

La blockchain et le Géomètre-Expert, évolutions, perspectives et limites juridiques

Florent Gombert

▶ **To cite this version:**

Florent Gombert. La blockchain et le Géomètre-Expert, évolutions, perspectives et limites juridiques. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2021. dumas-03553896

HAL Id: dumas-03553896

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03553896

Submitted on 3 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

ECOLE SUPERIEURE DES GEOMETRES ET TOPOGRAPHES

MEMOIRE

présenté en vue d'obtenir

le DIPLOME D'INGENIEUR CNAM

SPECIALITE : Géomètre et Topographe

par

Florent GOMBERT

La blockchain et le Géomètre-Expert, évolutions, perspectives et limites juridiques

Soutenu le 10 septembre 2021

JURY

Monsieur Stéphane DURAND	Président du jury
Monsieur Mathieu SAHUC	Maître de stage
Monsieur Arnauld GALLAIS	Enseignant référent

Remerciements

Dans un premier temps, mes remerciements s'adressent à Monsieur Mathieu SAHUC, Monsieur Louis POUJADE et Monsieur Laurent POUJADE, gérants du cabinet LBP Etudes & Conseil, pour m'avoir accueilli dans leurs locaux. Tous leurs conseils, leurs connaissances et leurs expertises ont été essentiels à la rédaction de ce mémoire, et m'ont permis d'acquérir de nombreuses connaissances personnelles et professionnelles.

De façon plus générale, je tiens vivement à remercier l'ensemble des employés du cabinet pour tout l'intérêt et la reconnaissance dont ils ont fait preuve, pour leur soutien et l'écoute dont j'ai pu bénéficier. Ainsi, ce Travail de Fin d'Etudes s'est avéré être fortement agréable et très instructif.

Je témoigne ensuite ma reconnaissance à Monsieur Arnauld GALLAIS, professeur référent, pour son accompagnement, ses recommandations et ses conseils et ses orientations tout au long de ce semestre.

Mes remerciements s'adressent également aux personnes qui ont accepté un entretien afin de me faire part de leurs connaissances sur le sujet.

Enfin, je tiens à remercier l'ensemble des personnes qui m'ont soutenu et ont contribué, de près ou de loin, à la rédaction de ce mémoire, qui marque la fin du cycle ingénieur et la fin de mes études supérieures.

Liste des abréviations

AAE : Acte Authentique Electronique

AASSE : Acte Authentique Sur Support Electronique

AMALFI : Alsace-Moselle Application pour un Livre Foncier Informatisé

AMF : Association des Maires de France

AURIGE : Archives Unifiées des Répertoires Informatiques des Géomètres-Experts

CNUDCI : Commission des Nations Unies pour le Droit Commercial International

DA : Document d'Arpentage

DGFiP : Direction Générale des Finances Publiques

DCSSI : Direction Centrale de Sécurité des Systèmes d'Information

DMPC : Document Modificatif du Parcellaire Cadastral

IDG : Infrastructure de Données Géographiques

IGN : Institut national de l'information géographique et forestière

OGE : Ordre des Géomètres-Experts

PCI : Plan Cadastral Informatisé

PoW : Proof of Work

PVBN : Procès-Verbal de Bornage Normalisé

RFU : Référentiel Foncier Unifié

RGPD : Règlement Général sur la Protection des Données

SPF : Service de la Publicité Foncière

Glossaire

Blockchain : Technologie de stockage et de transmission d'informations, transparente, sécurisée, et fonctionnant sans organe central de contrôle.

Dématérialisation : Transformation d'un document ou d'un flux de documents papiers, ainsi que les traitements qui lui sont appliqués, en documents et flux numériques.

Ecrit électronique : Assemblage de caractères, par analogie à l'écrit traditionnel, transmis sur support électronique et disposant de la même valeur probante que l'écrit sur support papier si son auteur est identifié et son authenticité avérée.

Hachage : fonction mathématique qui retourne une empreinte numérique à un bloc de données

Horodatage électronique : Procédé technologique permettant d'attribuer une date certaine à un écrit électronique ou une signature électronique.

Signature électronique : Procédé qui permet d'authentifier l'auteur et d'assurer l'intégrité du document par analogie à la signature manuscrite, de manière dématérialisée grâce à un procédé informatique.

Les définitions proviennent d'un assemblage d'éléments présents dans les ouvrages cités en bibliographie.

Table des matières

Remerciements 3
Liste des abréviations 4
Glossaire 5
Tables des matières 6
Introduction 7
I. LA BLOCKCHAIN DU FONCIER, DE SA DEFINITION A SA MISE EN PLACE 10
I.1 UN REGISTRE DECENTRALISE 10
I.1.1 Définition générale et objectifs de la blockchain 10
I.1.2 Une architecture distribuée 13
I.2 UNE LONGUE INTEGRATION DE LA DEMATERIALISATION DES PROCEDURES AU SEIN DE LA PROFESSION 16
I.2.1 La difficile transition vers la dématérialisation : de l'écrit à la signature électronique et de l'archivage à la diffusion des procédures foncières 16
I.2.2 La mise en place de la blockchain en comparaison avec les professions connexes 20
II. UNE EVOLUTION DES PROCEDURES FONCIERES GARANTE DES OBLIGATIONS FIXEES PAR LA LOI DE 1946 25
II.1 LES ENJEUX DE LA BLOCKCHAIN POUR LE GEOMETRE-EXPERT 25
II.1.1 Le contexte institutionnel conduisant l'OGE au développement de la blockchain du foncier 25
II.1.1.1 Documents Modificatifs du Parcellaire Cadastral 26
II.1.1.2 Procès-Verbal de Bornage Normalisé 27
II.1.1.3 Registre de publicité foncière 28
II.1.1.4 La blockchain en réponse à de nombreux autres enjeux pour la profession 29
II.1.2 Un outil d'interopérabilité collaboratif entre les différents acteurs de l'acte foncier 30
II.2 LA BLOCKCHAIN, GARANTE DE L'AUTHENTICITE, DE LA SECURITE ET DE L'OPPOSABILITE DES ACTES ? 32
II.2.1 Force probante de l'écrit numérique et de la signature électronique 32
II.2.2 La blockchain confrontée à la base légale 36
II.2.3 L'hypothèse d'intégration de la blockchain eu égard aux règles de l'art 37
III. EXPERIMENTATION D'UNE PROCEDURE DE DIVISION FONCIERE DEMATERIALISEE EN MILIEU RURAL 40
III.1 DE LA CREATION DU DOSSIER A LA REUNION TERRAIN 40
III.1.1 Réception du client 41
III.1.2 Recherche d'informations 41
III.1.3 Intervention sur le terrain 42
III.2 VERS UNE DEMATERIALISATION DES PROCEDURES 43
III.2.1 Conception du DA numérique 43
III.2.2 Envoi aux parties pour signature 44
III.2.3 Transmission au service du cadastre pour numérotation 45
III.2.4 Transmission au notaire 46
III.3 L'INTEGRATION DE LA BLOCKCHAIN TOUT DE MEME POSSIBLE ET EFFICACE ? 47
III.3.1 Mise en place d'une blockchain du foncier simplifiée 47
III.3.2 Etude des atouts et faiblesses de la blockchain 50
Liste des illustrations 59
Table des annexes 59
Résumé 60

Introduction

« En prise directe avec les enjeux de transition numérique, les Géomètres-Experts, garants d'un cadre de vie durable, s'affirment comme les acteurs incontournables de la Blockchain du foncier et de la relance des projets de territoire », a rappelé Christian ROUAIX, Président du Conseil régional de l'Ordre des Géomètres-Experts (OGE) de Toulouse, au terme des échanges en visio-conférence[1].

Acteur inscrit dans un objectif de transition digitale depuis de nombreuses années, la profession de Géomètre-Expert continue à intégrer la dématérialisation au sein de ses procédures foncières. Définie comme « la transformation d'un document ou d'un flux de documents papiers, ainsi que les traitements qui lui sont appliqués, en document, flux et traitements numériques, à des fins juridiques et de conformité légale et réglementaire »[2], la dématérialisation vise à « rendre immatériel »[3], à produire un document au format numérique. Les enjeux environnementaux liés à la réduction du papier et de l'empreinte carbone, les enjeux économiques liés à la réduction des coûts d'envoi et au gain de temps ou bien à la facilitation des échanges sont autant de facteurs compris et intégrés dans la dynamique de transition numérique de la profession. Le lancement du portail Géofoncier en 2010, lors du Congrès de l'OGE à Marseille, suit cette dynamique. Les Géomètres-Experts ont pour obligation ordinale de verser leurs opérations de définition de limites de propriété sur ce portail devenu la première ressource de données foncières et géographiques géolocalisées en France. Cette plateforme numérique s'est fortement enrichie ces dernières années avec la création du Référentiel Foncier Unifié (RFU), ouvert aux Géomètres-Experts ainsi qu'aux professions connexes (notaires, administrations) et aux particuliers. Depuis le 1er juin 2020, le portail Géofoncier connait une importante évolution avec le lancement de la plateforme Géothèque permettant aux Géomètres-Experts de dématérialiser les actes fonciers. « A terme, Géothèque sera notre outil de publication des actes fonciers. Cette nouvelle plateforme permettra ainsi d'asseoir le Géomètre-Expert comme l'acteur incontournable de la Blockchain du foncier »[4] selon Vincent SAINT-AUBIN, président du

[1] ROUAIX C., Assemblée générale dématérialisée du Conseil régional de Toulouse du vendredi 25 septembre 2020
[2] CAPRIOLI E-A., Signature électronique et dématérialisation, LexisNexis, 2014, spéc. p.6
[3] DICTIONNAIRE DE L'ACADEMIE FRANÇAISE, 9ème édition, [en ligne], Disponible sur : www.dictionnaire-academie.fr, (consulté en avril 2021)
[4] OGE., *Géothèque : les géomètres-experts lancent une plateforme de publication des actes fonciers*, Communiqué de presse, 17 juin 2020

Conseil supérieur de l'OGE. La transparence, la sécurisation des données, l'accès à l'information par le grand public sont autant de défis auxquels la profession fait face et se doit de relever. Participant au maintien d'un cadre de vie durable et acteur majeur de l'aménagement du territoire, le Géomètre-Expert doit progresser avec son temps. La dématérialisation en passant par la blockchain marquera un jalon de la profession en matière de sécurisation et de facilitation d'accès aux données. Ce mémoire vise à étudier de manière prospective ce concept eu égard au contexte institutionnel conduisant l'OGE à le développer en fonction de ses propres besoins.

Une note de synthèse du Comité technique Foncier et Développement de la Coopération française présente « La technologie blockchain et ses applications sur le foncier » suite à une journée de réflexion sur les opportunités et les risques. Bien qu'encore récente, la technologie blockchain est présente à l'heure actuelle dans près d'une cinquantaine de pays au monde, et utilisée dans différents domaines (énergie, commerce, banque, téléphonie…).

Dans le secteur foncier, la blockchain s'est développée dans certains pays en voie de développement tels que le Ghana ou le Honduras en 2016 afin d'enregistrer et sécuriser les titres de propriétés, mais aussi afin de résoudre les conflits fonciers[5]. En France, le procédé a permis pour la première fois en juin 2019, la vente immobilière d'un hôtel parisien. Le notariat français développe depuis 2018 un processus de blockchain associant les professions concernées afin d'enregistrer et sécuriser les actes authentiques électroniques (AAE). Tant pour le notariat français que pour le cadastre dans les pays en développement, l'utilisation de la blockchain questionne quant à la fiabilité et à la sécurisation des données enregistrées. L'opérationnalisation de la blockchain requiert une « maturité technique et numérique forte » ainsi qu'un « environnement institutionnel et social où les utilisateurs se font confiance »[6] ainsi qu'une importante consommation d'énergie, hélas souvent non renouvelable.

Les questionnements sur l'utilisation de cette technologie nous amènent naturellement à nous demander si la blockchain du foncier est un procédé sur lequel le Géomètre-Expert peut s'appuyer lors de la signature et de la publication d'actes.

[5] MANSION A. et RAVAUX C., d'après les contributions écrites et orales de LE ROY E., PALICOT S., BOISSET J-M. et BARY F-X., La technologie blockchain et ses applications sur le foncier, Comité technique Foncier & Développement, Notes de synthèse, juin 2020, numéro 31, p.1-7
[6] *ibid*

Afin de bien cerner ce que peut être la blockchain du foncier, une première partie permettra de définir ce registre décentralisé et d'en comprendre la mise en place au sein de la profession de Géomètre-Expert (I). Dans une seconde partie, nous étudierons l'évolution des procédures foncières, garante des obligations fixées par la loi de 1946, en analysant les enjeux de la blockchain pour le Géomètre-Expert et en nous demandant si la blockchain peut garantir l'authenticité, de la sécurité et de l'opposabilité des actes (II). Ces deux premières parties nous amèneront enfin à expérimenter concrètement une procédure de division foncière entièrement dématérialisée en milieu rural, pour en tirer des conclusions sur l'utilisation de la blockchain en matière de signature et de publication d'actes fonciers (III). Cette dernière partie vise à déterminer si la blockchain et la dématérialisation totale des procédures foncières sont adaptées à ce jour, dans un territoire majoritairement rural tel que celui où se situe mon cabinet. Il sera notamment pertinent d'identifier d'éventuelles difficultés liées à ce milieu (population vieillissante, problème de connexion internet…) qui influeraient sur la définition de de nouvelles règles au niveau national.

I. La blockchain du foncier, de sa définition à sa mise en place

La notion de « Blockchain du foncier » introduite par Patrick BEZARD-FALGAS, actuel Directeur de la SAS Géofoncier, invite dans un premier temps à comprendre le registre décentralisé de la blockchain. Une fois cette notion maîtrisée, il sera intéressant d'étudier l'intégration de la dématérialisation des procédures au sein de la profession de Géomètre-Expert.

I.1 Un registre décentralisé

La blockchain, ou chaîne de blocs, est née avec l'émergence de la monnaie virtuelle en 2008 et s'est considérablement développée cette dernière décennie suite à la crise bancaire mondiale de 2009. Toutefois, un constat notable peut être établi : beaucoup connaissent le terme blockchain sans en comprendre réellement son sens et/ou son utilité. Il est donc nécessaire de définir le terme et ses objectifs (I.2.1) ainsi que sa structure (I.2.2).

I.1.1 Définition générale et objectifs de la blockchain

Selon Blockchain France, la blockchain est une « technologie de stockage et de transmission d'informations qui est transparente, sécurisée, et fonctionne sans organe central de contrôle. »[7]. Il s'agit d'une base de données sécurisée, immutable, c'est-à-dire dont la nature de l'objet ne peut pas être modifiée, et infalsifiable, utilisant des relations Pair-à-Pair. Chaque auteur peut consulter et participer collectivement aux échanges formant ainsi des blocs de transactions, d'où le nom « blockchain » ou « chaîne de blocs ». On peut l'imaginer comme « un très grand cahier, que tout le monde peut lire librement et gratuitement, sur lequel tout le monde peut écrire, mais qui est impossible à effacer et indestructible »[8].

Basée à la fois sur l'informatique et sur la cryptologie qui correspond à « la science du secret, c'est-à-dire au chiffrement »[9], les prémices de la blockchain sont apparues bien avant l'explosion numérique actuelle. Le code atbash qui est un « chiffre de substitution hébreu reposant sur le principe de substitution alphabétique inversée »[10] selon l'Agence

[7] BALVA C, JEANNEAU C, STACHTCHENKO A, YERETZIAN A, 2016, La Blockchain décryptée, Blcokchain France Associés, Paris, 130 p.
[8] DELAHAYE J.-P., *Les blockchains, clefs d'un nouveau monde*, Pour la science, mars 2015, n°449, p.80-85
[9] CNIL, Comprendre les grands principes de la cryptologie et du chiffrement, [en ligne], Disponible sur : www.cnil.fr, (consulté en avril 2021)
[10] ANSII, Cryptologie : art ou science du secret ?, [en ligne], Disponible sur : www.ssi.gouv.fr, (consulté en avril 2021)

Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information (ANSSI), utilisé en -500 avant J.C dans des textes religieux, est l'un des premiers principes de cryptologie. La seconde guerre mondiale a marqué une étape dans le développement de la communication et de la cryptologie moderne avec « la théorie mathématique de communication »[11] introduite en 1948 par Claude SHANNON. Le premier réseau de communication entre ordinateur avec lequel va émerger Internet est mis au point en 1969 aux Etats-Unis avec le projet ARPANET mené par la défense américaine[12]. Une notion de blockchain est mentionnée en 1991 dans le but de « mettre au point des procédures informatiques pour l'horodatage numérique de documents afin qu'il soit impossible pour un utilisateur de frauder ou de retracer son document »[13].

La blockchain moderne s'est développée en 2008 avec l'article « système de monnaie électronique pair-à-pair »[14] écrit par Satochi NAKAMOTO, pseudonyme de l'inventeur du Bitcoin. Le Bitcoin désigne une monnaie virtuelle qui utilise les techniques cryptographiques du bitcoin ; la blockchain devient alors le support utilisé par le bitcoin. Bien que liés, il est toutefois important de ne pas confondre la blockchain qui est une technologie, et le bitcoin qui est une de ses applications possibles ; le bitcoin est une blockchain mais ce n'est pas réciproque.

L'intérêt qui a poussé le développement de la blockchain est le recours à un système informatique sécurisé, décentralisé, immutable et infalsifiable et surtout un système numérique d'échanges sans l'intervention d'un tiers de confiance. Effectivement, il s'agit d'un registre dans lequel tous les utilisateurs peuvent lire et entrer des données qui sont ainsi vérifiées de manière collaborative entre tous les intervenants, sans nécessiter l'intervention d'une autorité centrale. L'ajout de données se fait à travers une procédure de validation des utilisateurs qui sont informés de cette modification. Ils peuvent vérifier la propriété des données de l'émetteur et la bonne correspondance du receveur. Toute modification une fois validée est ajoutée au registre par chaîne de blocs infalsifiables, auxquels chaque utilisateur a accès. De plus, les données sont stockées sur les serveurs des utilisateurs et sont

[11] SHANNON C., WEAVER W., 1948, *A mathematical Theory of Communication*, The Bell System Technical Journal, Vol. 27, pp. 379–423, 623-656
[12] Advanced Research Projects Agency Network (ARPANET), premier réseau à transfert de paquets développé par la défense américaine, ancêtre d'internet
[13] HABER et STORNETTA, *How to Time-Stamp a Digital Document*, Journal of Cryptography, janvier 199, volume 3, p.99-111
[14] NAKAMOTO S., 2008, Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, NAKAMOTO S., 9 p.

régulièrement actualisées par l'apport de chacun d'eux. Ainsi la blockchain forme un réseau partagé et décentralisé indestructible.

L'accès à la blockchain peut être plus ou moins restreint selon son degré de décentralisation. Il existe des blockchains publiques, des blockchains consortium et des blockchains privées. La blockchain publique telle que Bitcoin est totalement décentralisée, elle est accessible à tout utilisateur sans restriction, sous la seule contrainte d'un accès internet. Chacun peut lire et envoyer des transactions au réseau. L'objectif est d'éviter le recours à un tiers de confiance et ainsi privilégier la confiance entre les utilisateurs.

Toutefois, le partage et la validation de données plus sensibles de manière publique telles que les prescriptions médicales ou les titres de propriété peut poser problème. A la différence des blockchain publiques, dans la blockchain consortium l'apport de données par un utilisateur est validé par un ensemble d'utilisateurs ou nœuds sélectionnés du réseau. Le niveau de décentralisation est réduit à certains utilisateurs pour la validation des transactions mais les données une fois validées deviennent accessibles à tout le monde ou limitées à un certain maillon de la chaîne.

Les blockchains privées possèdent un niveau de centralisation plus élevé, seule une entité peut insérer des données au réseau et leur accès peut être public ou limité. Ce type de blockchain va sensiblement à l'encontre du principe initial de décentralisation et de confiance entre utilisateurs de la blockchain mais peut être par exemple utilisé afin de faciliter la gestion de données au sein d'une entreprise.

La technologie blockchain peut être employée dans des secteurs variés, dans lesquels elle n'est encore pas forcément appliquée concrètement mais où son potentiel peut largement être développé. Le secteur de l'assurance est un bon exemple pour l'application de la blockchain, notamment pour le cas de l'assurance paramétrique pour les agriculteurs. Effectivement, des contrats entre assureurs et agriculteurs sont conclus pour l'indemnisation des pertes liés aux conditions météorologiques telles qu'une sécheresse, une période de gel tardive ou encore des averses de grêle. L'application d'une blockchain permettant de croiser les données provenant du service national de météorologie avec celles des parcelles cultivées, sans l'intervention d'un expert d'assurance ou sans déclaration de l'agriculteur, peut être utile dans ces cas-là afin de permettre aux agriculteurs de percevoir les indemnisations directement et plus rapidement.

Le secteur de la santé manifeste aussi un grand intérêt pour la blockchain. En effet « des données patients aux données de production industrielle, nous avons bâti des remparts informatiques autour de ces dernières pour les protéger, ayant pour impact de rigidifier les structures digitales dans le monde de la santé, rendant compliqué le partage et la coopération autour de ces informations »[15]. Un registre de données collaboratif et sécurisé dans le milieu du soin serait ainsi utile et efficace en matière d'échange d'information, de délivrance de médicament ou de lutte contre la falsification d'ordonnance.

I.1.2 Une architecture distribuée

Afin de bien comprendre ce registre décentralisé et ses intérêts, il est impératif d'en comprendre et d'en maîtriser ses concepts fondateurs. Il faut bien avoir en tête que l'utilisation d'une telle technologie a pour but de partager, stocker et protéger des données provenant de sources sensibles, rares ou complexes à produire. La transaction de données au sein du réseau fait appel à plusieurs étapes et procédés afin d'être consultable et partagée entre tous les utilisateurs (figure 1).

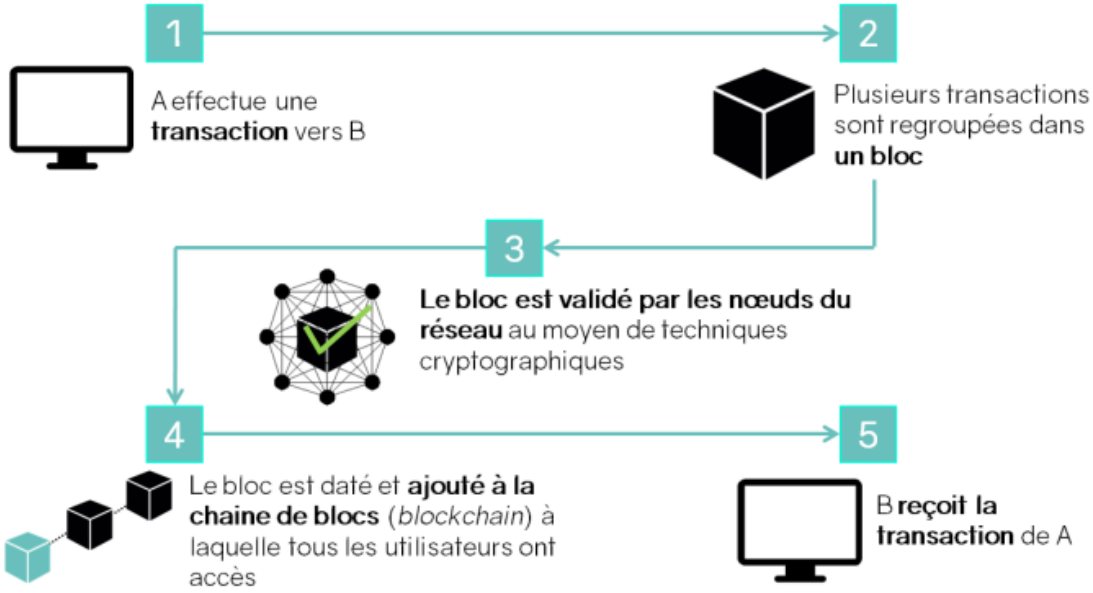


Figure 1 - Etapes des transactions au sein d'un réseau blockchain *Source : Blockchain France*

Le point de départ de l'application de la blockchain est la transaction de données d'un utilisateur vers un autre utilisateur du réseau. La technique de hachage cryptographique est utilisée afin de protéger les données transférées et stockées. A l'image de l'empreinte

[15]TESSIER S., Fonctionnement de la blockchain et son intérêt pour le monde pharmaceutique, [en ligne], Thèse de docteur en pharmacie, Bordeaux : U.F.R. des sciences pharmaceutiques, 2019, 132 p., Disponible sur : dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02296520

digitale d'une personne, le hachage est une fonction mathématique qui retourne une empreinte numérique à un bloc de données. Cette fonction prend une valeur variable en entrée et retourne une valeur de taille fixe en sortie. Le hachage permet de créer un hash unique pour toute donnée en entrée qui devient quasiment impossible à retrouver à partir de cet hash. De plus, la moindre modification de la donnée entrée crée un hash totalement différent afin d'éviter toute confusion.

Les transactions entre utilisateurs du réseau sont ensuite regroupées par blocs. Afin de vérifier l'intégrité des blocs, l'authenticité des transactions et l'identité des parties, des utilisateurs du réseau appelés les « mineurs » se chargent de vérifier la validité des transactions par minage en utilisant le calcul proof-of-work (PoW) ou preuve-de-travail. Il s'agit d'un calcul informatique très complexe, volontairement gourmand en temps et en énergie afin de sécuriser les transactions par dissuasion envers les fraudeurs. Cette technique consiste à utiliser une grande puissance de calcul pour créer et résoudre un problème algorithmique, rapidement mis en œuvre mais qui nécessite un temps de calcul très important. Une fois le problème résolu, la solution doit pouvoir être très rapidement vérifiée.

Suite à la validation par minage, les blocs sont chaînés successivement grâce à l'empreinte du bloc précédent. Ils sont aussi horodatés afin d'affecter à chaque bloc une date et une heure de validation de manière certaine. Chaque bloc contient donc ses données hachées, l'empreinte du bloc précédent et les données de l'horodatage (figure 2).

L'utilisateur reçoit alors la transaction de l'émetteur et cette transaction est visible et consultable par tous les utilisateurs du réseau.

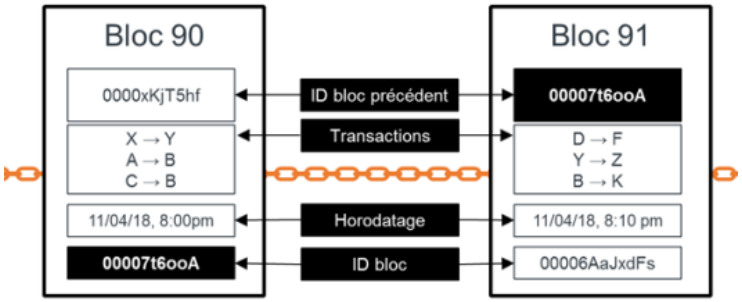


Figure 2 - La structure d'une blockchain *Source : Blockchain France*

Couramment lorsque nous faisons une recherche internet, nous utilisons un réseau centralisé client-serveur, dans lequel l'utilisateur (le client) fait une recherche ; cette requête est transmise au serveur qui renvoie la donnée au client. Dans ce type de structure, les rôles restent inchangés, un seul nœud du réseau joue le rôle de serveur et dispose de l'information

qu'il diffuse aux clients. Les tâches et responsabilités sont ainsi centralisées, si le serveur disparaît, les données aussi. La structure client-serveur peut être comparée avec une conférence de presse dans laquelle le locuteur dispose de l'information qu'il diffuse aux journalistes en répondant à leurs questions. Le locuteur joue le rôle du serveur et les journalistes celui de client.

Vers la fin des années 1990 se met en place un nouveau type de réseau sur lequel repose la blockchain : le réseau pair-à-pair, communément nommé peer-to-peer. Dans cette structure, chaque ordinateur correspond à un nœud du réseau et joue à la fois le rôle de client et de serveur, formant ainsi un réseau décentralisé. Les nœuds sont interconnectés sans avoir recours à un intermédiaire. Le rôle et les responsabilités sont ainsi répartis entre tous les utilisateurs qui peuvent vérifier la validité des données échangées et stockées. Si un nœud disparaît, le réseau ne s'écroule pas pour autant. Ce type de structure peut être mis en parallèle avec un débat dans lequel chaque intervenant joue le rôle de client en demandant l'information et aussi de serveur en partageant son savoir aux autres.

La blockchain est triplement sécurisée. D'une part, à la création des blocs, une première sécurité se fait au chaînage grâce à la technique de hachage, avec l'ajout de l'empreinte du bloc précédent dans chaque bloc et au calcul PoW. La modification d'un bloc reviendrait à modifier son empreinte et à détruire l'ensemble de la chaîne mais imposerait aussi à calculer une nouvelle fois les PoW, ce qui engendrerait un temps de calcul très important. La validation bloc par bloc sans tiers de confiance mais par les utilisateurs eux-mêmes, les mineurs, assure la sécurité des transactions. De plus, le réseau est protégé avec le système cryptographique clé publique/ clé privée. La clé publique, à l'image d'un RIB d'un compte bancaire, correspond à l'adresse publique du réseau dans lequel doivent être réalisées les transactions et la clé privée unique, à l'image d'un code PIN, permet à l'utilisateur de réaliser la transaction. Ainsi, seuls les utilisateurs disposant de cette clé privée peuvent réaliser les transactions dans le réseau sans que leur identité ne soit usurpée.

D'autre part, la blockchain est sécurisée par son architecture en réseau. En effet, les données sont dupliquées sur chaque nœud du réseau et, pour frauder une transaction, il faudrait corrompre plus de la moitié des nœuds du réseau en même temps, ce qui parait impossible, la tentative de fraude serait rapidement détectée par les serveurs.

Encore aujourd'hui la blockchain en est à ses débuts, à l'image du développement d'internet dans les années 90. Toutefois, son potentiel commence à se révéler. Proposé depuis une dizaine d'années, ce registre décentralisé, immutable, infalsifiable basé sur la confiance partagée, commence aujourd'hui à intégrer les nombreux secteurs dans lesquels la facilitation des échanges ainsi que le stockage et la sécurisation des données sont les objectifs recherchés. Nous verrons dans la suite de ce mémoire comment la blockchain peut être utilisée pour les procédures foncières, quels en seraient ses avantages mais aussi ses limites pour la profession dans les années à venir.

I.2 Une longue intégration de la dématérialisation des procédures au sein de la profession

Encore aujourd'hui les procédures foncières réalisées par le Géomètre-Expert sont en grande partie échangées sur support papier, ce qui engendre au quotidien des coûts et difficultés telles que l'envoi postal à chaque partie concernée de la convocation pour réunion de bornage ou pour le recueil des signatures. La dématérialisation des procédures présente donc un véritable enjeu d'efficacité pour la profession. Il est intéressant d'étudier à ce stade les procédures foncières déjà en partie ou entièrement dématérialisées. Nous le ferons en portant un regard critique en comparant la mise en place de la dématérialisation au sein de la profession avec d'autres professions.

I.2.1 La difficile transition vers la dématérialisation : de l'écrit à la signature électronique et de l'archivage à la diffusion des procédures foncières

Dès 1977, la chambre des Géomètres-Experts de l'Isère met en place une base de données permettant l'archivage et la géolocalisation des interventions foncières[16]. Nous pouvons ainsi constater qu'à partir de la fin des années 1970 se développe l'idée d'un partage d'informations entre confrères sur un espace commun, accessible et pouvant être enrichi par ses utilisateurs.

Dans cette optique, l'article 56 du Décret n°96-478[17] publié en 1996 contraint le Géomètre-Expert à « enregistrer dans une base de données tenue par le conseil supérieur de

[16] PIGEON T., *Comment faire évoluer le portail Géofoncier afin qu'il devienne un outil incontournable ?*, [en ligne], Mémoire Master CNAM, ESGT, 2015, 78 p., Disponible sur : https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01632708/document

[17] Décret n°96-478 du 31 mai 1996 portant règlement de la profession de Géomètre-Expert et code des devoirs professionnels, publié au JO n°127 du 2 juin 1996

l'ordre, ou par une société à laquelle celui-ci délègue la mission sous son contrôle, les références et documents liés aux travaux fonciers[18] ». L'année suivante, en 1997, le fichier des Archives Unifiées des Répertoires Informatiques des Géomètres-Experts (AURIGE) est mis en place. Uniquement accessible aux Géomètres-Experts, cette base de données permet de renseigner et partager les travaux fonciers réalisés et doit être consultée par le Géomètre-Expert avant chaque intervention foncière afin de respecter l'effet définitif du bornage[19]. Toutefois, AURIGE présente certaines limites telles que « l'hétérogénéité des données, l'absence de contrôle de fiabilité, les carences dans la définition géographique »[20]. La base de données nécessite donc une modernisation afin d'améliorer ses performances et son utilisation.

Le 38ème Congrès de l'OGE, qui s'est déroulé en 2006 à Saint-Malo, a permis à Patrick BEZARD-FALGAS, de présenter le Référentiel Foncier Unifié (RFU). Il s'agit d'un « référentiel géographique géoréférencé à résolution centimétrique entrepris en France par les géomètres-experts français »[21] dans le but recenser et cartographier au niveau national les interventions foncières des Géomètres-Experts. Le RFU est mis en œuvre de manière expérimentale dans la région Midi-Pyrénées sur le portail e-Foncier qui permet alors un archivage dynamique des interventions du Géomètre-Expert en plus de saisie de données des acteurs connexes du foncier et leur accès aux citoyens.

La directive INSPIRE[22] élaborée en 2007 par la Direction générale de l'environnement de la Commission européenne a créé une « infrastructure de données géographiques pour assurer l'interopérabilité entre bases de données et faciliter la diffusion, la disponibilité, l'utilisation et la réutilisation de l'information géographique en Europe »[23] afin d'appuyer les politiques de l'environnement pour sa protection. En ce sens, le RFU proposé par Patrick BEZARD-FALGAS s'inspire des objectifs de la directive INSPIRE dans le contexte de diffusion de données de manière dématérialisée, même s'il ne rentre pas dans son périmètre.

[18] En application du 1° de l'article 1er de la Loi n° 46-942 du 7 mai 1946 instituant l'Ordre des géomètres experts
[19] Cass. 3e civ., 26 novembre 1997, n°96-13.943, non publié au Bulletin
[20] BIBOLLET P., *Du procès-verbal de bornage au portail Géofoncier de l'OGE*, 14ème Congrès international de la Fédération Internationale des Géomètres, 2010, 20p.
[21] GEOFONCIER, *Le bornage*, [en ligne], Disponible sur : https://www.geofoncier.fr, (consulté en avril 2021)
[22] Directive 2007/2/CE du Parlement européen et du Conseil du 14 mars 2007 établissant une infrastructure d'information géographique dans la Communauté européenne (INSPIRE)
[23] CNIG, INSPIRE, [en ligne], Disponible sur : www.cnig.gouv.fr

Une importante mise en œuvre de la dématérialisation des procédures au sein de la profession a eu lieu au 1er juillet 2008[24], date à laquelle le « Livre foncier informatisé est devenu opérationnel »[25]. Le livre foncier est le « système de publicité foncière applicable dans les départements du Bas-Rhin, du Haut-Rhin et de la Moselle. Il se traduit par un outil d'information et de protection juridique qui garantit la transparence et la sécurité des informations portant sur les biens immobiliers ainsi que les droits réels s'y rattachant détenus par des personnes physiques ou morales. »[26] Les motivations de l'informatisation des données foncières sont « l'amélioration des traitements, la facilitation et la sécurisation des accès au registre »[27] et la résolution des « problèmes de conservation des registres papiers »[28]. Pour cela, l'outil de gestion informatique AMALFI (Alsace-Moselle Application pour un Livre Foncier Informatisé) mené par le ministère de la Justice a été développé et contient depuis novembre 2009 l'intégralité des données enregistrées sur le livre foncier. Dans sa première version AMALFI v1, il contient les « données relatives aux immeubles et aux personnes, ainsi que le registre des dépôts »[29]. Sa deuxième version AMALFI v2 a intégralement dématérialisé les données foncières ainsi que ses annexes en supprimant totalement le support papier.[30] Nous comprenons ainsi la réelle ambition de la mise en place de la dématérialisation des procédures foncières portée par le projet AMALFI. Lancé il y a de cela déjà plus de dix ans, il représente tout de même un important projet du ministère de la Justice mené par près de 100 personnes jusqu'en 2007 pour un coût de 18 millions d'euros[31].

Le 40ème Congrès de l'OGE, qui s'est déroulé le 23 au 25 juin 2010 à Marseille, a lancé la plateforme Géofoncier dont l'OGE est le maître d'ouvrage et qui a été ouverte aux Géomètres-Experts le 1er juillet 2010. Forte de ses partenaires institutionnels tels que la DGFiP, l'IGN ou l'AMF, Géofoncier est la « première Infrastructure nationale de Données

[24] BEZARD-FALGAS Patrick, entretien par visio le 9 avril 2021
[25] LIVRE FONCIER ALSACE-MOSELLE, *Le livre foncier*, [en ligne]. Disponible sur : www.livrefoncier.fr, (consulté en avril 2021)
[26] *ibid*
[27] BLANCHETTE J-F et BANAT-BERGER, F. *La « dématérialisation » du livre foncier d'Alsace-Moselle*, Archivistique et preuve électronique, Document Numérique [en ligne], 2004, Vol.8, n°2, p.63‑72. Disponible à l'adresse : http://dn.revuesonline.com/article.jsp?articleId=3559
[28] *ibid*
[29] LIVRE FONCIER ALSACE-MOSELLE, *Le système AMALFI*, [en ligne]. Disponible sur : www.livrefoncier.fr, (consulté en avril 2021)
[30] *ibid*
[31] BLANCHETTE J-F., BANAT-BERGER F., *op. cit.*, pp. 151-170

Géographiques (IDG) mise en place par une profession libérale en France »[32]. Ce portail est une modernisation du fichier AURIGE, il reprend ses informations et devient aussi le support du RFU au niveau national. L'enregistrement des références et des documents liés à un acte foncier par le Géomètre-Expert devient une obligation ordinale[33].

Bien que le RFU et le lancement de la plateforme Géofoncier avec l'obligation d'enregistrement des actes fonciers soient une réelle avancée dans la dématérialisation des procédures, la signature manuelle fait blocage au procès-verbal de bornage normalisé (PVBN) entièrement dématérialisé. Lors de son 42ème Congrès qui s'est déroulé du 9 au 11 septembre 2014, à Montpellier, l'OGE a adopté la carte d'identité numérique pour les Géomètres-Experts, suivant la volonté de Jean-François DALBIN, alors président du Conseil supérieur de l'OGE, afin d'intégrer la signature électronique aux procédures foncières. Afin de mettre au point sa carte d'identité électronique, le tiers de confiance Dhimyotis, choisi par l'OGE, utilise le certificat numérique Certigna ID qui permet l'authentification sécurisée du Géomètre-Expert pour la signature et l'échange électronique de ses actes fonciers.

Le 1er juin 2020 marque une étape importante dans la dématérialisation des actes fonciers avec l'ouverture de la plateforme Géothèque, « une plateforme inédite qui permet aux Géomètres-Experts de dématérialiser intégralement leurs actes fonciers »[34]. Cette plateforme disponible sur la nouvelle version du portail Géofoncier s'inscrit tout à fait dans la continuité de la digitalisation de la profession. En effet, Géothèque permet la signature électronique des PVBN par les parties concernées par l'acte. La dématérialisation des PVBN apporte une traçabilité et une sécurité des données mais aussi de nombreux avantages pour les parties prenantes et pour le Géomètre-Expert, tant au niveau économique, environnemental que social, que nous développerons dans la suite de ce mémoire. La profession est donc arrivée au point de développer « la blockchain du foncier » comme l'appelle Patrick BEZARD-FALGAS.

Bien que l'ouverture de la plateforme Géothèque, et plus généralement la dématérialisation des procédures depuis la mise au point du fichier AURIGE, marquent une avancée importante dans la digitalisation de la profession de Géomètre-Expert, il est

[32] DOCUMENTATION GEOFONCIER, *Présentation du portail Géofoncier*, [en ligne]. Disponible sur : www.documentation.geofoncier.fr, (consulté en avril 2021)
[33] Article 66 du Règlement intérieur de l'Ordre des Géomètres-Experts
[34] GEOMETRE, « Géothèque, dématérialisation des actes », Revue Géomètre, juillet-août 2020, n°2182, p.6

intéressant de comparer cette digitalisation avec celle des professions connexes « à l'heure où les notaires font signer leurs actes par vidéoconférence ».[35]

I.2.2 La mise en place de la blockchain en comparaison avec les professions connexes

« La signature du premier acte authentique sur support électronique (AASSE), totalement dématérialisé constitue une première mondiale »[36] selon Bernard RAYNIS, président du conseil supérieur du notariat de 2006 à 2008. Cette signature marque un point de départ de la dématérialisation intégrale des actes notariés.

L'acte authentique étant « celui qui a été reçu, avec les solennités requises, par un officier public ayant compétence et qualité pour instrumenter »[37], la publication de textes législatifs a d'abord été nécessaire avant la mise en place de l'AASSE. La profession notariale est confrontée « à une modification profonde de l'instrument qui associe son monopole sur les contrats immobiliers »[38]. De la même manière que l'acte authentique sur support traditionnel, l'AASSE doit répondre aux mêmes exigences de sécurité, de fiabilité, de force probante, date certaine et force exécutoire, et ne doit pas altérer la hiérarchie des modes de preuve selon le support utilisé. La loi du 13 mars 2000 portant adaptation du droit de la preuve aux technologies de l'information et relative à la signature électronique[39] admet le document électronique comme mode de preuve et donne à « l'écrit électronique la même force probante qu'à l'écrit sur support papier »[40].

Préalablement à l'établissement de l'AASSE, la signature électronique sécurisée est certifiée par la Direction Centrale de Sécurité des Systèmes d'Information (DCSSI) en 2007. Le notariat français devient la première profession en Europe à être dotée de la signature électronique[41]. Le réseau intranet Réal est ouvert afin de permettre l'échange d'informations et de documents entre les offices notariaux. Ce réseau est accessible par les notaires grâce à une clé USB cryptée individuelle, la « clé REAL », garantissant l'identité du notaire et l'authenticité de sa signature électronique. Dans le cadre de Télé@ctes, elle permet les

[35] *ibid*
[36] REYNIS B., *Signature du premier acte authentique sur support électronique*, Communiqué de presse, Conseil Supérieur du Notariat, Communiqué de presse, OGE, 28 octobre 2008
[37] Ordonnance n°2016-131 du 10 février 2016 portant réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations, publiée au JO n°35 du 11 février 2016
[38] BLANCHETTE J-F., BANAT-BERGER F., *op. cit.*, pp. 151-170
[39] Loi n°2000-230 du 13 mars 2000 portant adaptation du droit de la preuve aux technologies de l'information et relative à la signature électronique, publiée au JORF n°62 du 14 mars 2000, p.3968
[40] C. civ., art. 1366
[41] REYNIS B., *op. cit.*p.6

échanges dématérialisés et les flux financiers (versement de l'impôt sur les plus-values, transfert de fonds, etc.) entre les offices notariaux, le Service de la Publicité Foncière (SPF), la DGFiP, la Banque de France et la Caisse des dépôts (figure 3). Le dépôt notarié à travers Télé@ctes est rendu obligatoire avec le décret n°2017-770 du 4 mai 2017[42].

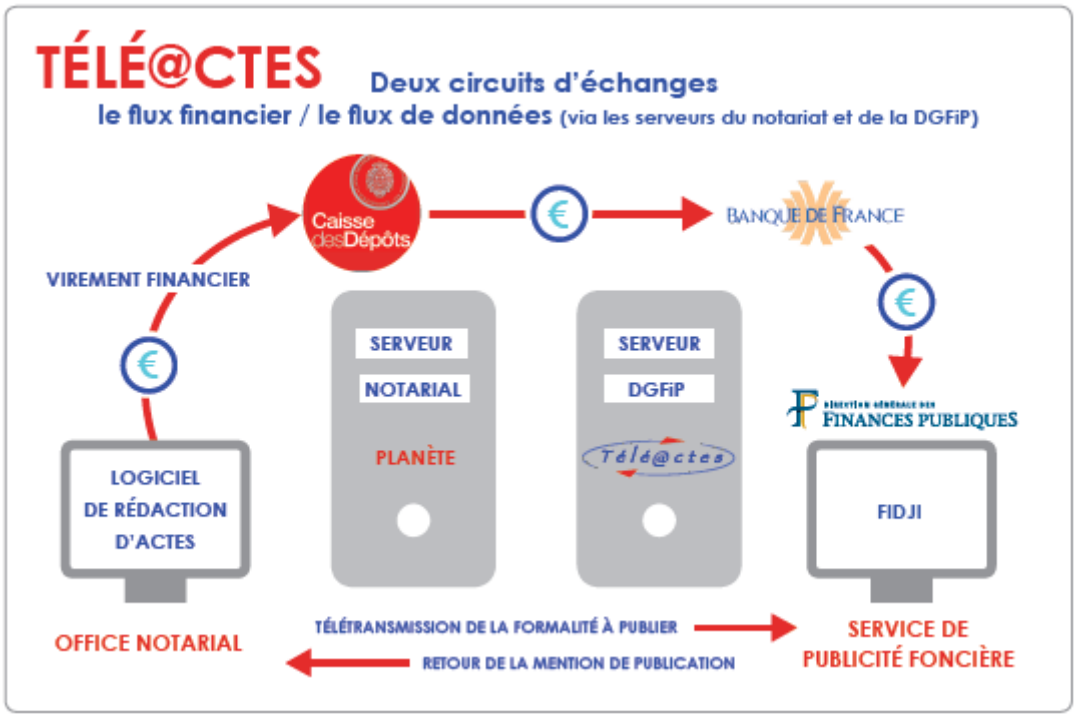


Figure 3 - Circuits d'échanges grâce à Télé@ctes *Source : DGFiP*

La conservation de l'ensemble des AASSE au niveau national est assurée par le minutier central électronique du notariat Micen, implanté à Venelles près d'Aix-en-Provence. Ce fichier central conserve près de 2 millions d'actes électroniques[43] et permet au notaire de récupérer les actes et d'en faire des copies.

La crise sanitaire de 2020, et notamment le premier confinement, a empêché la présence physique des parties chez les notaires, ce qui a conduit à légiférer sur la procuration notariée à distance. Le Décret n°2020-1422[44] permet aux notaires d'établir des procurations authentiques à distance, et ainsi de signer des actes authentiques notariés par visioconférence sans la présence physique des parties. Par cette procédure, l'identité des signataires, l'acte et

[42] Décret n° 2017-770 du 4 mai 2017 portant obligation pour les notaires d'effectuer par voie électronique leurs dépôts de documents auprès des services chargés de la publicité foncière, publié au JORF n°0107 du 6 mai 2017
[43] NOTAIRES DE FRANCE, *L'acte authentique du notaire*, [en ligne]. Disponible sur : www.notaires.fr (consulté en mai 2021)
[44] Décret n° 2020-1422 du 20 novembre 2020 instaurant la procuration notariée à distance, publié au JORF n°0282 du 21 novembre 2020

sa confidentialité sont garantis. A l'issue de la réunion, les parties et le notaire signent électroniquement l'acte.

Le notariat montre ainsi sa volonté de modernisation à travers la mise en place de la dématérialisation de procédures qui permet des transactions de données et facilite les échanges interprofessionnels. Toutefois, bien que le notariat soit fortement avancé dans l'ère du numérique, les circuits d'échanges et le stockage des AASSE se font via des serveurs centralisés avec l'intervention de tiers de confiance. L'utilisation de la blockchain pourrait être une solution afin de mettre au point un registre décentralisé ouvert aux notaires et à ses intervenants connexes (SPF, DGFiP, Caisse des Dépôts). Cela permettrait d'assurer une confiance répartie entre les utilisateurs et une sécurité de stockage des AASSE garantie, ne reposant pas uniquement sur le Micen.

Autre grand acteur en matière fiscale et foncière avec qui l'OGE collabore activement, la DGFiP est née en avril 2008 suite à la fusion de la Direction Générale des Impôts (DGI) et de la Direction Générale de la Comptabilité Publique (DGCP). Au titre de sa mission foncière, la DGFiP est chargée d'attribuer une référence cadastrale unique à chaque immeuble en identifiant leurs propriétaires et leurs droits, de déterminer l'assiette des impôts fonciers et d'assurer la publicité foncière. Le plan cadastral[45] est l'unique représentation parcellaire à grande échelle couvrant presque l'ensemble du territoire français. Depuis 2004, le plan cadastral est dématérialisé par vectorisation des nouveaux plans (suite au remaniement ou remembrement) et par scannage des plans cadastraux. Le Plan Cadastral Informatisé (PCI) marque une avancée vers l'informatisation du service afin de moderniser et diffuser ses informations.

Cette volonté de diffusion s'affirme en janvier 2008, date à laquelle la DGFiP offre un accès internet gratuit aux feuilles du plan cadastral. Depuis 2001 existait une dualité de la représentation cadastrale entre le plan cadastral de la DGFiP et la BD Parcellaire, couche parcellaire et bâtie du Référentiel à Grande Echelle (RGE), constituée et mise à jour par l'IGN à partir du plan cadastral[46]. Au niveau national, le plan cadastral a été constitué et modifié à des époques différentes et selon des méthodes hétérogènes. « Il en résulte des discontinuités (trous et chevauchements) entre feuilles d'une même commune et entre les

[45] Article L127-10 du Code de l'environnement
[46] DGFiP, 12 février 2015, *La Représentation parcellaire cadastrale unique (RPCU)*

communes »[47]. La nécessité d'une nouvelle représentation cadastrale se traduit par le lancement de la Représentation Parcellaire Cadastrale Unique (RPCU) en 2011 afin se substituer au PCI de la DGFiP et à la BD parcellaire de l'IGN par leur convergence qui sera gérée par la DGFiP. La RPCU n'est actuellement disponible que pour le département du Loiret et en cours de communication pour l'Ille-et-Vilaine, le Val-de-Marne et les Hauts-de-Seine. Depuis 2018, la BD Parcellaire n'est plus maintenue et les deux organismes, DGFiP et IGN, collaborent pour la production de la RPCU.

Dans la suite de la charte de partenariat conclue entre la DGFiP et l'OGE le 11 juin 2015, la note du bureau GF-3A du 11 juillet 2016 établit un « modèle de convention-type de numérisation de la documentation archivée dans les services du cadastre »[48] depuis 1956. Cela amène la signature de la « Convention OGE-DGFiP » signée le 25 mars 2021 à Paris par Olivier DUSSOPT (Ministre délégué auprès du ministre de l'Economie, des Finances et de la Relance chargé des comptes publics) et Vincent SAINT-AUBIN (Président du Conseil supérieur de l'OGE).

Cette convention vise la rénovation de la chemise 6463N (ou chemise verte) destinée à « recueillir toutes les informations littérales nécessaires à la mise à jour : parcelles anciennes, leur modification, modalités de publication du document, accord et signature des parties »[49], qui est source de nombreux rejets. Les objectifs de la convention sont la dématérialisation des documents papiers et la dématérialisation de leur échange ainsi que la nécessaire mise à niveau des procédures pour prendre en compte la dématérialisation du flux des documents d'arpentage (DA).

Le service du cadastre délivre au Géomètre-Expert, via messagerie électronique, la chemise verte numérique et une extraction du PCI. Un répertoire de gestion numérique sur les serveurs CDIF recueille les données relatives à la gestion des DA numériques.

Le levé terrain est intégré par le Géomètre-Expert dans le fichier du DA numérique décrivant les nouvelles limites et ses informations. Avec cette convention, le Géomètre-Expert peut s'affranchir d'envoyer à la DGFiP les documents papiers originaux. En s'engageant à archiver les documents originaux, le Géomètre-Expert se contente d'envoyer l'original numérisé après avoir recueilli les signatures des parties manuscrites ou sur

[47] RPCU, *L'adaptation géométrique du plan cadastral dans le cadre de la RPCU*, [en ligne] Disponible sur : www.rpcu.cadastre.gouv.fr (consulté en mai 2021)
[48] Convention OGE-DGFiP signée le 25 mars 2021 à Paris par Olivier DUSSOPT et Vincent SAINT-AUBIN
[49] Bulletin Officiel des Finances Publiques-Impôts, DGFiP, *Mise à jour du plan - Confection des documents d'arpentage*, publié le 24/12/2012

mandats. Il peut aussi recevoir la signature électronique des parties et lui-même signer électroniquement afin d'envoyer les documents sans aucune matérialisation.

La transmission du DA numérique au service du cadastre devient ainsi entièrement dématérialisée, soit par scannage des pièces papier ou par envoi direct des documents nativement numériques. Un tableau de filiation permettant de donner les filiations des parcelles et désignations provisoires sera transmis par le Géomètre-Expert et complété par le vérificateur, sauf en cas de modalité contraire de la convention au niveau local.

Une fois le DA transmis au service du cadastre, sa vérification suit trois phases : l'enregistrement du DA dans l'application Majic avec l'attribution des nouveaux numéros des parcelles après division et sa vérification en la forme. Le DA est ensuite intégré dans les applications PCI avec un contrôle du respect du format d'échange. La vérification au fond du DA permet enfin de contrôler les contenances et le report des limites nouvelles.

L'extrait PCI au format PDF est renvoyé au Géomètre-Expert par courriel suite à la vérification. L'ensemble du DA est archivé et conservé par le service du cadastre. Les documents papiers originaux sont tenus d'être conservés par le Géomètre-Expert.

La convention OGE-DGFiP marque « une première étape dans un processus plus global visant à la numérisation des documents cadastraux et à l'automatisation de la chaîne de production des Document Modificatif de Parcellaire Cadastral (DMPC)»[50].

Comme nous l'avons vu, l'informatisation de procédures et de méthodes numériques est apparue il y a déjà plusieurs décennies. Toutefois, la transition numérique s'accélère. Le registre décentralisé de la blockchain commence à intéresser de nombreux secteurs grâce à son potentiel de sécurisation et de partage des données. La profession de Géomètre-Expert, à l'image de ses professions connexes, accentue ses démarches de dématérialisation des procédures afin de partager, sécuriser et faciliter l'accès aux données en toute transparence. La dématérialisation des procédures foncières devient logiquement l'une des priorités de la profession, à condition que la sécurité juridique reste garantie. Cela nous amène à étudier l'évolution des procédures foncières au regard des obligations règlementaires qui régissent la profession.

[50] Convention OGE-DGFiP, *op. cit.*, p.1

II. Une évolution des procédures foncières garante des obligations fixées par la loi de 1946

Regroupés dans une Union nationale dès le début du XXème siècle, les Géomètres-Experts professionnels indépendants forment l'OGE en 1946, qui est institué par la loi n°46-942 du 7 mai 1946. Le Titre Ier régit l'exercice de la profession de Géomètre-Expert : « le Géomètre-Expert est un technicien exerçant une profession libérale qui […] réalise les études et les travaux topographiques qui fixent les limites des biens fonciers »[51]. La dématérialisation des procédures foncières doit rester conforme avec les obligations fixées par la loi de 1946, ce que nous allons étudier au sein de cette partie.

II.1 Les enjeux de la blockchain pour le Géomètre-Expert

« Nous devons aller vers une dématérialisation totale de nos actes fonciers via le portail Géofoncier, comme sont en train de le faire les notaires et les experts comptables. L'ordre a décidé de répondre à cet enjeu en positionnant la profession comme acteur essentiel de la blockchain de la propriété, qu'elle soit privée ou publique. »[52] explique Vincent SAINT-AUBIN lors de la cérémonie des vœux de l'année 2020 de l'OGE. La transition numérique est donc un des principaux défis que doit relever la profession.

II.1.1 Le contexte institutionnel conduisant l'OGE au développement de la blockchain du foncier

La vision du Conseil supérieur de l'OGE est bien de « promouvoir le Géomètre-Expert comme acteur incontournable de l'aménagement des territoires et du cadre de vie, l'accompagner dans la transformation numérique et confronter son haut niveau d'expertise du foncier et de la mesure, au service de tous »[53]. La tendance actuelle est à la transparence et l'information, en accord avec la Loi Lemaire du 7 octobre 2016 pour une République numérique[54]. La société et ses attentes sont en pleine évolution. En ce sens, la transition numérique de l'institution et de la profession s'inscrit dans une approche « OpenData » dans

[51] Article 1er Loi n° 46-942, *précit.*
[52] SAINT-AUBIN V., *Objectif 2030*, Revue Géomètre, février 2020, n°2177, p.10-11
[53] FANTUZZI A., GAILLARD G., GRASSIOT M., *Rapport d'activité et de développement durable 2020*, OGE, 2020, p.6
[54] Loi n°2016-1321 du 7 octobre 2016 pour une République numérique, publiée au JORF n°0235 du 8 octobre 2016

le but de faciliter l'accès aux données au public, aux collectivités et tout autre acteur de l'aménagement du territoire.

Dès 2010, comme nous l'avons vu précédemment, la plateforme Géofoncier a été mise en place par et pour la profession afin de centraliser les interventions des Géomètres-Experts et les actes fonciers. Pour répondre à cette demande de transparence et d'ouverture à tout public des données et aux enjeux de la digitalisation de la profession, le portail Géofoncier joue un rôle majeur, notamment via sa plateforme dématérialisée Géothèque ouverte depuis le 1er juin 2020.

II.1.1.1 Documents Modificatifs du Parcellaire Cadastral

Même si le cadastre reste fidèle à sa mission principale qui est de définir l'assiette de la taxe foncière, et ce depuis sa création en 1804, le grand public cherche aujourd'hui davantage d'informations liées à sa propriété. En ce sens et conformément au décret du 28 décembre 2018 relatif à la publication sous forme électronique des informations portant sur les valeurs foncières déclarées à l'occasion des mutations immobilières[55], sont produits et publiés par la DGFiP les fichiers des Demandes de Valeurs Foncières (DVF) dans le but de « connaître les transactions immobilières intervenues au cours des cinq dernières années sur le territoire métropolitain et les DOM-TOM, à l'exception de l'Alsace, de la Moselle et de Mayotte »[56]. La publicité des travaux fonciers est donc une nécessité. Joël PIEGAY, président de la SAS Géofoncier, alerte sur le fait qu'il est « indispensable de sauver les Documents Modificatifs du Parcellaire Cadastral. Ces documents tendent à disparaître dans les centres des impôts et les seuls Géomètres-Experts sont capables aujourd'hui de préserver ces informations foncières. »[57] Afin de contrer cet effet de disparition des documents fonciers, la dématérialisation de tous les DMPC est une stratégie indispensable adoptée par la profession. Notamment grâce à des fonds de Géomètres-Experts locaux, l'entière dématérialisation des DMPC a déjà été réalisée dans plusieurs régions. Malgré l'important coût, de l'ordre de 400 000 euros pour la région Rhône-Alpes ou 300 000 euros pour la région Aquitaine, il est nécessaire d'harmoniser le niveau de services à l'échelle nationale. Le Conseil supérieur a voté en janvier 2020 cette opération pour un coût estimé à cinq

[55] Décret n° 2018‑1350 du 28 décembre 2018 relatif à la publication sous forme électronique des informations portant sur les valeurs foncières déclarées à l'occasion des mutations immobilières
[56] PLATEFORME OUVERTE DES DONNEES PUBLIQUES FRANÇAISES, *Demandes de Valeurs Foncières DVF*, [en ligne], Disponible sur : www.data.gouv.fr, (consulté en juin 2021)
[57] PIEGAY J., *Un partenariat public-privé exemplaire »*, Revue Géomètre, mars 2019, n°2167, p.42

millions d'euros[58] afin de numériser les 13 millions de DMPC aujourd'hui stockés en version matérialisée sur papier dans les centres départementaux des services du cadastre. N'étant pas possible de numériser toutes les pièces des dossiers à cause du coût, seuls certains documents sont scannés, permettant de retrouver le Géomètre-Expert rédacteur qui conserve le dossier complet en archive. La généalogie de chaque parcelle peut ainsi être conservée et reconstruite.

Un objectif à atteindre pour la profession dans les années à venir est de pouvoir envoyer un DMPC numérique aux services du cadastre et disposer de leur retour dans un délai de cinq jours ouvrables[59]. Cet objectif est déjà atteint dans certains départements mais ce n'est pas le cas au niveau national. En plus de produire un DMPC en moins de cinq jours, l'objectif est de ne se voir opposé aucun refus de la part des services du cadastre. Pour cela, le partage de données entièrement numériques sur un registre dématérialisé en accès commun entre les Géomètres-Experts rédacteurs des actes fonciers et les services du cadastre semble être un objectif et une solution partagés par les deux organisations.

II.1.1.2 Procès-Verbal de Bornage Normalisé

La publication des PVBN marque la sécurité, l'efficacité et la pérennité de l'acte. D'une part, elle répond à la demande de consultation du grand public et d'autre part elle permet d'éviter de nombreux conflits, tels que l'illustre Jean-Michel CASANOVA, avocat, ancien bâtonnier du barreau de Montpellier. Effectivement, lors d'une opération de construction, un Géomètre-Expert est intervenu pour le bornage périmétrique du lot. Malgré ses recherches, il n'a trouvé aucune archive définissant la limite de propriété et procède alors au bornage. Une fois la construction débutée, apparaît un procès-verbal de bornage datant de vingt-cinq ans. Ce dernier, en discordance avec la définition du second bornage, montre un empiètement de la construction. La conséquence est une procédure toujours en cours qui cherche à donner raison au premier bornage, au second, au deux ou à aucun[60]. Afin de pérenniser la définition de la limite dans le temps, la publication du procès-verbal aurait permis d'éviter ce contentieux.

Bien que l'enregistrement du PVBN par le Géomètre-Expert sur la plateforme Géofoncier soit obligatoire, sa publication au SPF afin d'être opposable aux tiers reste

[58] *ibid*
[59] BEZARD-FALGAS P., entretien par visio, le 9 avril 2021
[60] CASSANOVA J-M., 2018, 44ème Congrès des Géomètres-Experts, *La sécurité et l'efficacité de l'acte dans le temps*, p.63

facultative et est du ressort du notaire, mais rarement appliquée. La publication des PVBN à la publicité foncière est un projet mené par l'OGE. Le Géomètre-Expert, tant expert de la mesure que professionnel du droit, devrait être en mesure de publier son PVBN, assurant ainsi pleinement sa mission qui lui a été confiée : définir juridiquement la limite séparative de fonds riverains, et d'en assurer sa pérennité dans le temps, pour les signataires et leurs ayant droits.

II.1.1.3 Registre de publicité foncière

En ce sens, dans le cadre du projet de la loi pour l'évolution du logement, de l'aménagement et du numérique (loi Elan), un amendement a été déposé dans lequel l'article 17ter prévoit la création d'un guichet unique de la publicité foncière. Alice THOUROT, avocate et députée de la deuxième circonscription de la Drôme, propose un guichet unique permettant de « faire des demandes sur n'importe quelle partie du territoire français […] et d'avoir accès à des copies de documents comme des actes de vente, servitudes, procès-verbaux de bornage, documents d'arpentage »[61]. Les SPF ont une compétence géographique limitée. Retrouver les informations sur un patrimoine immobilier d'une personne peut ainsi s'avérer compliqué si on ne connaît pas le ressort géographique du service de conservation de l'immobilier concerné[62]. En cela, il serait intéressant de « pouvoir interroger l'ensemble des conservations, par le biais d'une demande unique, sur les biens ou droits immobiliers inscrits au nom d'une personne en France. Ceci pourrait passer : soit par un simple système de guichet unique qui se chargerait de retransmettre la demande aux 354 conservations […] soit de façon plus élaborée par la création d'un fichier immobilier national centralisé »[63]. Adopté le 8 mai 2018 à l'Assemblée Nationale, cet amendement est supprimé en juillet 2018 par le Sénat « qui n'est pas certain que cette mesure relève du domaine de la loi. Cela touche à l'organisation des services de l'administration. »[64] et est réticent quant au respect de la vie privée car « cela permettrait de connaître très précisément le patrimoine immobilier d'une personne »[65].

---

[61] THOUROT A., *Pour un guichet unique de la* SPF, 2018, 44ème Congrès des Géomètres-Experts, , p.62

[62] AYNES L., *Pour une modernisation de la publicité foncière*, Rapport de la Commission de réforme de la publicité foncière, Remis le 12 novembre 2018 à Madame Nicole BELLOUBET, garde des Sceaux, ministre de la Justice

[63] Mouvement Jeune Notariat, 2012, *Le livre et la Plume,* 43ème Congrès du Mouvement Jeune Notariat, n° 616, p. 370

[64] ESTROSI SASSONE D., Sénat, Session extraordinaire du 4 juillet 2018, *Rapport fait au nom de la commission des affaires économiques sur le projet de loi ELAN*, n° 630

[65] ibid

Dans l'intérêt du Géomètre-Expert, mais aussi et surtout dans celui du propriétaire et de sa propriété, l'adaptation de l'amendement proposé en 2018 relatif à l'utilisation d'un registre dématérialisé utilisant la blockchain pourrait être très intéressante. En accord avec le Règlement Général sur la Protection des Données[66] (RGPD), l'accès serait réservé à certaines professions intéressées, ou même ouvert au public avec une limitation du contenu publié afin de respecter la vie privée. Le partage de données de manière collaborative serait ainsi une richesse pour les Géomètres-Experts, permettant de sécuriser et pérenniser leurs actes fonciers.

II.1.1.4 La blockchain en réponse à de nombreux autres enjeux pour la profession

Plusieurs autres enjeux notables pour la profession, liés à la mise en place d'un registre dématérialisé sont à noter. Tout d'abord, l'envoi papier des documents à signature par voie postale représente une perte de temps et un coût important pour un cabinet, notamment lorsqu'une partie prenante est une indivision dont les indivisaires sont éloignés. De plus, le document devant être signé par chaque partie sur un seul et même original, la perte du document, l'envoi à une mauvaise adresse ou sa détérioration sont autant de risques encourus. Le gain de temps et la rentabilité seraient optimisés avec la mise en place d'un registre dématérialisé.

Le 17 septembre 2008, Pierre BIBOLLET, président de l'OGE et Hubert FALCO, Secrétaire d'Etat chargé de l'aménagement du territoire auprès du ministre d'État, ministre de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, ont signé la Charte d'engagement des Géomètres-Experts en faveur du développement et de l'aménagement durables[67]. « Favoriser la dématérialisation et la diffusion des données produites par la profession de Géomètre-Expert » fait partie des engagements de la présente charte. La signature électronique du PVBN et l'entière dématérialisation des DMPC avec la convention OGE-DGFiP sont donc en accord avec la Charte d'engagement. Le développement durable reste donc un enjeu prioritaire pour la profession.

[66] Règlement (UE) n°2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données, et abrogeant la directive 95/46/CE (règlement général sur la protection des données)

[67] Charte d'engagement des Géomètres-Experts en faveur du développement et de l'aménagement durables, signée à Strasbourg le 17 septembre 2008, Pierre BIBOLLET, président de l'OGE et Hubert FALCO, Secrétaire d'Etat chargé de l'aménagement du territoire auprès du ministre d'État, ministre de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire

La mise en place d'un registre dématérialisé auquel les parties ont accès et sur lequel les documents, archives et autres informations liées au bornage sont déposés, « accentuerait davantage l'aspect contradictoire de l'opération »[68]. La diffusion de l'information et la sécurité des données seraient ainsi augmentées.

De nombreux enjeux conduisent ainsi l'OGE et la profession à développer la dématérialisation des procédures et la mise en place de la blockchain, afin de suivre la ligne de conduite de diffusion et de sécurisation des données, amorcée il y a déjà plusieurs années. Afin de poursuivre la transition numérique de la profession, un outil de partage d'informations entre les intervenants dans les procédures foncières serait un atout pour les Géomètres-Experts.

II.1.2 Un outil d'interopérabilité collaboratif entre les différents acteurs de l'acte foncier

Lors d'une division de propriété, l'intervention de plusieurs acteurs est nécessaire. En premier lieu, un rendez-vous entre le client et le Géomètre-Expert permet de définir la mission et établir un devis. Le Géomètre-Expert recherche ensuite les informations avec la consultation du portail Géofoncier, la recherche d'actes fonciers existants. Il fixe un rendez-vous pour l'intervention sur le terrain et convoque les riverains pour le bornage des aboutissants. Une fois la division, le bornage et/ou la délimitation de la propriété de la personne publique réalisés, le Géomètre-Expert établi le DMPC, rédige le PVBN et/ou le Procès-Verbal de Délimitation de la Propriété de la Personne Publique (PV3P) le cas échéant, et établi les plans de division, de bornage et/ou de délimitation. Il envoie tous les documents à signature aux parties concernées. A leur retour et après les avoir lui-même signé, il envoie la chemise verte, le plan de division et l'extrait cadastral au service du cadastre. Le cadastre envoie en retour les nouveaux numéros des parcelles et le Géomètre-Expert transmet les pièces au notaire qui les envoie pour publication au SPF avec l'acte de propriété rédigé. Enfin, le Géomètre-Expert publie le PV avec le plan et intègre le RFU sur le portail Géofoncier (cf figure 4).

[68] LANFANT N., *Le Référentiel Foncier Unifié au cœur du processus de dématérialisation de la procédure de bornage*, [en ligne], Mémoire Master CNAM, ESGT, 2019, 60 p., Disponible sur : https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02187633/document

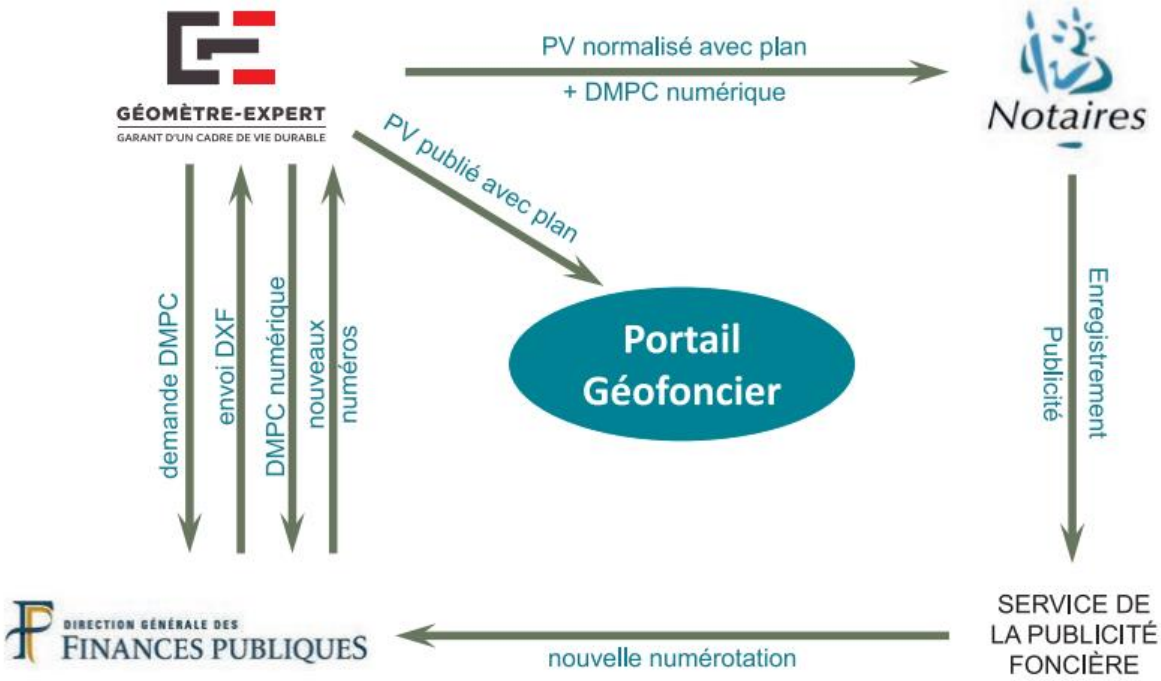


Figure 4 - Parcours d'un DMPC entre les différents acteurs *Source : Revue Géomètre*

Le parcours d'un DMPC passe par différentes professions, et comme nous pouvons le comprendre, si l'échange d'informations entre les différents acteurs n'est pas fluide, si la signature des documents engendre un délai ou si le document orignal vient à disparaître lors des envois postaux, il peut s'écouler une longue période entre le premier rendez-vous avec le client jusqu'à la publication de l'acte notarié au SPF. Le partenariat entre les différents acteurs est donc un élément à développer et à pérenniser, chose qui s'affirme avec la Convention OGE-DGFiP. Le portail Géofoncier est aussi un outil d'interopérabilité entre les professionnels du foncier, et notamment pour la région Alsace-Moselle où Géofoncier « par décision ministérielle, est devenu le gestionnaire de ce cadastre modernisé »[69].

Il y a déjà plus d'une dizaine d'années, l'idée de la mise en place d'un outil d'interopérabilité collaboratif entre les différents acteurs de l'acte foncier se faisait entendre. En effet, Patrick BEZARD-FALGAS proposait dès 2008 le portail e-Foncier, « première pierre vers une infrastructure française de données foncières pérennes et accessibles au citoyen »[70] qui « valorisera le partenariat public-privé établi entre l'OGE, la DGFIP, l'IGN

[69] BEZARD-FALGAS P., *Un partenariat public-privé* exemplaire, Revue Géomètre n°2167, mars 2019, p.43
[70] BEZARD-FALGAS P., 2008, *Le référentiel foncier unifié (R.F.U.) et le Portail e-Foncier environnemental : Vers une infrastructure française de données foncières pérennes et accessibles à tout citoyen*, Congrès OGE Strasbourg

et l'AMF grâce à un partage simple et convivial des données détenues par chacun de ces acteurs de l'information géographique foncière »[71].

La conservation des données foncières de manière durable, entièrement sécurisée et infalsifiable est l'une des priorités de l'OGE. Pour la profession, « en référençant les documents fonciers dans une blockchain, on peut garantir leur origine, leur date d'émission, la qualité de l'auteur à ceux qui le consultent »[72] nous explique Guillaume SUEUR, assistant à la maîtrise d'ouvrage de Géofoncier. Il s'agirait aussi d'un espace d'échange de documents, consultables par les professionnels, voire même par les parties concernées qui pourraient déposer et consulter les informations les concernant.

La mise en place de la blockchain du foncier permettrait ainsi une meilleure gestion des dossiers, une meilleure collaboration entre les services et les acteurs des procédures foncières, un gain de temps et de rentabilité pour les cabinets de Géomètre-Expert mais aussi une sécurisation et une diffusion de l'information. Reste à se demander si la blockchain est un registre garantissant l'authenticité et l'opposabilité des actes.

II.2 La blockchain, garante de l'authenticité, de la sécurité et de l'opposabilité des actes ?

Le tout au numérique, l'explosion de l'informatisation, l'ouverture des données, la nécessaire protection des données personnelles, les échanges dématérialisés sont autant de principes qui semblent « remettre en cause certaines des institutions juridiques les plus importantes du monde industriel : propriété intellectuelle, contrat, régulation des télécommunications »[73]. Il est donc intéressant d'étudier la valeur probante de l'acte sur support électronique, son authenticité, sa sécurité, sa pérennité et son opposabilité.

II.2.1 Force probante de l'écrit numérique et de la signature électronique

Le déploiement de la technologie blockchain s'appuie principalement sur la question de la preuve de l'écrit électronique et de la signature électronique. Afin de susciter un intérêt de mise en place, la blockchain doit en premier lieu disposer d'un contenu probatoire reconnu.

[71] *ibid*
[72] SUEUR G., *Agnostique blockchain*, Revue Géomètre, mars 2019, n°2167, p.41
[73] BLANCHETTE J-F., BANAT-BERGER F., *op. cit.*, pp. 151-170

La « reconnaissance de la valeur probante d'écrits transmis à distance (télécopie), démultipliés (photocopie) et archivés sur support photographiques (microfilm) »[74] commence à être réfléchie avec la réforme de 1980[75]. La valeur probante de la copie numérisée n'est pas explicitement indiquée par le législateur, mais l'article 1348 stipule qu'est « réputée durable toute reproduction indélébile de l'original qui entraîne une modification irréversible du support. »[76]. Ainsi, une telle reproduction possède au moins la valeur d'original. Le professeur Jacques LARRIEU affirme que « la primauté de l'écrit ne repose pas […] sur ses seules qualités techniques »[77] et en dégage trois principes sur la valeur probante d'un document : la qualité de son auteur, la règlementation de sa production et de sa conservation et la répression quant à sa falsification. Après s'être demandé quelles sont les raisons qui peuvent empêcher la reconnaissance de la force probatoire aux écrits numériques, en l'état de la juridiction de 1988, Jacques LARRIEU conclut que « n'importe quel signe suffisamment distinctif peut constituer une signature s'il remplit cette double fonction d'approbation et d'identification »[78].

Durant les années 1990, des appels pour légiférer sur ce sujet se font entendre jusqu'à l'adoption de la loi du 13 mars 2000[79] portant adaptation du droit de la preuve aux technologies de l'information et relative à la signature électronique qui confère à l'écrit électronique la même valeur probante que l'écrit traditionnel sur papier, sous condition de respecter certains critères. En effet, le Code civil revoit la définition de l'écrit qui « consiste en une suite de lettres, de caractères, de chiffres ou de tous autres signes ou symboles dotés d'une signification intelligible, quel que soit leur support »[80]. De plus, l'article 1366 du Code civil stipule que « l'écrit électronique a la même force probante que l'écrit sur support papier, sous réserve que puisse être dûment identifiée la personne dont il émane et qu'il soit établi et conservé dans des conditions de nature à en garantir l'intégrité »[81]. Le rédacteur de l'écrit électronique doit donc pouvoir être clairement identifié et cet écrit doit pouvoir être conservé et archivé de manière pérenne.

---

[74] VION M., 1980, « *Les modifications apportées au droit de la preuve par la loi du 12 juillet 1980* », Desfresnois, n°32470
[75] Loi n°80-525 du 12 juillet 1980, JORF du 13 juillet 1980
[76] C. civ., art. 1348, Version en vigueur du 13 juillet 1980 au 01 octobre 2016
[77] LARRIEU J., « *Les nouveaux moyens de preuve : pour ou contre l'identification des documents informatiques à des écrits sous seings privés ?* », Lamy droit de l'informatique H, I, 1988
[78] *Ibid*., p.15
[79] Loi n°2000-210 du 13 mars 2000 portant adaptation du droit de la preuve aux technologies de l'information et relative à la signature électronique, JORF, n°62, 14 mars 2000, p.3968
[80] C. civ., art. 1365
[81] C. civ., art. 1366

La loi du 21 juin 2004[82] pour la confiance dans l'économie numérique et l'ordonnance du 16 juin 2005[83] relative à l'accomplissement de certaines formalités contractuelles par voie électronique créent les « équivalents électroniques »[84]. Dans cette logique, le recours au courrier électronique prend toute son utilité, et est défini comme « tout message, sous forme de texte, de voie, de son ou d'image, envoyé par un réseau public de communication, stocké sur un serveur du réseau ou dans l'équipement terminal du destinataire jusqu'à ce que ce dernier le récupère »[85]. Si l'authenticité du courrier électronique et son origine sont bien définies, la vérification de l'écrit électronique est écartée[86], sauf si la rédaction du courrier est niée par son auteur présumé[87]. De plus, dans le respect du règlement eIDAS[88] du 23 juillet 2014 et de l'article L100 du Code des postes et des communications électroniques, la dématérialisation d'une lettre recommandée est possible[89]. Que ça soit pour l'envoi de devis ou de courrier de convocation, le courrier électronique et la lettre recommandée électronique représentent pour le Géomètre-Expert un enjeu déterminant de réduction de temps et de coût liés à l'envoi postal.

La sécurisation du commerce électronique devient une priorité au cours des années 1990 avec l'explosion numérique. Un cadre juridique va se mettre en place afin de donner une base légale à la signature électronique. La Directive européenne du 13 décembre 1999 sur un cadre communautaire pour les signatures électroniques[90] et Loi type de la Commission des Nations Unies pour le Droit Commercial International (CNUDCI) sur les signatures électroniques du 5 juillet 2001[91] reconnaissent le rôle de la signature électronique en la définissant comme « une donnée sous forme électronique, qui est jointe ou liée logiquement à d'autres données électroniques et qui sert de méthode d'authentification »[92]. D'après la

[82] Loi n°2004-575 du 21 juin 2004 pour la confiance dans l'économie numérique, publiée au JO n°143 du 22 juin 2004
[83] Ordonnance n°2005-674 du 16 juin 2005 relative à l'accomplissement de certaines formalités contractuelles par voie électronique, publiée au JO n°140 du 17 juin 2005
[84] GRYNBAUM L., « *Les équivalents électroniques des écrits exigés ad validitatem* », Comm. Com. Electr., 2005, n°9, comm.139
[85] Loi n°2004-575 du 21 juin 2004, *précit.*
[86] Cass. 1ère civ., 27 juin 2006, n°05-15.676, non publié au Bulletin, comm. CAPRIOLI E., Comm. com. électr., n°10, octobre 2006, comm. 149
[87] Cass. 1ère civ., 30 septembre 2010, n°09-68.555, Bull. civ. I n°178
[88] Règlement (UE) n°910/2014 du Parlement européen et du Conseil du 23 juillet 2014 sur l'identification électronique et les services de confiance pour les transactions électroniques au sein du marché intérieur et abrogeant la directive 1999/93/CE
[89] SPINETTI B., Le rôle de l'écrit électronique dans le métier de Géomètre-Expert, [en ligne], Mémoire Master CNAM, ESGT, 2019, p.15
[90] Directive 1999/93/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 1999 sur un cadre communautaire pour les signatures électroniques
[91] Loi type de la CNUDCI sur les signatures électroniques du 5 juillet 2001
[92] Directive 1999/93/CE, *précit.*, art 2.1

directive européenne, la valeur probatoire de la signature électronique s'impose aux Etats membres. La Loi du 13 mars 2000[93] reprend la définition de la signature traditionnelle en l'adaptant en version numérique : « lorsqu'elle est électronique, elle consiste en l'usage d'un procédé fiable d'identification garantissant son lien avec l'acte auquel elle s'attache. La fiabilité de ce procédé est présumée, jusqu'à preuve contraire, lorsque la signature électronique est créée, l'identité du signataire assurée et l'intégrité de l'acte garantie, dans des conditions fixées par décret en Conseil d'Etat »[94]. Par un principe de cryptographie, l'authenticité, l'intégrité et la valeur probante du document sont assurées.

Il existe trois niveaux de sécurisation de la signature électronique selon le règlement eIDAS du 23 juillet 2014[95]. Au premier niveau, correspondant à la signature électronique simple[96], l'identité du signataire et son consentement ne sont pas vérifiés[97], elle ne possède pas de valeur probatoire. Au deuxième niveau, la signature électronique avancée[98] doit être liée au signataire. Elle assure son identité ainsi que l'intégrité du document et que le signataire ait le contrôle exclusif de sa signature. Toutefois, la « signature électronique avancée ne bénéficie pas d'une présomption de fiabilité »[99]. Au troisième niveau, la signature électronique qualifiée[100] présente le degré le plus important de sécurisation reposant sur un certificat qualifié de signature électronique obtenu par un tiers de confiance agréé. Suite au lancement de la plateforme Géothèque, le Géomètre-Expert a la possibilité de faire signer le PVBN par les parties prenantes sur la plateforme avec une signature électronique qualifiée, de niveau de sécurité 3[101], « gage supplémentaire de traçabilité et de sécurité pour les clients et les Géomètres-Experts »[102].

Afin de pouvoir fixer une date certaine sur un fichier et s'assurer de son originalité, le règlement eIDAS prévoit l'horodatage électronique qualifié qui bénéficie « d'une présomption d'exactitude de la date et de l'heure qu'il indique et de l'intégrité des données auxquelles se rapportent cette date et cette heure »[103]. De même que pour la signature

[93] Loi n°2000-210 du 13 mars 2000, *précit.*
[94] C. civ., art. 1367
[95] Règlement (UE) n°910/2014, *précit.*
[96] Règlement (UE) n°910/2014, art. 3.10
[97] SPINETTI B., *op. cit.*, spéc. P.21
[98] Règlement (UE) n°910/2014, art. 3.11
[99] G'SELL, *Les enjeux des blockchains*, Preuves et signatures numériques, France Stratégie, juin 2018, dir. TOLEDANO J.
[100] Règlement (UE) n°910/2014, art. 3.12
[101] OGE, *Géothèque : les géomètres-experts lancent une plateforme de publication des actes fonciers, précit*
[102] *ibid.*
[103] Règlement (UE) n°910/2014, art. 41

électronique qualifiée, l'horodatage qualifié nécessite l'intervention d'un prestataire de confiance pour être présumé fiable.

En ce sens, nous venons de voir que l'écrit électronique et la signature numérique possèdent tous deux une force probante et une présomption de fiabilité lorsqu'ils respectent les conditions édictées par la règlementation en vigueur.

II.2.2 La blockchain confrontée à la base légale

Bien qu'elle soit une nouvelle technologie pleine d'espoir et d'enjeux, la blockchain pose tout de même certains questionnements quant à sa règlementation. Le Royaume-Uni, les Etats-Unis et la plupart des pays du Commonwealth disposent d'un régime juridique provenant du droit anglais non écrit, la Common Law. Développé depuis le XII^{ème} siècle, ce régime se base sur la jurisprudence et dispose d'une grande flexibilité pour s'adapter à la société et aux innovations. Contrairement aux pays anglo-américains de la Common Law, en France, pays de la Civil Law et du droit écrit, la juridiction prend du retard[104] sur les innovations techniques toujours plus rapides. En effet, la blockchain n'est actuellement pas expressément règlementée[105], elle ne peut être comparée à aucun autre modèle technologique défini par le droit. Cette inexistence juridique laisse peser une incertitude sur la valeur probante de ce registre décentralisé. Comme l'explique Jérôme GIUSTI, avocat et spécialiste en droit des nouvelles technologies, « il faut que l'usage soit assez fort pour pouvoir imposer sa loi au législateur »[106]. Conclure un acte sur une blockchain doit répondre à certaines exigences : l'identification de l'auteur et l'intégrité de l'acte doivent être garanties. De plus, afin de garantir la fiabilité de la signature électronique sur la blockchain, elle doit être qualifiée, de niveau 3 telle qu'elle est prévue par le règlement eIDAS[107]. Toutefois, pour l'obtention des certificats qualifiés de signature électronique et pour garantir la fiabilité de la signature, l'intervention d'un tiers de confiance est nécessaire. Cela va à l'encontre du principe même de la blockchain : un registre de stockage et d'échange d'informations entièrement dématérialisé sans l'intervention d'un tiers de confiance.

Avant de pouvoir mettre en place un système de blockchain juridiquement fiable, il serait convenable de pouvoir « s'affranchir du recours aux services d'un tiers certificateur

[104] Interview de GIUSTI J., *La blockchain décryptée, op. cit.*, p.65
[105] i*bid.*
[106] *ibid.*
[107] G'SELL, *Les enjeux des blockchains, op.cit.*, p.104

tout en offrant une réelle sécurité juridique »[108]. Si la force probante de la blockchain ne semble pas être totalement incompatible avec le droit français, certains domaines juridiques peuvent tout de même être impactés tels que le droit de la preuve, le formalisme juridique et l'exécution automatique de clauses contractuelles[109]. Afin de lever l'incertitude qui plane sur la pleine fiabilité de la signature électronique et l'horodatage qualifiés, une adaptation du droit s'avèrerait judicieuse quant à la fiabilité de la signature électronique et celle de l'horodatage sur une blockchain pour ainsi profiter pleinement des avantages apportés par ce registre dématérialisé.

II.2.3 L'hypothèse d'intégration de la blockchain eu égard aux règles de l'art

La mise en place du portail e-Foncier en 2007, l'ouverture du portail Géofoncier en 2010 puis l'ouverture de la plateforme Géothèque en 2020 avec la version Géofoncier 2.0, ont conduit la profession vers la dématérialisation des procédures foncières. En effet, « signature électronique des PVBN, échanges d'archives foncières numérisées, accès aux 14 millions de DMPC numérisés et géolocalisés avec la filiation des parcelles (une première en France) »[110] sont les outils conduisant à la dématérialisation de la profession en suivant la ligne de conduite de la transition énergétique et numérique déjà amorcée par l'OGE. La fiche parcellaire disponible pour chaque parcelle sur le portail Géofoncier en est un bon exemple. L'accès aux fiches parcellaires, qui regroupent toutes les informations liées à une parcelle, est disponible aux professionnels non Géomètres-Experts en vue du partage et de la diffusion de l'information. En suivant l'idée de la chaîne numérique du foncier, la publication des PVBN est un élément clé. Néanmoins, « seuls les PVBN faisant intervenir des riverains à la procédure de bornage contradictoire suivant l'article 646 du Code civil »[111] sont des « données foncières à caractères publics »[112] et donc publiables.

A cela s'ajoute le partenariat public-privé établi entre l'OGE et la DGFiP avec la signature de la Convention OGE-DGFiP permettant la dématérialisation totale de la production des documents d'arpentage. Même si pour l'obtention des certificats qualifiés de signature électronique, et ainsi garantir la fiabilité de l'acte signé, le recours à un tiers de

[108] G'SELL, *Les enjeux des blockchains, op.cit.*, p.104
[109] Interview de GIUSTI J., *La blockchain décryptée, op. cit.*, p.65
[110] GEOFONCIER, *La révolution du foncier numérique est en marche !*, [en ligne], Disponible sur : https://www.geofoncier.fr, (consulté en mai 2021)
[111] Géomètre, mars 2019, *op. cit.*, p.37
[112] *Ibid*

confiance (l'éditeur français Universign) est nécessaire, la profession se dirige ainsi vers la mise en place d'un registre dématérialisé.

La profession notariale dispose aussi d'une application pour le dépôt d'actes dématérialisés, Télé@ctes, et « les actes pris en charge par ce système doivent obligatoirement être déposés par ce biais, sous peine de refus de dépôt »[113] au SPF. Dans son rapport *Pour une modernisation de la publicité foncière,* la Commission de réforme de la publicité foncière « se prononce donc en faveur d'une généralisation de la faculté de procéder à un dépôt par un serveur dédié pour les professions autres que le notariat »[114].

Impliquant les quatre grands acteurs de l'acte foncier (Géomètre-Expert, service du cadastre, notaire et SPF), Guillaume SUEUR affirme que « la blockchain peut devenir le référentiel unique garantissant la traçabilité des actes depuis leur rédaction jusqu'à leur publication dans le portail Géofoncier, chacun intégrant les détails de son opération »[115].

La possibilité pour les Géomètres-Experts de rédiger leurs actes de manière dématérialisée et de pouvoir les faire signer électroniquement par les parties représente une réelle avancée de la profession vers la « blockchain du foncier » comme l'appelle de ses vœux Patrick BEZARD-FALGAS. Pour l'instant, la procédure de signature électronique des actes fonciers n'est pas une obligation édictée dans les règles de l'art mais « doivent obligatoirement être enregistrés dans la base de données Géofoncier les documents à incidence foncière établis par les Géomètres-Experts »[116]. Toutefois, l'adoption de la signature électronique dans les cabinets est une nécessité afin de « dématérialiser nos procédures, mais avec la sécurité juridique nécessaire pour recueillir l'accord des parties »[117].

Grâce aux données cadastrales et aux DMPC avec la filiation des parcelles, le portail Géofoncier permet aux Géomètre-Expert d'obtenir la fiche parcellaire et d'en comprendre leur généalogie. En collaboration avec le SPF et la mise en place d'un guichet unique de la publicité foncière, le portail Géofoncier pourrait être développé afin de générer une procédure automatisée de vérification de l'identité des parties prenantes et des parcelles

[113] AYNES L, *op. cit.*, p.85
[114] *Ibid.*
[115] SUEUR G., *op. cit.*, p.41
[116] Règlement intérieur de l'OGE, Art.66
[117] DALBIN J.-F., *Géomètre-Expert, garant d'un cadre de vie* durable, 2018, 44ème Congrès des Géomètres-Experts, p.6

concernées. Cette vérification pourrait devenir une obligation de renseignement de la part du Géomètre-Expert en amont de toute intervention foncière.

En collaboration avec les quatre grands acteurs de l'acte foncier, un registre dématérialisé, collaboratif, sécurisé, infalsifiable et immutable en passant par la blockchain serait une grande évolution vers une diffusion et une sécurisation des données. Comme nous avons pu le voir, ce registre répondrait au contexte institutionnel conduisant l'OGE au développement de la blockchain du foncier. En ce sens, Jean-François DALBIN affirme que le portail Géofoncier ainsi développé permettra de « répondre à la volonté de sécurité et de transparence ainsi qu'à la simplification de procédure pour le public. Nous serons le maillon indispensable de la sécurisation foncière »[118] en désignant le Géomètre-Expert.

Cette partie sur l'évolution des procédures foncières garante des obligations fixées par la loi de 1946 nous amène maintenant à expérimenter une procédure de division foncière entièrement dématérialisée.

[118] *Ibid.*

III. Expérimentation d'une procédure de division foncière dématérialisée en milieu rural

Les deux premières parties nous ont permis d'une part de définir la blockchain, et d'autre part d'analyser les enjeux de la blockchain pour le Géomètre-Expert en nous demandant si elle est garante de l'authenticité, de la sécurité et de l'opposabilité des actes. Ces deux parties nous amènent à expérimenter concrètement une procédure de division foncière entièrement dématérialisée en milieu rural, pour en tirer des conclusions sur la possibilité d'utiliser la blockchain en matière de signature et de publication d'actes fonciers.

Cette dernière partie vise à se demander si la dématérialisation totale des procédures foncières est adaptée à ce jour, dans un territoire majoritairement rural tel que celui où se situe le cabinet. Il sera en particulier intéressant d'étudier en quoi les particularités liées à ce milieu (population vieillissante, difficultés de connexion ou d'usage d'internet…) peuvent influer sur les règles à définir au niveau national. Cela nous amènera à tirer des conclusions sur la possibilité d'intégrer la blockchain pour la dématérialisation des procédures foncières.

III.1 De la création du dossier à la réunion terrain

Le Géomètre-Expert réalise les études topographiques afin de fixer les limites des biens fonciers. Il « lève et dresse [...] les plans et documents topographiques concernant la définition des droits attachés à la propriété foncière, tels que les plans de division, de partage, de vente et d'échange des biens fonciers, les plans de bornage ou de délimitation de la propriété foncière »[119]. Il possède une délégation de service public et un monopole[120] pour les travaux de définition ou modification des limites de propriété et l'établissement des documents cités dans l'article 1 de la loi de 1946. La division de propriété « consiste à morceler une propriété en vue d'obtenir plusieurs entités distinctes »[121]. Avant de parvenir à la rédaction des actes fonciers concernant la division, le Géomètre-Expert doit préalablement recevoir le client, rechercher des informations et ensuite intervenir sur le terrain (figure 5).

[119] Article 1er, alinéa 1er de la Loi n° 46-942, *précit.*
[120] Conseil d'Etat 28 septembre 2016 - Périmètre du monopole des géomètres-experts - AJDA 2016, p.2358
[121] Division foncière, *Recueil des prestations*, OGE, octobre 2018, p.7

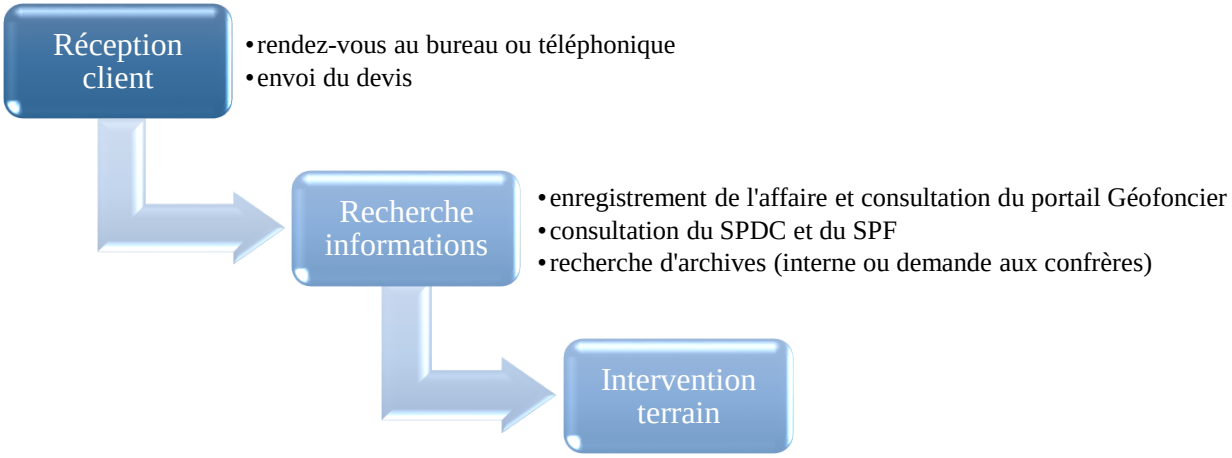


Figure 5 - Etapes préalables à la rédaction des pièces de la division foncière *Source personnelle*

III.1.1 Réception du client

Dans un premier temps, le client est reçu au cabinet pour présenter son projet de division. C'est l'occasion pour le Géomètre-Expert de recueillir l'ensemble des informations nécessaires pour « évaluer la faisabilité de la division, expliquer les étapes nécessaires à la constitution du dossier »[122]. Dans l'exemple que nous prendrons, il s'agit d'une division de propriété qui fait suite à une succession. Un acquéreur achète une partie de la propriété divisée, l'autre partie reste à l'indivision propriétaire. Une régularisation est aussi à prévoir avec le propriétaire riverain.

Grâce aux informations fournies par le client lors du rendez-vous, il est possible d'établir le devis, document obligatoire avant toute intervention foncière[123]. Le Progiciel de Gestion Intégré (PGI) Moduleo développé par la société Kipaware permet une gestion des affaires (planning, contacts, devis, facturation, temps passé…) et une gestion électronique des documents (GED) pour synchroniser, partager et stocker les données ainsi que signer électroniquement les pièces rédigées avec la certification du prestataire de confiance Yousign.

III.1.2 Recherche d'informations

La création du dossier numérique sur Moduleo est une première étape. Les coordonnées du client sont enregistrées, notamment son numéro de téléphone portable et son adresse mail, utiles pour la signature électronique. Le devis est envoyé par mail au client

[122] *Ibid.*
[123] Article 49 du décret n°96-478, *précit.*

pour signature électronique par le biais de Moduleo. Le client reçoit le devis par mail avec un lien et un code sur son téléphone portable pour le signer électroniquement.

Une fois le devis signé, le Géomètre-Expert enregistre le dossier sur Géofoncier et passe à l'étape de recherche d'informations : parties riveraines concernées en consultant le SPDC, titres de propriété, bornage ou interventions foncières existantes et, le cas échant, consultation d'archives internes au cabinet ou demande d'archives aux confrères. Pour cette affaire, un plan de division et un document d'arpentage datant de 2008 a été retrouvé en version numérique en consultant le portail Géofoncier et dans les archives du cabinet. Il définit le point de limite avec le riverain et permet de localiser deux bornes anciennes.

La réunion sur le terrain peut être programmée. Une difficulté se pose pour envoyer les courriers de convocation par mail à toutes les parties concernées. Il n'existe aucune base de données accessible au Géomètre-Expert pour obtenir les numéros de téléphone et les adresses mail des parties. Les courriers de convocation sont donc envoyés par lettre simple par voie postale, deux semaines avant le rendez-vous. Etant éloignés, les quatre enfants propriétaires indivis de la parcelle à diviser ont envoyés par mail une procuration pour être représentés lors de l'intervention par leur mère, elle aussi propriétaire indivise. L'envoi des procurations a permis de récupérer les adresses mail et le numéro de téléphone des parties représentées avec un formulaire de consentement RGPD pour garantir la protection des données personnelles.

III.1.3 Intervention sur le terrain

Lors de la réunion sur terrain, une première chose est de demander l'acte de propriété du fonds demandeur à diviser et du fonds riverain. Le Géomètre-Expert n'ayant pas directement accès aux actes de propriété publiés par les notaires, il est indispensable de demander préalablement aux propriétaires de se munir de leur acte afin de s'assurer de leur propriété. S'ils ne l'ont pas, il faut en faire la demande au SPF, ce qui est une opération payante. La propriétaire demandeur et le riverain présents sur le terrain possèdent tous deux leur acte de propriété. Après avoir demandé à toutes les parties leur accord pour signer électroniquement les documents, les adresses mail et les numéros de téléphone portable des propriétaires, du riverain et de l'acquéreur sont récupérés avec un formulaire de consentement RGPD. Toutefois, sur le terrain est ressentie une certaine appréhension envers la signature électronique de la part de la propriétaire qui n'est pas à l'aise avec l'informatique et ne consulte que très rarement sa boîte mail. Le riverain, quant à lui, ne connaît pas le principe de la signature électronique, mais ne semble pas dérangé par ce principe. Lors d'un

appel téléphonique, un des propriétaires demeurant dans le Cantal a fait part de problèmes de connexion internet depuis deux semaines qui tardaient à être réparés. L'acquéreur, provenant d'un milieu urbain, vivant dans un cadre de vie très informatisé et ayant déjà signé électroniquement un acte notarié, paraît enchanté de pouvoir signer électroniquement les pièces, notamment dans un souci de gain de temps. Suite à une mise en confiance et une explication du procédé de signature électronique à la propriétaire réticente dans un premier temps, elle est d'accord pour procéder à la signature électronique des documents. Après s'être entendu sur les limites de division, les appartenances et les servitudes à créer, les mesures sont effectuées.

III.2 Vers une dématérialisation des procédures

Une fois la mission commandée et définie, la réunion contradictoire et le relevé effectués, il faut établir le DMPC, envoyer les pièces pour signature aux parties, puis au cadastre une fois ces dernières signées et enfin au notaire avec la nouvelle numérotation des parcelles (figure 6). Dans ces étapes, la dématérialisation des procédures prend tout son intérêt.

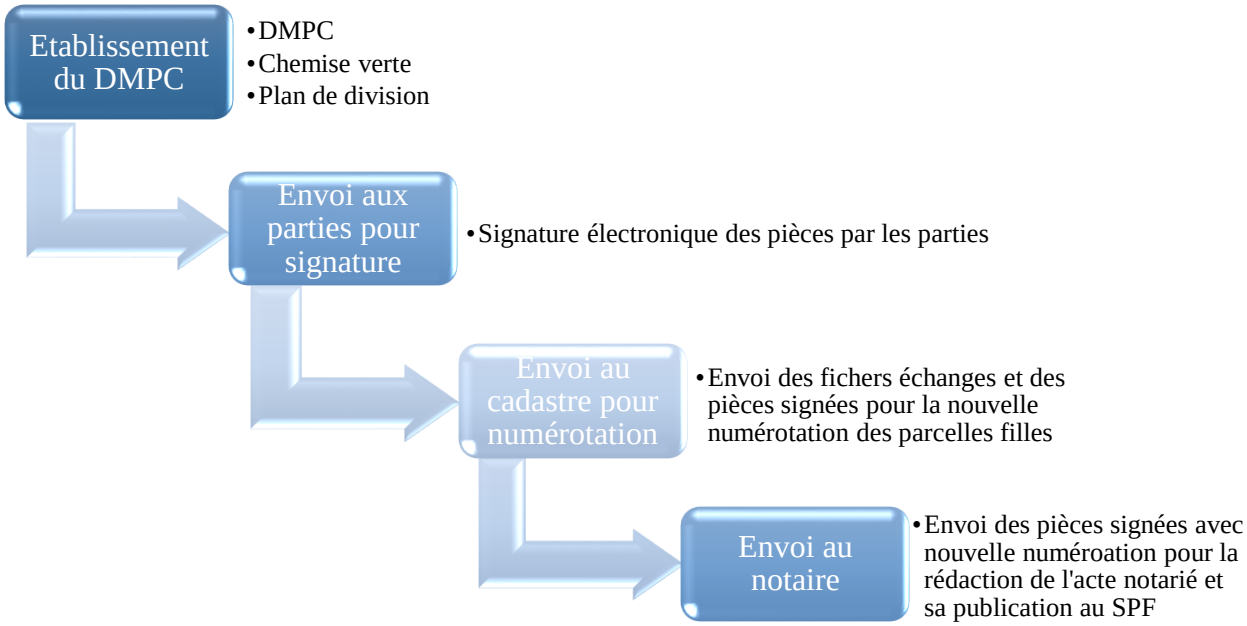


Figure 6 - De l'établissement du DMPC à sa publication *Source personnelle*

III.2.1 Conception du DA numérique

Suite à l'intervention terrain, le relevé peut être reporté graphiquement sur plan grâce au logiciel de Dessin Assisté par Ordinateur (DAO) Topstation et à l'applicatif LimitAddict. Le plan de division doit faire apparaître les nouvelles limites avec les parcelles

nouvelles, leur numéro provisoire et leurs futurs propriétaires. Ce plan dématérialisé est enregistré au format PDF.

Il faut ensuite établir le DMPC de manière dématérialisée. Pour cela, à l'aide de Topstation, et du modèle proposé par la DGFiP, un fond de plan est dessiné, faisant apparaître les limites nouvelles. Le plan est exporté au format PDF. Le levé est intégré dans un « fichier numérique spécifique au format DA numérique »[124]. La Convention OGE-DGFiP défini et spécifie le contenu du fichier :

- les lignes de limite nouvelle,
- les points de rattachement existants sur le levé qui permettent de positionner les éléments nouveaux sur le plan,
- les points de construction qui permettent de positionner les limites nouvelles,
- les points nouveaux du plan qui supportent les limites nouvelles,
- les cotes et textes tels que les numéros provisoires des parcelles nouvelles, les propriétaires.

Ce fichier permet au service du cadastre de vérifier les informations transmises grâce à l'application PCI et d'intégrer les limites nouvelles au plan cadastral.

Enfin il faut établir le formulaire n°6463 N dématérialisé (ou chemise verte) qui recueille les informations liées à la division parcellaire (parcelles anciennes et nouvelles, modalités de publication, accord des signataires). La chemise verte est enregistrée au format PDF et conservée par le Géomètre-Expert.

III.2.2 Envoi aux parties pour signature

Le plan de division, le plan du DMPC et la chemise verte en version dématérialisée et enregistrés au format PDF sont intégrés sur Moduléo dans le dossier document de GED. Un mail est envoyé à chaque partie (les propriétaires, le riverain et l'acquéreur). Ce mail leur donne accès aux documents via un lien. Après avoir pris connaissance des documents, ils peuvent les signer électroniquement en recevant un code sur leur téléphone portable. Il est possible pour le Géomètre-Expert de suivre l'avancement de la procédure de signature électronique (figure 7).

[124] Convention OGE-DGFiP, *op. cit.*, p.4

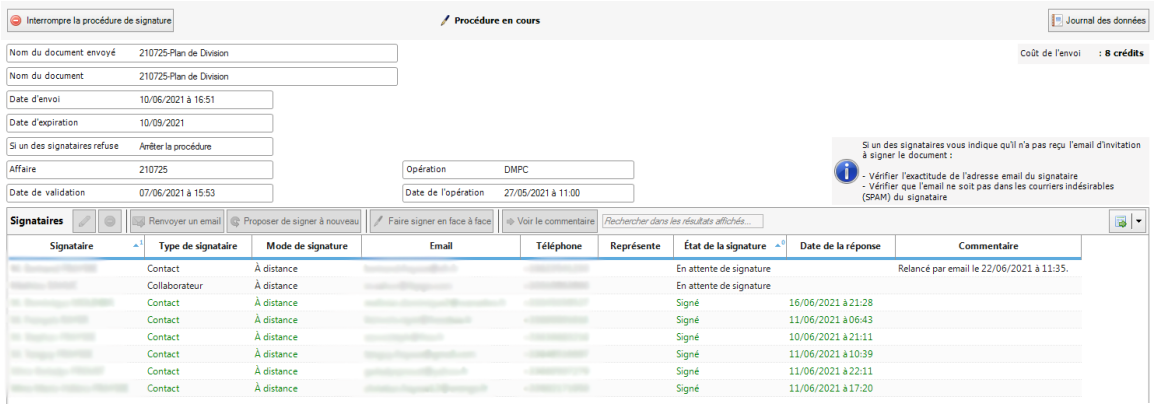


Figure 7 - Suivi de la procédure de signature électronique *Source : Moduleo*

Les trois documents ont été envoyés pour signature le 10 juin. La plupart des parties ont signé les pièces le jour même ou le lendemain, cela montre la rapidité et l'efficacité de la procédure de signature électronique face à la procédure de signature traditionnelle. L'envoi par courrier postal peut prendre plusieurs jours voire semaines, notamment comme dans notre cas avec six signataires dont certains sont éloignés. Toutefois, le riverain tardait à signer, l'état « signé » est apparu six jours après l'envoi des pièces. De plus, un des propriétaires n'a signé qu'un seul des trois documents. Après plusieurs appels il a été nécessaire d'envoyer une relance par mail le 22 juin. La totalité des signatures ont été recueillies au 30 juin, le Géomètre-Expert a lui aussi signé électroniquement les trois pièces.

Finalement la procédure par signature électronique a duré vingt jours, alors qu'elle aurait pu prendre seulement quelques jours si toutes les signatures avaient été recueillies rapidement. Dans ce cas-là, cette procédure n'a pas permis un gain de temps notable comparé à la procédure de signature traditionnelle. Néanmoins, elle a permis un meilleur suivi de l'affaire, une sécurisation des signatures et des documents sans perte ni détérioration, ainsi qu'une diminution du coût d'envoi, même si cette procédure coûte un crédit par signataire, chaque crédit étant acheté deux euros à la société Kipaware.

III.2.3 Transmission au service du cadastre pour numérotation

Après avoir recueilli la signature de toutes les parties, les pièces doivent être transmises au service du cadastre de l'Aveyron pour la numérotation des parcelles nouvelles. La convention OGE-DGFiP spécifie les modalités de transmission (fichiers, formats, nom des fichiers). Une archive zip doit être transmise, contenant :

- la chemise verte (formulaire n°6463 N), le fond de plan du DA et le plan de division, tous les trois au format PDF et contenant l'intégralité des signatures électroniques

- le fichier au format DA numérique, le ficher terrain avec les points levés en coordonnées, le fichier du rapport de la transformation appliquée, tous les trois au format txt

- le tableau de filiation contenant les informations des parcelles relatives à leur division, au format compatible avec LibreOffice (csv, ods, xls) (figure 8).

Commune	Préfixe	Section	Parcelle mère	Parcelle fille (désignation provisoire)	Contenance calculée de la parcelle fille	Mode de calcul de la contenance (A, G, AM ou 10%)	Numéro des parcelles filles	Contenance des parcelles filles	Attribution du label d'arpentage	Mise au point fiscale
							Informations saisies par la DGFiP			
Rieupeyroux	000	BP	119	A	18349	G				
Rieupeyroux	000	BP	119	B	7187	G				
Rieupeyroux	000	BP	119	C	77	G				
Rieupeyroux	000	BP	121	D	116	10%				
Rieupeyroux	000	BP	121	E	9396	10%				
Rieupeyroux	000	BP	122	F	71	G				
Rieupeyroux	000	BP	122	G	955	G				

Figure 8 - Tableau de filiation *Source personnelle*

Les pièces sont regroupées dans l'archive 198-000-BP-0122-210725.zip avec 198 le code commune, 000 le préfixe de section, BP la section, 0122 la plus petite parcelle mère divisée et 210725 le numéro de dossier. L'archive est envoyée par mail sur la boîte fonctionnelle du service du cadastre avec pour objet « [document d'arpentage numérisé] 198 000 BP 0122 ».

Le service du cadastre enregistre le DA dans l'application Majic, vérifie le fond et la forme et l'intègre dans les applications PCI. Une fois le DA appliqué dans PCI, le vérificateur appose sa signature et renvoie les pièces au Géomètre-Expert. L'ensemble du DA est conservé et archivé par le service cadastre ainsi que par le Géomètre-Expert.

III.2.4 Transmission au notaire

Le plan de division est mis à jour avec les nouveaux numéros des parcelles reçus par le service du cadastre. Le plan de division, la chemise verte et le fond de plan du DMPC sont envoyés par mail au notaire afin qu'il rédige l'acte de vente et l'envoie pour publication au SPF. L'envoi des pièces au SPF par le notaire est une procédure dématérialisée via l'application Télé@ctes comme nous l'avons vu dans la partie I.2.2.

III.2.5 Bilan

L'expérimentation de la procédure de division foncière nous a permis d'observer les avantages apportés par son entière dématérialisation mais aussi de comprendre les inconvénients et les freins qui peuvent limiter les bénéfices, comparés à la procédure

traditionnelle. Effectivement, le gain de temps pour l'envoi des documents et leur retour par mail, la réduction du coût comparé à un envoi postal, la sécurité apportée par la signature électronique sont autant de points positifs apportés par la dématérialisation des actes fonciers. Toutefois, la réticence face aux procédures numériques, la confiance au tout papier, la mauvaise connexion Internet ou la rare consultation de la boîte mail par les parties sont des éléments qui peuvent ralentir la dématérialisation des actes fonciers. Mais ces freins tendent tout de même à se limiter face à la rapide informatisation de la société.

III.3 L'intégration de la blockchain tout de même possible et efficace ?

Dans cette dernière partie, nous allons essayer de créer un prototype de blockchain du foncier, de manière simplifiée, afin d'étudier les atouts et les faiblesses de ce registre dématérialisé.

III.3.1 Mise en place d'une blockchain du foncier simplifiée

Cette partie vise à mettre en place un début de ce que pourrait être la blockchain du foncier concernant la division foncière étudiée dans la partie précédente, créant une chaine de blocs reliés entre eux par la technique de hachage (voir partie I). Pour cela, le langage de programmation Python est utilisé afin de mettre en place un programme (Annexe 1 - Programme Python Blockchain du foncier), à l'aide d'un tutoriel de programmation d'une blockchain[125].

Dans un premier temps, nous devons importer les bibliothèques à utiliser : *hashlib* pour le cryptage, *json* pour formater les blocs et *time* pour l'horodatage (figure 9).
Le format JSON (JavaScript Object Notation) est « un format très simple d'échange de données inspiré par la syntaxe des objets littéraux de JavaScript »[126].

La création d'une classe *Blockchain* permet d'initialiser les différentes variables :
- *chain* est une liste dans laquelle vont être ajoutés les blocs, il s'agit de la blockchain
- *pending_transactions* est une liste qui intègre les transactions en cours, avant d'être validées et ajoutées aux blocs
- *new_block* permet d'ajouter chaque bloc à la chaîne

[125] MEDIUM, *Python Tutorial: Build A Blockchain In < 60 Lines of Code*, [en ligne], Disponible sur : www.medium.com, (consulté en août 2021)
[126] PYTHON, *JSON — Encodage et décodage JSON*, [en ligne], Disponible sur : www.python.org, (consulté en août 2021)

```
#-----Bibliothèque-----
#
import hashlib              # Permet le hashage
import json                 # Permet de formater les blocs
from time import time       # Permet d'horodater les blocs
#
#-----Etape 1 : Création d'une classe Blockchain----
#
class Blockchain(object):
    def __init__(self):
        self.chain = []
        self.pending_transactions = []

        self.new_block(previous_hash="Parcelle initiale :", proof=100)
```

Figure 9 - Création d'une classe blockchain *Source personnelle*

Nous pouvons maintenant ajouter des blocs à la chaîne grâce à la variable *block* composée des paramètres (Annexe 1, Etape 2) :

- *index* qui permet de référencer chaque bloc, l'index du premier bloc est 1,
- *timestamp* qui estampille le bloc,
- *transactions* qui inclus les transactions en cours dans le nouveau bloc,
- *proof* qui est la preuve du mineur,
- *previous_hash* qui est un hash du bloc approuvé le plus récent.

Après avoir vidé la liste des transactions en cours, chaque nouveau bloc contenant ces paramètres est ajouté à la chaîne.

L'étape suivante permet d'obtenir le dernier bloc et créer une nouvelle transaction. Pour cela, nous programmons une fonction *new_transaction* qui définit une nouvelle transaction en prenant comme paramètres les informations liées à chaque parcelle concernée (département, commune, préfixe et numéro de la section cadastrale, numéro de la parcelle, propriétaire(s), et une archive d'un Géomètre-Expert définissant les limites de la parcelle le cas échéant). Cette nouvelle transaction est ajoutée dans la liste des transactions en cours et la fonction retourne l'index du bloc auquel notre nouvelle transaction va être ajoutée (Annexe 1, Etape 3).

Maintenant que nous pouvons ajouter des nouveaux blocs à la chaîne, il est nécessaire de définir une fonction permettant le hachage du bloc.
Pour cela, la fonction *hash* prend en paramètre le nouveau bloc, ses paires clé/valeur sont transformées en chaîne puis en chaîne Unicode. La fonction *sha256* de la bibliothèque *hashlib* crée le hash qui est ensuite converti en chaîne hexadécimale. La fonction *hash* retourne le nouveau hash du bloc.

Nous utilisons la fonction SHA-256 qui crée une chaîne cryptée de 64 caractères à partir d'une chaîne de texte stockée comme une valeur Unicode. Cette fonction permet à la blockchain d'être sécurisée car chaque bloc contient une copie du hash du bloc précédent, ce qui rend la modification et la falsification d'un bloc impossible sans modifier les hash qui le précèdent (figure 10).

```
#------Etape 4 : Création d'une méthode de hashage
#
    def hash(self, block):
        string_object = json.dumps(block, sort_keys=True)    # Transforme ses paires clé/valeur en chaînes
        block_string = string_object.encode()                # Transforme cette chaîne en Unicode
        raw_hash = hashlib.sha256(block_string)              # Création du hash avec la méthode SHA256 de hashlib
        hex_hash = raw_hash.hexdigest()                      # Création d'une chaîne hexadécimale

        return hex_hash                                      # Retourne le nouveau hash
```

Figure 10 - Méthode de hachage *Source personnelle*

Il est maintenant possible de renseigner les informations liées aux parcelles concernées par la division foncière évoquée dans la partie précédente (Annexe 1, Etape 5). Pour cela, la généalogie des parcelles est retracée, chaque bloc correspond à une modification des parcelles (figure 11).

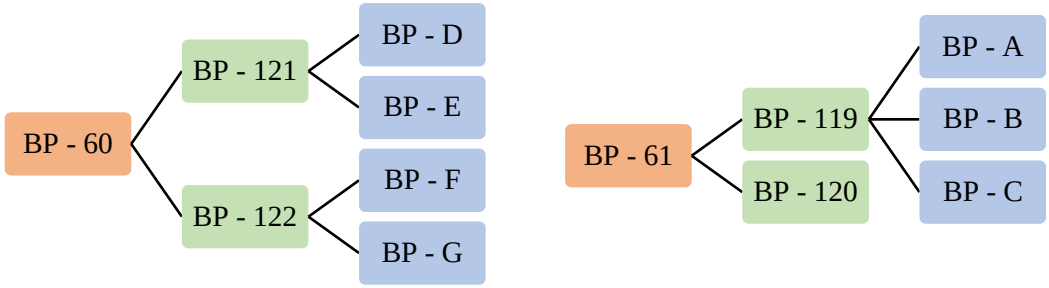


Figure 11 - Généalogie des parcelles concernées par la division *Source personnelle*

Nous obtenons alors une blockchain contenant quatre blocs :

- un premier bloc (index 1) sans transaction,
- un second bloc (index 2) correspondant aux parcelles avant la division de 2008,
- un troisième bloc (index 3) correspondant aux parcelles après la division de 2008 et avant celle de 2021,
- un quatrième bloc (index 4) correspondant aux parcelles après la division de 2021.

Pour chaque bloc, nous avons un hash lié au bloc précédent (Annexe 1 et Annexe 2).

Toutefois, cette preuve de concept est basée sur une blockchain très simplifiée. Elle représente seulement la généalogie des parcelles implémentée dans une chaine de blocs de données reliés les uns aux autres, horodatés et protégés par la technique de hachage. Mais il ne s'agit pas un réseau sécurisé, il manque un élément principal : la validation des

informations par minage en utilisant le calcul proof-of-work (PoW), très complexe à programmer. De plus, ce réseau devrait contenir beaucoup d'autres données (DA, PVBN...) et être partagé entre les acteurs du foncier (Géomètre-Expert, services du cadastre, SPF, notaires), ce qui complexifie sa mise en place.

III.3.2 Etude des atouts et faiblesses de la blockchain

En cette fin de partie et de mémoire, il est intéressant de conclure sur les forces et faiblesses ainsi que sur les opportunités et menaces liées à la mise en place de la blockchain du foncier (figure 12).

Pour un cabinet, la rapidité et la rentabilité apportées par la dématérialisation des procédures sont des enjeux notables quant à la diminution des coûts et des délais d'envoi des pièces. De plus, la sécurisation et la conservation des données, grâce à un réseau partagé et aux techniques de hachage précédemment évoqués, seraient une force au niveau national. Ce registre collaboratif entre les différents acteurs du foncier permettrait un gain d'efficacité et de sécurité, notamment par une vérification de l'identité des parties et des parcelles concernées.

Déjà bien amorcés, la transparence, la diffusion et l'accès à l'information sécurisé pour le grand public sont autant de principes et d'opportunités qui seraient renforcés et développés par la mise en place de la blockchain.

Toutefois, certaines faiblesses demeurent contre une rapide mise en place de la blockchain du foncier. Un premier élément est la complexité de la mise en place d'une blockchain, registre entièrement dématérialisé, sécurisé, regroupant les données personnelles et foncières des parties, avec un accès partagé aux différents intervenants de l'actes foncier (Géomètres-Experts, services du cadastre, notaire, SPF). L'opérationnalisation de la blockchain requiert une « maturité technique et numérique forte » ainsi qu'un « environnement institutionnel et social où les utilisateurs se font confiance »[127]. Un élément pouvant se présenter comme une faiblesse de ce registre dématérialisé est sa consommation énergétique importante liée au minage, et donc au niveau de sécurisation du registre.

[127] MANSION A. et RAVAUX C., *précit.*

Enfin la contrainte majeure quant à la mise en place de la blockchain du foncier réside dans le manque de reconnaissance juridique de l'horodatage et de la signature électronique qualifiés lorsqu'ils sont opérés sans l'intervention d'un tiers de confiance certifié. A cela peut s'ajouter un certain sentiment de réticence des parties envers la dématérialisation des procédures et leur attachement au tout papier, mais qui n'est pas spécifique au procédé de la blockchain

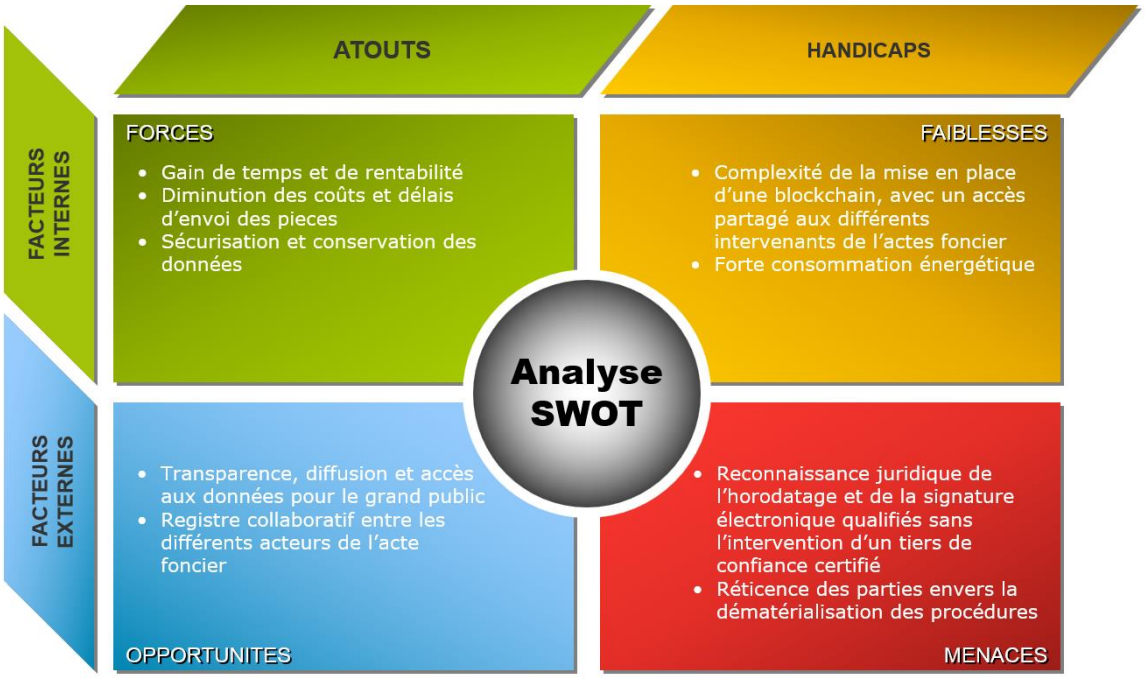


Figure 12 - Matrice SWOT pour la mise en place de la blockchain du foncier *Source personnelle*

L'analyse nous permet d'observer qu'il existe certains handicaps pour une rapide mise en place de la blockchain du foncier. Toutefois, ces menaces et faiblesses pourront être éliminées par une adaptation du droit et des mœurs pour se tourner vers un registre du foncier entièrement dématérialisé basé sur la confiance.

Conclusion

« Favoriser la dématérialisation et la diffusion des données produites par la profession de Géomètre-Expert »[128], tel est l'engagement pris en 2008 par les Géomètres-Experts en faveur du développement et de l'aménagement durables. Comme nous avons pu le voir, depuis de nombreuses années, la profession de Géomètre-Expert intègre la dématérialisation au sein de ses procédures foncières.

Plusieurs procédures de dématérialisation, d'échange de données et diffusion de l'information sont déjà mises en place, notamment grâce à l'ouverture du portail Géofoncier ainsi qu'à la valeur probante donnée aux écrits et aux signatures électroniques. Des outils de GED tels que Moduléo permettent au Géomètre-Expert de partager des documents à ses clients pour information ou signature (devis, plans, archives…). De plus, les échanges dématérialisés entre professions connexes aux actes fonciers sont de plus en plus facilités et utilisés, à l'image de la convention OGE-DGFiP pour permettre la dématérialisation des DMPC et les échanges entre les Géomètres-Experts et les services du cadastre. L'objectif à terme est de pouvoir établir un DMPC en moins de cinq jours et d'atteindre l'absence de rejet de la part des services du cadastre[129].

Certains freins à la dématérialisation peuvent apparaître, notamment corrélés au niveau social des parties prenantes à l'acte foncier. Une certaine réticence face au tout numérique et un attachement important au papier peuvent se faire sentir, principalement selon la classe d'âge de la population. Une étude de l'INSEE sur les capacités et compétence de la population sur l'année 2019 montre que l'illettrisme numérique touche 17% de la population, une personne sur six n'utilise pas Internet et 53% des personnes de 75 ans ou plus n'ont pas d'accès Internet à leur domicile et surtout appréhendent l'utilisation de l'informatique. Les compétences numériques dépendent aussi du niveau de diplôme. Toutefois, les disparités territoriales n'impactent que très peu le niveau de compétences et d'équipements informatiques, malgré l'existence de zones blanches ou de connexion Internet de mauvaise qualité[130]. La dématérialisation des procédures foncières semble donc

[128] Charte d'engagement des Géomètres-Experts en faveur du développement et de l'aménagement durables, *op. cit.*, art.6
[129] BEZARD-FALGAS P., entretien du 9 avril 2021
[130] LEGLEYE S., ROLLAND A., *Une personne sur six n'utilise pas Internet, plus d'un usager sur trois manque de compétences numériques de base*, INSEE, Document Numérique [en ligne], octobre 2019, n°1780,

tout à fait adaptée en milieu urbain comme en milieu rural, d'autant plus que les disparités de compétences numériques semblent se réduire. L'apport d'une foire aux questions sur le portail Géofoncier ou une information claire transmise par mail en rapport avec les sujets de la dématérialisation des procédures et de la signature électronique permettrait de répondre aux nombreuses interrogations que les parties peuvent se poser sur ces sujets, et ainsi éviter de nombreux appels téléphoniques au Géomètre-Expert.

Parler de blockchain, revient à parler d'une « technologie de stockage et de transmission d'informations qui est transparente, sécurisée, et fonctionne sans organe central de contrôle »[131]. Or, bien que de nombreux outils pour la dématérialisation des procédures foncières soient déjà mis en place, on ne peut pour l'instant pas précisément parler de la mise en place d'une blockchain pour l'établissement d'actes fonciers, notamment du fait que l'intervention d'un organisme de confiance est juridiquement nécessaire pour assurer une signature qualifiée des actes fonciers par les parties prenantes. La dématérialisation des procédures foncières doit se faire en assurant la sécurité juridique. En cela, l'adaptation du droit de la preuve pourrait permettre de développer la « Blockchain du foncier »[132]. Ce registre dématérialisé, sécurisé, infalsifiable fonctionnant sans organe central de contrôle, permettrait de fiabiliser, centraliser et développer les échanges entre le Géomètre-Expert, le client et les grands acteurs du foncier.

Dans un souci de sécurité et de transparence, les travaux fonciers du Géomètre-Expert, qui participent à la définition de la propriété, ont tout intérêt à être publiés. Si la publication des PVBN au fichier immobilier par les Géomètres-Experts semble complexe[133], une dimension juridique pourrait être donnée au portail Géofoncier qui publierait des documents opposables au tiers. De plus, le portail Géofoncier qui publie le RFU mis à jour par les Géomètres-Experts, pourrait être à la base de la mise en place d'un cadastre juridique. Ainsi, toujours dans l'intérêt de la sécurisation et de la diffusion de l'information, la volonté de dématérialisation de la profession, amorcée il y a déjà plusieurs années, permet d'une part de valoriser le rôle de la profession dans la sécurisation du droit immobilier et d'autre part de participer à préserver un cadre de vie durable.

4 p., Disponible à l'adresse : http://www.anlci.gouv.fr/Actualites/Outils-Partenariats/Oct.19-enquete-Insee-plus-d-un-usager-sur-trois-manque-de-competences-numeriques-de-base

[131] BALVA C, JEANNEAU C, STACHTCHENKO A, YERETZIAN A, *op. cit.*

[132] BEZARD-FALGAS P., *Un partenariat public-privé exemplaire, op.cit.*, p.43

[133] VERNET S., *Mettre en lumière le rôle essentiel du géomètre-expert pour la sécurisation de droits immobiliers*, 2018, 44ème Congrès des Géomètres-Experts, p.68

Bibliographie

I- Ouvrages imprimés

- BALVA C, JEANNEAU C, STACHTCHENKO A, YERETZIAN A, 2016, *La Blockchain décryptée*, Blockchain France Associés, Pais, 130 p.
- BENDIKSEN C., GIBBONS S., LIM E., 2018, *The Bitcoin Mining Network*, CoinShares Research, 20 p.
- CAPRIOLI E-A., 2014, *Signature électronique et dématérialisation*, LexisNexis, spéc. p.6
- LARRIEU J., 1988, « *Les nouveaux moyens de preuve : pour ou contre l'identification des documents informatiques à des écrits sous seings privés ?* », Lamy droit de l'informatique
- NAKAMOTO S., 2008, *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, 9 p.

II- Travaux universitaires

- LANFANT N., *Le Référentiel Foncier Unifié au cœur du processus de dématérialisation de la procédure de bornage*, [en ligne], Mémoire Master CNAM, ESGT, 2019, 60 p., Disponible sur : https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02187633/document (consulté en mai 2021)
- PIGEON T., *Comment faire évoluer le portail Géofoncier afin qu'il devienne un outil incontournable ?*, [en ligne], Mémoire Master CNAM, ESGT, 2015, 78 p., Disponible sur : https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01632708/document (consulté en avril 2021)
- SPINETTI B., *Le rôle de l'écrit électronique dans le métier de Géomètre-Expert*, [en ligne], Mémoire Master CNAM, ESGT, 2019, 52 p., Disponible sur : https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02185502
- TESSIER S., *Fonctionnement de la blockchain et son intérêt pour le monde pharmaceutique*, [en ligne], Thèse de docteur en pharmacie, Bordeaux : U.F.R. des sciences pharmaceutiques, 2019, 132 p., Disponible sur : dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02296520

III- Articles de périodiques imprimés

- BEZARD-FALGAS P., *Un partenariat public-privé exemplaire*, Revue Géomètre n°2167, mars 2019, p.43
- DELAHAYE J.-P., *Les blockchains, clefs d'un nouveau monde*, Pour la science, mars 2015, n°449, p.80-85
- « *Géothèque, dématérialisation des actes* », Revue Géomètre, juillet-août 2020, n°2182, p.6 et s.
- GRYNBAUM L., « *Les équivalents électroniques des écrits exigés ad validitatem* », Comm. Com. Electr., 2005, n°9, comm.139
- HABER et STORNETTA, *How to Time-Stamp a Digital Document*, Journal of Cryptography, janvier 199, volume 3, p.99-111
- MANSION A. et RAVAUX C., d'après les contributions écrites et orales de LE ROY E., PALICOT S., BOISSET J-M. et BARY F-X., *La technologie blockchain et ses applications*

sur le foncier, Comité technique Foncier & Développement, Notes de synthèse, juin 2020, numéro 31, p.1-7
- PIEGAY J., *Un partenariat public-privé exemplaire »*, Revue Géomètre, mars 2019, n°2167, p.42
- SHANNON C., WEAVER W., 1948, *A mathematical Theory of Communication*, The Bell System Technical Journal, Vol. 27, pp. 379–423, 623-656
- SAINT-AUBIN V., *Objectif 2030*, Revue Géomètre, février 2020, n°2177, pp.10-11
- SUEUR G., *Agnostique blockchain*, Revue Géomètre, mars 2019, n°2167, p.41
- VION M., 1980, « *Les modifications apportées au droit de la preuve par la loi du 12 juillet 1980* », Desfresnois, n°32470

IV- Articles de périodiques électroniques

- BLANCHETTE J-F et BANAT-BERGER F., *La « dématérialisation » du livre foncier d'Alsace-Moselle,* Archivistique et preuve électronique, Document Numérique [en ligne], 2004, Vol.8, n°2, p.63‑72., Disponible à l'adresse : http://dn.revuesonline.com/article.jsp?articleId=3559 (consulté en avril 2021)
- LEGLEYE S., ROLLAND A., *Une personne sur six n'utilise pas Internet, plus d'un usager sur trois manque de compétences numériques de base*, INSEE, Document Numérique [en ligne], octobre 2019, n°1780, 4 p., Disponible à l'adresse : http://www.anlci.gouv.fr/Actualites/Outils-Partenariats/Oct.19-enquete-Insee-plus-d-un-usager-sur-trois-manque-de-competences-numeriques-de-base

V- Rapports institutionnels

- AYNES L., *Pour une modernisation de la publicité foncière*, Rapport de la Commission de réforme de la publicité foncière, Remis le 12 novembre 2018 à Madame Nicole BELLOUBET, garde des Sceaux, ministre de la Justice
- BIBOLLET P., *Du procès-verbal de bornage au portail Géofoncier de l'OGE*, 14e Congrès international de la Fédération Internationale des Géomètres, 2010, 20p.
- CASSANOVA J-M., *La sécurité et l'efficacité de l'acte dans le temps*, 2018, 44ème Congrès des Géomètres-Experts, p.63
- Charte d'engagement des Géomètres-Experts en faveur du développement et de l'aménagement durables, signée à Strasbourg le 17 septembre 2008, Pierre BIBOLLET, président de l'OGE et Hubert FALCO, Secrétaire d'Etat chargé de l'aménagement du territoire auprès du ministre d'État, ministre de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire
- Convention OGE-DGFiP signée le 25 mars 2021 à Paris par Olivier DUSSOPT (Ministre délégué auprès du ministre de l'Economie, des Finances et de la Relance chargé des comptes publics) et Vincent SAINT-AUBIN (Président du Conseil supérieur de l'OGE)
- DALBIN J.-F., *Géomètre-Expert, garant d'un cadre de vie* durable, 2018, 44ème Congrès des Géomètres-Experts, p.6
- ESTROSI SASSONE D., Sénat, Session extraordinaire du 4 juillet 2018, Rapport fait au nom de la commission des affaires économiques sur le projet de loi ELAN, n° 630

- FANTUZZI A., GAILLARD G., GRASSIOT M., *Rapport d'activité et de développement durable 2020*, OGE, 2020
- *Géothèque : les géomètres-experts lancent une plateforme de publication des actes fonciers*, OGE, Communiqué de presse, 17 juin 2020
- G'SELL, Les enjeux des blockchains, *Preuves et signatures numériques*, France Stratégie, juin 2018, dir. TOLEDANO J.
- *Mise à jour du plan - Confection des documents d'arpentage*, DGFiP, Bulletin Officiel des Finances Publiques-Impôts, publié le 24/12/2012
- Mouvement Jeune Notariat, 2012, Le livre et la Plume, 43ème Congrès du Mouvement Jeune Notariat, n° 616, p. 370
- REYNIS B., *Signature du premier acte authentique sur support électronique*, Communiqué de presse, Conseil Supérieur du Notariat, Communiqué de presse, OGE, 28 octobre 2008
- VERNET S., *Mettre en lumière le rôle essentiel du géomètre-expert pour la sécurisation de droits immobiliers*, 2018, 44ème Congrès des Géomètres-Experts, p.68
- THOUROT A., *Pour un guichet unique de la SPF*, 2018, 44ème Congrès des Géomètres-Experts, p.62

VI- Textes législatifs, règlementaires

1) Textes internationaux

- Loi type de la CNUDCI sur les signatures électroniques du 5 juillet 2001

2) Textes de l'Union Européenne

- Directive 1999/93/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 1999 sur un cadre communautaire pour les signatures électroniques
- Directive 2007/2/CE du Parlement européen et du Conseil du 14 mars 2007 établissant une infrastructure d'information géographique dans la Communauté européenne (INSPIRE), publiée au JOCE du 25 avril 2007
- Règlement (UE) n° 910/2014 du Parlement européen et du Conseil du 23 juillet 2014 sur l'identification électronique et les services de confiance pour les transactions électroniques au sein du marché intérieur et abrogeant la directive 1999/93/CE
- Règlement (UE) n°2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données, et abrogeant la directive 95/46/CE (règlement général sur la protection des données)

3) Codes

- Code civil
- Code de l'environnement
- Code des postes et des communications électroniques

4) Lois non codifiées

- Loi n° 46-942 du 7 mai 1946 instituant l'Ordre des géomètres experts
- Loi n°80-525 du 12 juillet 1980, JORF du 13 juillet 1980

- Loi n°2000-230 du 13 mars 2000 portant adaptation du droit de la preuve aux technologies de l'information et relative à la signature électronique, publiée au JORF n°62 du 14 mars 2000, p.3968
- Loi n°2004-575 du 21 juin 2004 pour la confiance dans l'économie numérique, publiée au JORF n°143 du 22 juin 2004
- Loi n°2016-1321 du 7 octobre 2016 pour une République numérique, publiée au JORF n°0235 du 8 octobre 2016

5) Ordonnances

- Ordonnance n°2005-674 du 16 juin 2005 relative à l'accomplissement de certaines formalités contractuelles par voie électronique, publiée au JORF n°140 du 17 juin 2005
- Ordonnance n°2016-131 du 10 février 2016 portant réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations, publiée au JORF n°35 du 11 février 2016

6) Décrets

- Décret n°96-478 du 31 mai 1996 relatif à la règlementation de la profession de Géomètre-Expert et code des devoirs professionnels, publié au JORF n°127 du 2 juin 1996
- Décret n° 2017-770 du 4 mai 2017 portant obligation pour les notaires d'effectuer par voie électronique leurs dépôts de documents auprès des services chargés de la publicité foncière, publié au JORF n°0107 du 6 mai 2017
- Décret n° 2018‑1350 du 28 décembre 2018 relatif à la publication sous forme électronique des informations portant sur les valeurs foncières déclarées à l'occasion des mutations immobilières
- Décret n°2020-1422 du 20 novembre 2020 instaurant la procuration notariée à distance, publié au JORF n°0282 du 21 novembre 2020

7) Règlements

- Règlement intérieur de l'Ordre des Géomètres-Experts

VII- Décisions de justice

1) Cour de cassation

- Cass. 3e civ., 26 novembre 1997, n°96-13.943, non publié au Bulletin
- Cass. 1ère civ., 27 juin 2006, n°05-15.676, non publié au Bulletin, comm. CAPRIOLI E., Comm. com. électr., n°10, octobre 2006, comm. 149
- Cass. 1ère civ., 30 septembre 2010, n°09-68.555, Bull. civ. I n°178

VIII- Entretiens

- BEZARD-FALGAS Patrick, Directeur de la SAS Géofoncier, le 9 avril 2021
- TOUZARD Pierre, Ingénieur géomaticien SOGEFI, le 9 avril 2021

IX- Sites web

- ANSII, *Cryptologie : art ou science du secret ?*, [en ligne], Disponible sur : www.ssi.gouv.fr, (consulté en avril 2021)
- CNIG, *INSPIRE*, [en ligne], Disponible sur : www.cnig.gouv.fr, (consulté en avril 2021)
- CNIL, *Comprendre les grands principes de la cryptologie et du chiffrement*, [en ligne], Disponible sur : www.cnil.fr, (consulté en avril 2021)
- DICTIONNAIRE DE L'ACADEMIE FRANÇAISE, 9ème édition, [en ligne], Disponible sur : www.dictionnaire-academie.fr, (consulté en avril 2021)
- GEOFONCIER, *La révolution du foncier numérique est en marche !*, [en ligne], Disponible sur : https://www.geofoncier.fr, (consulté en mai 2021)
- GEOFONCIER, *Le bornage*, [en ligne], Disponible sur : https://www.geofoncier.fr, (consulté en avril 2021)
- LIVRE FONCIER ALSACE-MOSELLE, *Le livre foncier*, [en ligne], Disponible sur : www.livrefoncier.fr, (consulté en avril 2021)
- MEDIUM, *Python Tutorial: Build A Blockchain In < 60 Lines of Code*, [en ligne], Disponible sur : www.medium.com, (consulté en août 2021)
- NOTAIRES DE FRANCE, *L'acte authentique du notaire*, [en ligne]. Disponible sur : www.notaires.fr, (consulté en mai 2021)
- PLATEFORME OUVERTE DES DONNEES PUBLIQUES FRANÇAISES, *Demandes de Valeurs Foncières DVF*, [en ligne], Disponible sur : www.data.gouv.fr, (consulté en juin 2021)
- PYTHON, *JSON — Encodage et décodage JSON*, [en ligne], Disponible sur : www.python.org, (consulté en août 2021)
- RPCU, *L'adaptation géométrique du plan cadastral dans le cadre de la RPCU*, [en ligne] Disponible sur : www.rpcu.cadastre.gouv.fr, (consulté en mai 2021)

X- Communication dans un congrès

- ROUAIX C., Assemblée générale dématérialisée du Conseil régional de Toulouse du vendredi 25 septembre 2020
- SAINT-AUBIN V., *Géothèque : les géomètres-experts lancent une plateforme de publication des actes fonciers*, Communiqué de presse, OGE, 17 juin 2020

Liste des illustrations

Figure 1 - Etapes des transactions au sein d'un réseau blockchain 13
Figure 2 - La structure d'une blockchain 14
Figure 3 - Circuits d'échanges grâce à Télé@ctes 21
Figure 4 - Parcours d'un DMPC entre les différents acteurs 31
Figure 5 - Etapes préalables à la rédaction des pièces de la division foncière 41
Figure 6 - De l'établissement du DMPC à sa publication 43
Figure 7 - Suivi de la procédure de signature électronique 45
Figure 8 - Tableau de filiation 46
Figure 9 - Création d'une classe blockchain 48
Figure 10 - Méthode de hachage 49
Figure 11 - Généalogie des parcelles concernées par la division 49
Figure 12 - Matrice SWOT pour la mise en place de la blockchain du foncier 51

Table des annexes

Annexe 1 - Programme Python Blockchain du foncier 61
Annexe 2 - Résultat du programme Blockchain du foncier 62

Mémoire d'Ingénieur C.N.A.M., Le Mans, 2021

RESUME

La signature traditionnelle d'actes fonciers représente actuellement une étape délicate laquelle ne garantit pas toujours sécurité et efficacité, générant parfois une perte de temps pour un cabinet de Géomètre-Expert. La blockchain du foncier peut s'avérer être un réel atout pour le Géomètre-Expert en répondant à la majorité des problèmes soulevés par la signature traditionnelle d'actes fonciers. Elle peut aussi s'avérer être un outil d'interopérabilité collaboratif entre les différents acteurs de l'acte foncier, que ce soit le service du cadastre, le service de la publicité foncière, le notaire mais également les propriétaires et ses riverains. Néanmoins, ce protocole de dématérialisation soulève des questions techniques et juridiques qui doivent être résolues afin que la blockchain du foncier puisse intégrer les obligations ordinales et les règles de l'art de la profession de Géomètre-Expert.

Mots clés : Blockchain, dématérialisation, acte foncier, signature électronique, horodatage, sécurité

SUMMARY

The traditional signature of land deeds currently represents a real obstacle course which does not always guarantee security and efficiency, sometimes generating a waste of time for a Land Surveyor's office. The land blockchain can prove to be a real asset for the Land Surveyor by answering most of the problems raised by the traditional signature of land deeds. It can also prove to be a collaborative interoperability tool between the different actors of the land deed, whether it is the land registry service, the notary, but also the owners and their neighbours. Nevertheless, this dematerialization protocol raises technical and legal questions that must be resolved so that the land blockchain can integrate the ordinal obligations and the standard practices of Land Surveyor.

Key words : Blockchain, dematerialization, land deed, electronic signature, time stamping, security

Annexe 1 - Programme Python Blockchain du foncier

```
## -*- coding: utf-8 -*-
#===============================================================================
#---------------------- BLOCKCHAIN DU FONCIER-----------------------------------
#===============================================================================
#
# ----------------------------------------
# ------------- Bibliothèque -------------
# ----------------------------------------
#
import hashlib               # Permet le hashage
import json                  # Permet de formater les blocs
from time import time        # Permet d'horodater les blocs
#
# ------------------------------------------------
# --- Etape 1 : Création d'une classe Blockchain ---
# ------------------------------------------------
#
class Blockchain(object):
    def __init__(self):
        self.chain = []
        self.pending_transactions = []
        self.new_block(previous_hash="0", proof=100)
#
# ------------------------------------------------
# --- Etape 2 : Construction de nouveaux blocs ---
# ------------------------------------------------
#
    def new_block(self, proof, previous_hash=None):
        block = {
            'index': len(self.chain) + 1,                                  # Référence chaque bloc
            'timestamp': time(),                                           # Estampille le bloc
            'transactions': self.pending_transactions,                     # Inclu les transactions en cours dans le nouveau bloc
            'proof': proof,                                                # Preuve du mineur
            'previous_hash': previous_hash or self.hash(self.chain[-1]), # Hash du bloc
        }
        self.pending_transactions = []  # Vide la liste des transactions en cours
        self.chain.append(block)        # Ajoute le nouveau bloc à la chaîne

        return block
#
# ------------------------------------------------
# --- Etape 3 : Création de nouvelles transactions ---
# ------------------------------------------------
#
    @property
    def last_block(self):               # Reçoit le dernier block ajouté

        return self.chain[-1]
#
# Créé une nouvelle transaction avec les informations liées à la parcelle
    def new_transaction(self, departement,commune,prefixe,section,parcelle,prorietaire,archive):
        transaction = {
            'Département': departement,
            'Commune': commune,
            'Préfixe': prefixe,
            'Section': section,
            'Parcelle': parcelle,
            'Propriétaire': prorietaire,
            'Archive': archive
        }
        self.pending_transactions.append(transaction)
        return self.last_block['index'] + 1
#
# ------------------------------------------------
# --- Etape 4 : Création d'une méthode de hachage ---
# ------------------------------------------------
#
    def hash(self, block):
        string_object = json.dumps(block, sort_keys=True)    # Transforme ses paires clé/valeur en chaînes
        block_string = string_object.encode()                # Transforme cette chaîne en Unicode
        raw_hash = hashlib.sha256(block_string)              # Création du hash avec la méthode SHA256 de hashlib
        hex_hash = raw_hash.hexdigest()                      # Création d'une chaîne hexadécimale

        return hex_hash                                      # Retourne le nouveau hash
#
```

```
# ---------------------------------------------------------------
# --- Etape 5 : Intégration des informations liées aux parcelles ---
# ---------------------------------------------------------------
#
blockchain = Blockchain()
t1 = blockchain.new_transaction("Aveyron","Rieupeyroux","000","BP","60","M.Pierre DUPOND","NC")
t2 = blockchain.new_transaction("Aveyron","Rieupeyroux","000","BP","61","M.Michel MARTIN","NC")
blockchain.new_block(9853)
#
t3 = blockchain.new_transaction("Aveyron","Rieupeyroux","000","BP","119","Indivision MARTIN",
    "Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en septembre 2008, archive 07055")
t4 = blockchain.new_transaction("Aveyron","Rieupeyroux","000","BP","120","M.Pierre DUPOND",
    "Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en septembre 2008, archive 07055")
t5 = blockchain.new_transaction("Aveyron","Rieupeyroux","000","BP","121","M.Pierre DUPOND",
    "Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en septembre 2008, archive 07055")
t6 = blockchain.new_transaction("Aveyron","Rieupeyroux","000","BP","122","Indivision MARTIN",
    "Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en septembre 2008, archive 07055")
blockchain.new_block(12345)
#
t7 = blockchain.new_transaction("Aveyron","Rieupeyroux","000","BP","A","M. Patrick JEAN",
    "Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en mai 2021, archive 210725")
t8 = blockchain.new_transaction("Aveyron","Rieupeyroux","000","BP","B","Indivision MARTIN",
    "Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en mai 2021, archive 210725")
t9 = blockchain.new_transaction("Aveyron","Rieupeyroux","000","BP","C","M.Pierre DUPOND",
    "Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en mai 2021, archive 210725")
t10 = blockchain.new_transaction("Aveyron","Rieupeyroux","000","BP","D","Indivision MARTIN",
    "Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en mai 2021, archive 210725")
t11 = blockchain.new_transaction("Aveyron","Rieupeyroux","000","BP","E","M.Pierre DUPOND",
    "Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en en mai 2021, archive 210725")
t12 = blockchain.new_transaction("Aveyron","Rieupeyroux","000","BP","F","M. Patrick JEAN",
    "Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en mai 2021, archive 210725")
t13 = blockchain.new_transaction("Aveyron","Rieupeyroux","000","BP","G","M. Patrick JEAN",
    "Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en mai 2021, archive 210725")
blockchain.new_block(15869)
#
print("Blockchain: ", blockchain.chain)
#
#================================================================================
#------------------------ FIN DU PROGRAMME ---------------------------------
#================================================================================
```

Source personnelle

Annexe 2 - Résultat du programme Blockchain du foncier

```
Blockchain:  [
    {'index': 1,
    'timestamp': 1629193479.50937,
    'transactions': [],
    'proof': 100,
    'previous_hash': '0'},

    {'index': 2,
    'timestamp': 1629193479.50986,
    'transactions': [
        {'Aveyron', 'Rieupeyroux', '000', 'BP', '60', 'M.Pierre DUPOND', 'Archive NC'},
        {'Aveyron', 'Rieupeyroux', '000', 'BP', '61', 'M.Michel MARTIN', 'Archive NC'}],
    'proof': 9853,
    'previous_hash': 'b50168da802a89dceae78b0b9ad22b2349e9aafaa956618b824db86c2ec9518f'},

    {'index': 3,
    'timestamp': 1629193479.51426,
    'transactions': [
        {'Aveyron', 'Rieupeyroux', '000', 'BP', '119', 'Indivision MARTIN',
            'Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en septembre 2008, archive 07055'},
        {'Aveyron', 'Rieupeyroux', '000', 'BP', '120', 'M.Pierre DUPOND',
            'Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en septembre 2008, archive 07055'},
        {'Aveyron', 'Rieupeyroux', '000', 'BP', '121', 'M.Pierre DUPOND',
            'Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en septembre 2008, archive 07055'},
        {'Aveyron', 'Rieupeyroux', '000', 'BP', '122', 'Indivision MARTIN',
            'Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en septembre 2008, archive 07055'}],
    'proof': 12345,
    'previous_hash': 'ac9f2f44f8e22105e684debd55780848f6530b8a55294aedda5e61478b4d2ef6'},

    {'index': 4,
    'timestamp': 1629193479.51977,
    'transactions': [
        {'Aveyron', 'Rieupeyroux', '000', 'BP', 'A', 'M. Patrick JEAN',
            'Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en mai 2021, archive 210725'},
        {'Aveyron', 'Rieupeyroux', '000', 'BP', 'B', 'Indivision MARTIN',
            'Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en mai 2021, archive 210725'},
        {'Aveyron', 'Rieupeyroux', '000', 'BP', 'C', 'M.Pierre DUPOND',
            'Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en mai 2021, archive 210725'},
        {'Aveyron', 'Rieupeyroux', '000', 'BP', 'D', 'Indivision MARTIN',
            'Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en mai 2021, archive 210725'},
        {'Aveyron', 'Rieupeyroux', '000', 'BP', 'E', 'M.Pierre DUPOND',
            'Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en mai 2021, archive 210725'},
        {'Aveyron', 'Rieupeyroux', '000', 'BP', 'F', 'M. Patrick JEAN',
            'Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en mai 2021, archive 210725'},
        {'Aveyron', 'Rieupeyroux', '000', 'BP', 'G', 'M. Patrick JEAN',
            'Plan de division établi par le cabinet LBP Etudes & Conseil en mai 2021, archive 210725'}],
    'proof': 6789,
    'previous_hash': 'f78d2e64b37e15b3e600d7275b40deaf9bc6510c3d221c7998c374a8587287b9'}]
```

Source personnelle