

La mise en œuvre de la *blockchain* et des *smart contracts* par les industries culturelles

Par Jérôme PONS

Consultant en technologies et stratégies numériques dans les secteurs de la culture et délégué à la normalisation de la *blockchain* chez Music won't stop

La contractualisation est omniprésente dans les industries culturelles, notamment dans les secteurs du cinéma, de la vidéo et de la musique enregistrée. Cependant, les contrats ne sont pas toujours applicables ou exécutés, qu'il s'agisse des contrats d'auteur, d'édition, de licence ou de distribution. Car, en effet, les *minima* garantis peuvent conduire à un transfert « excessif » de la valeur vers les producteurs et les éditeurs, et l'absence de métadonnées juridiques peut pénaliser la rémunération des ayants droit (les artistes-interprètes, par exemple). Dans ce contexte, est-il utopique d'imaginer une programmation et une exécution automatiques des contrats, qui conduiraient à un partage « équitable » de la valeur entre créateurs, producteurs, éditeurs, distributeurs, diffuseurs et consommateurs de contenus numériques et à une rémunération des ayants droit reflétant la consommation au téléchargement ou à l'écoute près ? La technologie *blockchain* répond dans une certaine mesure à cette question.

Les caractéristiques de la *blockchain*

La technologie *blockchain* (littéralement, « chaîne de blocs », que nous avons présentée dans un précédent article : « La *blockchain*, une révolution pour les industries culturelles ? » (<http://www.inaglobal.fr/numerique/article/la-blockchain-une-revolution-pour-les-industries-culturelles-9579>)) a été imaginée en 2008 par Satoshi Nakamoto à travers sa description du système bitcoin. Ce système de transaction électronique pair-à-pair (P2P) introduit à la fois la crypto-monnaie bitcoin et le réseau P2P de transaction électronique bitcoin (ou réseau bitcoin)^(1,2).

Le système bitcoin a été lancé le 3 janvier 2009, date de création du premier bloc de la *blockchain* bitcoin, au sein du réseau bitcoin. Il a été suivi par d'autres systèmes comme Namecoin (crypto-monnaie namecoin), Omni (omnicoin) ou Ethereum (ether), puis complété par des services d'assets (s'apparentant à des crypto-monnaies locales, mais dépendant d'un système externe) comme SingularDTV (asset SNGLS basé sur Ethereum) ou MaidSafeCoin (maid, basé sur Omni) (voir la Figure 1 de la page suivante).

Coinmarketcap dénombrait 727 crypto-monnaies et 106 assets en circulation au 10 mai 2017.

Dans ce système, chaque transaction est publiée sur le réseau P2P et intégrée à un bloc, puis ce bloc est validé au sein de ce même réseau et ajouté à la *blockchain*.

Une transaction N se caractérise par une empreinte (préfixe 0x suivi de 60 caractères), un horodatage, un montant, des frais, des adresses d'expéditeur A (N) et de destinataire B (N) (préfixe 0x suivi de 40 caractères), un numéro de bloc et par des scripts d'entrée et de sortie.

L'explorateur de blocs Blockchain.info du système bitcoin permet de visualiser une transaction initiée par le service Monegraph et intégrant le *smart contract* lié au dépôt d'une œuvre graphique (voir la Figure 2 de la page suivante).

La troisième ligne des scripts de sortie présente un champ d'informations libres qui autorise de nouveaux domaines d'application de la *blockchain* dans les industries culturelles, notamment la collaboration créative et productive, la désintermédiation dans la distribution des contenus, la gestion de droits, la contractualisation et le paiement électronique. Nous vous proposons, dans cet article, d'approfondir ces applications dans les secteurs du cinéma, de la vidéo et de la musique.

(1) PONS J., « La Blockchain, une révolution pour les industries culturelles ? », INA Global, 13 mars 2017, www.inaglobal.fr/numerique/article/la-blockchain-une-revolution-pour-les-industries-culturelles-9579

(2) NAKAMOTO S., "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System", 30 octobre 2008, www.bitcoin.org/bitcoin.pdf (version originale) et <http://bitcoin.fr/bitcoin-explique-par-son-inventeur/> (traduction française).

Crypto-monnaie (code de la monnaie)	Date de création du premier bloc (bloc de genèse)	Réseau de transaction électronique P2P	Asset (code de la monnaie)	Service d'asset	Système de transaction électronique P2P
bitcoin (BTC ou XBT)	3 janvier 2009	Bitcoin	reputation (REP)	Augur	Ethereum
namecoin (NMC)	19 avril 2011	Namecoin	sngls (SNGLS)	SingularDTV	Ethereum
litecoin (LTC)	8 octobre 2011	Litecoin	maid (MAID)	MaidSafeCoin	Omni
nxtcoin (NXT)	24 novembre 2013	Nxt			
omnicoin (OMC)	4 janvier 2014	Omni			
dash (DASH)	19 janvier 2014	Dash			
monero (XMR)	18 avril 2014	Monero			
xem (XEM)	29 mars 2015	NEM			
ether (ETH)	30 juillet 2015	Ethereum			
tao (XTO)	26 août 2016	Tao			

Figure 1 : Exemples de crypto-monnaies et d'assets associés à la technologie blockchain.
© Jérôme PONS

BLOCKCHAIN
PORTEFEUILLE
GRAPHIQUES
STATISTIQUES
MARCHÉS
API

Transaction Afficher les informations d'une transaction bitcoin

868ef276bbe4c136681098ec6b658de078ed221571583c3b84de451121d3e221

1P41jahn0093h7NEAZZJw9mWF6vBoJE (0.01191438 BTC - Sortie)

1C5a8xCzCKOZuswvCkvZk2HZcmH6DJUkKw - (Non dépensé) 0.0002 BTC

1P41jahn0093h7NEAZZJw9mWF6vBoJE - (Dépensé) 0.01161438 BTC

Impossible de décoder l'adresse de sortie - (Non dépensé) 0 BTC

0.01191438 BTC

Récapitulatif	Entrées et sorties
Taille: 274 (octets)	Total des entrées: 0.01191438 BTC
Date de réception: 2015-09-24 20:41:06	Total des sorties: 0.01181438 BTC
Inclue dans les blocs: 375964 (2015-09-24 20:41:06 + 0 minutes)	Taxes: 0.0001 BTC
confirmations: 80052 confirmations	Fee par octet: 36.496 sat/B
Relayée par IP: 0.0.0.0 (whais)	Estimation des BTC échangées: 0 BTC
Visualiser: Voir le graphique	scripts: Cacher les scripts et Coinbase

Scripts des entrées

3045022100b433977217dc777b421519c17fc26593654a28ae0bee4758aa403c754ae45022029ddac4e0aaea52e0f5ba1707b75064db990d99e1ede08e477826e0d13acd301033f37d8b4ae8294df9d9c6e20176af681280342230d036803a3648f41baed ok

Scripts de sortie

OP_DUP OP_HASH160 7986f7ce33c1e0a28b50fad49121be09aa3b17b OP_EQUALVERIFY OP_CHECKSIG ok

OP_DUP OP_HASH160 f1e4a0c23042cc8fe1b44295b2c87368fe1b1aba OP_EQUALVERIFY OP_CHECKSIG ok

OP_RETURN 4d47f1d01de059ca88a5e44c0503d176f9952bd6ae2d1c45c47afd225e6b63b4a843 Étrange

(décodé) j%MGcYtP=o9_+jOz*kC

Figure 2 : Visualisation d'une transaction initiée par le service Monegraph.
© Jérôme PONS

Les secteurs du cinéma, de la vidéo et de la musique

Avec la généralisation de la distribution d'œuvres sur Internet, les secteurs de la culture exploitent la même chaîne de transmission convergente des contenus numériques, qui comporte les mêmes étapes de création, de production, d'édition, de distribution, de diffusion et de consommation⁽³⁾.

Les principales caractéristiques des secteurs du cinéma et de la vidéo

Dans les secteurs du cinéma et de la vidéo, la chronologie des médias séquence l'exploitation du film en salle, sa distribution physique et numérique (de 4 à 48 mois après sa sortie en salle) et sa diffusion à la télévision (de 10 à 30 mois après sa sortie en salle)⁽⁴⁾.

Les processus métiers sont organisés en *workflow*, grâce notamment à la norme internationale de cinéma numérique DCI (*Digital Cinema Initiative*). Les différentes étapes de la chaîne de transmission étant chaînées, le passage de relai des données multimédia et des métadonnées d'une étape à la suivante est garanti⁽⁵⁾.

Par ailleurs, la contractualisation est rigoureuse, grâce notamment au contrat d'auteur (artiste auteur, comme le réalisateur, le scénariste, le dialoguiste, auteur d'œuvre littéraire), de coproduction, d'artiste-interprète (comédien), d'engagement (technicien comme le chef opérateur ou le monteur, collaborateur comme le scripte, l'ouvrier), de distribution (exploitation) et de diffusion (télévision) ou bien le mandat de distribution (VàD – vidéo à la demande, VàDA – vidéo à la demande par abonnement) et de télévision (voir la Figure 3 ci-dessous).

Il en ressort une certaine transparence des flux financiers liés à des projets de films très subventionnés et à des

budgets de production de l'ordre de 1 à 10 millions d'euros, avec un devis moyen des films d'initiative française s'élevant à 5,47 millions d'euros en 2016, d'après le bilan annuel du Centre national du cinéma et de l'image animée (CNC)⁽⁶⁾.

De plus, les métadonnées sont consolidées (harmonisées, complétées, fiabilisées), en particulier les métadonnées juridiques utilisées pour la gestion de droits (droit d'auteur) et les métadonnées de contenu utilisées en postproduction (montage) ou en amont de la distribution (affiche du film, copie *Digital Cinema Package* - DCP, DVD). Celles-ci sont renseignées par le scripte, collaborateur artistique et technique du réalisateur, à travers différents rapports (rapport montage, rapport production)⁽⁷⁾.

Enfin, en amont de la publication coexistent des bases de données centralisées accessibles. Par exemple, le registre du cinéma et de l'audiovisuel (RCA) du CNC enregistre les contrats associés à la production cinématographique

(3) PONS J., Distribution, partage et stockage des contenus numériques, *Éditions techniques de l'Ingénieur*, TI 7536, 10 août 2014, www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/technologies-de-l-information-th9/diffusion-distribution-des-images-et-du-son-42507210/distribution-partage-et-stockage-des-contenus-numeriques-te7536/

(4) Chronologie des médias, CSA, www.csa.fr/Television/Le-suivi-des-programmes/La-diffusion-des-oeuvres/Les-obligations-de-diffusion-d-oeuvres-cinematographiques/Chronologie-des-medias

(5) PONS J., Technologies des contenus numériques : de la production à la protection, *Éditions techniques de l'Ingénieur*, TI 7537, 10 août 2015, www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/technologies-de-l-information-th9/diffusion-distribution-des-images-et-du-son-42507210/technologies-des-contenus-numeriques-de-la-production-a-la-protection-te7537/

(6) Bilan 2016 du CNC, CNC, 11 mai 2017, www.cnc.fr/web/fr/bilans/-/ressources/11870403

(7) PANNETIER A., « Le métier de scripte », Commission paritaire nationale Emploi Formation – Audiovisuel (CPNEF-AV), décembre 2010, www.cpnep-av.fr/metiers-realisation/infos/scripte-etude-complete.pdf

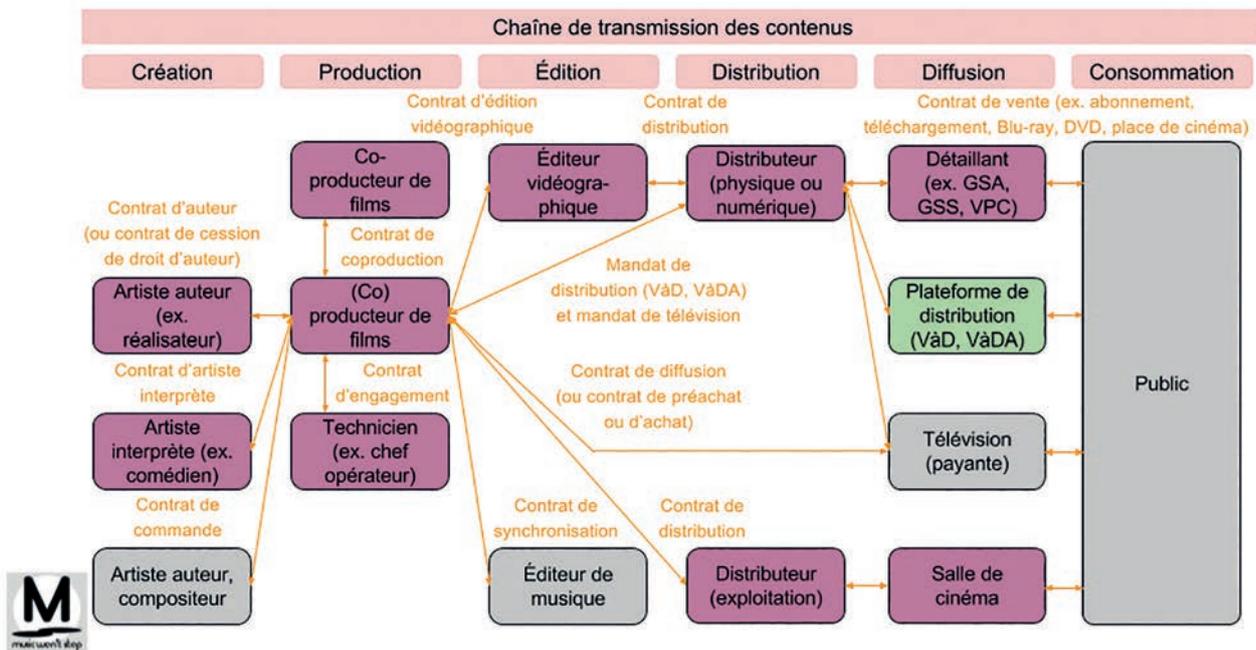


Figure 3 : Exemples de contrats dans les secteurs du cinéma et de la vidéo.
© Jérôme PONS

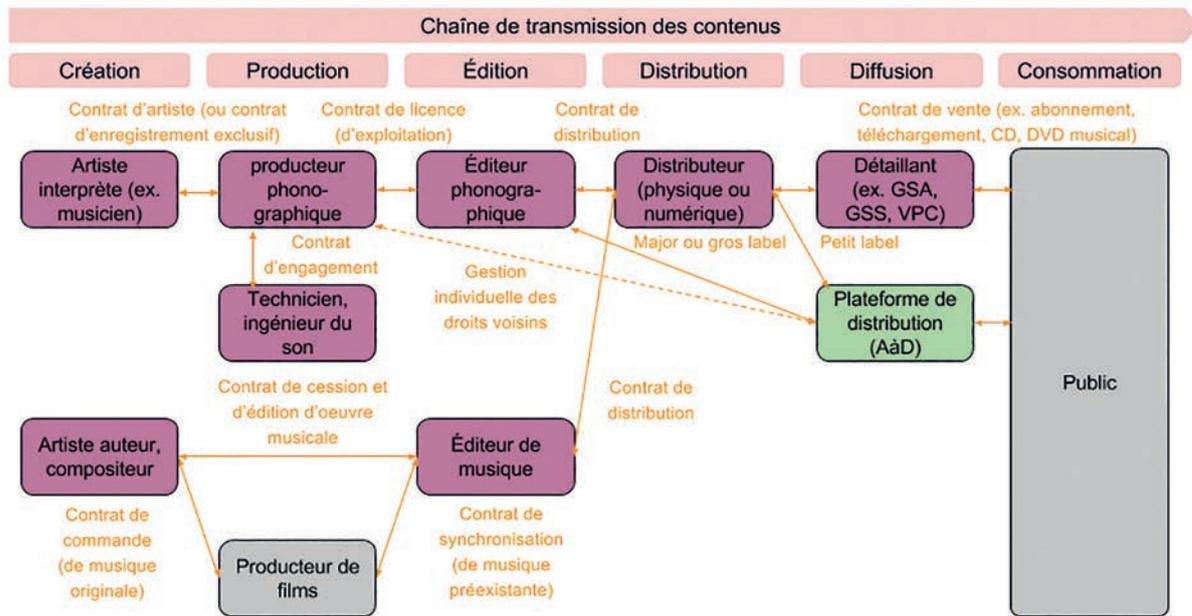


Figure 4 : Exemples de contrats dans le secteur de la musique enregistrée.
© Jérôme PONS

(par exemple, les contrats d'auteur ou de coproduction) et délivre un code d'identification propriétaire (numéro d'immatriculation CNC). La base des visas du CNC enregistre les distributeurs et délivre un numéro de visa. Enfin, la base ISAN (*International Standard Audiovisual Number*) délivre un code d'identification normalisé de l'œuvre audiovisuelle (code ISAN).

De même, en aval de la publication se côtoient des bases de données centralisées accessibles. En particulier, la base IMDb d'Amazon donne accès aux noms des artistes auteurs, comédiens (*casting*) et techniciens présents lors du tournage, au genre du film (comédie, drame...), aux dénominations sociales du distributeur et des coproducteurs, au budget estimé du film (*Box Office*), ainsi qu'aux spécifications techniques du film (par exemple, le modèle de caméra utilisé).

Les principales caractéristiques du secteur de la musique

Dans le secteur de la musique, la simultanéité accompagne chaque publication d'album en termes de distribution physique et numérique, de diffusion à la radio ou à la télévision et de concerts dans le cadre de tournées.

Cette publication s'appuie notamment sur la norme internationale d'échange de données DDEX, qui présuppose que tous les producteurs et éditeurs phonographiques renseignent les métadonnées juridiques et de contenu avant l'étape de la distribution.

De même, la contractualisation est rigoureuse, avec notamment les contrats de cession et d'édition d'œuvre musicale (auteur, compositeur), de commande (de musique originale), d'artiste (artiste-interprète), d'engagement (technicien, ingénieur du son), de licence, de distribution ou de synchronisation (de musique préexistante) (voir la Figure 4 ci-dessus).

L'opacité de certains flux financiers liée à des projets d'albums peu subventionnés et à des budgets de production moins élevés que pour les films (de l'ordre de 10 à 100 milliers d'euros) a été en partie levée dans le cadre de la procédure d'introduction en bourse de Deezer. Nous y avons appris notamment que de 80 à 85 % des *royalties* et des *minima* garantis sont versés aux producteurs-éditeurs phonographiques, tandis que de 10 à 15 % des *royalties* le sont aux sociétés de gestion collective du droit d'auteur⁽⁸⁾.

Les métadonnées apparaissent non consolidées, c'est en particulier le cas des métadonnées juridiques utilisées pour la gestion de droits (droit d'auteur, droits voisins), lesquelles gagneraient à être systématiquement renseignées par l'ingénieur du son en marge des sessions d'enregistrement (noms des auteurs, des compositeurs et interprètes et partage des recettes). Il en va de même pour les métadonnées de contenu assemblées à l'étape d'édition (pochette et livret du disque, fichier MP3 *via* le tag ID3)⁽⁹⁾.

Pour limiter ce problème, en amont de la publication, se côtoient des bases de données centralisées propriétaires (non accessibles). Par exemple, les bases SPP (Société civile des producteurs phonographiques), SPPF (Société civile des producteurs de phonogrammes en France), Sacem, Adami (Société civile pour l'administration des droits des artistes et musiciens interprètes) ou Spedidam (Société de perception et de distribution des

(8) PONS J. (auteur principal), « La Révolution numérique, une révolution musicale ! », AFDEL (renommée depuis TECH IN France) / Forum de Tokyo, 24 novembre 2015, www.forum-tokyo.fr/s/LB_CULTURE_AFDEL_2015_SITE.pdf

(9) PONS J., Les Métadonnées : un enjeu majeur pour le secteur de la musique, INA Global, 21 avril 2015, www.inaglobal.fr/musique/article/les-metadonnees-un-enjeu-majeur-pour-le-secteur-de-la-musique-8226

droits des artistes-interprètes) permettent à leurs adhérents de déposer une œuvre musicale ou une musique enregistrée. Les bases IPI de la CISAC (Confédération internationale des sociétés d'auteurs et compositeurs) et IPD de l'IPDA/SCAPR délivrent respectivement des codes d'identification normalisés d'ayants droit (code IPI) et d'artistes-interprètes (code IPN). D'autres bases sont accessibles, comme les bases ISWC de la CISAC et ISRC de l'IFPI, qui donnent respectivement accès aux codes d'identification normalisés d'œuvres musicales (code ISWC) et de musiques enregistrées (code ISRC).

En aval de la publication coexistent des bases de données centralisées propriétaires. En particulier, la base BIPP (Base de données interprofessionnelle des producteurs phonographiques) du SNEP/UPFI/Kantar Media donne accès aux catalogues des producteurs phonographiques actifs sur le marché français, tandis que la base BOEM (Base d'œuvres de l'édition musicale) de la CSDEM/SEAM (Chambre syndicale de l'édition musicale/Société des éditeurs et auteurs de musique) (Paroles CSDEM) fournit les paroles de chansons. D'autres bases sont accessibles, mais elles ne sont pas toujours consolidées, comme le répertoire Sacem, qui associe le code ISWC aux codes IPI (mais pas aux codes ISRC) ou bien la base MusicBrainz, qui relie l'artiste, l'album ou le morceau de musique aux bases externes (par exemple, Discogs, IMDb, Wikidata), à des codes d'identification internes (MBID de MusicBrainz) ou externes (par exemple, code-barres, IPI, ISNI, ASIN d'Amazon, identifiant Discogs), aux plateformes de distribution (comme iTunes, Spotify) et aux empreintes numériques de chaque morceau (AcoustID).

Voyons ci-après quels sont les principaux contrats établis dans ces différents secteurs, et étudions-en le contenu et la modélisation.

Les principaux contrats attachés à ces différents secteurs

Le financement de la culture, la transparence des flux financiers et le partage de la valeur sont régulièrement analysés au travers des contrats, et font l'objet de rapports et de protocoles d'accord.

Les principaux contrats des secteurs du cinéma et de la vidéo

En particulier, le rapport « Chevalier » présente les enjeux du contrat d'association à la production (via les SOFICA), le rapport « Bonnell » se focalise sur le contrat d'auteur, tandis que le protocole d'accord « Transparence dans la filière cinématographique » porte sur les contrats d'auteur et d'édition vidéographique. Par ailleurs, le rapport « Gomez » analyse les contrats d'édition vidéographique, de distribution et d'exportation, et le rapport « Lescure » étudie les politiques culturelles de l'ensemble des secteurs de la culture (dont le cinéma, la vidéo et la musique enregistrée). Enfin, le rapport de la Cour des Comptes détaille les contrats d'association à la production, de préachat ou d'achat, de distribution, d'artiste-interprète, ainsi que le mandat de distribution, et propose un « contrat d'objectifs et de moyens ^(10,11,12,13,14,15) ».

Les principaux contrats du secteur de la musique

De même, le rapport « Zelnik » présente les contrats d'artiste, de licence et de distribution, tandis que les engagements « Hoog » portent sur la publication des conditions générales de vente (CGV), la pérennité et la stabilité des contrats, la justification des avances, la transparence des *minima* garantis, le délai de versement des rémunérations ou les rémunérations versées au bénéfice des artistes-interprètes. En outre, le rapport « Selles » étend l'analyse des contrats précédents aux contrats de cession et d'édition d'œuvres musicales, de synchronisation et d'engagement, et il propose l'adoption du contrat d'association à la production dans le secteur de la musique, ainsi que la mise en place d'un contrat d'objectifs et de moyens. Le rapport « Phéline » se consacre au partage de la valeur et présente les contrats d'artiste et de licence. Enfin, le protocole d'accord « Schwartz » promeut de bonnes pratiques contractuelles par un code des usages et garantit aux artistes une juste rémunération ^(16,17,18,19,20).

(10) « Rapport Chevalier », CHEVALIER P., « Les SOFICA », rapport remis au CNC, juillet 2008, www.cnc.fr/web/fr/rapports/-/ressources/21531

(11) « Rapport Bonnell », BONNELL R., « Le droit des auteurs dans le domaine cinématographique : coûts, recettes et transparence », rapport remis au CNC, décembre 2008, <http://www.cnc.fr/web/fr/rapports/-/ressources/21505>

(12) Protocole d'accord « Transparence dans la filière cinématographique », APC/API/ARP/La Guilde (des scénaristes français)/SACD/SCAM/SFAAL/SPI/SCELF/SRF/UPF, 16 décembre 2010, http://guildegesscenaristes.org/uploads/ressbao/accords/protocole_accord_transparence_filiere.pdf

(13) « Rapport Gomez », GOMEZ M., « Mission sur la transparence de la filière cinématographique – La relation entre le producteur et ses mandataires », rapport remis au CNC, septembre 2011, <http://www.cnc.fr/web/fr/rapports/-/ressources/622607>

(14) « Rapport Lescure », LESCURE M., « Mission Acte II de l'exception culturelle – Contribution aux politiques culturelles à l'ère numérique », rapport remis au ministère de la Culture et de la Communication, mai 2013, www.culturecommunication.gouv.fr/var/culture/storage/culture_mag/rapport_lescur/files/docs/all.pdf (tomes I et II).

(15) Soutien à la production cinématographique et audiovisuelle : des changements nécessaires, rapport de la Cour des Comptes, avril 2014, www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/144000197.pdf

(16) « Rapport Zelnik », ZELNIK P., TOUBON J. & CERUTTI G., « Création et Internet », rapport remis au ministère de la Culture et de la Communication, janvier 2010, www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/104000006.pdf

(17) « Engagements Hoog », HOOG E., « 13 engagements pour la musique en ligne », rapport remis au ministère de la Culture et de la Communication, 17 janvier 2011, Adami/Apple (iTunes)/Beezik/Deezer/ESML/GESTE/MMFF/Orange/Sacem/SCPP/SFA/SNAM/SNEP/Spedidam/SPPF/Starzik/UPFI/VirginMega, www.culturecommunication.gouv.fr/content/download/2292/15440/version/1/file/signature%20accord%20musique%20en%20ligne.pdf

(18) « Rapport Selles », RIESTER F., SELLES D., CHAMFORT A., COLLING D. et THONON M., « Création musicale et diversité à l'ère numérique », rapport remis au ministère de la Culture et de la Communication, septembre 2011, www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/114000585.pdf

(19) « Rapport Phéline », PHÉLINE Ch., « Musique en ligne et partage de la valeur – État des lieux, voies de négociation et rôles de la loi », rapport remis au ministère de la Culture et de la Communication, novembre 2013, www.culturecommunication.gouv.fr/Documentation/Rapports/Musique-en-ligne-et-partage-de-la-valeur

(20) « Protocole d'accord Schwartz », SCHWARTZ M., « Pour un développement équitable de la musique en ligne », 2 octobre 2015, CFDT-F3C/ESML/FELIN/GAM/IDOL/MMFF/PRODISS/Qobuz/Sacem/SCPP/SFA/SMA/SNACOPVA CFE-CGC/SNAM-CGT/SNAPS-CFE-CGC/SNEP/SPPF/UPFI, www.culturecommunication.gouv.fr/Presse/Communiqués-de-presse/Accord-historique-pour-la-filiere-de-la-musique

Élément constitutif	Sous-élément	Secteur du cinéma et de la vidéo	Secteur de la musique
En-tête	Nature du contrat	Ex. contrat d'auteur (ou contrat de cession de droit d'auteur)	Ex. contrat d'artiste (ou contrat d'enregistrement exclusif)
	Dénominations des parties	Ex. nom et prénom de la personne physique, dénomination sociale de la personne morale	
	Codes d'identification des parties	Ex. numéro de sécurité sociale de la personne physique, numéro SIRET de la personne morale	
	Qualités des parties	Ex. artiste auteur (réalisateur), producteur de films	Ex. artiste interprète (musicien), producteur phonographique
Clauses contractuelles récurrentes	Objet du contrat	Ex. réalisation d'un film	Ex. fixation d'œuvres musicales
	Durée d'exécution ou période d'exploitation	Ex. durée de la cession	
	Lieu d'exécution ou territoire(s) d'exploitation	Ex. territoires de la cession	
	Mode(s) d'exploitation	Ex. exploitation cinématographique, exploitations secondaires (télédiffusion, vidéogramme) et dérivées	Ex. exploitation phonographique, exploitations secondaires (radiodiffusion, télédiffusion, synchronisation, vidéogramme) et dérivées
Conditions financières	Rémunération	Ex. rémunération proportionnelle (pourcentage calculé sur l'assiette des recettes d'exploitation cinématographique et autres exploitations), rémunération pour droit d'auteur (gestion collective), rémunération pour copie privée (gestion collective), rémunération au forfait	Ex. redevances ou <i>royalties</i> (pourcentage calculé sur l'assiette des recettes d'exploitation phonographique et autres exploitations), rémunération équitable et pour copie privée (gestion collective et individuelle)
	Avance sur recettes ou minimum garanti (MG)	Ex. avance (non remboursable) sur la rémunération proportionnelle	Ex. avance récupérable sur les redevances
	Frais		
	Assiette des recettes	Ex. prix public hors taxes (PPHT), recettes nettes part producteur (RNPP)	Ex. prix de gros hors taxes (PGHT) diminué d'un abattement BIEM (exploitation phonographique), prix de gros des vidéogrammes diminué d'un abattement forfaitaire pour conditionnement (exploitation secondaire)
	Modalités de paiement	Ex. règlement par chèque ou virement bancaire	
Conditions générales	Cession de droits	Ex. droit de reproduction et droit de représentation (exploitation cinématographique), droit d'exploitations secondaires (télédiffusion) et dérivées	Ex. droit exclusif de reproduction et de représentation (exploitation phonographique), droit exclusif d'exploitations secondaires et dérivées, droits voisins
	Obligations des parties	Ex. découpage technique du film, choix des artistes interprètes, techniciens et collaborateurs, montage du film par le réalisateur, direction technique et artistique et conservation des éléments ayant servi à la réalisation par le producteur du film	Ex. établissement du programme des séances d'enregistrement par l'artiste interprète, direction technique et artistique et conservation des éléments ayant servi à l'enregistrement du disque par le producteur phonographique
	Publicité et promotion	Ex. crédits (affiche et générique du film)	Ex. promotion du disque par l'artiste interprète, engagement de promotion et de marketing par le producteur phonographique
	Garanties	Ex. garantie des droits cédés par le réalisateur au producteur de films	
	Assurances		
	Registres	Ex. dépôt du contrat au registre RCA du CNC par le producteur de films, obtention du code ISAN par le producteur de films	Ex. obtention du code ISRC de chaque enregistrement par le producteur phonographique
	Clauses spécifiques	Ex. exclusivité de la réalisation, reddition des comptes, droit de préférence	Ex. exclusivité de l'enregistrement, état de redevances, nombre minimum d'enregistrements (albums)
	Modalités de résiliation du contrat	Ex. manquement par l'une des parties à l'une de ses obligations	
	Règlement des litiges et droit applicable	Ex. règlement amiable, recours à un médiateur, recours au tribunal compétent	
En-queue	Date de contractualisation		
	Lieu de contractualisation		
	Nombre d'exemplaires originaux du contrat	Ex. 2 exemplaires	
	Signatures des parties		
Annexes contractuelles	Fixation des prix et recettes	Ex. définition des RNPP (rémunération proportionnelle)	

Figure 5 : Modélisation du contrat traditionnel.
© Jérôme PONS

La modélisation du contrat traditionnel

Après analyse, la modélisation du contrat traditionnel nous conduit aux éléments constitutifs suivants (inspirés du rapport Gomez) : en-tête, clauses contractuelles récurrentes, conditions financières, conditions générales, en-queue et annexes contractuelles (voir la Figure 5 ci-contre).

Remarquons que dans le contrat d'artiste, le producteur phonographique ne s'engage à obtenir que les métadonnées juridiques concernant sa rémunération (par exemple, le code ISRC), mais pas celles qui sont nécessaires à la rémunération des auteurs ou de l'éditeur de musique (comme le code ISWC).

Voyons maintenant comment transposer un contrat traditionnel dans un *smart contract*.

La mise en œuvre du *smart contract* par les industries culturelles

Dans un précédent article, nous avons vu à travers la collaboration créative et productive qu'une organisation autonome décentralisée (DAO) était en mesure d'accompagner les créateurs et les producteurs dans leurs processus de création et de production. Pour cela, un *smart contract* (littéralement : « contrat intelligent ») peut être mis en œuvre pour encadrer la description d'une tâche « artistique » (par exemple, écrire une scène d'un scénario ou un couplet d'une chanson, jouer une scène ou un morceau) ou « technique » (par exemple, filmer une scène ou enregistrer un morceau, saisir les métadonnées) ou bien le montant de la rémunération et les droits acquis sur le résultat de la tâche.

Les principes du *smart contract*

L'expression *smart contract* a été définie en 1994 par l'informaticien et cryptographe américain Nick Szabo : « un *smart contract* est un protocole de transaction informatique qui exécute les termes d'un contrat. La conception d'un tel contrat a pour principaux objectifs de satisfaire les conditions contractuelles courantes, de minimiser les exceptions tant malveillantes qu'accidentelles ou le besoin d'intermédiaires de confiance. Les buts économiques associés incluent la réduction des coûts de fraude, d'arbitrage, de mise en application, et autres coûts de transaction ⁽²¹⁾ ».

Dans le contexte de la *blockchain*, les *smart contracts* constituent juridiquement des « programmes autonomes, codés sur la *blockchain*, qui exécutent automatiquement tout ou partie d'un contrat sans intervention humaine. Dès lors qu'une des conditions préprogrammées du *smart contract* se réalise, la clause contractuelle lui correspondant est automatiquement exécutée » ⁽²²⁾.

Par souci de concision, les notions d'identité numérique, de signature électronique, d'oracle ou d'application décentralisée ou distribuée (DApp) ne sont pas développées dans la suite de cet article.

Les trois étapes de la mise en œuvre du *smart contract*

La première étape programme le *smart contract*, de sorte qu'il transpose une ou plusieurs clauses du contrat tra-

ditionnel (concernant, par exemple, la rémunération) dans le langage de programmation (langage de script) du système *blockchain*. La seconde étape enregistre le programme informatique associé au *smart contract* dans une *blockchain*. La troisième étape exécute le programme informatique, qu'il s'agisse d'une exécution immédiate de la transaction (comme le paiement électronique) ou d'une exécution déclenchée plus tard par un événement interne au *smart contract* (notamment par la fixation d'une date d'exécution) ou externe (exécution générée par un oracle, tel que défini par le mathématicien et cryptologue anglais Alan Turing) ⁽²³⁾.

La mise en œuvre du *smart contract* dans le système Bitcoin

Le langage de script du système Bitcoin, nommé Script, est qualifié d'incomplet au sens de Turing, puisqu'il ne permet pas la création de boucles à l'aide de fonctions récursives.

Ce langage est présenté en piles (*stacks*) dont chacune des lignes comporte une chaîne de caractères ou d'éléments binaires. Les instructions sont traitées séquentiellement jusqu'à la fin du script, sans saut en arrière (absence de boucle). Elles reposent sur plus d'une centaine d'opérateurs de scripts ⁽²⁴⁾ (voir la Figure 6 de la page suivante).

Une transaction est associée soit à un service de paiement électronique, qui utilise des opérateurs de scripts basiques et qui a pour principal objet l'échange de bitcoins entre un émetteur A et un destinataire B, soit à un service « basé sur les scripts », qui utilise des opérateurs de scripts basiques et évolués et qui n'a pas pour seule finalité d'échanger des bitcoins. En particulier, l'opérateur de script évolué OP_RETURN signale un champ d'informations libres contenant les données du *smart contract*.

La mise en œuvre du *smart contract* dans le système Ethereum

Le langage de script du système Ethereum, nommé langage EVM, est qualifié de complet au sens de Turing (*Turing-complete*), puisqu'il autorise les sauts et la création de boucles. Pour éviter qu'une transaction bouclant à l'infini ne bloque le système, l'exécution de la transaction est limitée par la notion de « carburant » (*gas*). Ainsi, lors de la saisie d'un ordre de transaction, le « carburant » est payé à l'avance afin de couvrir le coût d'exécution de la transaction. Une transaction se trouvant « à court de car-

(21) SZABO N., *Smart contracts*, Best.com, 1994, <http://web.archive.org/web/20160323035617/http://szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>

(22) VERBIEST Th. (De Gaulle Fleurance & Associés), « Smart contracts et blockchain vont-ils conduire à une révolution juridique ? », L'Écho, 21 avril 2016, <http://www.lecho.be/actualite/archive/Smart-contracts-et-blockchain-vont-ils-conduire-a-une-revolution-juridique/9757157>

(23) LAMELA SEIJAS P., THOMPSON S. & McADAMS D., « Scripting smart contracts for distributed ledger technology », Université de Kent au Royaume-Uni/Output Hong Kong, 10 février 2017, <http://kar.kent.ac.uk/61162/1/1156.pdf>

(24) « Opérateurs de scripts du système Bitcoin » : Script, Bitcoin Wiki, version du 4 mars 2017, <http://en.bitcoin.it/wiki/Script>

Type d'opérateur	Opérateurs du système Bitcoin	Type d'opérateur	Opérateurs du système Ethereum
Ajout d'une constante à la pile, manipulation de la pile, de la chaîne de caractères, contrôle de flux	OP_i, OP_DUP (duplication de ligne), OP_PICK ou OP_ROLL (copie ou déplacement de ligne en haut de la pile), OP_SIZE, OP_IF, OP_ELSE, OP_RETURN (indique la présence d'un smart contract)...	Manipulation de la pile, de la mémoire, du stockage, contrôle de flux et enregistrement	PUSHi (ajout d'élément), DUpI (duplication d'élément), SWAPi (échange d'éléments), POP (suppression d'élément de la pile), GAS ("jauge de carburant"), JUMP, JUMPI ou JUMPDEST (commandes de saut), LOGi...
Manipulation d'éléments binaires	OP_EQUAL, OP_EQUALVERIFY...	Manipulation d'éléments binaires	AND, OR, XOR...
Opérateur arithmétique	OP_ADD, OP_SUB, OP_MUL ou OP_DIV (addition, soustraction, multiplication ou division)...	Opérateur arithmétique	STOP (interruption de l'exécution), ADD, MUL, SUB ou DIV (addition, multiplication, soustraction ou division)...
Fonction cryptographique	OP_HASH160 ou OP_HASH256 (fonction de hachage générant une empreinte de 160 ou 256 bits), OP_CHECKSIG (vérification de signature)...	Fonction cryptographique	SHA3 (fonction de hachage générant une empreinte de 256 bits)
Temporisation	OP_CHECKLOCKTIMEVERIFY...	Information d'environnement, de bloc	ADDRESS, BALANCE, CODESIZE, GASPRICE ("prix du carburant"), BLOCKHASH, TIMESTAMP, NUMBER...
		Opérateur système	CREATE (création d'un nouveau compte), CALL (envoi d'un message à un compte), RETURN, SUICIDE (destruction d'un compte)...

Figure 6 : Exemples d'opérateurs de scripts utilisés par les systèmes Bitcoin et Ethereum.
© Jérôme PONS

burant » est annulée, prévenant ainsi le risque de générer d'éventuelles boucles à l'infini.

Ce langage est exécuté par la machine virtuelle Ethereum (EVM - *Ethereum Virtual Machine*) et est présenté en piles, sous la forme de chaînes de caractères. Les instructions sont traitées séquentiellement, permettent le saut en arrière (présence de boucles) et s'appuient sur plus d'une centaine d'opérateurs de scripts⁽²⁵⁾.

Une transaction est associée nativement à un service « basé sur les scripts », appelé *smart contract*, utilisant des opérateurs de scripts basiques et évolués et échangeant des ethers (le paiement électronique est un usage parmi d'autres du *smart contract*).

(25) « Opérateurs de scripts du système Ethereum », WOOD Gavin, "Ethereum: A Secure Decentralised Generalised transaction Ledger, Ethereum/Ethcore", révision EIP-150, <http://gawwood.com/Paper.pdf>

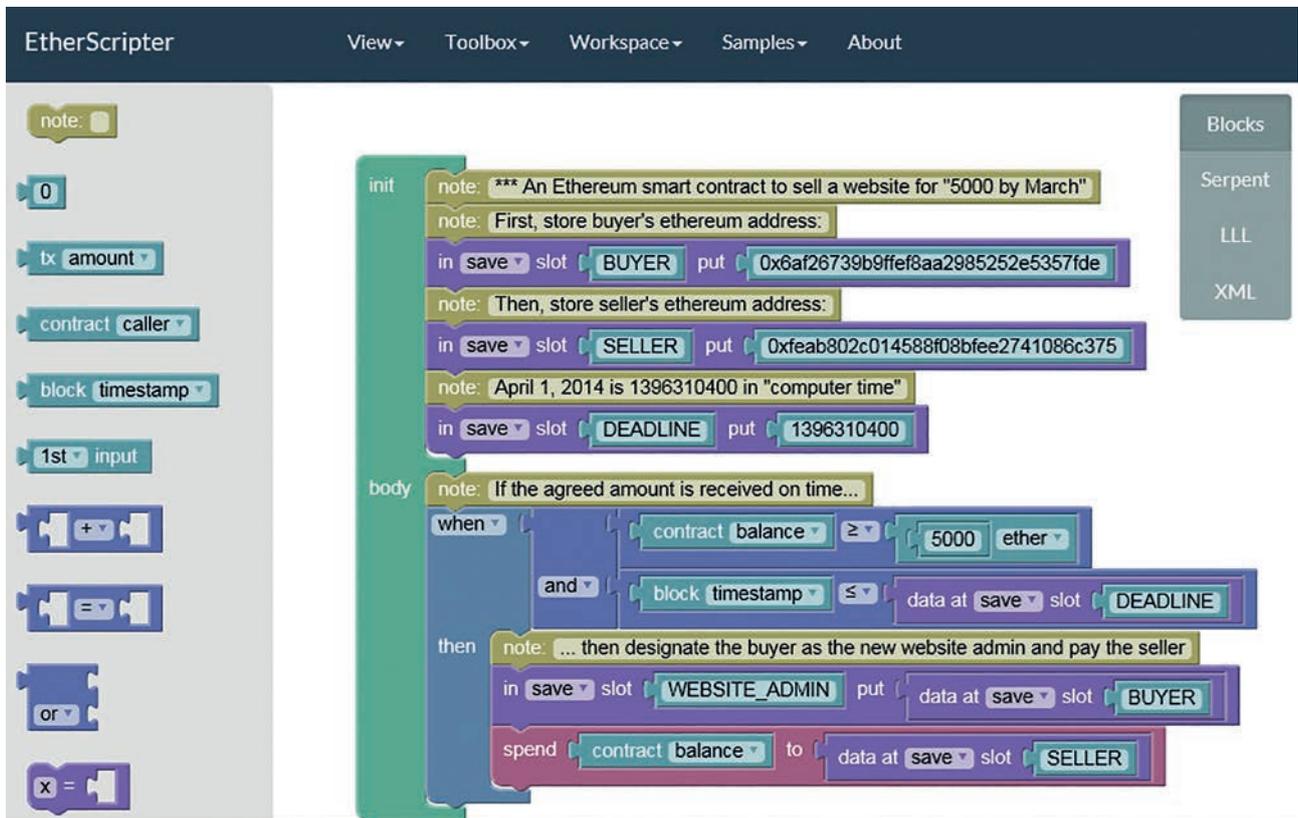


Figure 7 : Transposition de certaines clauses du contrat traditionnel en langage de *script* de haut niveau avec EtherScripter.

Ce *smart contract* est vu comme une entité virtuelle disposant de son propre code de script capable d'émettre et de recevoir des messages et des ethers, de créer d'autres contrats ou de s'autodétruire. Il ne peut pas initier de transaction, mais il peut être activé par une autre transaction lui étant destinée ⁽²⁶⁾.

En plus du langage EVM, un langage de script de haut niveau peut être utilisé comme Solidity, Serpent ou LLL. Dans la pratique, un éditeur comme EtherScripter permet de transposer certaines clauses du contrat traditionnel (par exemple, contrat de vente), qu'il traduit alors en langages de script de haut niveau tels que Serpent ou LLL (voir la Figure 7 de la page précédente).

Un cas d'usage, l'expérimentation Ujo Music

Lors de l'ouverture du service Ujo Music en version alpha (le 2 octobre 2015), seul le morceau Tiny Human de l'artiste anglaise Imogen Heap était disponible. Notons que ni l'œuvre musicale ni l'enregistrement associés à ce morceau ne sont inscrits dans les bases ISWC et ISRC. En revanche, l'artiste est identifiée par le code ISNI 0000000078404022 et créditée, d'après le service, comme auteure, compositrice, arrangeuse, interprète et productrice du morceau.

Cinq modes de distribution du morceau étaient proposés, dont le téléchargement au prix de vente de 0,6 dollar et le *streaming* à 0,006 dollar par écoute. Les conditions générales de vente indiquent que le partage des recettes était de 91,25 % pour Imogen Heap et de 1,25 % pour chacun des six musiciens et pour l'ingénieur du son.

L'achat et le téléchargement du morceau mettaient en œuvre un *smart contract* dans le système Ethereum. Le service Ujo Music s'interconnectait à la plateforme d'échange Kraken afin d'indiquer le taux de conversion du prix de vente (par exemple, 0,6 dollar = 0,48 ether) et pour permettre à l'acheteur de créer un portefeuille électronique, d'obtenir une adresse de compte, d'alimenter son compte (par exemple, 1 ether) et de saisir l'ordre de transaction à destination de l'adresse fournie par le service Ujo Music ⁽²⁷⁾.

Par ailleurs, le service Ujo Music fournissait en toute transparence la liste des transactions associées au morceau (voir la Figure 8 ci-dessous).

Payee id	License Type	Block Number	Amount (ETH)
0x1a3bb741f6cc9d46671a4...	DOWNLOAD	857458	0.48
0x20c370f1f97e5469f9232765...	DOWNLOAD	825107	0.638297872340425531
0xebd934dd01073009477338...	DOWNLOAD	813789	0.638297872340425531
0x691884d5ea363bd17eff81d...	DOWNLOAD	790134	0.631578947368421052
0x79a8f3aaff738dbb6c6d8139...	DOWNLOAD	730618	0.666666666666666666
0x9efc8aca7c95df85544b497...	DOWNLOAD	715476	0.674157303370786516
0x678649529734ccb0adfc52a8...	DOWNLOAD	646130	0.70588235294117647

Figure 8 : Liste des transactions associées au morceau Tiny Human.

L'explorateur de blocs Etherscan du système Ethereum permet de retrouver le numéro de bloc 857458 et de visualiser la transaction de 0,48 ether initiée par le service Ujo Music, intégrant le *smart contract* lié au téléchargement du morceau (voir la Figure 9 ci-dessous).

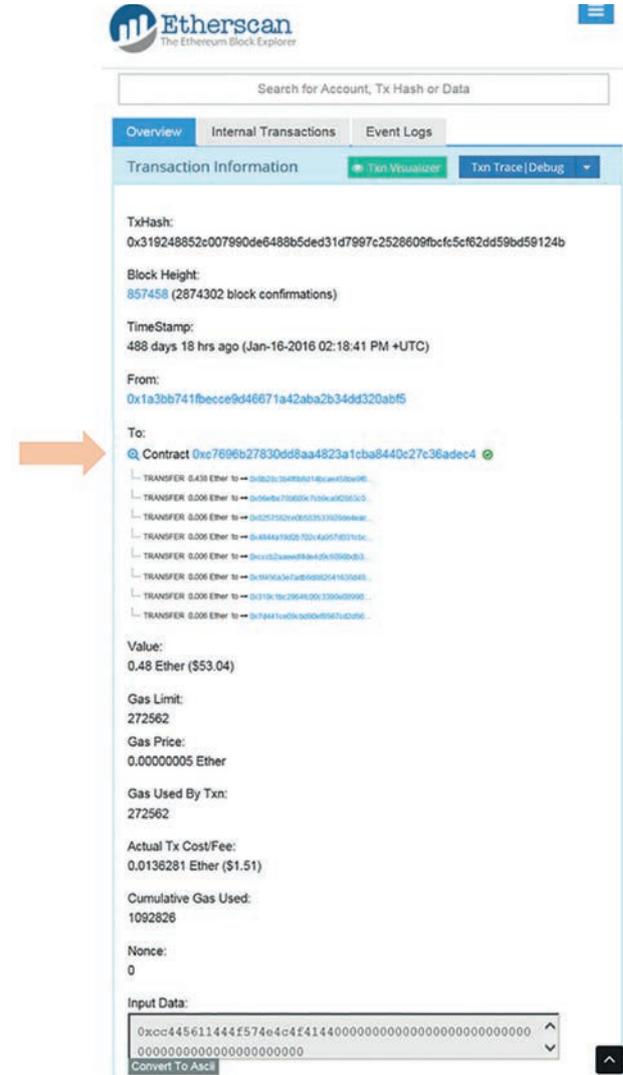


Figure 9 : Visualisation d'une transaction initiée par le service Ujo Music.

Identifiée par son empreinte, la transaction comporte un horodatage (16 janvier 2016 à 14h 18m 41s), elle mentionne la présence d'un *smart contract*, un « prix du carburant » et des frais de transaction. L'exécution immédiate du *smart contract* a réparti le montant de la transaction (0,48 ether) vers l'adresse d'Imogen Heap (0,438 ether) et vers chacune des 7 autres adresses (0,006 ether), ce qui

(26) BUTERIN V., "Ethereum: A Next-Generation Cryptocurrency and Decentralized Application Platform", Bitcoin Magazine/Ethereum, 23 janvier 2014, <http://bitcoinformagazine.com/articles/ethereum-next-generation-cryptocurrency-decentralized-application-platform-1390528211/>

(27) "Part 1: How we tried to buy Imogen Heap's song on Ethereum", Hatching Amazing, 24 janvier 2016 <http://medium.com/hatching-amazing/part-1-how-my-ssn-prevented-me-from-buying-music-on-the-blockchain-and-why-blockchain-for-music-a85eaea-ca7ad>

correspond bien au partage des recettes indiqué dans les CGV.

Les perspectives des smart contracts pour les industries culturelles

Lorsque la technologie *blockchain* est exploitée pour mettre en œuvre des *smart contracts* dans les secteurs de la culture, cela implique nécessairement un dialogue entre des informaticiens, des juristes et des acteurs de la chaîne de transmission des contenus numériques.

Face à un cas d'usage, ceux-ci doivent d'abord adopter une crypto-monnaie (par exemple, Bitcoin, Ethereum, Omni) ou un *asset*, ce qui les orientera vers un système *blockchain*. Ensuite, ils doivent transposer une ou plusieurs clauses du contrat traditionnel dans le langage de script de ce système, pour, enfin, s'assurer, à l'aide d'un explorateur de blocs, que le *smart contract* est effectivement exécuté.

La *blockchain* apporte des solutions à des problèmes connus, comme le rapprochement des codes ISRC et ISWC (dans le secteur de la musique enregistrée). À cet effet, trois sociétés de gestion collective du droit d'auteur (ASCAP aux États-Unis, PRS for Music au Royaume-Uni et la Sacem en France) se sont alliées à IBM, en avril 2017, afin de rapprocher ces codes en s'appuyant sur le projet *Hyperledger Fabric*. Des *smart contracts* automatisant l'attribution de couples (ISRC, ISWC) et simplifiant la gestion des droits pourraient alors émerger⁽²⁸⁾.

Les codes d'identification utilisés par les industries culturelles (par exemple, ISAN, ISRC, ISWC) ont été normalisés par l'Organisation internationale de normalisation (ISO), qui a d'ailleurs créé en 2016 le Comité technique ISO/TC 307 consacré à la *blockchain* et aux technologies de registre distribué (DLT). Comptant 19 pays participants (dont la France, représentée par l'AFNOR), ce comité s'est réuni pour la première fois en avril 2017. Il a voté la création d'un groupe d'étude dédié aux *smart contracts* (ISO/TC 307/SG5) qui devra « considérer l'application de méthodes de programmation et de langages de script permettant à des non-informaticiens d'exprimer des clauses contractuelles⁽²⁹⁾ ».

Dans le contexte de la *blockchain*, le secteur de la musique se trouve encore une fois aux avant-postes de la transformation numérique. Il pourrait se voir emboîter le pas par les secteurs du cinéma et de la vidéo, d'autant plus que les travaux de normalisation internationale des *smart contracts* apporteront davantage de limpidité.

Acronymes

- AàD : Audio à la Demande
- AFNOR : Association française de normalisation
- ASIN : *Amazon Standard Identification Number*
- CGV : Conditions Générales de Vente
- CNC : Centre national du cinéma, de l'image et du son
- DAO : *Decentralized Autonomous Organization*
- DCI : *Digital Cinema Initiative*
- DGP : *Digital Cinema Package*
- DDEX : *Digital Data Exchange*
- DLT : *Distributed Ledger Technology*
- EVM : *Ethereum Virtual Machine*
- GSA : Grande Surface Alimentaire
- GSS : Grande Surface Spécialisée
- IPD : *International Performers Database*
- IPI : *Interested Parties Information*
- IPN : *International Performer Number*
- ISAN : *International Standard Audiovisual Number*
- ISO : *International Standards Organization*
- ISRC : *International Standard Recording Code*
- ISWC : *International Standard Musical Work Code*
- LLL : *Lisp Like Language*
- MBID : *MusicBrainz Identifier*
- MG : Minimum Garanti
- P2P : *Peer-to-Peer*
- PGHT : Prix de Gros Hors Taxes
- PPHT : Prix Public Hors Taxes
- RCA : Registre du Cinéma et de l'Audiovisuel du CNC
- RNPP : Recettes Nettes Part Producteur
- SOFICA : Société de financement de l'industrie cinématographique et de l'audiovisuel
- VàD (A) : Vidéo à la Demande (avec Abonnement)
- VPC : Vente Par Correspondance

(28) « Blockchain : la Sacem, Ascap et PRS for Music s'allient pour une meilleure identification des œuvres », Sacem, communiqué de presse du 7 avril 2017, <http://societe.sacem.fr/actualites/innovation/blockchain--la-sacem-ascap-et-prs-for-music-sallient-pour-une-meilleure-identification-des-oeuvres>

(29) « ISO/TC 307 Chaîne de blocs et technologies de registre distribué électronique », ISO, www.iso.org/fr/committee/6266604.html