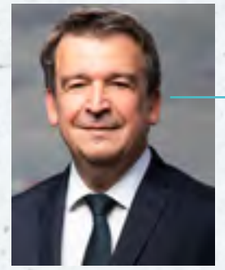
BLOCKCHAIN & BÂTIMENT

Innover pour bâtir

FFB



Olivier SALLERON,
président de la FFB

« Bien que semblant loin de nos préoccupations, la technologie de la blockchain, moteur des cryptomonnaies, a des applications pour notre secteur.

Le secteur du bâtiment, engagé dans sa transformation numérique, utilise de plus en plus de briques technologiques offertes par le numérique. La blockchain *est l'une de ces briques, dont l'un des intérêts principaux réside dans la confiance qu'elle peut apporter, notamment pour la contractualisation. Ainsi, ce livret se veut le plus didactique possible pour aborder ce sujet prospectif. »*

Cécile MAZAUD,
présidente de la commission Innovation
et transformation numérique de la FFB

« La digitalisation de nos sociétés se poursuit, tout comme celle de notre secteur de la construction. Au-delà du BIM, nos entreprises recourent de façon croissante aux outils et pratiques numériques. Connue au travers des cryptomonnaies, la technologie de la blockchain *est porteuse d'avancées qui, dès aujourd'hui et probablement davantage à l'avenir, nous seront utiles.*

Ainsi, c'est en exclusivité que j'ai le plaisir de partager avec vous les travaux blockchain *et bâtiment engagés sous le mandat du président de la précédente commission innovation et transformation numérique FFB Emmanuel Gravier.*

En effet, cette technologie apporte la confiance sur les données transmises et stockées : cela pourrait notamment être fort utile dans le cadre des nombreuses contractualisations qui sont indispensables au sein de notre écosystème. Ce livret présente la genèse de cette technologie, ses utilisations actuelles et à venir, plus spécifiquement pour les acteurs du bâtiment. »

SOMMAIRE

01 AUX ORIGINES DE LA BLOCKCHAIN : LE BITCOIN ET LES CRYPTOMONNAIES p. 04

02 LA BLOCKCHAIN : PRÉSENTATION, FONCTIONNEMENT, INTÉRÊT ET LIMITES p. 10

03 BLOCKCHAIN ET IMMOBILIER . p. 16

04 LA BLOCKCHAIN ET LE BÂTIMENT p. 20

05 ET DEMAIN ? LES USAGES (PROBABLES) DE LA BLOCKCHAIN DANS LE SECTEUR p. 35

01 AUX ORIGINES DE LA BLOCKCHAIN : LE BITCOIN ET LES CRYPTOMONNAIES

© Adobe Stock

Novembre 2008. L'économie mondiale vacille depuis un an sous l'effet d'une crise financière majeure, doublée d'une crise de confiance dans les institutions bancaires. Satoshi Nakamoto, pseudonyme d'une personne ou d'un groupe de personnes — non encore identifiées à ce jour —, publie un livre blanc baptisé « Bitcoin — un système monétaire électronique de pair à pair. »

C'est l'acte de naissance de la célèbre cryptomonnaie. Dans ce document, Satoshi Nakamoto décrit le fonctionnement de cette monnaie numérique universelle qui peut s'échanger d'un usager à l'autre de manière fiable, transparente et infalsifiable, sans passer par un organisme central de contrôle. Le projet est politique : d'essence libertaire et révolutionnaire, le bitcoin est conçu pour transformer le monde ! Pour ce faire, le bitcoin s'appuie sur un registre public — la fameuse blockchain (*voir page 10*) — pour permettre à ses utilisateurs de réalier des transactions sécurisées de pair à pair, sans que l'intervention d'une tierce partie — une banque par exemple — soit nécessaire pour garantir leur intégrité, et sans devoir révéler leurs identités. Autrement dit, un paiement en bitcoins pourrait être considéré comme l'analogue informatique d'un paiement en liquide.

Dès sa création, l'enthousiasme de la communauté de *geeks* qui suit de près le projet est immédiat, et le succès arrive bientôt. Le bitcoin ne tarde pas à faire l'objet d'une intense spéculation financière, et son prix s'envole, suivant la loi de l'offre et de la demande. Surfant sur la vague, des milliers de cryptomonnaies fondées sur la blockchain, baptisées *altcoins*, voient le jour au cours de la décennie 2010. L'une des plus fameuses est l'Ethereum, lancée en 2015. Contrairement au bitcoin, elle ne veut pas limiter son rôle à celui d'une monnaie virtuelle. Elle permet notamment de déployer des contrats intelligents (ou *smart contracts*), des protocoles informatiques codés sur la blockchain qui ne se déclenchent que lorsque certaines conditions précises ont été réunies (*voir p. 4*).

25 000

C'est le nombre de cryptomonnaies répertoriées officiellement mi-2024.

Parmi les plus célèbres : Ethereum, Ripple, Solana, Cardano…

Source : coinmarketcap.com.

14

C'est le facteur multiplicatif de la valeur du bitcoin en cinq ans, entre avril 2019 (4 600 dollars) et juin 2024 (65 000 dollars). Le record absolu à ce jour est de 73 800 dollars, atteint le 14 mars 2024.

C'est le nombre de pays émergents à figurer dans le top 10 des pays affichant le plus fort taux d'adoption des cryptomonnaies dans le monde en 2023, l'Inde en tête. Seule économie développée à figurer dans le classement : les États-Unis, situés à la quatrième place.

Source : Chainalysis.

Capitalisation boursière totale des cryptomonnaies

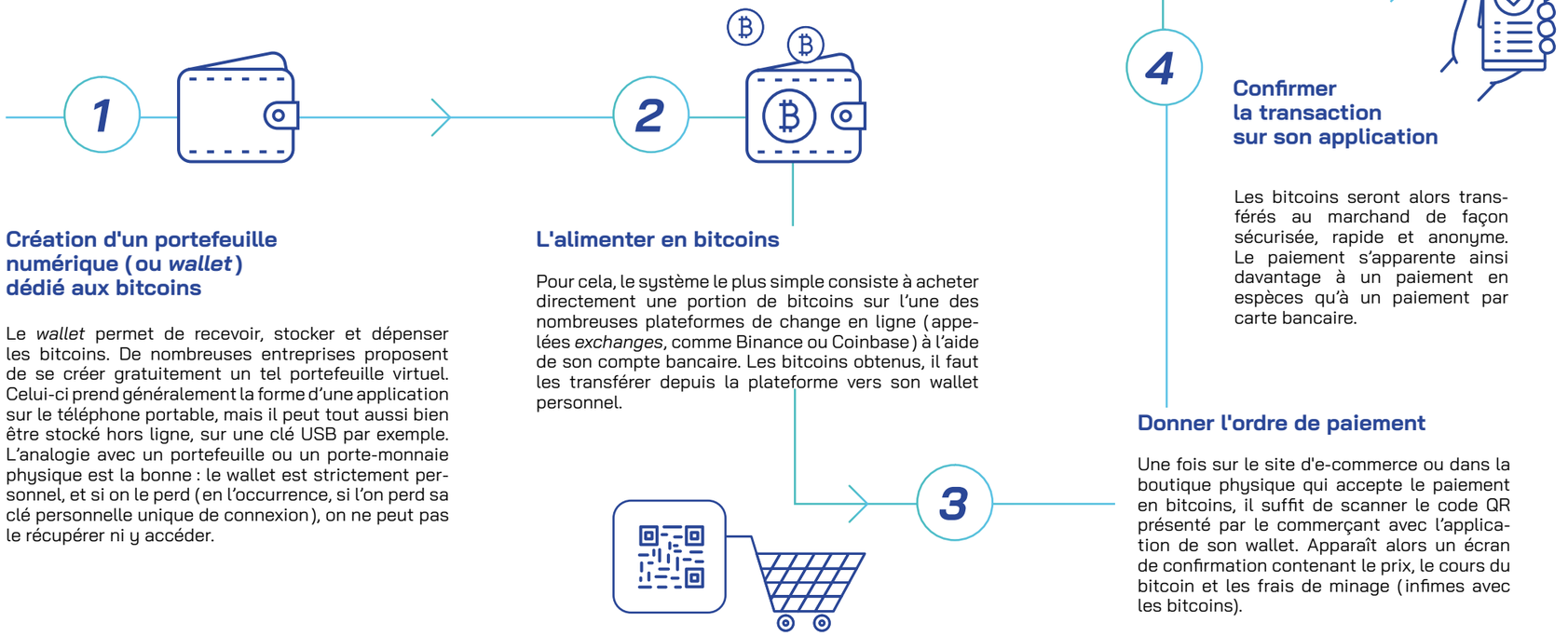
Source : coinmarketcap.com

2300 MILLIARDS DE $

Capitalisation boursière totale des cryptomonnaies le 19 juin 2024. Elle était de 800 milliards en décembre 2022, de 2 000 milliards de dollars en avril 2022 et de 3 milliards de dollars en janvier 2015.

Source : coinmarketcap.com

PAYER EN BITCOINS. COMMENT ÇA MARCHE ?



Création d'un portefeuille numérique (ou *wallet*) dédié aux bitcoins

Le *wallet* permet de recevoir, stocker et dépenser les bitcoins. De nombreuses entreprises proposent de se créer gratuitement un tel portefeuille virtuel. Celui-ci prend généralement la forme d'une application sur le téléphone portable, mais il peut tout aussi bien être stocké hors ligne, sur une clé USB par exemple. L'analogie avec un portefeuille ou un porte-monnaie physique est la bonne : le wallet est strictement personnel, et si on le perd (en l'occurrence, si l'on perd sa clé personnelle unique de connexion), on ne peut pas le récupérer ni y accéder.

L'alimenter en bitcoins

Pour cela, le système le plus simple consiste à acheter directement une portion de bitcoins sur l'une des nombreuses plateformes de change en ligne (appelées *exchanges*, comme Binance ou Coinbase) à l'aide de son compte bancaire. Les bitcoins obtenus, il faut les transférer depuis la plateforme vers son wallet personnel.

Donner l'ordre de paiement

Une fois sur le site d'e-commerce ou dans la boutique physique qui accepte le paiement en bitcoins, il suffit de scanner le code QR présenté par le commerçant avec l'application de son wallet. Apparaît alors un écran de confirmation contenant le prix, le cours du bitcoin et les frais de minage (infimes avec les bitcoins).

Confirmer la transaction sur son application

Les bitcoins seront alors transférés au marchand de façon sécurisée, rapide et anonyme. Le paiement s'apparente ainsi davantage à un paiement en espèces qu'à un paiement par carte bancaire.

Le boom planétaire du marché des cryptomonnaies est spectaculaire. En novembre 2021, la capitalisation boursière du marché mondial des cryptomonnaies a dépassé 3 000 milliards de dollars — dont 42 % pour le seul bitcoin —, soit davantage que la valorisation cumulée de l'ensemble des sociétés du CAC 40. Si depuis, la capitalisation totale est retombée, 800 milliards de dollars en décembre 2022 avant de remonter à plus de 2 300 milliards de dollars en juin 2024 sous l'effet d'une grande volatilité de ces actifs, personne ne peut prédire l'avenir. Peu, voire, pas règlementé, le marché des cryptomonnaies est regardé de près par les autorités de régulation de tous les pays. Cette vigilance est d'autant plus importante que la finance décentralisée (DeFi) promue par les cryptomonnaies propose une alternative aux systèmes financiers traditionnels en permettant des transactions financières sans intermédiaires comme les banques. Certains — parmi les pays occidentaux — y voient une menace pour le système financier classique et la stabilité de l'ordre mondial, d'autres – parmi les pays émergents — une voie à prendre pour contrer l'instabilité de leur propre monnaie ou pour ouvrir largement l'accès aux services financiers à leur population.

> **Ainsi, l'avenir des cryptomonnaies et celui des blockchains qui en constituent le moteur, n'est pas écrit. Porteuses d'espoir pour une partie de la planète, elles constituent pour d'autres une mascarade, une bulle spéculative très énergivore qui ne pourra qu'éclater à moyen terme, notamment du fait de l'extrême volatilité des actifs qui la composent.**

LE BITCOIN ET LES CRYPTOMONNAIES EN QUELQUES DATES

OCTOBRE 2008

Publication du livre blanc sur le bitcoin par Satoshi Nakamoto.

Cours du BTC : **0 €**

JANVIER 2009

Satoshi Nakamoto créé **le premier bloc de la blockchain bitcoin.**

Cours du BTC : **0,0007 €**

MAI 2010

Le premier achat en bitcoins est effectué. Un internaute achète deux pizzas pour 10 000 bitcoins, l'équivalent de 36 euros à l'époque. Aujourd'hui, ces deux pizzas vaudraient 400 millions d'euros !

Cours du BTC : **0,0036 €**

FÉVRIER 2011

De nouvelles cryptomonnaies font leur apparition. Le bitcoin atteint **la parité avec le dollar puis l'euro.**

Cours du BTC : **1 €**

MARS 2013

Des Chypriotes achètent des bitcoins pour préserver leur épargne, alors que le pays subit un choc financier.

En avril, **le cours du bitcoin atteint un record à 287 euros, mais il s'effondre le lendemain de 83 %.**

JUILLET 2015

Création de la cryptomonnaie Ethereum. Cette année-là, plus de 100 000 commerçants acceptent le paiement en bitcoins à travers le monde, ainsi que de grandes entreprises telles que Microsoft, Dell, Expedia ou PayPal.

Cours du BTC : **265 €.**

DÉCEMBRE 2013

Pour la première fois, le bitcoin atteint le seuil symbolique des **1 000 dollars** avant de chuter. Il ne retrouvera cette valeur qu'en février 2017.

FIN DÉCEMBRE 2017

Le bitcoin frôle les 20 000 dollars. Quelques jours plus tard, sa valeur chute de 30 %. À cette époque, le monde prend conscience du coût électrique du fonctionnement du bitcoin. Plus de 1 000 cryptomonnaies circulent sur le marché mondial.

En France, l'ordonnance « blockchain » du 8 décembre consacre la notion de blockchain, en la précisant au sens du droit français et en encadrant ses usages possibles.

MARS 2022

Le président des États-Unis demande au gouvernement fédéral de produire un rapport sur les cryptomonnaies.

JANVIER 2021

Le bitcoin franchit le seuil symbolique de **40 000 dollars.** En février, Elon Musk investit à travers son entreprise Tesla environ 1,5 milliard de dollars en bitcoins.

Le bitcoin franchit le seuil symbolique DE 50 000 $

MARS 2021

Les banques d'investissement JP Morgan, Morgan Stanley et Goldman Sachs proposent à leurs clients d'investir dans le bitcoin. **Visa et Mastercard annoncent accepter les cryptomonnaies.**

NOVEMBRE 2021

Le bitcoin atteint un nouveau record à près DE 70 000 $

SEPTEMBRE 2021

Le Salvador devient le premier pays au monde à autoriser le bitcoin comme monnaie légale, à côté du dollar américain.

AVRIL 2022

McDonald's, Starbucks, Wallmart et des milliers d'entreprises annoncent qu'elles vont accepter le bitcoin comme moyen de paiement.

Cours du BTC : **40 000 €**

NOVEMBRE 2022

FTX, la deuxième plateforme mondiale de trading de cryptomonnaies, se déclare en faillite sur fond de scandale financier. Des milliers de personnes qui y avaient placé leur portefeuille sont ruinées. Les sommes perdues sont estimées entre 10 et 50 milliards de dollars.

Cours du BTC : **16 000 €**

MAI 2023

Publication du règlement MiCa (Markets in Crypto-Assets) qui encadre dans l'UE l'activité des plateformes centralisées d'échange de cryptomonnaies (Binance, Coinbase...).

Cours du BTC : **26 000 €**

DÉCEMBRE 2024

Le 17 décembre, le bitcoin atteint 108 300 dollars, son record absolu à ce jour, stimulé par plusieurs facteurs, dont la réélection de Donald Trump, favorable aux cryptomonnaies, ainsi que par l'approbation américaine en début d'année des ETF — des fonds indiciels cotés — en bitcoins.

Cours du BTC : *101 000 €*

02 LA BLOCKCHAIN : PRÉSENTATION, FONCTIONNEMENT, INTÉRÊT ET LIMITES

Qu'est-ce qu'une blockchain ?

La blockchain est une technologie qui permet de stocker et transmettre des données numériques, financières ou non, de manière fiable et sécurisée. C'est une base de données distribuée, c'est-à-dire partagée en temps réel par l'ensemble des ordinateurs des utilisateurs sur un réseau de pair à pair (*peer-to-peer*), et surtout sans autorité centrale. Chaque transaction, quelle qu'elle soit, est ainsi écrite de manière indélébile dans un grand registre transparent que chacun peut consulter sans jamais pouvoir en modifier les entrées précédentes, grâce à un système de cryptographie très efficace. Ce registre est constitué de blocs qui sont eux-mêmes composés de centaines de transactions. Ces blocs s'ajoutent les uns aux autres, formant ainsi des chaînes, d'où le terme blockchain. Pour qu'une transaction soit enregistrée dans une blockchain de manière pérenne, des utilisateurs, appelés « mineurs », analysent chaque bloc pour en vérifier la validité. Toutes les transactions effectuées dans la blockchain sont visibles par l'ensemble des utilisateurs, et ce, depuis sa création.

Distinction entre blockchains privée et publique

Il existe deux grands types de blockchains.

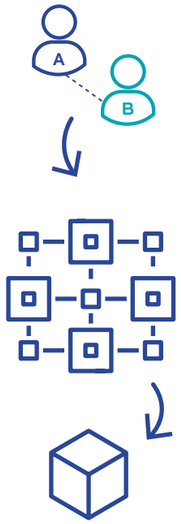
→ blockchain *publique*

Il s'agit d'une blockchain accessible à n'importe qui dans le monde. Toute personne peut effectuer une transaction, participer au processus de validation des blocs ou obtenir une copie de la blockchain. Tous les utilisateurs sont en situation égalitaire dans leur participation au réseau. Bitcoin et Ethereum sont les deux principales blockchains publiques.

→ blockchain *privée*

Il s'agit d'une blockchain dédiée à un réseau privé d'entreprise par exemple. Elles sont sous le contrôle d'un acteur qui assure seul le contrôle de la participation et de la validation. Personne ne peut y accéder et y participer sans y être autorisé. En réalité, il ne s'agit pas à proprement parler de blockchains, du fait de l'absence de décentralisation et de validation distribuée, mais plutôt de bases de données distribuées classiques, dont l'intérêt est lié au cryptage et à l'inviolabilité des données.

COMMENT FONCTIONNE LA BLOCKCHAIN ?



1

A veut effectuer une transaction vers B.

La demande de transaction est cryptée en préservant l'anonymat de **A** et **B**, puis est diffusée sur un réseau pair à pair composé de milliers d'ordinateurs à travers la planète, en attente de validation.

La transaction de A vers B ainsi que des centaines d'autres sont regroupées dans un bloc.

2

Recherche d'une clé cryptographique

Des membres particuliers du réseau, appelés « mineurs », valident ou non le bloc de transactions. Pour y arriver, ces « approbateurs » doivent utiliser la puissance de calcul de leurs ordinateurs pour trouver une clé cryptographique relative à chaque bloc. Le premier mineur à résoudre l'énigme cryptographique posée par l'algorithme en moins de 10 minutes (pour le bitcoin) est récompensé, en échange de la puissance de calcul qu'il a mise à disposition pour maintenir la blockchain, par une petite quantité de devises numériques : les *tokens* (ou jetons).

3

Validation du bloc de transacation

La clé cryptographique trouvée par le premier mineur est proposée à tous les autres mineurs du réseau. Si plus de 51% d'entre eux confirment cette clé, le bloc est validé. L'ensemble des étapes 2, 3 et 4 décrit un processus de validation par consensus appelé Preuve de Travail (Proof of Work), qui garantit l'intégrité du réseau. Le Bitcoin et la plupart des cryptomonnaies font aujourd'hui appel à ce processus de consensus.

4

Ajout à la chaîne de blocs

Le bloc est daté et ajouté à la chaîne de blocs (**blockchain**) déjà constituée, et ce de manière permanente et inaltérable. Chaque mineur dispose de sa propre copie à jour de la **blockchain**.

5

B reçoit la transaction de A.

Au cours de ce processus, aucune transaction n'aurait pu être validée sans consensus et validation du réseau

La blockchain, un gouffre énergétique ?

L'une des principales critiques adressées au bitcoin est qu'il est très énergivore. Le processus de validation des transactions de cette cryptomonnaie fait en effet appel à la preuve de travail (*proof of work*, voir schéma sur le fonctionnement de la blockchain), qui appelle une gigantesque puissance de calcul. Selon le CBECI (Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index), la consommation annuelle du réseau bitcoin représenterait 0,6 % de la consommation mondiale d'électricité. Les défenseurs du bitcoin arguent qu'avec le développement des énergies renouvelables, le bitcoin a un effet modéré sur l'environnement. Mais cela reste à démontrer.

Plusieurs cryptomonnaies ont choisi de se passer de la preuve de travail pour adopter un consensus par « preuve d'enjeu » (*proof of stake*). Dans ce système, il n'y a pas de minage ni de course pour être le premier à trouver la clé cryptographique. La validation d'un bloc ne nécessitant pas de grandes puissances de calcul, l'empreinte carbone des blockchains à preuve d'enjeu sont très faibles. La deuxième cryptomonnaie mondiale, l'Ethereum, est passée de la preuve de travail à la preuve d'enjeu en septembre 2022. Ce n'est pas le cas du bitcoin, qui conservera *a priori* son consensus par preuve de travail.

→ Ainsi, blockchain n'est pas forcément synonyme de gouffre énergétique, et de plus en plus de crypto-actifs devraient adopter la preuve d'enjeu dans un futur proche.

Intérêts et limites de la blockchain

POUR

→ **Son système distribué et décentralisé**
Traditionnellement, les transactions nécessitent l'approbation de tiers de confiance, tels qu'un gouvernement, une banque ou un huissier. Avec une blockchain, les transactions sont effectuées par consensus mutuel des utilisateurs, sans arbitrage centralisé. Les intermédiaires sont supprimés, ce qui permet des transactions moins coûteuses, voire totalement gratuites. On peut dire que la blockchain « distribue » la confiance.

→ **Sa fiabilité**
Les méthodes cryptographiques de validation des opérations d'une blockchain permettent de réduire considérablement les erreurs et les fraudes. Pour effectuer de fausses transactions dans une blockchain, il faudrait ainsi pirater et modifier les bases de données de chacun des mineurs. Une opération qui s'avérerait extrêmement coûteuse et, en pratique, irréalisable.

→ **Sa transparence**
Une blockchain étant accessible à tous, l'intégralité des transactions peut être consultée en temps réel, par tous les utilisateurs, et ce, de manière authentique et sécurisée.

→ **Son immuabilité :**
Une fois qu'une transaction est inscrite dans une blockchain, elle ne peut pas être modifiée ou supprimée. Par exemple, si je souhaite annuler une transaction que j'ai effectuée par erreur, celle-ci ne sera pas supprimée — elle est comme « gravée dans le marbre » — mais une nouvelle transaction d'annulation devra être ajoutée à la chaîne. Cette immuabilité facilite l'instauration d'un climat de confiance entre les membres du réseau.

CONTRE

→ **Elle ne supprime pas complètement les intermédiaires dans certains cas d'usage.** La blockchain n'est en effet pas « intelligente » : elle ne peut par attester de l'authenticité d'un document — un acte de vente, par exemple —, mais elle peut garantir que le document qu'on lui présente est bien celui qui a été considéré comme authentique par un « tiers de confiance » — le notaire, par exemple. Autrement dit, la blockchain peut être considérée comme une sorte de détecteur de billet, qui peut distinguer un « vrai » billet d'un faux à partir des caractéristiques définies par une banque centrale.

→ **Elle est infaillible ! jusqu'à preuve du contraire.**
Si personne n'a encore réussi à pirater une blockchain comme le bitcoin – et la majorité des experts estime que le bitcoin est invulnérable –, ce n'est pas forcément le cas de toutes les blockchains. Ainsi, si une blockchain sous-jacente à une application est attaquée, les données qui y sont stockées peuvent disparaître.

→ **Elle est souvent très énergivore**
C'est en particulier le cas de celles qui utilisent le système de validation par preuve de travail, comme le bitcoin (*voir encadré page ci-contre*).

→ **Un usage à des fins frauduleuses**
Bien que les transactions y soient enregistrées de manière immuable, le pseudo-anonymat offert par les blockchains rend l'identification des parties impliquées difficile. Certaines blockchains peuvent ainsi être exploitées pour des activités illégales telles que le blanchiment d'argent, le financement du terrorisme ou l'évasion fiscale.

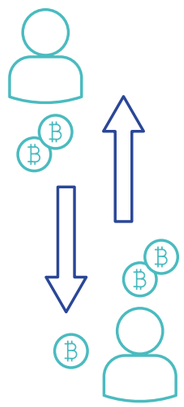
La blockchain, à quoi ça sert ?

Les parties précédentes ont permis de comprendre de manière synthétique ce qu'était la blockchain, comment elle fonctionnait, quels étaient ses atouts intrinsèques et ses limites. Mais, concrètement, à quoi sert-elle ?

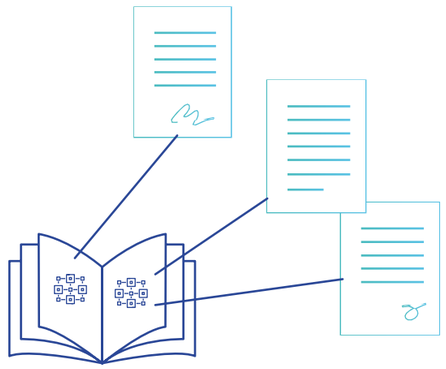
On peut, en réalité, distinguer trois catégories d'utilisation de la blockchain :

LE TRANSFERT D'ACTIFS

comme les cryptomonnaies

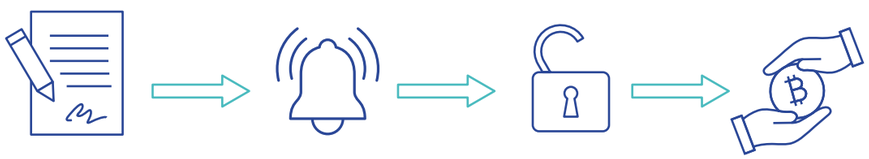


LES REGISTRES DISTRIBUÉS TRAÇABLES



Le grand livre sécurisé qu'est la blockchain est utilisé pour assurer et sécuriser la traçabilité des données, contrats, documents, produits… Ce ne sont pas les documents eux-mêmes qui sont stockés dans la blockchain, mais leur empreinte électronique cryptée, appelée hash*.

LES SMART CONTRACTS



Il s'agit de programmes autonomes qui exécutent automatiquement des clauses automatiques — typiquement, les clauses contractuelles négociées entre deux parties — lorsque des conditions sont satisfaites.

*Hash : Le hachage désigne une fonction ou un algorithme mathématique générant un résultat unique appelé empreinte ou signature..

Exemples de cas d'usage

Outre le secteur de la finance, de nombreuses filières économiques font désormais usage de la blockchain.

Le transfert d'actifs et de monnaie, cœur historique des cryptomonnaies

La blockchain, notamment à travers le bitcoin, bouleverse le transfert d'argent. Imaginons qu'un vendredi soir, vous vouliez transférer rapidement 1 000 euros à un proche résidant aux États-Unis. Pour ce faire, il vous faut contacter votre banque en lui demandant de transférer l'argent vers le compte de la personne, qui possède un RIB américain. Le banquier va alors vérifier que vous possédez la somme requise et effectuera la demande de transfert si l'ensemble des prérequis est confirmé. Outre la durée de validation de transfert — plusieurs jours, en l'occurrence — cette opération génère des frais de service élevés. Avec le bitcoin ou une autre cryptomonnaie, cette transaction sera effective en quelques minutes et quasiment sans frais. La fonction monétaire des cryptomonnaies permet également un meilleur accès à la ressource. **Des milliards d'adultes non bancarisés peuvent profiter de services financiers et s'échanger de la monnaie. Un fort volume de transactions en bitcoins est ainsi enregistré dans les pays en développement**.

Carrefour et la blockchain alimentaire

De nombreuses industries cherchent à améliorer leur process pour garantir une traçabilité complète et totalement transparente de leurs procédés de fabrication ou de leur chaîne de valeur. L'industrie agroalimentaire s'est saisie de la technologie blockchain pour améliorer le suivi des produits, depuis leurs lieux de production jusqu'au chariot de leurs clients. Couplée à l'Internet des objets (IoT), la blockchain peut en effet améliorer nettement la fiabilité du recueil des informations. En mars 2018, Carrefour lance à destination de ses clients la première blockchain alimentaire d'Europe, dédiée à la traçabilité des produits de sa filière qualité (FQC) : poulet d'Auvergne, œufs fermiers, saumon de Norvège… En scannant un code QR présent sur l'étiquette, le consommateur peut accéder sur son smartphone à l'ensemble des informations sur le produit : son origine, son lieu et son mode d'élevage, son mode de production, d'abattage. Les données, fiables et sécurisées, sont fournies par chaque acteur de la filière à chacune des étapes de chaîne, via des systèmes de *smart contracts*. Carrefour a pris l'engagement fort de doter l'ensemble de ses Filières Qualité Carrefour (FQC) de la blockchain afin de garantir une traçabilité incontestable de ses produits, exigence des consommateurs.

→ **D'abord conçue sur la blockchain publique Ethereum, l'initiative de Carrefour a ensuite été transférée sur une blockchain privée — HyperLedger — développée par IBM.**

Assurances : l'indemnisation automatique en cas de retard de vol

En 2017, Axa lance pour la première fois en France une police d'assurance basée sur la blockchain. Baptisée Fizzy, elle permet d'indemniser automatiquement les clients de compagnies d'aviation en cas de vol retardé. Le principe est simple : lorsque l'avion dans lequel voyage l'assuré a plus de deux heures de retard à l'atterrissage, le client est remboursé d'un montant prédéfini, sans qu'il ait besoin d'effectuer la moindre réclamation, grâce à l'utilisation d'un *smart contract* (*voir infographie page ci-contre*). Bien qu'elle soit en mesure d'augmenter la satisfaction de ses clients, Fizzy n'a pas connu le succès escompté, notamment, selon l'assureur, du fait du manque d'engouement des compagnies aériennes et des agences de voyages pour cette offre originale. Si bien qu'en novembre 2019, Axa décidait d'arrêter l'aventure.

→ **L'exemple de Fizzy est un cas d'école d'utilisation d'un *smart contract*. Les lignes de code inscrites dans la blockchain comportent ainsi l'heure d'arrivée théorique de l'avion. En récupérant automatiquement les données sur l'heure d'arrivée réelle, l'algorithme soustrait la première à la seconde : s'il y a plus de deux heures d'écart, le prestataire de paiement d'Axa reçoit un ordre de remboursement auprès de l'assuré.**

© Unsplash - Eris Bloom

03

BLOCKCHAIN ET IMMOBILIER

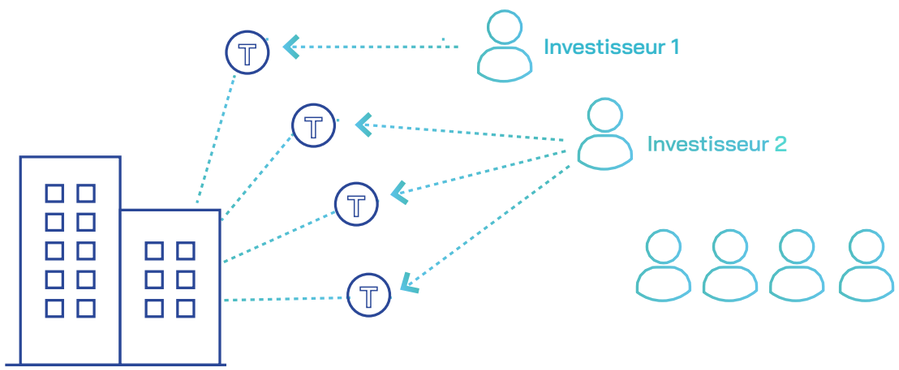
Cousin de l'industrie de la construction, le secteur de l'immobilier s'est emparé rapidement des possibilités offertes par la* blockchain*. Réduction des coûts et des délais, facilitation de l'accès à la propriété, désintermédiation.
Les différents objets et processus de la chaîne immobilière se prêtent bien à l'utilisation de ce nouveau tiers de confiance technologique.

La tokenisation d'un bien immobilier, pour fractionner la propriété

On dit souvent que la France est un pays de propriétaires. En réalité, le taux de propriétaires dans l'Hexagone est parmi les plus bas d'Europe. 36 % de nos concitoyens sont en effet de simples locataires. Ceux qui aspirent à sauter le pas sont souvent bloqués par une situation financière qui ne leur permet pas de disposer d'un volume minimal de liquidités ou qui leur interdit l'accès aux prêts bancaires. La technologie blockchain pourrait modifier ce constat : elle permet en effet de fractionner un bien immobilier en des parts minimes, accessibles à tout investisseur. Un exemple pionnier : en juin 2019, les promoteurs Sapeb et Valorcim ont fait l'acquisition d'un bien à Boulogne-Billancourt, pour 6,5 millions d'euros, via la plateforme Equisafe. La société détenant l'hôtel a été divisée en une centaine de parts digitalisées (aussi appelées *tokens* ou « *jetons* »), inscrites et sécurisées dans une blockchain. Chaque jeton est fractionnable en 100 000 unités et est codé pour renfermer les conditions d'achat, de vente et d'échange des titres, ainsi que les droits auxquels il donne accès. Ces actifs immobiliers digitaux, « fractions » de l'actif global représenté par l'immeuble, sont ainsi accessibles à moindre prix. Les tokens peuvent, par ailleurs, être revendus sur un marché secondaire de manière continue sur des plateformes d'échange. Autrement dit, la tokenisation d'un bien rend la « pierre » liquide et accessible au plus grand nombre. « *Nous souhaitons que chacun puisse devenir copropriétaire d'un bien aussi simplement qu'on achète un livre sur Amazon* », synthétise Bilal El Alamy, cofondateur d'Equisafe.

RealT veut développer la tokenisation des biens immobiliers en Europe.

Fondée en 2019 par deux frères canadiens, la plateforme RealT utilise la blockchain pour permettre aux investisseurs d'acheter des fractions de propriétés immobilières sous forme de tokens, appelés RealTokens. Chaque token représente une part de la propriété et donne droit à des revenus locatifs proportionnels. En Amérique du Nord, RealT a « *tokenisé* » plus de 260 propriétés, rendant l'investissement immobilier plus accessible et liquide. En juillet 2023, RealT s'est lancé sur le marché immobilier européen via un consortium avec WiSEED, pionnier du crowdfunding en France, et Twenty First Capital, acteur majeur de la gestion de fonds immobiliers.



L'immobilier est fractionné en parts minimes, (tokens), sécurisées dans une blockchain.

Chaque investisseur peut acquérir un ou plusieurs tokens.

« Pour que la blockchain soit utile au bâtiment, le secteur doit modifier radicalement son business model. »

La blockchain ou la mort annoncée du système notarial ?

S'il est un tiers de confiance incontournable dans le secteur de l'immobilier, c'est bien le notaire ! Pourtant, le développement de la blockchain a amené à se poser une question : pourrait-elle se substituer aux services de cet officier ministériel public ? En réalité, la réponse, dans l'état de développement actuel de la technologie, est clairement non. Dans sa fonction d'élaborateur et de certificateur d'un acte, le notaire est en effet le seul à pouvoir s'assurer de l'exactitude et de la qualité des informations. La blockchain, elle, ne possède pas ce discernement : elle est incapable de s'assurer de la conformité des informations à la réalité. Elle peut en revanche attester qu'un acte qu'on lui présente comme étant authentique est bien identique à celui qui avait été certifié par le notaire. Autrement dit, la blockchain ne remplace pas le notaire, mais se met à son service par ses capacités de stockage et de fourniture d'une preuve.

« La blockchain n'est pas une technologie que l'on ajoute au système existant. C'est un nouveau modèle à part entière, fondé sur les concepts de transparence, de décentralisation et de confiance. Il ne faut pas croire que la blockchain sera la solution à tous les problèmes. Pourrait-elle être utile au monde du bâtiment ? Bien que la blockchain n'ait pas été créée pour être utile à un secteur économique ou une catégorie de métier, elle peut toutefois l'être, mais à condition de modifier radicalement le business model.
À l'instar d'Internet dans les années 2000, la blockchain a le potentiel de transformer radicalement nos organisations et notre société.
La question qu'on doit donc se poser maintenant, c'est : « Qu'est-ce qu'on veut en faire ? Comment veut-on transformer notre société, notre secteur économique ? » La blockchain sera très probablement l'infrastructure des échanges de demain. Il est donc temps que chacun d'entre nous prenne part à sa construction ! »

Claire BALVA,
consultante BFM Business,
vice-présidente stratégie de Deblock

04

LA BLOCKCHAIN ET LE BÂTIMENT

Développement et enjeux du numérique dans le bâtiment

La révolution numérique est en cours, et elle n'est pas près de s'arrêter. Depuis une trentaine d'années, avec le développement d'Internet et de la puissance des microprocesseurs, le numérique s'est immiscé dans toutes les composantes de la société, bouleversant le quotidien des citoyens et des entreprises. Des fonctions support — comptabilité, paie, juridique, RH — aux activités opérationnelles constituant le cœur d'activité des professionnels —management de la qualité, gestion des plannings, méthodes de conception et de construction — la transformation numérique s'est aussi opérée dans le secteur du bâtiment, avec ses propres caractéristiques et son propre rythme.

Ce rythme, certains l'estiment trop lent, et voient dans le secteur de la construction un secteur archaïque, à la traîne d'industries de pointe, comme l'aéronautique ou l'automobile. Mais comparaison n'est pas raison. Le bâtiment, son environnement et la longue chaîne de parties prenantes se distinguent par leur complexité. Il n'y a pas deux bâtiments pareils, et s'ils sont très semblables dans leur conception, c'est alors leur environnement (géologie, topologie, parties prenantes…) qui n'est pas le même. L'écosystème d'entreprises se caractérise, pour sa part, par son atomisation. Les TPE et les PME, dominantes en nombre, disposent généralement d'une capacité d'appropriation des nouveaux usages (formation, R&D…) limitée. Cette culture de l'innovation n'est, par ailleurs, pas poussée par la plupart des maîtres d'ouvrage. Cet état de fait peut expliquer en partie la relative lenteur de l'intégration des usages numériques dans le bâtiment.

Alors les entrepreneurs avancent de manière très pragmatique. L'innovation, et en particulier l'innovation numérique — aujourd'hui le BIM et le *smart building*, demain l'intelligence artificielle ou les outils liés à la blockchain — n'a de sens que si elle porte en elle-même une promesse de progrès concret : réduction des coûts, des délais de construction, amélioration de la qualité des ouvrages et de la sécurité sur chantier. Et une innovation ne peut espérer devenir une technique courante que si elle fait la preuve de sa capacité à proposer un rapport coût / avantage favorable, et si elle est partagée par tous, notamment les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'œuvre, qui peuvent impulser une dynamique dans leurs cahiers des charges.

L'appropriation d'une innovation peut être lente, mais elle est vitale : aujourd'hui, toutes les entreprises, de la plus petite à la plus grande, doivent opérer leur transformation numérique pour pouvoir espérer se développer de manière pérenne.

La connaissance de la blockchain, de ses applications potentielles, fait partie de cette dynamique. Plus le sujet sera intégré en amont, plus son développement sera aisé tout au long de la chaîne de valeur, et plus ses atouts bénéficieront à la profession.

Paroles d'entrepreneurs sur la blockchain

Que penser de la blockchain *?*
Pourrait-elle trouver sa place dans la filière ?
Quelle peut être son utilité ?

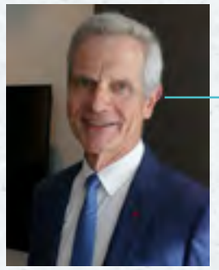
Les entrepreneurs de la FFB se posent des questions sur cette technologie, décrivent les besoins pragmatiques qu'ils constatent et auxquels les outils numériques existants ne répondent pas encore. Certains ont même pris les devants et en font déjà usage. Florilège de témoignages.

Emmanuel GRAVIER
dirigeant Fondateur de RESO ELEC

*« **Lorsque Internet est apparu, peu de personnes imaginaient les potentialités de cette technologie et la révolution des usages qu'elle allait entraîner.** À un degré moindre peut-être, il me semble que la* blockchain *dispose néanmoins d'un potentiel prometteur, à même de bouleverser certains des usages de la société — à travers les cryptomonnaies — et de nos professions.*
En effet, par la sécurisation et la traçabilité des échanges qu'elle permet, la blockchain *pourrait sûrement trouver des applications et une utilité pour optimiser la chaîne logistique de commandes de matériaux, faciliter les suivis administratifs et normatifs, ou fluidifier et faciliter les processus de paiement des différents acteurs de la chaîne d'un projet, depuis le maître d'ouvrage jusqu'au bureau de contrôle en passant par le maître d'œuvre, les entreprises, les fournisseurs, et les bureaux d'études. »*

Alban BOYÉ,
président-directeur général de TRECOBAT

« La blockchain *n'est pas une terra incognita pour mon entreprise. Nous l'étudions depuis plusieurs années maintenant, et nous nous lançons même dans son utilisation à travers une application. Cette solution fait appel aux smart contracts, c'est-à-dire des programmes logés dans une* blockchain *et qui exécutent automatiquement les clauses d'un contrat lorsque les conditions sont réunies. Je crois beaucoup en l'intérêt et en l'efficacité de ces smart contracts pour la gestion des contrats et de tout type de processus n'appelant ni négociation ni ambiguïté sur les termes : typiquement, les contrats de construction de maisons individuelles, qui sont très encadrés et très normés par la loi de 1990, ou le carnet numérique du logement, lequel, même si son entrée en vigueur a été décalée, reviendra sous une forme ou sous une autre. La blockchain pourrait également trouver une place dans la chaîne logistique d'approvisionnement des chantiers. Avec nos fournisseurs, nous travaillons sur un système de traçabilité globale des différentes étapes d'une livraison. »*

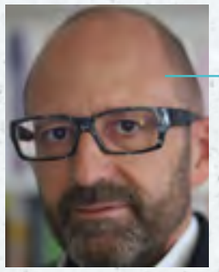


Daniel RIGOUT,
président d'EGF.BTP, vice-président de la FFB

« Au jargon du monde des spécialistes, je préfère l'approche pragmatique du paysan. C'est pourquoi la technologie de la blockchain *ne m'intéresse pas en tant que telle. Ce qui m'intéresse, c'est la façon dont ses atouts - la sécurisation des échanges, la traçabilité des données - pourraient être mis au service de l'efficacité de nos métiers. Quelques exemples : dans notre profession, un grand travail reste à faire pour accélérer, simplifier et fluidifier toutes les autorisations administratives. Si la numérisation totale de ces process est une nécessité, laquelle a d'ailleurs bien du mal à émerger, la* blockchain *pourrait peut-être contribuer à sécuriser. De manière plus opérationnelle, la dématérialisation des procédures d'appel d'offres devrait avoir pour corollaire un système de contrôle qui permette de valider l'horodatage du dépôt d'une offre et de garantir son contenu. Une sorte de cachet numérique, en somme. »*

Jérôme COHADE,
dirigeant de la société TOP TOIT

« À titre professionnel, dans le cadre de la veille que je mène au sein de la commission innovation, j'ai entendu parler plusieurs fois de la blockchain*. Le sujet a fait beaucoup parler de lui il y a quelques années, et puis la dynamique est, selon moi, retombée, jusqu'à ce que je rencontre une start-up qui proposait une application de traçabilité de l'animation sécurité au sein des entreprises (voir p. 29) et que j'utilise depuis avec le groupement d'employeurs auquel j'appartiens. Globalement, je trouve que cette technologie est prometteuse, mais je reste vigilant sur ses conséquences écologiques. Le minage de bitcoin, est, par exemple, un vrai gouffre énergétique. Je ne suis pas capable de prédire l'avenir de la* blockchain *dans notre secteur d'activité, mais elle est partie intégrante de la digitalisation de la société. Ce phénomène est certainement irréversible et toutes nos professions y passeront tôt ou tard. C'est une vraie opportunité pour améliorer l'agilité et l'efficacité de nos entreprises, mais également pour augmenter l'attractivité de nos métiers. »*



Jean RAMIREZ,
président de LARGIER TECHNOLOGIE

« Par intérêt personnel et par la nature des activités de mes entreprises — où nous traitons des sujets comme l'interface homme-machine, l'intelligence artificielle et les objets connectés — j'ai une grande appétence pour les technologies numériques.

Malgré tout, la blockchain *reste, pour moi, un sujet un peu vaporeux. J'ai compris qu'elle permettait de faire sauter les intermédiaires de confiance, le réseau étant considéré lui-même comme le garant de la sécurité infaillible du système, mais elle est trop souvent associée aux cryptomonnaies. Pourtant, les champs d'investigation semblent beaucoup plus larges, avec notamment les nombreux cas d'usage permis par les smart contracts. Ces smart contracts, qui semblent assez simples d'utilisation, pourraient être mis à profit dans la chaîne logistique de livraison des matériaux, des équipements et des déchets. Ils pourraient également permettre de fluidifier la chaîne de paiement des différents intervenants d'un chantier. Imaginez, si chacun pouvait être payé automatiquement à l'issue de chacune des semaines de travaux ! Les trésoreries seraient moins tendues… »*

La blockchain au service des professionnels du bâtiment

Contrairement à des technologies numériques comme le BIM, dont les entrepreneurs du bâtiment font un usage direct, la blockchain est une technologie « masquée », intégrée au cœur d'applications développées en interne ou par des entreprises extérieures pour offrir des fonctionnalités particulières. Ces fonctionnalités sont principalement liées aux capacités infaillibles de sécurisation des données et de traçabilité des échanges de la blockchain.

Les usages possibles de la blockchain percent à peine dans le bâtiment, mais certains font déjà l'objet d'outils opérationnels parmi les thématiques suivantes :

GESTION DOCUMENTAIRE ET CONTRACTUELLE

La multiplicité des intervenants et des relations contractuelles au sein d'un chantier rend nécessaire de tracer les décisions, les comptes rendus de réunion, les relevés de situations de travaux, les dossiers contractuels. Retrouver facilement un document dont l'authenticité est incontestable grâce à la blockchain peut s'avérer important en cas de nécessité ultérieure de devoir attester des échanges — en cas de litige ou de contentieux. L'utilisation des *smart contracts* peut permettre également de sécuriser et de raccourcir les processus décisionnels en y posant des jalons.

→ Voir cas d'usage p. 28, 30 et 32.

MANAGEMENT DE LA SÉCURITÉ

Le management de la sécurité d'un chantier peut être optimisé par une meilleure traçabilité des actions entreprises : sessions de formation, quart d'heure sécurité, contrôles sécurité… Il peut être important de pouvoir déterminer de manière irréfutable quel salarié a suivi quelle formation, à quelle échéance il devra la renouveler. Ces informations horodatées sont utiles au quotidien. Elles peuvent également s'avérer cruciale en cas d'incident ou d'accident impliquant du personnel, afin de pouvoir déterminer les responsabilités respectives des parties prenantes.

→ Voir cas d'usage p. 29.

GESTION DE CHAÎNE LOGISTIQUE

La chaîne de traitement des déchets de chantier se caractérise par la diversité et le nombre élevé de ses parties prenantes ainsi que par son manque de transparence. Cet état de fait se traduit par un manque de confiance entre les différents acteurs et par une gestion souvent défectueuse de la chaîne logistique. La blockchain peut permettre de suivre et de tracer tous les déchets, de leur production jusqu'à leur destination ultime.

→ Voir cas d'usage p. 33.

MAQUETTE NUMÉRIQUE

Le BIM est un outil collaboratif par essence. Mais la gestion opérationnelle de la maquette numérique est souvent très complexe : les différents intervenants n'ont pas tous le même niveau de maîtrise de l'outil, et la réalité est que tous les échanges pour nourrir et concevoir la maquette prennent des formes diverses : mails, réunions, conversations téléphoniques… Si bien qu'il est extrêmement compliqué de tracer chaque modification de la maquette : qui a fait quoi, quand ? La blockchain peut permettre de tracer parfaitement les différentes actions, en engageant et protégeant tout à la fois chacune des parties prenantes.

→ Voir cas d'usage p. 31.

Cas concrets de l'utilisation de la blockchain dans le bâtiment

Gestion contractuelle

CAS D'USAGE 1

Grâce à la blockchain, l'entrepreneur peut (enfin) signer ses contrats en toute confiance.

C'est une situation que beaucoup d'entrepreneurs connaissent : au moment de parapher et signer un marché de construction, le chef d'entreprise doit vérifier les centaines, voire les milliers, de pages du dossier qui le constitues. Les contraintes font que dans la majorité des cas, ni lui ni ses équipes n'ont le temps de le relire en intégralité. Sans possibilité de recourir à un tiers de confiance, il signe alors sans avoir lu… Or il est tout à fait courant de s'apercevoir au cours du chantier que l'entreprise et le donneur d'ordre ne sont pas d'accord sur certains termes du contrat. Par exemple, un plan peut avoir été modifié — par inadvertance, le plus souvent — entre la version qui figure dans le dossier de réponse à l'appel d'offres, et celle du contrat, avec pour conséquence possible de modifier les quantitatifs. L'aléa peut se régler « à l'amiable », mais dans certains cas il peut aboutir à une procédure judiciaire.

Pour éviter ces situations chronophages et inconfortables pour tout le monde, une start-up propose une solution consistant à vérifier automatiquement la conformité des contrats de façon à éviter les erreurs et omissions au moment de la signature. Le logiciel fait appel à la blockchain pour sécuriser le contenu de tous les documents du contrat, et ce, quels que soient leurs formats (PDF, dessins, maquette BIM, photos…).

Concrètement, le logiciel fonctionne de la manière suivante : pendant la période de mise au point, le rédacteur d'un contrat ancre dans l'interface utilisateur tous les documents destinés à y être annexés, grâce à un simple glisser-déposer. Les empreintes de ces documents sont horodatées et certifiées dans la blockchain, et toute personne détenant une copie de ces fichiers pourra par la suite s'assurer de leur intégrité. Le contrat numérique peut être assemblé à partir des documents désormais certifiés, et est transmis au titulaire du contrat.
En utilisant la même interface, celui-ci peut alors comparer les documents qui sont en sa possession avec ceux que son client lui propose, et qui ont été certifiés par la blockchain. Cette vérification est instantanée. Si certains documents ne sont pas reconnus, c'est qu'ils ne sont pas identiques à ceux du contrat. Il suffit alors à l'entreprise d'en informer le client pour que les deux parties puissent s'entendre sur la version retenue.

Une fois la validation effectuée, il ne reste plus qu'à déposer une unique signature électronique sur un document qui intègre toutes les annexes. Puisque le contrat est numérique et que tous les documents sont en format natif, les signataires ont en main, et peuvent mettre dans celle d'un juge, un écran de vérification. L'intégrité des documents est avérée, leur valeur est probante.

CE QU'IL FAUT RETENIR

Le chef d'entreprise peut signer sans le moindre doute un unique document, en toute confidentialité, la blockchain *agissant ici comme un tiers de confiance. Puisque les parties prenantes savent que l'erreur (volontaire ou pas) est impossible, chacun se comporte bien, la confiance est de mise. Les relations et la vie sur le chantier peuvent s'en trouver grandement améliorées, et l'entrepreneur peut se consacrer pleinement à des tâches à plus forte valeur ajoutée.*

> *Une stratégie de prévention au plus près de la réalité de chantier.*

Prévention/sécurité

CAS D'USAGE 2

Sécuriser et certifier les actions de prévention

Au sein d'une entreprise, les formations prévention, les quarts d'heure sécurité ou les réunions informelles dédiées à ces sujets font rarement l'objet d'une vraie stratégie managériale consolidée : les registres des formations sont rarement à jour, les consignes sont majoritairement transmises à l'oral, et lorsque des feuilles d'émargement existent… elles se perdent très souvent ! Pour remédier à ces aléas du quotidien, et contribuer à améliorer et à professionnaliser les actions QHSE, une start-up propose une application de prévention des risques au travail. Conçue par un avocat spécialisé en droit du travail et un directeur créatif, elle vise un double objectif : faire baisser l'accidentologie et encadrer juridiquement l'action de prévention de l'entreprise.

L'appli est tout d'abord utilisée sur le terrain via un smartphone. Au cours d'une réunion-sécurité, un ensemble d'informations est saisi par l'animateur ou l'opérateur chargé de la transmission des consignes de sécurité : qui anime la réunion, où a-t-elle lieu, qui est formé ou présent, quelles thématiques sont abordées… En fin de réunion, l'animateur et les personnes présentes signent du doigt sur l'écran une attestation déclarative sur l'honneur. L'application génère alors un relevé de prévention qui va certifier l'ensemble de ces informations : l'empreinte numérique de ce document est cryptée et hachée, ce qui la stocke de manière sécurisée, infalsifiable et permanente. Sur demande, elle peut en plus être envoyée dans une blockchain privative.

→ Grâce à la remontée de ces informations de terrain tracées et consolidées, le système produit des tableaux de supervision synthétiques et des graphiques, permettant de piloter et de planifier la stratégie de prévention au plus près de la réalité des chantiers. Dans le même temps, cette traçabilité de l'action de prévention permet également de protéger juridiquement l'entreprise. Les relevés de prévention constituent en effet une preuve juridique recevable par un tribunal pour démontrer que l'entreprise a bien respecté son obligation légale de sécurité (*art. L. 4121 du Code du travail*).

CE QU'IL FAUT RETENIR

Cette application constitue un véritable outil de management opérationnel des actions de prévention/sécurité, et elle permet également de sécuriser l'entrepreneur — qui engage sa propre responsabilité pénale en cas d'incident sur son chantier — en lui permettant de prouver qu'il a tout mis en œuvre pour empêcher l'accident.

CAS D'USAGE 3

La blockchain pour la construction de maisons individuelles

Simplifier, sécuriser et apaiser le parcours client

L'expérience des constructeurs de maisons individuelles amène à faire un constat fort : depuis l'entrée en vigueur de la RT 2012, puis de la loi Hamon sur la consommation, le parcours d'achat des clients s'est complexifié, et les délais administratifs entre la vente d'une maison et le démarrage du chantier n'ont cessé de s'allonger. De cinq mois en moyenne il y a dix ans, ils s'établissent aujourd'hui à huit mois. Ces trois mois d'écart de décalage tendent les trésoreries des constructeurs de maisons individuelles (CMistes), car ils ne peuvent établir les premières factures qu'au démarrage du chantier. Et chacun des acteurs est impacté : les banquiers ont de réelles difficultés pour boucler les dossiers de financement et n'ont souvent aucune visibilité sur l'avancement des projets. Les notaires déplorent, pour leur part, de nombreux passages en acte qui se soldent par des reports ou des échecs, faute de virements de fonds effectués dans les délais.

Pour simplifier le parcours client tout en raccourcissant les délais administratifs, un constructeur a lancé au printemps 2022 une plateforme digitale sécurisée d'échange de données. Co-conçue avec une banque, cette solution innovante est ouverte à tous les acteurs de la construction. Elle est mise gratuitement à la disposition du client dès son premier rendez-vous avec le banquier, le constructeur ou le notaire, et il peut l'utiliser jusqu'à la fin du chantier pour fluidifier les échanges entre chacun des intervenants, toujours sous son contrôle. Parmi les fonctionnalités principales, on trouve le suivi en temps réel des plannings notaire, banquier et constructeur ainsi que les prochaines étapes du projet. Ensuite, les documents, partagés à l'initiative du client, et les échanges sont tous enregistrés de manière sécurisée — une blockchain ou un autre système de sécurisation de données — pour assurer la sécurité, la traçabilité et la confiance de chacun. Avec une telle fonctionnalité, les documents — plans, permis de construire… — peuvent être partagés avec tous les intervenants - banquier, agents immobiliers, artisans…
Enfin, une messagerie permet d'interagir depuis un même outil avec les acteurs du projet et avec ses proches.

→ L'utilisation de cette plateforme permet de gagner un à deux mois sur les délais de montage d'avant-projet, de financement et de prise de rendez-vous notaire, au plus grand bénéfice des acteurs du projet, et en particulier pour le constructeur, qui voit les tensions sur sa trésorerie s'apaiser.

CE QU'IL FAUT RETENIR

Les documents déposés par le banquier, le constructeur, le notaire sont de qualité, approuvés, transmis et utilisés par tous en toute confiance. Cette sécurisation des échanges permet de proposer un modèle unique d'interopérabilité qui peut fédérer un maximum d'acteurs de l'écosystème. En fin de compte, cette plateforme est un facilitateur de projet d'un très haut niveau de sécurité qui apporte de la sérénité à tous, et en particulier au client final.

CAS D'USAGE 4

Authentification des flux BIM

Quand le BIM et la blockchain s'associent pour contractualiser la maquette numérique.

Outil collaboratif associant une maquette numérique paramétrique 3D à des données intelligentes et structurées, le BIM est bien connu des entrepreneurs. Durant toutes les phases de vie de l'ouvrage, il permet de choisir et d'anticiper, de gérer les interfaces techniques et organisationnelles en associant tous les acteurs d'un projet. Depuis près de quinze ans, le BIM porte des promesses d'optimisation des coûts et des délais de réalisation. Mais pour que le processus fonctionne, encore faut-il que les échanges de données qu'il suppose soient fluides, transparents et acceptés par tous. Or, le constat est clair : architectes, ingénieurs et bureaux d'études des entreprises travaillent encore trop souvent en silo, du fait d'un manque d'organisation et de coordination, mais aussi d'un manque de confiance mutuelle.

→ C'est partant de ce constat et pour redonner sa dimension réellement collaborative au BIM qu'une start-up a développé en 2017 une solution innovante. Elle s'appuie sur une infrastructure blockchain pour inscrire de façon pérenne, indéniable, sécurisée et ouverte les preuves de ces échanges. Agissant comme un tiers de confiance, la blockchain engage les acteurs et les protège tout à la fois. Mais cette traçabilité probante des contributions et des livrables authentifiés permet également de contractualiser la maquette numérique. Celle-ci devient la base référente de données certifiées et qualifiées pour tous les acteurs de la chaîne. Le doute étant levé autour de la pertinence des données produites, le processus est simplifié, induisant des conséquences positives, comme la clarification de la responsabilité décennale ou l'optimisation de la gestion de la propriété intellectuelle.

> *« La maquette devient la base référente de données certifiées et qualifiées pour tous les acteurs de la chaîne. »*

CE QU'IL FAUT RETENIR

Lors de son lancement en 2017, la solution a été unanimement reconnue par le secteur de la construction, ses professionnels et ses institutions comme le maillon manquant du BIM. Mais cette reconnaissance ne s'est pas réellement traduite commercialement : les degrés de maturité sur le BIM étaient et sont toujours trop disparates au sein de la filière, si bien que beaucoup d'acteurs ne voulaient pas engager leur responsabilité contractuelle sur des documents et livrables dont ils ne maîtrisaient pas la qualité. Toutefois, le principe de la solution est toujours pertinent. Elle pourrait se développer lorsque l'écosystème aura globalement amélioré sa maîtrise du BIM, et que les maîtres d'ouvrage enverront un signal positif fort.

> *Simplifier le parcours client et racourcir les délais administratifs.*

Attestation et certification des autorisations d'urbanisme

CAS D'USAGE 5

La continuité d'affichage des permis de construire certifiée et sécurisée.

Les constructeurs de maisons individuelles et les promoteurs le savent bien : pour éviter les recours de tiers dits « tardifs », ils doivent apporter la preuve de l'affichage en continu du panneau de permis de construire sur une période de deux mois. Pour ce faire, les professionnels font appel à un huissier pour constater la présence du panneau au début, au cours et à la fin de la période. Le problème est qu'entre deux passages de l'huissier, le panneau peut être tombé avoir été dégradé, déplacé ou supprimé par des tiers malveillants, qui peuvent de leur côté faire constater par un autre huissier la non-conformité supposée du panneau… Le juge doit alors trancher entre ces deux constats, en retenant la preuve qu'il estime la plus convaincante.

Pour remédier à ces problèmes, une start-up propose une solution innovante permettant de prouver la continuité de l'affichage en complément des constats d'huissier.

Comment ? Par l'intermédiaire d'une plateforme numérique sécurisée et d'un panneau connecté conjuguant géolocalisation par satellite, application mobile, Internet des objets et blockchain !

Le panneau connecté intègre, d'une part, une balise de géolocalisation qui reporte, automatiquement et en continu, la position du panneau, et, d'autre part, des capteurs brevetés qui repèrent toute tentative de dégradation (arrachement, déchirement…). Toutes ces informations sont collectées et transmises en temps réel à la plateforme, qui peut intervenir immédiatement pour remettre le panneau en conformité. Les collaborateurs du maître d'ouvrage peuvent de leur côté suivre tous les panneaux depuis leur bureau ou leur smartphone, sans avoir à se déplacer sur le terrain, même lors de la venue de l'huissier.

→ Pendant toute la période de purge du projet, les empreintes horodatées des documents de preuve — relevés de position du panneau, procès-verbal de constats d'huissier… — sont transférées sur une blockchain de manière sécurisée, inaltérable et définitive. En cas de litige ou de procès, ces preuves certifiées peuvent être produites en justice, rendant irrecevable tout recours intenté au-delà de la période de deux mois.

CE QU'IL FAUT RETENIR

Le panneau connecté est l'un des seuls modes de preuve qui permettent de respecter, à la lettre, les exigences de l'article R 600-2 du Code de l'urbanisme. Récemment, les voisins d'un projet dont le permis de construire avait été affiché en utilisant la solution ont été déboutés par le tribunal administratif. Si cette conclusion positive est trop récente pour faire jurisprudence, elle prouve néanmoins la robustesse et l'efficacité du procédé.

Gestion des déchets

CAS D'USAGE 6

Optimiser la traçabilité des matériaux et des déchets de chantier

La traçabilité des matériaux constitue un enjeu fort pour la filière du bâtiment, tant dans la chaîne d'approvisionnement que dans celle du traitement des déchets. En effet, les entrepreneurs le savent bien, la multiplicité et le silotage des acteurs et la diversité des pratiques en termes de traçabilité, où les échanges « papier » et non standardisés sont encore la norme, fragmentent l'information. Il est donc rare, voire impossible, aujourd'hui de tracer parfaitement un matériau ou un déchet de chantier de bout en bout.

La loi anti-gaspillage pour une économie circulaire (dite loi AGEC) impose pourtant à l'écosystème de relever ce défi depuis le 1er janvier 2022. Il s'agit de partager les données de traçabilité des déchets et, notamment, des terres excavées, des sédiments et des produits de la démolition, dans un registre national des déchets.

Pour assurer une amélioration continue des informations de traçabilité sur toute la chaîne, de l'efficacité opérationnelle et répondre à cette pression règlementaire, une société d'ingénierie environnementale a lancé une solution innovante avec un partenaire technologique de renom. Cette plateforme numérique ouverte vise à réunir tous les acteurs de la chaîne autour d'un même objectif : assurer la traçabilité de l'approvisionnement en matériaux et de l'acheminement des matériaux et des déchets, depuis leur identification jusqu'à leur destination finale ou réintroduction. Cette solution facilite la vie de ses utilisateurs en les déchargeant de leurs obligations règlementaires par l'automatisation des diverses déclarations : TrackDéchets, registre national des déchets, diagnostics et récolements PEMD et déclarations relatives à la REP PMCB.

La plateforme s'appuie sur un protocole blockchain permissionné (parfois appelé blockchain « privée ») de pointe.
Cette blockchain est la colonne vertébrale sur laquelle peuvent venir se brancher les applications propriétaires de tous les acteurs. Chacun peut ainsi transmettre les données et documents de suivi en toute sécurité et selon son processus propre. Les données sont alors horodatées, cryptées et partagées selon le périmètre de chaque entreprise, garantissant ainsi la confidentialité et la qualité de la traçabilité. La qualité de la traçabilité ainsi obtenue permet un calcul probant des taux de valorisation de la matière issue des chantiers et conduit dans un futur proche à un calcul de l'empreinte carbone.

→ Un premier cas d'usage appliqué aux bordereaux de suivi des déchets des terres excavées a été développé, et la plateforme est aujourd'hui utilisée par l'écosystème d'un projet majeur. Les fondateurs de la plateforme étendent maintenant ses fonctionnalités à la traçabilité des matériaux entrants pour l'approvisionnement des chantiers.

CE QU'IL FAUT RETENIR

Cette plateforme joue pleinement son rôle de tiers de confiance numérique en garantissant l'intégrité de la donnée et en apportant une preuve de conformité. Ainsi rassurés et responsabilisés, les acteurs de la filière peuvent se consacrer à l'efficacité collective du processus et coopérer, même s'ils ont parfois des objectifs différents. La plateforme distribue ainsi la responsabilité collective de la traçabilité aux utilisateurs clés et permet à tous les acteurs de participer à son développement.

Crédits © Unsplash - Bernard Hermant

05

ET DEMAIN ? LES USAGES (PROBABLES) DE LA BLOCKCHAIN DANS LE SECTEUR

Les chapitres précédents ont permis de montrer que la blockchain pouvait être considérée comme une technologie prometteuse grâce à sa capacité de stocker des données de manière sécurisée, transparente et décentralisée.
De nombreux experts estiment ainsi que les applications liées à la blockchain n'en sont qu'à leurs prémices et que la technologie dispose d'un potentiel significatif pour révolutionner de nombreux secteurs. **De multiples usages sont déjà opérationnels** dans les secteurs de **la finance** (transactions bancaires et flux de paiement), de **l'immobilier** (investissements dans la pierre) ou de **la logistique** (traçabilité des produits ou des matières) et devraient continuer à se développer.

Et dans le bâtiment ?

Il est évidemment difficile de prédire avec certitude si la blockchain se développera dans la construction dans un futur proche.

Les acteurs positionnés sur cette technologie — start-up, grandes entreprises du secteur — sont encore très peu nombreux, mais la blockchain pourrait s'y développer à moyen et long terme. Car les applications et des cas d'usage existent d'ores et déjà pour faciliter et sécuriser la gestion documentaire et contractuelle, le management de la sécurité, la gestion des chaînes logistiques et celle de la maquette numérique (*voir pages 28 à 33*). Certains pionniers connaissent le succès. D'autres ont développé des applications qui ne correspondaient pas exactement aux besoins des professionnels : soient qu'elles étaient en avance sur leur temps et bousculaient une approche traditionnelle des usages, soient qu'elles n'avaient pas totalement identifié ni cerné leurs cibles. Dans un cas comme dans l'autre, il n'est pas exclu que ces applications ou leurs successeurs puissent connaître le succès dans le futur.

Outre les usages déjà évoqués, il n'est pas exclu non plus que la technologie blockchain puisse optimiser et modifier d'autres usages, parmi lesquels peuvent être identifiés :

La facturation

La technologie blockchain pourrait être utilisée pour faciliter et sécuriser le paiement des factures de différentes manières. Plusieurs types d'applications peuvent être imaginés :

→ Paiement en cryptomonnaies **dans le futur, des devises numériques — le bitcoin ou une autre ? — pourraient être officiellement reconnues et acceptées par tout ou partie des acteurs de la construction pour payer les factures. Ce développement suivrait nécessairement une tendance générale de la démocratisation de l'usage des cryptomonnaies dans la société.**

→ Paiement à partir des smart contracts. **Les contrats intelligents pourraient être exécutés sur la blockchain pour automatiser et accélérer le paiement de factures. Ils pourraient être configurés pour valider le déclenchement d'un paiement lorsque certaines conditions sont remplies, comme une date d'échéance marquant la progression certifiée d'un chantier ou la réception d'une confirmation de livraison. Par exemple, au sein d'une chaîne d'approvisionnement, si une entreprise utilise la blockchain pour suivre ses achats auprès de ses fournisseurs, elle pourrait être en mesure de vérifier rapidement et facilement que toutes les conditions de paiement ont été remplies avant de déclencher le paiement de la facture. Autrement dit, grâce à cette technologie, les retards de paiement et les tensions induites sur les trésoreries — un problème récurrent pour les entrepreneurs — ne seraient plus que de lointains souvenirs… Une révolution !**

Gestion contractuelle

Ces vingt dernières années, l'une des tendances visibles d'évolution des modes de passation des marchés de travaux est celle de l'allotissement. Cette verticalisation de l'organisation multiplie les intervenants, et les relations qui se nouent sont complexes, si bien que les entrepreneurs doivent souvent contractualiser entre eux pour pouvoir travailler. Ces relations entraînent un recours potentiellement plus fréquent aux procédures judiciaires. **Dans ce cadre, il pourrait être intéressant de disposer d'une traçabilité accrue des échanges entre parties prenantes, afin que les responsabilités de chacun soient établies de manière unique et irréfutables.** Par ailleurs, au niveau opérationnel, les plateformes numériques auxquelles sont connectés tous les acteurs d'un chantier sont de plus en plus souvent utilisées. Elles permettent de gérer l'ensemble des données de l'opération : contrats, plannings, intervenants, maquette numérique. **Il est nécessaire que toutes ces données puissent être partagées, à jour et que chaque acteur puisse avoir confiance** dans l'authenticité des documents qui s'y trouvent.

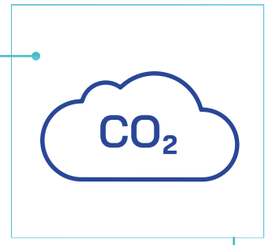
→ **Dans un cas comme dans l'autre, ces nécessaires besoins de traçabilité pourraient être satisfaits par des applications fondées sur l'utilisation de la blockchain.**

Recours au travail intérimaire

L'activité cyclique du bâtiment oblige les entreprises à recourir massivement au travail intérimaire. Actuellement, les sociétés d'intérim se rémunèrent à la fois sur la mise en relation des entreprises avec les intérimaires mais aussi sur la gestion de leurs salaires. Ce mode de fonctionnement coûte très cher à l'entreprise de travaux. Grâce à la blockchain, on pourrait imaginer pouvoir contractualiser directement avec les intérimaires via une plateforme — on ne supprimera pas la nécessité d'avoir une interface entre l'entreprise et l'employé — qui ne se rémunèrerait pas sur la gestion salariale mais uniquement sur la mise en relation. Les qualifications, les diplômes des candidats pourraient, par ailleurs, être intégrés au sein d'une blockchain pour vérifier leur authenticité.

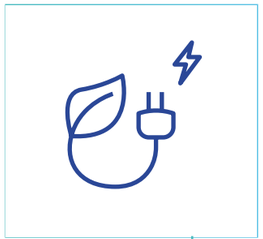
→ **La blockchain pourrait acter la validité des transactions et des paiements, dans une relation directe entre l'entreprise et l'intérimaire.**

Accompagnement de la construction bas carbone



La construction bas carbone implique très souvent une mise en œuvre d'une mixité de matériaux : mixité structurelle bois-béton, panneaux et cloisons à base de matériaux biosourcés… Le bâtiment s'apparente alors à un grand puzzle dont une grande part est fabriquée hors site, pour minimiser la gêne occasionnée par les chantiers, mais aussi pour mieux ajuster les interfaces multi-matériaux. La bonne gestion de cette complexité implique notamment une responsabilisation des différents acteurs de la chaîne constructive. Un panneau ne s'imbrique pas convenablement dans la structure ? Trois possibilités : soit la commande a été mal passée, soit le panneau est mal usiné, soit les plans de la maquette numérique ne disposaient pas du bon indice lors de la fabrication. En cas de litige, l'enjeu financier peut être important, et il est nécessaire de pouvoir attribuer avec certitude la responsabilité du dysfonctionnement à celui qui a réellement dysfonctionné !

→ **Des applications fondées sur la blockchain pourraient ainsi permettre, en créant une chaîne de contrôle vérifiée, transparente pour toutes les parties, de garantir la provenance des matériaux ou les caractéristiques précises des produits usinés.**



Optimisation des contrats de performance énergétique

Les Contrats de Performance Énergétique (CPE) sont des arrangements contractuels dans lesquels une entreprise s'engage à réduire la consommation d'énergie d'un bâtiment ou d'une installation en mettant en place des mesures d'efficacité énergétique. En échange, l'entreprise ou l'individu reçoit une rémunération sous forme de paiements périodiques ou d'une partie des économies réalisées sur la facture d'énergie.

→ **En créant un registre transparent et immuable garantissant l'authenticité des données, la blockchain pourrait être utilisée pour enregistrer et suivre les CPE et les économies d'énergie réalisées. Elle pourrait également permettre d'enregistrer de suivre les travaux de maintenance et de réparation effectués dans le cadre du CPE. Finalement, les CPE pourraient être automatisés et les paiements pourraient être effectués de manière plus efficace et sécurisée.**

Le smart building et la smart city

Les bâtiment intelligents (*smart buildings*) utilisent des technologies de l'Internet des objets (IoT) et des capteurs pour optimiser les performances énergétiques et la gestion des ressources. Ces technologies permettent de contrôler et de surveiller en temps réel les différents systèmes du bâtiment, tels que l'éclairage, le chauffage, la ventilation et l'eau, afin de maximiser l'efficacité énergétique et de réduire les coûts.

→ **L'utilisation de la blockchain pourrait permettre de suivre les données en temps réel et de garantir leur intégrité et leur authenticité, pour optimiser la gestion de tous ces flux.**

Par ailleurs, l'avènement du *smart building* et de la *smart city* suppose la collecte et l'analyse d'un nombre gigantesque de données, qui sont souvent d'ordre privés. Or la préservation de la confidentialité de ces données et de l'anonymat des personnes qui les ont générées semblent être une condition *sine qua non* du développement de ces technologies *smart*.

→ **Le déploiement d'applications fondées sur la blockchain dans la chaîne de traitement de ces informations pourrait justement permettre de les utiliser en garantissant simultanément leur anonymat.**

On le perçoit, les potentialités d'utilisation de la technologie blockchain pour différents cas d'usage liés à la vie d'un bâtiment ou liés à la vie de l'entreprise sont multiples et variées. Toutes sont fondées sur la capacité de cette technologie à garantir et authentifier des flux d'informations de manière transparente, agissant à la manière d'un tiers de confiance. Ces grandes potentialités seront-elles exploitées de manière opérationnelle ? L'avenir le dira. Mais un fait semble acquis : dans un secteur comme le bâtiment, qui a toujours engagé ses transitions — numérique, environnementale… — avec pragmatisme et précaution, la technologie de la blockchain ne trouvera sa place dans le secteur qu'à partir du moment où elle aura fait la preuve irréfutable de son impact positif sur la productivité et la rentabilité des entreprises.

NOTES

INNOVER
POUR BÂTIR
FFB

Innover pour bâtir

© FFB Publication — Mars 2025

Direction artistique et conception : agence La nageuse
Rédaction : Olivier Baumann
Réalisation : FFB — Service Construction — Innovation — Transition numérique
Service CRD et DAT
Crédits photo : Unsplash, Adobe Stock

FÉDÉRATION FRANÇAISE DU BÂTIMENT
7/9, rue La Pérouse — 75016 Paris
www.ffbatiment.fr