

1.3. BASE DE DONNÉES

Les données transmises peuvent être stockées sur un serveur centralisé, local ou dans le Cloud, mais également décentralisées comme une blockchain.

1.3.1. CLOUD

La télématique a pour objet la transmission longue. Les fournisseurs de solutions Cloud sont Microsoft, Amazon, SAP, IBM, Oracle, Google, Orange Business Services, Alibaba, etc. Ceci permet d'y stocker les données ainsi que des applications. L'avantage est de pouvoir facilement adapter l'infrastructure en fonction des besoins (ex : saisonnalité, augmentation/réduction du nombre de clients) et de bénéficier de services additionnels allant de la sécurité à des algorithmes pointus de machine learning (ex : Microsoft Azure Machine Learning) ou de reconnaissance d'images (ex : Amazon Rekognition). Il s'agit d'infrastructures IT à la demande.

Plus spécifiquement, il existe des infrastructures Cloud dédiées à la supply chain telles que Oracle Cloud SCM ou SAP SCM qui sont destinées à suivre chaque étape de la supply chain. Une gestion centralisée et coordonnée dans le Cloud permet de remonter la supply chain et,

par exemple, d'identifier exactement où, quand et comment le problème a eu lieu lorsqu'un consommateur n'est pas satisfait d'un produit. Il sera précieux pour un producteur de pouvoir rétrospectivement analyser les données issues : de ses fournisseurs, de capteurs installés sur sa chaîne de production, de bons de commandes, de ses transporteurs et distributeurs jusqu'au consommateur insatisfait et ainsi que de l'éventuel retour du produit.

Le Cloud est utilisé par des TMS (transport management systems) tels que Urbantz, Dropon, Xeolis (It-Optics), Cloud Logistics ou Kuebix. Les WMS (warehouse management systems) utilisent progressivement les infrastructures Cloud mais le besoin se fait moins ressentir dans le cas où il s'agit d'une gestion locale et interne.

Depuis janvier 2020, Iridium CloudConnect offre une solution Cloud satellitaire en partenariat avec Amazon Web Services (AWS).

1.3.2. DÉCENTRALISÉE

Sia.tech ou Storj.io sont des solutions de stockage décentralisé sécurisé par la technologie blockchain.

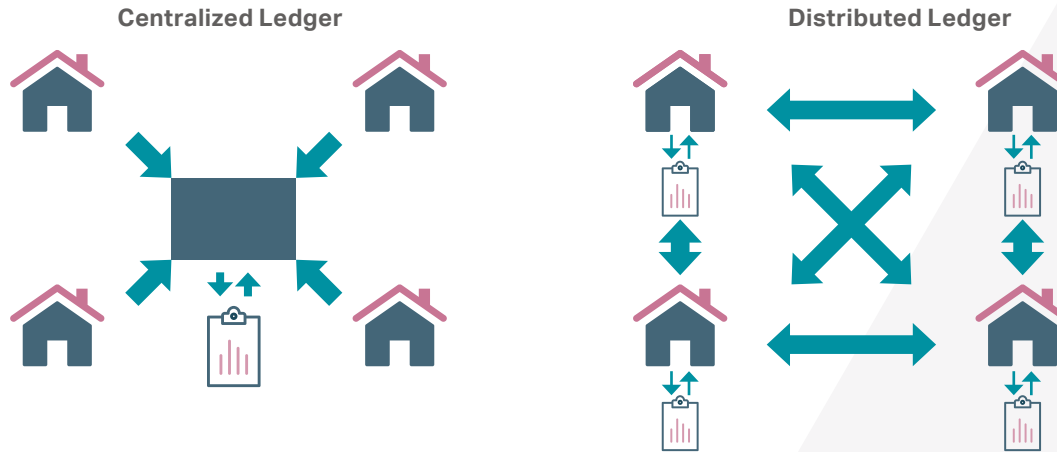
Contrairement aux bases de données traditionnelles, la technologie blockchain permet de construire des bases de données :

- › **Décentralisées** : différents exemplaires des données existent simultanément sur différents ordinateurs

communément appelés « nœuds » du réseau. Il n'y a aucun intermédiaire.

- › **Infalsifiables** : chaque modification apportée à la base de données doit être approuvée et vérifiée par une communauté de pairs. Il est possible à chaque instant, de retracer l'historique de l'ensemble des modifications apportées à la base de données depuis sa création.
- › **Sécurisées** : par un système de cryptographie dite « asymétrique ».

Comparaison entre bases de données centralisées et décentralisées³⁸



³⁸ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1084804520301302>

Il existe des blockchains publiques, ouvertes à tous (telles que Bitcoin et Ethereum), des blockchains privées (principalement utilisées par des entreprises), dont l'accès et l'utilisation sont limités à des acteurs autorisés à participer au réseau et, des blockchains de consortium.

La blockchain peut être utilisée pour :

- › Effectuer des transferts d'actifs ;
- › Assurer une meilleure traçabilité des actifs ;
- › Exécuter automatiquement des contrats tels que les Smart Contracts.

Hyperledger est une plateforme open source, centrée sur le développement d'un ensemble de frameworks, d'outils et de bibliothèques permettant de déployer des blockchains orientées entreprises. Ce projet a été lancé en décembre 2015 par la fondation Linux. Hyperledger est fortement utilisée pour le secteur de la logistique.

Ambrosus est une blockchain dédiée au secteur pharmaceutique, agroalimentaire, chimique et du luxe qui permet de connecter des solutions de capteurs (IoT, biocapteurs, etc.). Les données de traçabilité telles que de temps, température ou relative aux produits sont authentifiées. Les protocoles permettent aussi la mise en place de smart contracts entre les producteurs et leurs fournisseurs. Ambrosus³⁹ utilise la technologie Parity Ethereum.

OriginTrail, Everledger (connu pour la traçabilité des diamants et éviter le travail forcé) et VeChain sont d'autres solutions blockchain dédiées à la supply chain. iRide est (était) une solution de voitures avec chauffeur où la blockchain vise à normaliser le contrôle qualité, augmenter la sécurité des passagers et à simplifier les transactions via smart contracts. Ce type de technologie pourrait être utilisé pour suivre les relations et les transactions entre parties prenantes de voitures autonomes partagées⁴⁰.

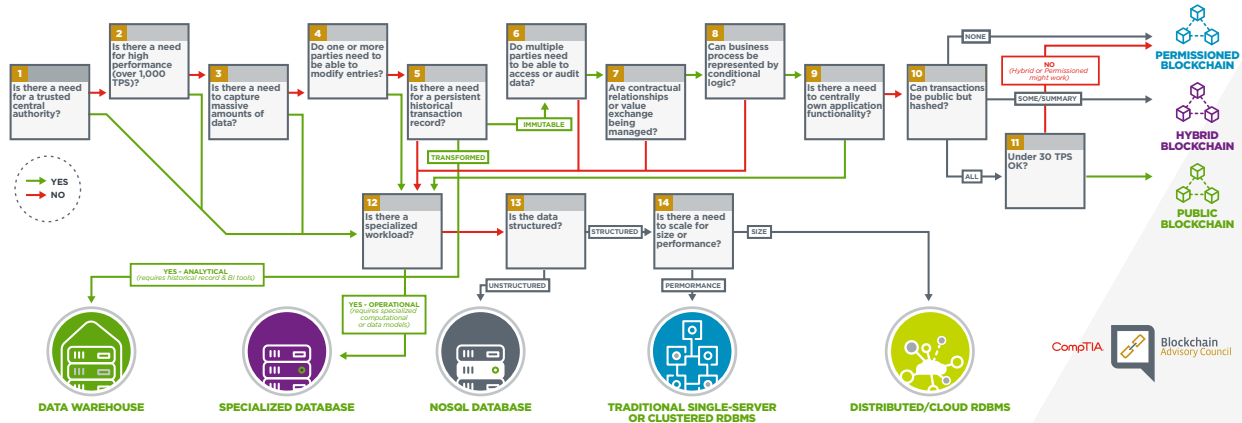
Les acteurs pouvant aider à l'analyse et à la mise en place d'une solution blockchain incluent IBM ainsi que Chainage Digital, Block0, etc.

³⁹ <https://ambrosus.com/assets/en/-White-Paper-V8-1.pdf>

⁴⁰ <https://www.researchgate.net/publication/336230006>

Le choix d'une technologie blockchain peut être orienté grâce à un arbre décisionnel⁴¹ :

WHEN IS BLOCKCHAIN OR ANOTHER DATABASE THE RIGHT CHOICE?*



*Intended as a guideline to which database may best suit the business purpose. IT professional will need to evaluate full business requirements to finalize determination.

41 <https://www.comptia.org/content/infographic/blockchain-decision-tree>

Tilkal (FR) propose au secteur agroalimentaire une traçabilité tout au long de la supply chain de lots, palettes ou camions frigorifiques lors des phases de production, réception, expédition ou destruction, en intégrant des données IoT, WMS, saisie manuelle, etc.

Un brevet⁴², publié en 2019, vise à connecter des informations obtenues d'un code-barre ou d'un tag RFID avec une blockchain en vue de vérifier l'authenticité ou la provenance d'objets physiques avant l'achat.

TrackMatriX de NanoMatriX lutte contre la contrefaçon en connectant IoT, QR code et tag NFC et blockchain. Les secteurs visés sont : luxe, pharmaceutique et cosmétique, vins & spiritueux et produits électroniques.

Avery Dennison et Everledger apportent l'authentification de la provenance avec la technologie blockchain dans le secteur du vin.

Le fabricant hollandais de tag RFID Smartrac (racheté par Avery Dennison en mars 2020) et la startup Citizens Reserve ont co-développé une blockchain et une plateforme digitale pour sécuriser la traçabilité des assets logistiques. Les tags Smartrac que l'on retrouve notamment sur les produits Adidas ou Alibaba pourront être référencés dans la blockchain. Ils deviennent alors des objets connectés uniques, dont les données ne

peuvent pas être altérées, modifiées ou perdues. Ils ont annoncé en mai 2020 l'utilisation de la solution pour authentifier les kits de testing COVID-19 ainsi que les équipements individuels de protection.

p-Chip⁴³ est une puce de la taille d'un grain de riz dont les données lues par un lecteur peuvent être intégrées dans une blockchain en vue de vérifier l'authenticité d'un produit le long de la chaîne d'approvisionnement. Le niveau de maturité commerciale n'est pas clair mais il semble que ce soit utilisé au sein de développements dans les secteurs pharmaceutiques et automobiles.

Comunicare est une solution d'accompagnement thérapeutique. Le suivi du patient assure un meilleur respect du traitement et une plus grande chance de survie. La solution utilise la technologie blockchain pour garantir le consentement des différents acteurs dans le partage des informations, via des smart contracts.

Au niveau européen, l'EBSI (European Blockchain Services Infrastructure) est un réseau de noeuds distribués qui sera utilisé pour fournir des services publics aux gouvernements et citoyens. Le projet H2020 eSSIF-lab vise à accélérer le déploiement et l'adoption de technologies SSI (Self-Sovereign Identities) à des fins d'identification digitale et de suivi de transactions électroniques (diplômes, TVA, signatures, etc.).

⁴² Brevet WO2019190872A1

⁴³ <https://www.p-chipcorp.com/>

La solution Track & Trust⁴⁴ développée par Datarella (DE), Weaver Labs (UK) et Orora Technologies (DE), et financée par l'ESA, vise à assurer une traçabilité le long de la chaîne d'approvisionnement lors d'opérations humanitaires afin de savoir à tout moment qui est en possession de la marchandise. Les données de traçabilité sont inscrites dans une blockchain et peuvent inclure la position, les contrats signés mais aussi des données de capteurs IoT. En termes d'infrastructures de télécommunication, le choix s'est porté sur un réseau LoRa dont un des noeuds envoie les données vers un satellite (Globalstar) qui

réalise alors l'inscription des transactions et données dans la blockchain. Une des difficultés fut la coexistence de plusieurs technologies de télécommunication qui fonctionnent habituellement en silos et ne savent pas où envoyer la donnée. Weaver Labs a donc mis en place une couche logicielle qui assure le routage intelligent des données à travers le réseau.

Plusieurs acteurs recherchent la mise à profit de la technologie blockchain dans leurs activités respectives tels que Eonix (avec l'UCLouvain), UpTrace (Etilux), etc.



⁴⁴ <https://business.esa.int/projects/track-trust>

1.3.3. TRAITEMENT

Les applications de traçabilité peuvent faire intervenir de grandes quantités de données d'origines différentes, rendant leur traitement complexe.

Les données peuvent également être utilisées par des algorithmes et des modèles pour en extraire davantage d'information.

L'intelligence artificielle (IA) est l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence. Le machine learning (apprentissage automatique en Français) est une sous catégorie de l'intelligence artificielle. Le deep learning fait partie du machine learning. Le machine learning correspond à un niveau où l'IA est capable d'intégrer des informations par lui-même, d'apprendre et de progresser. Il n'est pas encore possible de mettre en pratique une IA qui pense par elle-même ("self aware").

Il y a des algorithmes de classification (naive bayes, decision tree, etc.) pour classer des entrées futures, de régression (linéaire, lasso, etc.) pour prévoir un résultat et, de partitionnement (k-moyennes, fuzzy, etc.) pour trouver des similitudes. Le langage de programmation Python est habituellement utilisé.

La vision par ordinateur (computer vision) permet à une machine d'analyser, traiter et comprendre des images prises par une caméra et peut être intégrée dans des solutions de vision industrielle.

Un réseau de neurones artificiels (neural network) est un système informatique s'inspirant du fonctionnement du cerveau humain pour apprendre et permettant la résolution de problèmes complexes. Leur application⁴⁵ en supply chain permet d'augmenter la visibilité sur des commandes à recevoir, par exemple.

Le choix des algorithmes peut dépendre de la précision souhaitée, de la vitesse d'apprentissage, de la taille de l'échantillon (qui doit être suffisamment grand), du nombre de paramètres, etc.

Les fournisseurs Cloud proposent un certain nombre de ces algorithmes (Amazon Rekognition, Google Cloud Vision, Microsoft Azure AI, Alibaba Cloud Machine Learning Platform, etc.).

Consafe Logistics fournit Astro WMS qui utilise les informations d'activités logistiques précédentes pour optimiser les opérations actuelles. L'entreposage est réalisé en fonction, d'une part, de la taille de chaque boîte pour minimiser les espaces perdus et, d'autre part, du suivi des historiques de commande (lots

⁴⁵ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917305371>

populaires ou commandés de manière groupés) pour faciliter les activités de picking. L'intelligence artificielle optimise également les chemins, réduisant les distances parcourues de 20 à 30%.

Quimesis (BE) associé à Unmanned Life (UK), s'est spécialisée dans le développement d'une plateforme «AtaS» (Autonomy as a Service) et a développé un robot de tri autonome pour centres de tri. L'intelligence embarquée dans chaque robot permet l'orientation et la réalisation des tâches.

D'autres sociétés mettent à profit l'IA pour optimiser les flux en entrepôt, que ce soit par l'intermédiaire d'une solution software ou associée à une solution hardware (ex : le projet collaboratif WH 4.0 cofinancé par la Wallonie et coordonné par la société A.T.I.).

Google Maps utilise l'IA pour compenser les pertes de positions GPS (Visual Positioning Service⁴⁶ (VPS), consistant à combiner une vidéo prise par l'utilisateur de son environnement avec le plan Google Maps correspondant).

IFCO, leader dans la fourniture de RPCs (Reusable Plastic Containers) pour produits frais a développé, grâce à un algorithme de reconnaissance d'image, l'application MyIFCO qui reconnaît le nombre et le type d'unités à

retourner sur base d'une photo prise par l'utilisateur. Ceci fait gagner du temps, accélère le processus retour, diminue les erreurs de comptage et prouve les quantités retournées.

Aerospacelab conçoit, fabrique et opère depuis l'espace une constellation de satellites d'observation. La société utilise l'intelligence artificielle pour extraire de l'information des images et de données complémentaires non-géospatiales.

Le jumeau numérique (digital twin en Anglais) permet la modélisation d'un système complexe (ex : une supply chain multimodale, une ligne de production, la propulsion d'un avion) et de faire le lien entre capteurs IoT, logiciels opérationnels et modélisation numérique. Il s'agit d'un environnement virtuel qui tourne en parallèle du système réel et qui est continuellement mis à jour par celui-ci. Le jumeau numérique permet de remonter dans le temps et de diagnostiquer des problèmes suite à une rupture dans la supply chain mais surtout d'accélérer le temps afin de prévenir les perturbations futures et optimiser les processus. L'intelligence artificielle y joue un rôle important afin de manipuler la très grande quantité d'informations qui peuvent se trouver réparties à différents endroits (ERP, WMS, TMS, IoT, etc.).

⁴⁶ <https://ai.googleblog.com/2019/02/using-global-localization-to-improve.html>

AspenTech utilise cette technologie pour faire des solutions de planification et de maintenance en industrie chimique. Le projet de recherche DISpATch⁴⁷ (VUB, KULeuven, VIL) comporte un jumeau numérique permettant de tester des algorithmes de planification dynamique et des technologies de communication avec pour but de supporter le développement de la synchronodalité en Flandre.

Le jumeau numérique peut être également utilisé pour la gestion des mouvements des navires dans un port. Le programme des arrivées et des départs est modélisé chaque semaine, et le jumeau numérique, alimenté en permanence par la réalité des mouvements, peut modifier les affectations de quais et optimiser ainsi les opérations afin de réduire les temps d'attente.

DCbrain (FR) utilise la modélisation par jumeau numérique et l'intelligence artificielle pour proposer des solutions de suivi et d'optimisation au secteur de l'énergie et de la logistique. La startup Visible.Digital (FR) développe une "tour de contrôle" pour le secteur agroalimentaire (performances opérationnelles, sécurité des personnes et intégrité des produits), basée sur le principe de jumeau numérique, la blockchain et les solutions TMS, WMS et télématiques.

La manipulation et l'analyse de grandes quantités de données peuvent être facilitées par l'utilisation de capacité de calcul haute performance (HPC, High-Performance Computing). Les supercalculateurs sont conçus pour atteindre les plus hautes performances possibles dans le traitement d'informations et d'algorithmes en parallèle, en particulier en ce qui concerne la vitesse de calcul. Parmi les sociétés disposant d'une telle expertise on trouve Eura Nova ainsi que les principaux fournisseurs de solutions cloud (Alibaba Cloud, Amazon, Google, Microsoft, etc.). La Wallonie sera dotée d'un nouveau supercalculateur, successeur de Zenobe⁴⁸, au service de la recherche fondamentale et appliquée et hébergé au sein du centre A6K-E6K à Charleroi⁴⁹. Celui-ci pourra faire le lien avec les supercalculateurs du top mondial dont celui prochainement hébergé en Finlande pour lequel la Belgique, avec le soutien financier de la Wallonie, est partenaire au travers du consortium européen EuroHPC.

47 <http://dispatch-project.be/about/>

48 http://www.cenaero.be/Page_Generale.asp?DocID=15320&thebloc=34679

49 <https://borsus.wallonie.be/home/presse--actualites/publications/le-gouvernement-wallon-degage-10-millions-pour-un-supercalculateur-situe-a-charleroi.publicationfull.html>

