **Bruno Fies**, CSTB
- **Jean-Patrice Glafkides**, Datavaloris
- **Philippe Ivon**, cabinet de Muriel Penicaud, ministre du Travail
- **Cécile Jolas**, plateforme Tipee
- **Laure de La Raudière**, députée d'Eure-et-Loir
- **Frédéric Lassara**, Rcup
- **Éric Leandri**, Qwant
- **Quentin Martin-Laval**, PRO-BTP
- **Olivier Masseron**, Legrand
- **Camille Messelet**, Direction générale des entreprises (ministère de l'Économie et des Finances)
- **Sébastien Meunier**, ABB France
- **Bastien Minotte**, Legrand
- **Emmanuel Olivier**, Ubiant
- **Maître Olivier de Maison Rouge**, avocat, docteur en droit
- **Éric Page**, e-novACT
- **Bertrand Pailhes**³, Direction Interministérielle du Numérique et du Système d'Information et de Communication (DINSIC)
- **Paul Pechenart**, Dassault Systèmes
- **Jacques Perrochat**, Schneider Electric
- **Grégoire Postel-Vinay**, Direction générale des entreprises (ministère de l'Économie et des Finances)
- **Frédéric Precioso**, Agence Nationale de la Recherche (ANR)
- **Joseph Puzo**, Axon câble&interconnectique
- **Marc Schoenauer**, Inria
- **Dominique Sciamma**, strate, école de design
- **Milie Taing**, Lili.ai
- **Aurélien Verleyen**, Dataswati
- **Cédric Villani**, mathématicien et député de l'Essonne
- **Denis Weiss**, Docaposte

Annexe 2

Membres du groupe de travail FFB sur l'IA

Cette mission, confiée par le **Président Jacques Chanut**, a été présidée par **Alain Piquet**, président de la FFB Normandie et d'e-btp. Elle a été conduite par **Claire Guidi**, chef du service des études économiques de la FFB. Le groupe de travail a réuni les membres suivants. Que leur forte implication, dans un calendrier très serré, en soit ici remerciée.

- **Mériadec Aulanier**, délégué général, GCCP – Syndicat des entreprises de Génie Climatique et de Couverture Plomberie
- **Julien Beideler**, secrétaire général, UMGO-FFB
- **Olivier Bizot**, président Isoferm (FFB 13)
- **Nicolas Chabrand**, président, Ragoucy – entreprise générale de bâtiment (FFB 05, FFB PACA)
- **Jérôme Cohade**, président, Plébac – couverture-bardage-étanchéité (FFB 33, FFB Nouvelle-Aquitaine)
- **Patrick Debelut**, Chargé de mission aux affaires techniques, CSEEE – Chambre Syndicale des Entreprises d'Équipement Électrique de Paris et sa région
- **Myriam Diallo**, responsable des questions internationales, FFB
- **Laure Ducoulombier**, responsable de la chaire Construction 4.0, Bouygues Construction (EGF.BTP)
- **Adel Guediri**, ingénieur, FFIE – Fédération Française des Entreprises de Génie Électrique et Énergétique
- **Béatrice Guenard-Salaün**, directrice des affaires juridiques et fiscales, FFB
- **Martine Laruz**, présidente, Groupe Isore (FFB 53)
- **Nicolas Lebon**, secrétaire général, FFB Bretagne
- **Bénédicte Lefèvre**, chargée d'études, Animation territoriale et réseau, FFB
- **Karine Levêque-Boisdon**, présidente, Atreal – bâtiment-génie civil-assistance technique et réalisation (FFB 13)
- **David Maciejewski**, président, Groupe Boréal (FFB Grand Paris, Groupe Jeunes dirigeants)
- **Sylvain Massonneau**, directeur général, Tradimaisons (LCA-FFB)
- **Cécile Mazaud**, présidente, Mazaud Entreprise (FFB 69, Groupe Jeunes Dirigeants)
- **Lior Monfray**, ingénieur BIM et innovation, FFB
- **Yasaman Montesinos**, juriste droit des affaires, FFB
- **Christine Petiteau**, cogérante, Entreprise Petiteau (FFB 49, présidente du Groupe Femmes Dirigeantes)
- **Jean Ramirez**, président, Largier Technologie (FFB 07-26)
- **Daniel Ridoret**, PDG, Groupe Ridoret
- **Stéphane Sansinena**, secrétaire général, FFB Aude
- **Julie Verrecchia**, responsable technique, FFB Groupement Actibaie

1. Directeur, coordination du programme national de recherche en IA.
2. Auteur du livre avec Laurent Alexandre, « L'IA va-t-elle tuer aussi la démocratie? », édition JC Lattès

3. Coordonnateur national pour la stratégie d'intelligence artificielle.

Annexe 3

Plan européen sur l'IA

Dans la continuité de sa stratégie sur l'intelligence artificielle d'avril 2018, la Commission européenne a présenté, le 7 décembre 2018, une proposition de « Plan coordonné pour le développement et l'utilisation de l'intelligence artificielle "made in Europe" », qui détermine les actions que doivent engager conjointement l'Union européenne et les États membres pour renforcer l'investissement dans ce domaine.

Ainsi, les États membres doivent mettre en place des stratégies nationales en matière d'IA, à présenter d'ici mi-2019. Cinq États (Allemagne, France, Finlande, Royaume-Uni et Suède) ont adopté leur stratégie dédiée et cinq autres (Danemark, Irlande, Luxembourg, Norvège et Pays-Bas) se sont orientés vers une stratégie de transformation numérique, dont l'IA fait partie intégrante.

Du point de vue financier, l'objectif de la Commission européenne est de mobiliser 20 milliards d'euros d'investissements publics et privés par an pendant dix ans dans l'intelligence artificielle. Dans un premier temps, 1,5 milliard d'euros issus du programme européen « Horizon 2020 », dédié à la recherche et l'innovation, y seront consacrés pour la période 2018-2020. Ensuite, la Commission prévoit d'affecter un milliard d'euros par an à l'IA entre 2021 et 2027 via « Horizon Europe » (successeur d'Horizon 2020) et le programme pour une Europe numérique⁴.

Le Fonds européen d'investissement stratégique ainsi que les fonds structurels européens (cf. FEDER et FSE) pour la période 2021-2027 seront également mobilisés pour financer des projets en IA. Les budgets dédiés ne sont pas encore finalisés.

À ces financements européens, s'additionneront les budgets nationaux qui seront consacrés à l'IA ainsi que les investissements privés.

Outre l'aspect financier, le plan coordonné européen présente plusieurs volets d'actions stratégiques et de coordination, parmi lesquels on relève :

- la création d'un Conseil européen de l'innovation, doté d'un budget de 100 millions d'euros pour 2019-2020 ;
- la mise en réseau des centres européens d'excellence pour favoriser la coopération entre les équipes de recherche européennes, le développement de projets pilotes et d'expérimentations, ainsi que la mise en place de pôles d'innovation numérique (guichets uniques pour les entreprises et services publics facilitant l'accès aux technologies, aux essais, à une assistance technique ainsi qu'à des conseils sur les financements) ;
- l'adaptation des programmes d'apprentissage, des systèmes éducatifs et de formation ;



- la création d'un espace européen des données afin d'identifier, de répertorier, de mettre à disposition et de maximiser l'interopérabilité des données disponibles, notamment celles du secteur public, pour entraîner l'IA ;
- la mise en place d'un cadre juridique propice à l'innovation, qui intègre l'éthique dès la conception et garantit la cybersécurité. À cette fin, différents groupes d'experts doivent élaborer des lignes directrices ou des recommandations au regard de :
 - l'éthique⁵ ;
 - la mise en œuvre de la directive sur la responsabilité du fait des produits ;
 - les questions réglementaires liées à l'IA, telles que l'accès aux données, la publicité en ligne et le rôle des algorithmes dans l'environnement des plateformes numériques ;
 - l'incidence de la transformation numérique sur les marchés du travail.
- l'optimisation des investissements au travers de partenariats (cf. PPP), ainsi que l'identification et l'investissement dans des start-up et des blockchains ;
- la mise à profit de l'IA dans le secteur public pour améliorer sa qualité, son efficacité et son efficacité ;
- le développement de la coopération internationale, pour élaborer conjointement des normes internationales, renforcer les concertations bilatérales et contribuer à la politique de développement.

Pour des raisons d'intérêt public, certains secteurs sont ciblés prioritairement par ce plan coordonné : la santé, les transports et la mobilité, la sûreté, la sécurité et l'énergie. L'industrie manufacturière et les services financiers sont également considérés comme prioritaires.

Ce plan coordonné, prévu pour perdurer jusqu'en 2027, fera l'objet d'une révision annuelle et, si nécessaire, d'une actualisation.

4. Nouveau programme proposé par la Commission européenne pour 2021-2027, doté de 9,2 milliards d'euros (budget non définitif), qui vise à renforcer l'investissement en Europe dans la transformation numérique. Il interviendra dans les domaines suivants : supercalculateurs, IA, cybersécurité et confiance, compétences

numériques et garantie d'une large utilisation des technologies numériques dans tous les secteurs de l'économie et de la société.

5. Projet de lignes directrices du groupe d'experts de haut niveau sur l'IA présenté le 18 décembre 2018.

Annexe 4

Glossaire

Apprentissage automatique ou apprentissage machine

Définition : processus par lequel un algorithme évalue et améliore ses performances sans l'intervention d'un programmeur, en répétant son exécution sur des jeux de données jusqu'à obtenir, de manière régulière, des résultats pertinents.

Note :

1. Un algorithme d'apprentissage automatique comporte un modèle dont il modifie les paramètres, de valeur initiale en général aléatoire, en fonction du résultat constaté.
2. L'apprentissage automatique relève de l'intelligence artificielle.
3. L'apprentissage automatique est fréquemment utilisé pour le traitement du langage naturel et la vision par ordinateur, ou pour effectuer des diagnostics et des prévisions.

Équivalent étranger : *machine learning (ML)*.

Apprentissage non supervisé

Définition : apprentissage automatique dans lequel l'algorithme utilise un jeu de données brutes et obtient un résultat en se fondant sur la détection de similarités entre certaines de ces données.

Note : l'apprentissage non supervisé est utilisé, par exemple, pour l'identification de comportements et la recommandation d'achats.

Équivalent étranger : *data clustering, unsupervised learning, unsupervised training*.

Apprentissage par renforcement

Définition : apprentissage automatique dans lequel un programme extérieur évalue positivement ou négativement les résultats successifs de l'algorithme, l'accumulation des résultats permettant à l'algorithme d'améliorer ses performances jusqu'à ce qu'il atteigne un objectif préalablement fixé.

Note :

1. L'apprentissage par renforcement est fréquemment utilisé dans la robotique.
2. L'efficacité de l'apprentissage par renforcement a été attestée dans certains jeux stratégiques comme le jeu de go.

Équivalent étranger : *reinforcement learning*.

Apprentissage profond

Définition : apprentissage automatique qui utilise un réseau de neurones artificiels composé d'un grand nombre de couches dont chacune correspond à un niveau croissant de complexité dans le traitement et l'interprétation des données.

Note : l'apprentissage profond est notamment utilisé dans la détection automatique d'objets au sein d'images et dans la traduction automatique.

Équivalent étranger : *deep learning, deep structured learning, hierarchical learning*.

Apprentissage supervisé

Définition : apprentissage automatique dans lequel l'algorithme s'entraîne à une tâche déterminée en utilisant un jeu de données assorties chacune d'une annotation indiquant le résultat attendu.

Note :

1. L'apprentissage supervisé recourt le plus souvent aux réseaux de neurones artificiels.
2. L'apprentissage supervisé est utilisé, par exemple, pour la reconnaissance d'images et la traduction automatique.

Équivalent étranger : *supervised learning, supervised training*.

Dialogueur, n.m. ou agent de dialogue

Définition : logiciel spécialisé dans le dialogue en langage naturel avec un humain, qui est capable notamment de répondre à des questions ou de déclencher l'exécution de tâches.

Note :

1. Un dialogueur peut être intégré à un terminal ou à un objet connecté.
2. Les dialogueurs sont utilisés, par exemple, dans les techniques de vente, les moteurs de recherche et la domotique.
3. On trouve aussi l'expression « agent conversationnel », qui est déconseillée.

Équivalent étranger : *chatbot, conversational agent*.

Neurone artificiel ou neurone formel

Définition : dispositif à plusieurs entrées et une sortie, qui simule certaines propriétés du neurone biologique.

Note : la valeur de sortie du neurone artificiel est une fonction non linéaire, généralement à seuil, d'une combinaison de valeurs d'entrée dont les paramètres sont ajustables.

Équivalent étranger : *artificial neuron, artificial neurone, formal neuron, formal neurone*.

Réseau de neurones artificiels ou réseau de neurones

Synonyme : réseau de neurones formels, réseau de neurones.

Définition : ensemble de neurones artificiels interconnectés qui constitue une architecture de calcul.

Équivalent étranger : *artificial neural network, neural network*.

Source : vocabulaire de l'intelligence artificielle (liste de termes, expressions et définitions adoptés) – JORF n° 0285 du 9 décembre 2018.



FEDERATION
FRANCAISE
DU BATIMENT



33 avenue Kléber - 75784 Paris Cedex 16
www.ffbatiment.fr - @FFBatiment

