

Une chaîne en perpétuel mouvement

publié en juin 2026

Économie & Services N°31

La blockchain n'a cessé d'évoluer depuis ses débuts. Son modèle révolutionnaire de stockage décentralisé des données a rapidement fait des émules. Aujourd'hui, son champ d'application s'étend bien au-delà des transactions financières en cryptomonnaies.

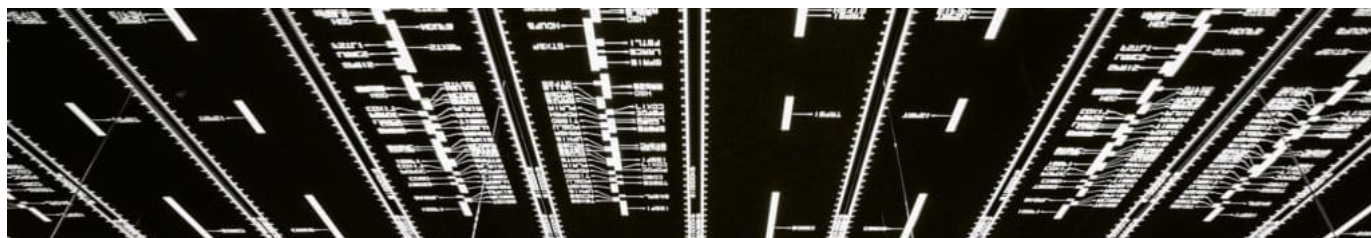
TEXTE | Christine Werlé

En 37 ans d'existence, le Web a connu plusieurs évolutions distinctes. Chacune

d'elles visait toutefois le même but : donner davantage de fluidité au réseau mondial. Dans sa première version, la Toile proposait uniquement de l'information à ses utilisateur·trices (Web 1). Les internautes naviguaient alors simplement entre des pages statiques. Internet s'est ensuite ouvert à ses utilisateur·trices pour leur permettre d'interagir avec les sites qu'ils-elles consultaient et de devenir eux-mêmes des fournisseurs de contenus (Web 2). C'est l'époque de Wikipédia et des réseaux sociaux. La troisième évolution du Net (Web 3), elle, prend ses distances avec les versions précédentes, contrôlées par les géants californiens de la tech tels que Google, Amazon, Facebook, Apple et Microsoft, les fameux GAFAM. Reposant sur le concept d'un modèle décentralisé, elle a pour but de redonner aux utilisateur·trices le contrôle de leurs données.

La blockchain, plus particulièrement la blockchain dite publique, fait partie des technologies de cette nouvelle génération, plus indépendante et plus ouverte, du Web. Elle est née en 2009, avec la création du bitcoin par le mystérieux Satoshi Nakamoto ¹, afin de sécuriser les transactions de la toute première monnaie virtuelle. « On peut la décrire comme une technologie qui permet de transférer des valeurs sans intermédiaires sur Internet, conçue comme une alternative aux systèmes bancaires traditionnels », explique [Arnaud Gaudinat](#), professeur en sciences de l'information à la [Haute école de gestion de Genève \(HEG-Genève\)](#) – HES-[SO](#) et codirecteur du CAS Blockchain & Finance. Il collabore également au projet européen *FairOnChain*, qui entend développer une infrastructure publique pour un accès simplifié aux données de la blockchain et dans un format exploitable par la recherche.

La blockchain se matérialise sous la forme d'un livre de comptes ouvert, géré par un algorithme, qui contient l'historique de toutes les transactions effectuées entre les utilisateur·trices depuis sa création. Ces transactions sont regroupées au sein d'une succession de blocs reliés les uns aux autres par des procédés cryptographiques, soit des méthodes mathématiques utilisées pour sécuriser l'information. Mais l'innovation du système réside avant tout dans sa décentralisation.





En 2024, l'artiste Ryōji Ikeda a exposé DNA of a Nation au Musée national d'Estonie dans le cadre du programme de la ville de Tartu, élue Capitale européenne de la culture en 2024. Il y explore les flux de données à travers le son et l'image. | © MAANUS KULLAMAA / TARTU 2024

Multiplicité des lieux de stockage

Contrairement à une banque, les données ne sont pas stockées en un seul endroit, mais sur des milliers de serveurs – appelés également « nœuds » – à travers le monde. La réplication systématique des blocs de transactions et la multiplicité des lieux de stockage rendent toute tentative de piratage presque impossible. Le niveau de sécurité élevé de la blockchain est également garanti par le fait qu'une valeur ne peut pas y être modifiée une fois enregistrée. « La seule façon de changer une valeur pendant l'écriture serait de posséder 51 % de la puissance de calcul totale du réseau, ce que même un État ne peut plus faire sur les cryptomonnaies bitcoin ou ethereum au vu de la valeur à investir », souligne Arnaud Gaudinat.

L'autre atout de cette technologie réside dans sa grande transparence. Dans la blockchain bitcoin par exemple, la plus ancienne et la plus connue, tous les coins, ou « jetons natifs » en français, sont en effet traçables. « L'algorithme a créé jusqu'à maintenant plus de 20 millions de bitcoins et doit encore en créer moins d'un million supplémentaire jusqu'en 2140. Il est possible de suivre les transferts de tous ces jetons natifs, un peu comme si les transactions entre IBAN étaient publiques. Si

demain je paie mon pain avec des bitcoins, mon boulanger saura combien j'ai sur mon compte », illustre le professeur.

Au final, sur les blockchains de premier ordre ², corrompre les données est extrêmement difficile en pratique. « Les utilisateur-trices se rendraient immédiatement compte d'une tentative de fraude et celle-ci serait rejetée par le réseau », poursuit Arnaud Gaudinat.

Un contrôle qui participe au mouvement de la chaîne

La blockchain publique est donc un système hautement sécurisé mais ouvert, qui permet la traçabilité et la fluidité des données, contrairement aux systèmes traditionnels, où le stockage des transactions est cloisonné. Les banques ne partagent en effet pas les données des client-es. Mais, bien qu'il ne soit pas géré par une autorité centrale, le système a tout de même besoin d'un contrôle. Il s'exerce ici de manière collective.

Les « mineurs » sont des personnes ou sociétés volontaires chargées de valider les transactions. Ils regroupent celles en attente de confirmation dans de nouveaux blocs. Dans les blockchains comme celle du bitcoin, l'ajout d'un bloc à la chaîne suppose de résoudre un calcul mathématique complexe à l'aide d'ordinateurs spécialisés très puissants. « Presque 1000 milliards de milliards d'essais sont effectués chaque seconde pour trouver la solution », relève Arnaud Gaudinat. Celui qui parvient à résoudre l'énigme en premier peut inscrire son groupe de transactions sur la blockchain et reçoit les frais de transaction, plus de nouveaux bitcoins en récompense. Actuellement, cette récompense s'élève à 3,125 bitcoins par bloc validé. Le minage permet ainsi non seulement de sécuriser la blockchain bitcoin, afin qu'elle reste un outil financier fiable et ouvert à tous, mais aussi d'émettre de nouveaux bitcoins. Il participe ainsi au mouvement de la chaîne.

Au-delà des cryptomonnaies

Le champ d'application de la technologie blockchain s'étend désormais au-delà des cryptomonnaies. Si la majorité de ce qui est utilisé sur la blockchain concerne le transfert de valeurs, cette technologie sert également à émettre et à transmettre des actifs réels par un procédé appelé « tokenisation ». Il consiste à convertir les droits attachés à ces objets en un enregistrement numérique. C'est une manière de

représenter dans le monde digital un bien immobilier, par exemple, ou une œuvre d'art.

« Les titres de propriété numériques, les NFT, qui prouvent l'identité du propriétaire d'un objet et attestent de son authenticité, pourraient clairement remplacer à l'avenir une partie du travail d'un notaire ou d'un juge », relève [Cédric Baudet](#), professeur ordinaire à la [HE-Arc Gestion \(HEG Arc\) - HES-SO](#) à Neuchâtel, qui mène des travaux de recherche sur la blockchain. L'usage de ces certificats virtuels n'est pas limité aux biens matériels. « Typiquement, les diplômes universitaires pourraient être inscrits dans une blockchain pour garantir qu'ils ont bien été émis par telle ou telle université. Comme la valeur a été stockée de façon décentralisée, on ne pourrait pas la modifier. Certaines facultés ont commencé à le faire pour les formations continues », cite Cédric Baudet.

La sécurisation des documents officiels émis par les administrations publiques fait également partie des champs d'application. En 2021, le canton du Jura a mis en œuvre une solution numérique en ce sens basée sur la blockchain Keyless Signature Infrastructure, spécialisée dans les preuves d'intégrité, qui garantit qu'un document n'a pas été modifié.

L'intérêt du secteur privé

Dans le secteur privé, l'industrie a également montré son intérêt pour les technologies blockchain, notamment pour le traçage des marchandises dans la chaîne d'approvisionnement. « L'entreprise de transport Galliker a testé un tel système pour prévenir le vol de marchandises et garantir que ses palettes sont bien acheminées d'un point A à un point B », révèle le professeur de la HEG Arc.

En outre, certaines assurances emploient d'ores et déjà des contrats intelligents, plus couramment appelés *smart contracts*. « Des programmes stockés sur la blockchain exécutent des actions tout seuls lorsque certaines conditions sont remplies. Les client-es peuvent alors être indemnisés automatiquement en cas de sinistre », évoque pour sa part Arnaud Gaudinat.

Autant d'exemples et de développements qui montrent que les blockchains sont en plein essor. Selon Cédric Baudet, le canton de Neuchâtel, par le biais d'incitations du Service de l'économie, est par ailleurs devenu un des endroits en Suisse qui attire le

plus d'entreprises spécialisées dans la création de ce genre de technologies.

Trois questions à Gianluca Rizzo

Avec le développement des nouvelles technologies, le flux de données échangées va massivement augmenter, selon cet adjoint scientifique à la HES-SO Valais-Wallis - Haute École de Gestion - HEG. La prochaine génération de réseau mobile, la 6G, devra être pensée pour gérer ce trafic de manière durable et efficace.

En quoi consiste le projet Unity-6G, mené par 11 pays européens et auquel participe votre équipe ?

GR Ce programme vise à définir et standardiser les technologies qui composeront le réseau mobile 6G, attendu vers 2030. L'objectif est de développer des solutions durables, évolutives et adaptées à des usages beaucoup plus variés que ceux de la 5G. Parmi les applications envisagées figurent la réalité augmentée, la téléopération de machines et de robots, la chirurgie à distance ainsi que les véhicules autonomes, qui devront échanger des données en temps réel pour garantir la sécurité. L'IA jouera également un rôle central, tant pour les services proposés que pour l'optimisation du fonctionnement des réseaux. Or, ces applications nécessitent d'importants volumes de données et une capacité de traitement accrue.

© BERTRAND REY

Acheminer toujours plus de données avec fiabilité et rapidité représente un défi technique.

L'architecture du réseau devra en effet être modifiée. Les réseaux actuels reposent sur des systèmes fermés fournis par un nombre limité d'acteurs, offrant peu de flexibilité aux opérateurs. La 6G pourrait introduire une architecture beaucoup plus ouverte et modulaire, composée de blocs logiciels issus de différents fournisseurs. Cette évolution permettrait de remplacer ou d'améliorer certains composants sans changer l'ensemble du réseau, un peu comme si on « tunait » une voiture.

Un flux de données plus important va également entraîner une consommation d'énergie plus élevée. Quelles sont les solutions ?

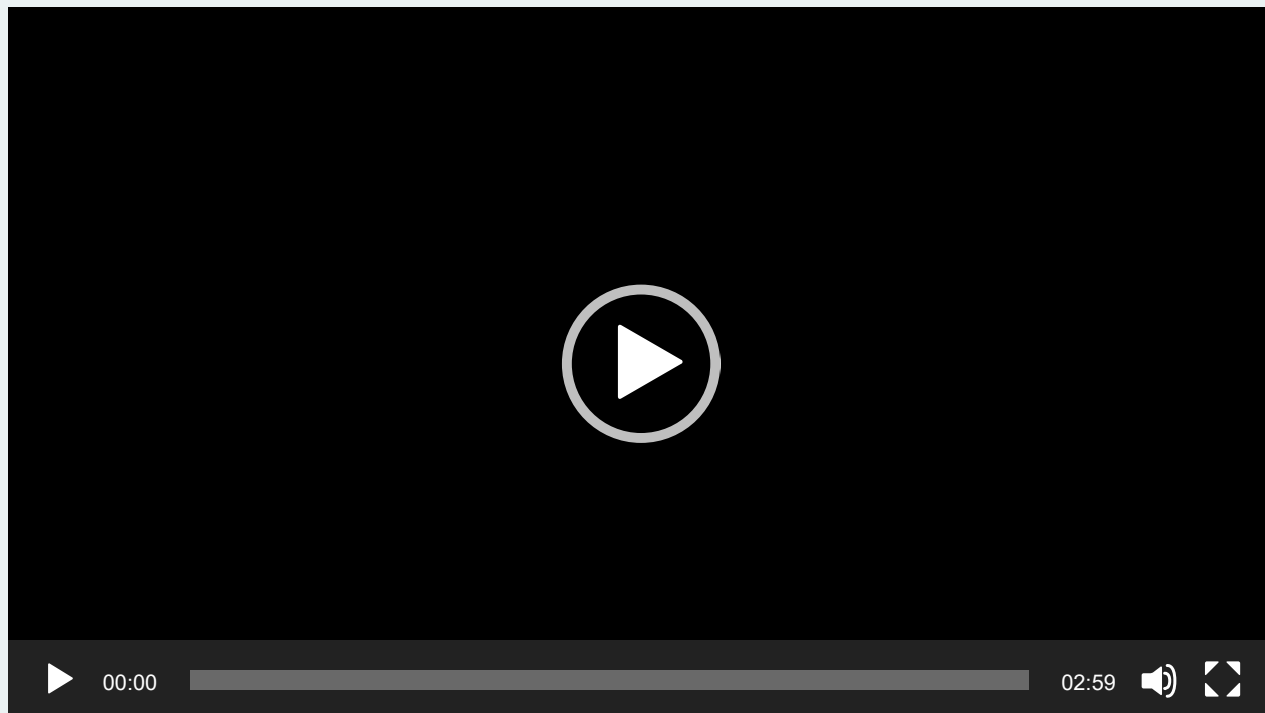
La consommation en électricité des nouvelles technologies pourrait représenter 21 % de la demande mondiale d'ici à 2030. Dans ce contexte, améliorer l'efficacité énergétique de la 6G devient un enjeu majeur. L'une des pistes explorées à la HES-SO Valais-Wallis consiste à connecter la 6G aux réseaux électriques intelligents, ou *smart grids*, afin d'adapter le fonctionnement du réseau aux disponibilités d'énergie. Certaines tâches de calcul pourraient être déplacées dans le temps ou dans l'espace, permettant de réduire la consommation et de privilégier les sources renouvelables.

UNITY-6G overview

Aperçu du projet Unity-6G et de ce qui le distingue dans le paysage de la recherche et de l'innovation en matière de 6G.

Vidéo

Vidéo explicative sur les technologies blockchain, hébergée sur le site FairOnChain.org.



Mots-clés / Expert-es

Autorité BAUDET Cédric Données Économie Entreprise GAUDINAT Arnaud
Haute école de gestion de Genève (HEG-Genève) HE-Arc Gestion (HEG Arc)
HES-SO Valais-Wallis - Haute Ecole de Gestion - HEG Internet RIZZO Gianluca

« [article précédent : « L'être humain est programmé pour marcher »](#)

[prochain article : Bouger contre la dépression](#) »
