

MATICULUM

WHITE PAPER

L'écosystème 3.0 de référence pour les parcours académiques qui réunit les organismes de formation, les étudiants, les diplômés et les employeurs.



Xavier BESSON
Anthony CHASSIER
Philippe GONDAY
Cédric TCHENG

Version 3.3

Table des matières

1)	CONTEXTE	3
2)	LES ENJEUX.....	3
3)	MISSION	3
4)	OBJECTIFS.....	3
5)	VISION.....	4
6)	DÉVELOPPEMENT	4
7)	LA SOLUTION MATICULUM	4
8)	FONCTIONNALITÉS.....	5
a)	Intégration d'une école dans la Whitelist : « Smart Contract Whitelist » (SCW)	5
b)	Création d'une formation avec liste d'étudiants associée : « Smart Contract Formation » (SCF).....	5
c)	Publication d'un diplôme : « Smart Contract Publication » (SCP)	5
d)	Création du NFT représentant le diplôme : « Smart Contract Diplôme » (SCD).....	6
9)	PROCESSUS UTILISATEURS & SCHÉMA DES FLUX.....	6
a)	<i>Maticulum Super Admin</i> :	6
b)	<i>Admins (organisme de formation, école)</i> :	6
c)	<i>Jury</i> :	6
d)	<i>Étudiant</i> :	6
e)	<i>Employeur</i> :	6
10)	ARCHITECTURE & CHOIX TECHNIQUES	8
11)	GESTION DES RISQUES & SÉCURITÉ.....	10
a)	KYC Maticulum :	10
b)	Multi signature :	10
c)	Stockage des clés privées :	10
d)	La solution Maticulum garantie :	11
e)	Audit :	11
f)	RGPD / CNIL :	11
12)	ÉQUIPE PROJET.....	12
13)	ÉVOLUTIONS FUTURES.....	13
	Références :	14

1) CONTEXTE

Les diplômes sont encore aujourd'hui un document qui reste très facilement falsifiable. Il est assez curieux d'ailleurs de voir qu'il n'y a toujours pas de solution à grande échelle qui ait fait ses preuves et qui ait été adoptée comme un standard par les universités et établissements de l'enseignement supérieur du monde entier.

Le constat :

- Très souvent les écoles ne sont plus en mesure d'émettre l'archive de la version originale du diplôme suite à la demande d'un étudiant (Alumni) car tout simplement elles ne possèdent plus le fichier. Elles ne peuvent qu'émettre un certificat certifié conforme après un délai qui varie beaucoup selon les établissements.
- Il existe un réel marché pour la création de faux diplômes. Il suffit de s'en rendre compte en recherchant sur un moteur de recherches les sociétés qui proposent ces services. Elles sont nombreuses et ne se cachent pas.

2) LES ENJEUX

La délivrance des certifications académiques est fortement centralisée. Si les diplômes ou certifications sont endommagés ou perdus, le processus de réémission est souvent coûteux et l'institution émettrice peut ne plus exister. Le partage de ces diplômes est également difficile, car les diplômes sont traditionnellement délivrés sous forme physique, ce qui rend presque impossible le partage à la demande, où seules des copies souvent non « certifiées conformes » peuvent être transmises.

Les organismes de formation ont besoin de faire certifier leurs diplômes car les procédures actuelles pour le faire ne sont pas encore standardisées et il reste difficile de prouver l'authenticité du document sans l'intervention d'un tiers de confiance humain à posteriori. Cela représente un marché colossal à l'échelle mondiale. Il faut donc pouvoir s'adresser aux établissements classiques qui émettent toujours une version papier mais aussi aux établissements uniquement en ligne. L'avenir passe par une nécessaire authentification numérique des diplômes.

3) MISSION

Maticulum n'est pas une simple solution de création et de diffusion des diplômes. Elle réinvente le processus de sa création. Elle implique les différentes parties prenantes en amont afin de renforcer la sécurité à chaque étape de sa création. La mission de Maticulum peut se résumer en trois axes :

- Accompanyer et fiabiliser la production, la publication et le partage des diplômes.
- Tracer et certifier le parcours étudiant à toutes les étapes du cursus.
- Satisfaire aux besoins de tout un écosystème.

4) OBJECTIFS

Le but de Maticulum est simple. Le diplôme ne doit plus être un document inerte simplement émis à la fin d'un cursus. Il doit pouvoir parler, renseigner celui qui le consulte, sa création doit être le résultat d'une intégration régulière d'information qui au fur et à mesure de sa création vient sécuriser son contenu.

L'objectif est d'adopter une nouvelle façon de penser sa conception en s'appuyant sur les atouts de la blockchain :

- Assurer la sécurité à toutes les étapes de la production du diplôme.
- Prouver que le processus dans son intégralité est enregistré de manière immuable dans la blockchain.
- Certifier et garantir l'authenticité des diplômes grâce à la solution Maticulum et ainsi mettre fin aux démarches fastidieuses nécessaires à la vérification d'un diplôme à posteriori par un tiers de confiance. Les diplômes sont désormais ancrés dans des registres immuables. (1)

5) VISION

Devenir l'écosystème 3.0 de référence pour les parcours académiques réunissant les organismes de formation, les étudiants, les diplômés et les employeurs.

6) DÉVELOPPEMENT

Le développement s'appuie sur 3 points clés :

- Une communauté de membres vérifiés ("KYC compliant"), appartenant à différentes catégories : des représentants d'organismes de formation, des étudiants, des diplômés, des jurys, des employeurs. Une même personne pouvant relever de plusieurs catégories.
- Une architecture blockchain capable de sécuriser la production, la publication et le partage de diplômes.
- À moyen terme : un ensemble de services relatifs aux parcours académiques et mis à disposition des membres, en toute autonomie, au travers d'une IHM simple.

7) LA SOLUTION MATICULUM

Les solutions existantes n'interviennent pas amont du cursus, elles proposent uniquement un simple enregistrement du diplôme dans la blockchain.

Maticulum sécurise les certifications académiques au sein d'un écosystème immuable et inviolable. Cela permet aux étudiants de posséder et de partager leurs réalisations, et aux institutions de vérifier instantanément ces informations d'identification. Maticulum simplifie ce processus en permettant aux individus de partager instantanément des informations d'identification vérifiables.

Maticulum donne aux organismes de formation les outils pour gérer la création complète du diplôme et de contrôler la sécurité du processus à toutes les étapes.

Maticulum donne aux étudiants la propriété et le contrôle de leurs diplômes, sans intermédiaire tiers, tout en éliminant les frictions et les inefficacités coûteuses du processus. Le résultat ? Un moyen transparent pour les étudiants et les demandeurs d'emploi de prouver qui ils sont et ce qu'ils ont accompli.

Nous proposons de rajouter de la fiabilité et du service en prouvant que la délivrance du diplôme est le résultat de l'interaction de 4 **SMART CONTRACTS** appliquant chacun des règles claires et comprises par toutes les parties prenantes.

Ces smart contracts sont désignés de la manière suivante :

SC Whitelist / SC Formation / SC Publication / SC Diplôme

L'objectif est à la fois de :

- Contrôler l'honorabilité des organismes de formation avant l'intégration à la Whitelist (KYC Maticulum appliquée à l'école).

- Accompagner l'organisme de formation dans la gestion de ses formations (au travers de la conception guidée du smart contract via les champs à remplir)
- Fiabiliser et améliorer l'efficacité de la gestion administrative en limitant les saisies multiples entre opérateurs et d'une année sur l'autre.
- Renforcer l'infalsifiabilité du diplôme en démultipliant la traçabilité des opérations autour des différents participants à l'attribution du diplôme (chaque professeur, chaque membre du jury)
- Dans un futur développement, aller au-delà de la remise d'un diplôme certifié et offrir un véritable service aux organismes de formation et aux diplômés (accès aux relevés de notes, gestion de recommandations, interface unique multi-organisme de formation...)

8) FONCTIONNALITÉS

La solution Maticulum est axée sur un processus chronologique supporté par **4 smart contracts**. Ils répertorient toutes les spécifications fonctionnelles nécessaires à la création et à la diffusion d'un diplôme. Les détails de leurs interactions sont disponibles ici : <https://github.com/Maticulum>

Les principales fonctionnalités Maticulum :

a) Intégration d'une école dans la Whitelist : « **Smart Contract Whitelist** » (SCW)

- Un organisme de formation soumet sa demande d'inscription à Maticulum.
- Une fois le KYC (école authentifiée par son numéro UAI, numéro de Siret, honorabilité de l'école et des dirigeants, etc.) effectué par Maticulum, l'organisme acquiert le statut « Whitelisted ». Dans le cas contraire il est réputé « en attente » de validation.
- La validation de la demande de l'école par Maticulum déclenche le paiement.
- Maticulum se réserve le droit de retirer à tout moment une école de la Whitelist (fin du contrat d'abonnement, résiliation, manquement, etc)

b) Création d'une formation avec liste d'étudiants associée : « **Smart Contract Formation** » (SCF)

- L'école a désormais la possibilité de créer autant d'admin de niveau 1 (ex : président d'université) et autant d'admin de niveau 2 (ex : professeur) qu'elle le souhaite. L'admin de niveau 1 peut nommer un admin de niveau 2 qui sera en charge de créer une formation et de nommer les jurys associés. Toutes les créations de formation par un admin de niveau 2 devront obligatoirement être validées par multi-signature par au moins un des admins de niveau 1. Toutefois l'école sera libre ici d'adopter la procédure de son choix, en exigeant par exemple plusieurs admins 1 pour validation. Chaque admin (niveau 1 et 2) se voit attribuer une clé privée afin de valider les transactions.
- Les admins de niveau 2 créent les formations et assignent pour chacune d'elle une liste d'étudiant (import CSV). La vérification de l'identité des étudiants (KYC) est automatiquement validée à ce stade. L'école se porte garant des élèves qu'elle inscrit dans le cadre de Maticulum.
- L'école désigne un jury par formation composé de plusieurs membres. Le nombre de personne composant le jury n'est pas restreint.

c) Publication d'un diplôme : « **Smart Contract Publication** » (SCP)

- Les membres du jury valident la réussite de la formation par l'étudiant.
- Les admins vérifient les décisions du jury et valident à leur tour la réussite de la formation par l'étudiant.
- L'autorisation de création du diplôme n'est déclenchée qu'après validation de la formation par les clés privées des admins et du jury associé à ladite formation.

d) **Création du NFT représentant le diplôme : « Smart Contract Diplôme » (SCD)**

- Le SC exécute la transaction de création du diplôme car il a obtenu à ce stade toutes les conditions nécessaires à sa réalisation. (IPFS pour stockage de l'image et hash des données dans Polygon)
- Création d'un diplôme à posteriori :
 - o Importation d'un fichier image représentant le diplôme par un étudiant ou une école.
 - o Vérification du diplôme par l'école et validation par multisig.
 - o Création du NFT du diplôme. (IPFS pour stockage de l'image et hash des données dans Polygon).

9) PROCESSUS UTILISATEURS & SCHÉMA DES FLUX

Public cible : Maticulum Super Admin, Admin 1 et 2, Jury, Étudiant, Employeur. (Voir Fig. 1 ci-après)

a) *Maticulum Super Admin:*

- Vérifie l'identité et l'honorabilité de l'organisme de formation.
- Intègre et labélise une école dans une Whitelist.
- Autorise l'école labélisée à créer des Admins et à désigner les membres d'un Jury.
- Contrôle le processus de création du diplôme à travers toutes les interactions entre les 4 smart contracts et la blockchain Polygon.

b) *Admins (organisme de formation, école) :*

- Admin de niveau 1 désigne les admins de niveau 2.
- Admin de niveau 2 crée une formation.
- Admin de niveau 2 gère une liste d'étudiants associée à la formation.
- Admin de niveau 2 désigne les membres d'un jury associés à cette formation.
- Admin de niveau 1 vérifie et signe les actions des admins de niveau 2 et des jurys à chaque étape, signe avec sa clé privée pour valider le processus et régule ainsi la publication du diplôme.

c) *Jury :*

- Valide la réussite de l'étudiant à la formation/examen. Signe avec sa clé privée le succès ou non de l'étudiant.
- Peut être désigné par deux écoles différentes sur deux formations différentes.

d) *Étudiant :*

- Se voit attribuer un wallet par son organisme de formation.
- Accède à son diplôme dans son wallet.
- Transmet l'url de l'emplacement de son diplôme à toute personne de son choix ou à la demande d'un employeur.

e) *Employeur :*

- Consulte gratuitement les NFT de ces diplômes aux adresses fournies par l'étudiant ou par l'école.
- Vérifie et authentifie les documents transmis par le candidat qu'il souhaite recruter.

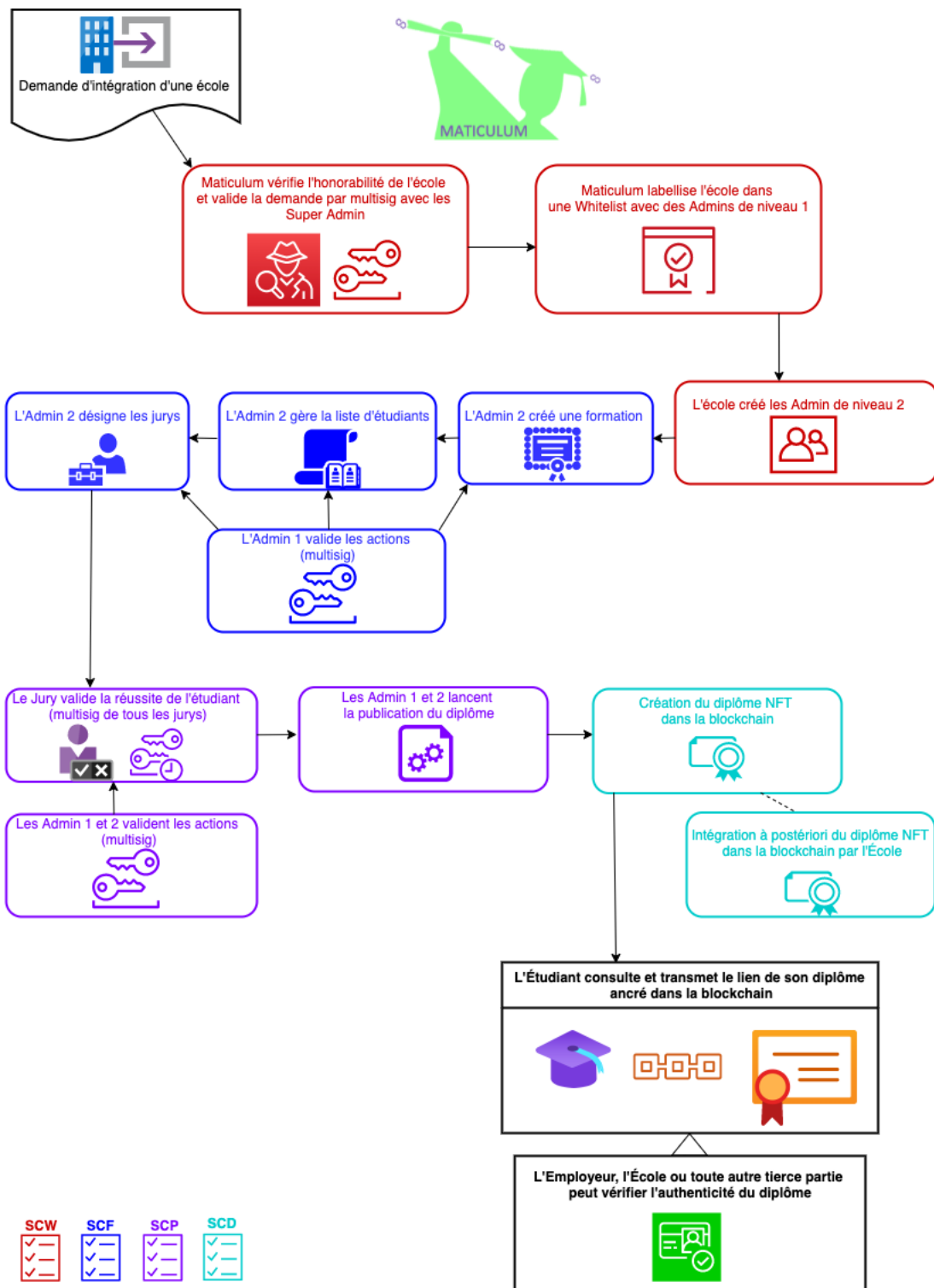


Fig. 1 : L'écosystème Maticulum

10) ARCHITECTURE & CHOIX TECHNIQUES

Polygon Matic :

Maticulum est une solution de création et de certification des diplômes basée sur la blockchain Polygon. Le projet a pour objectif de déployer une Dapp dédiée sur ce réseau. L'architecture repose sur une double sécurité assurée par le proof of stake de Polygon et le proof of work d'Ethereum en cas de vérification. Le choix du framework Polygon est l'une des solutions de mise à l'échelle de couche 2 les plus prometteuses, car elle hérite d'une grande partie de la sécurité d'Ethereum. (2)

Maticulum a fait le choix de ne pas développer sa propre blockchain mais de déployer ses propres smart contracts sur Polygon. La raison est simple : bénéficier des faibles frais de fonctionnement de l'utilisation de cette blockchain permise par le jeton Matic. De nature à exécuter un très grand nombre de transactions, Maticulum a opté pour une technologie de « Layer 2 » afin d'optimiser logiquement ses frais de gas.

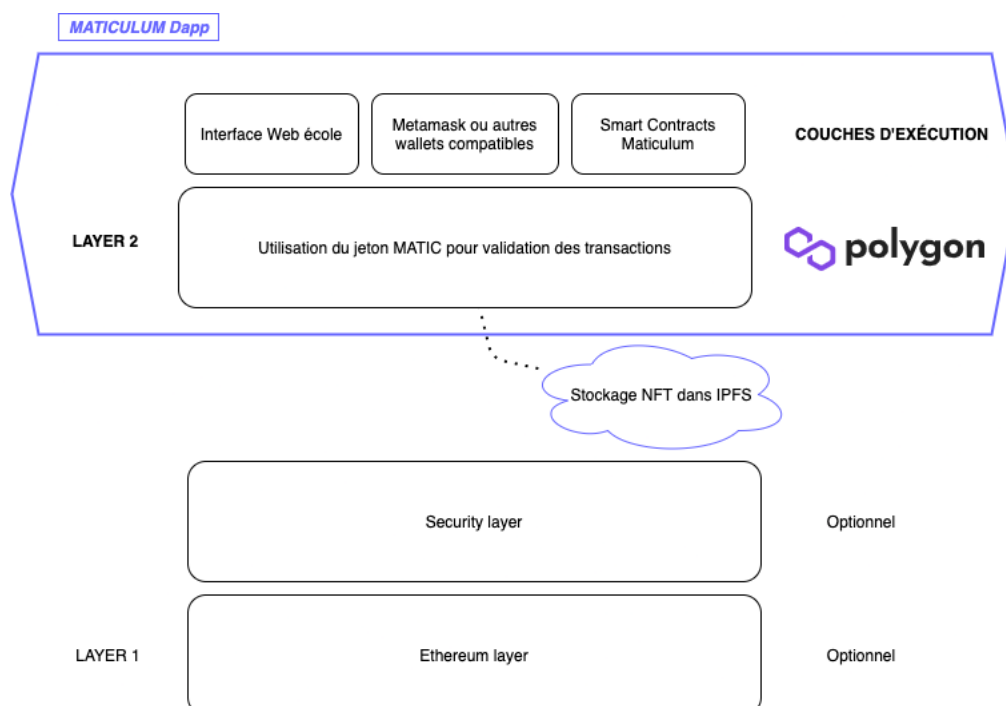


Fig. 2 : Schéma d'architecture

Objectifs du schéma d'architecture :

- Transactions rapides et peu coûteuses afin de répondre aux besoins d'émission massive de diplômes.
- Accepter de perdre quelque peu en flexibilité et en indépendance au profit de la rapidité d'exécution et de la sécurité.
- Modèle adaptée aux start-ups voulant optimiser la réduction des frais sans pour autant délaissé la sécurité.
- Valider un grand nombre de transactions par école sans craindre l'engorgement du réseau Ethereum.
- En fonction des besoins futurs de montée en charge, Maticulum pourra basculer sur des couches optionnelles du réseau Polygon afin de renforcer sa sécurité.

ERC-721 :

La solution Maticulum a choisi pour la création de ses NFT, le standard ERC-721.

Extrait du smart contract « Diplôme » (NFT) :

```
175  /**
176   * @notice Create a list of NFTs
177   * @param _hashes      list of hashes to retrieve the JSON Metadata on IPFS
178   * @return the user address
179   */
180   function AddNFTsToAddressInternal(string[] memory _hashes) private returns (uint256){
181       require(_hashes.length <= maxHashCount, "Gaz limit security");
182
183       uint256 lastUri = 0;
184
185       for(uint i =0;i < _hashes.length;i++){
186
187           require(!hashesStoredTemporary[_hashes[i]], "Hash already in the list");
188           require(bytes(_hashes[i]).length == 46, "Invalid hash length");
189           require(!hashesStored[_hashes[i]], "Hash already minted");
190           hashesStoredTemporary[_hashes[i]] = true;
191       }
192
193       for(uint i = 0;i < _hashes.length;i++){
194           delete hashesStoredTemporary[_hashes[i]];
195           lastUri = AddNFTToAddress(msg.sender, _hashes[i]);
196       }
197
198       return lastUri;
199   }
```

IPFS :

Le stockage des données du NFT sera porté par la technologie IPFS (InterPlanetary File System) via le client Pinata.

Données :

Le fait que les données résident dans une blockchain, sous forme de hash, est essentiel. Par contre, la mise à disposition des données de l'image sur IPFS n'est pas suffisante car IPFS ne permet pas d'obtenir un consensus sur la disponibilité ou non d'une donnée. C'est pourquoi les données doivent se trouver sur une blockchain en parallèle. C'est la combinaison des deux qui assure l'intégrité du document.

Extrait du smart contract « Formation » :

```
166   function addTraining(uint256 _schoolId, string memory _name, string memory _level, uint16 _duration, uint16 _validationThreshold, address[] memory _juries)
167       external returns (uint256) {
168       require(school.isSchoolAdmin(_schoolId, msg.sender), "!SchoolAdmin");
169
170       trainings.push(Training(_schoolId, _name, _level, _duration, _validationThreshold));
171
172       uint256 id = trainings.length - 1;
173       school.linkTraining(_schoolId, id);
174
175       emit TrainingAdded(_schoolId, id, _name, _level, _duration, _validationThreshold, msg.sender);
176
177       for (uint256 i = 0; i < _juries.length; i++) {
178           addJury(id, _juries[i]);
179       }
180
181       return id;
182   }
```

11) GESTION DES RISQUES & SÉCURITÉ

La gouvernance gérée et sécurisée par le consensus Proof of Stake de Polygon et renforcée par le consensus Proof of Work d'Ethereum procure à la solution Maticulum la sécurité nécessaire dont elle a besoin. La dépendance au réseau Polygon et Ethereum est ici vue comme un avantage en termes de sécurité plutôt qu'un inconvénient. C'est pourquoi la solution devra privilégier dans les premiers temps du projet la sécurité et la scalabilité à défaut d'une plus grande décentralisation.

Toutes les fonctionnalités décrites dans le présent document sont régies par des smart contracts. Les transactions effectuées au sein de ces smart contracts sont horodatées et sujettes à des multi-signatures sur plusieurs niveaux ce qui assure une traçabilité exemplaire. Cela permet en outre de remonter à la source de toutes les intégrations d'écoles à la Whitelist, de toutes les créations de formations, de toutes les validations de publication par un jury et d'un ou plusieurs admins et de toutes les créations des NFT représentant les diplômes. Cette méthode, accompagnée de l'identification systématique du ou des responsable(s) de la signature de la transaction permettent à Maticulum de promouvoir la sécurité de la solution.

La sécurité est également renforcée en amont, car seules les écoles authentifiées sont autorisées à interagir avec les smart contracts. La procédure repose essentiellement sur :

- La gestion et le contrôle du KYC de l'organisme de formation par Maticulum.
- Le contrôle initial du KYC étudiant par l'organisme de formation.
- Le contrôle du KYC du jury par l'organisme de formation.

a) KYC Maticulum :

Procède à l'identification de tout organismes de formation en vérifiant auprès des demandeurs son honorabilité avec les informations suivantes : numéro d'existence pour les associations loi 1901, numéro de Siren pour les sociétés, casier judiciaire des dirigeants, appels téléphoniques aléatoires au secrétariat de l'établissement pour vérifier le nom des responsables. En cas de doute, Maticulum pourra juger utile de vérifier l'honorabilité de l'organisme de formation en lui demandant de fournir des documents complémentaires (3). Cette pratique sera adaptée en fonction du cadre réglementaire du pays dans lequel évoluera l'organisme de formation.

Le KYC Maticulum étant basé sur des procédures humaines, il sera considéré comme un « label » à forte valeur ajoutée pour les écoles désireuses de l'obtenir dans le but de se démarquer de la concurrence et de se faire ainsi connaître comme établissement proposant un nouveau service dit « Web 3.0 » à ses étudiants.

b) Multi signature :

Afin de satisfaire de manière optimale aux mesures de sécurité, certaines transactions nécessiteront l'application d'un « multisig ». L'école sera libre d'appliquer le processus multisig de son choix, sans limitations du nombre de personnes impliquées. Cependant l'école devra communiquer à Maticulum le protocole choisi.

c) Stockage des clés privées :

Chaque utilisateur est responsable de sa clé privée. Dans le cas d'une perte, d'un vol, ou d'un décès Maticulum ne peut être tenu pour responsable du préjudice encouru. Il appartiendra à l'école de prendre ses dispositions.

d) La solution Maticulum garantie :

L'immutabilité, l'infalsifiabilité, la transparence, la fiabilité et la traçabilité complète du processus de génération du diplôme.

Ces garanties s'appliquant sur le réseau Polygon, Maticulum est donc dépendant des événements qui pourraient intervenir sur cette blockchain. Polygon étant une blockchain de layer 2 connectée au réseau Ethereum, la sécurité est donc associée aux aléas que pourraient rencontrer ces deux réseaux. Cependant, Maticulum mettra tout en œuvre, en cas de fork par exemple, pour continuer sur la chaîne maître.

Identification des risques et parades :

- Les choix techniques garantissent que les données encryptées dans les smart contracts seront toujours accessibles dans la blockchain Polygon même si Maticulum ou un organisme de formation (ou école) n'existent plus. Ces mêmes données seront également inscrites dans la blockchain Ethereum, ce qui renforce la sécurisation des données. Cette procédure garantie à l'étudiant de toujours avoir accès à son diplôme même si Maticulum ou l'école qui l'a diplômé ont cessé leurs activités.
- Afin d'éviter le succès d'une attaque de masse de type « DoS » (Denial of Service), une transaction de création de diplômes ne pourra jamais excéder un maximum de 200 diplômes.
- En termes d'utilisateurs il ne sera pas possible d'en créer plus de 200 par transactions, cela évite ainsi d'autres attaques de type DoS.
- La création d'un diplôme est soumise à un délai incompressible liée à la durée de la formation elle-même. Par exemple un diplôme ne pourra pas être créé avant la fin de la formation qu'il représente. Pour une formation de 100h, le diplôme ne pourra donc être produit qu'au-delà de l'écoulement effectif des 100h. Cette temporisation considérera un écoulement de 7h par jour ouvré avant d'atteindre la limite des 100h. Cette procédure vise à protéger l'école d'une tentative de fraude par un acteur malveillant. Si ce dernier arrive à créer une formation non issue d'une école « Whitelistée » avec l'émission directe d'un diplôme, l'équipe Maticulum s'en rendra compte en observant la cohérence entre le nombre d'heures requis pour signaler la fin de la formation avec la date de l'émission du diplôme lui-même. Le fraudeur sera alors identifié et bloqué.

e) Audit :

En cas de transactions litigieuses, la piste d'audit sera réalisée sur Polygonscan.

Un audit sera réalisé par une société externe à chaque mise à jour du code des smart contracts Maticulum.

f) RGPD / CNIL :

La solution Maticulum est construite selon le principe du « Privacy by design ». Cependant, la solution Maticulum ne possédant pas de token, cela exclue la mise en place d'une certaine conformité légale avec le régulateur.

Gestion des données personnelles :

Les données des organismes de formation sont publiques et peuvent donc être affichées en clair dans la blockchain le cas échéant.

À aucun moment Maticulum ne gère les données personnelles des étudiants. Ses données sont réputées conformes au RGPD par l'école dès l'instant où l'étudiant est inscrit. Seul un hash de ses données sera utilisé par Maticulum.

Maticulum est conforme au règlement RGPD (Règlement général sur la Protection des Données) :

- Les données de l'école sont publiques et peuvent potentiellement faire l'objet d'un affichage en clair au sein de la solution Maticulum.
- Il sera impossible pour Maticulum de collecter ou d'utiliser des données personnelles d'étudiants et/ou de diplômés pour son propre intérêt.
- Le droit à l'oubli pourra être exercé à tout moment par l'étudiant auprès de son école. Cette dernière en informera alors Maticulum qui procédera aux actions nécessaires afin de faire respecter ce choix. (4)
- Les données à caractère personnel de la personne diplômée et celles portant sur son titre ont l'obligation d'être conservées 50 ans à partir de sa date de délivrance par l'organisme de formation concerné. (5)

12) ÉQUIPE PROJET



Cédric TCHENG

Product Owner and Project Manager

<https://www.linkedin.com/in/c%C3%A9dric-tcheng-84705b83/>

Xavier BESSON

Scrum Master and Project Manager

<https://www.linkedin.com/in/xavier-besson-91974215/>

Philippe GONDAY

Lead Developer

<https://www.linkedin.com/in/philippe-gonday/>

Anthony CHASSIER

Lead Developer

13) ÉVOLUTIONS FUTURES

Ci-après une liste non exhaustive des futurs développements en réflexion chez Maticulum :

- Lancement d'un token de gouvernance par ICO (jeton utilisé pour payer tous les frais inhérents à l'écosystème Maticulum et au dépôt/staking de collatéral pour engager les écoles sur leur crédibilité).
- Décentralisation totale assurée grâce à l'innovation portant sur des fonctionnalités accrues de vérification de la fiabilité des écoles et des diplômes.
- Gestion des recommandations qui seront « garanties authentiques ».
- Ajout des relevés de notes.
- Gestion du processus d'inscription complet par smart contract.
- Prise en compte de la problématique des VAE et de l'authentification des antécédents.
- Dépôt de dossier pour obtention du PSAN.
- QR code dans les smartphones pour prouver instantanément l'authenticité des diplômes.
- Lien (url) intégré et consultable dans le profil LinkedIn et les différents réseaux sociaux.
- Transfert des crédits universitaires via la blockchain.

Références :

- (1) <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/4-ways-blockchain-will-transform-higher-education/>
- (2) <https://polygon.technology/technology/>
<https://academy.binance.com/en/articles/what-is-polygon-matic>
- (3) <https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F19087>
- (4) <https://www.cnil.fr/fr/reglement-europeen-protection-donnees/chapitre3#Article17>
- (5) <https://leparticulier.lefigaro.fr/article/un-nouveau-site-internet-pour-obtenir-des-attestations-de-ses-diplomes>