

# PSAT

## Traçabilité du tissu en fibres végétales de coton.

Martin GERMAIN, Alexanne MAGNIEN, Solene BUTRUILLE, Joseph SIMONIN

Janvier 24, 2021

### Introduction

Touchés par l'actualité sur des scandales environnementaux et sociaux liés aux dérives de l'industrie du textile [2], nous avons décidé de nous questionner sur la production de tissu en coton. Notre premier objectif a été de comprendre cette industrie par le biais de recherches et d'interviews. Nous les exposons dans la première partie de ce rapport afin de sensibiliser notre audience sur ces dérives.

Notre second objectif a été de proposer une solution de traçabilité afin de mieux connaître nos produits. Ce genre de solutions a déjà fait ses preuves dans d'autres industries [7, 9, 11, 13]. Nous allons étudier leurs intérêts, désavantages et fonctionnement technique. Cette étude nous permettra, par la suite, de concevoir la solution la plus adaptée à notre domaine. Elle aura pour but de mettre en évidence les dérives sociales et environnementales. Nous terminerons par présenter l'implémentation d'un proof of concept de la solution que nous proposons ainsi que son évaluation.

**Mots clés :** Traçabilité, Chaîne de Confiance, Blockchain, DAPP

### Problématique

Comment apporter une traçabilité fiable et facilement accessible lors de l'achat de tissus en coton ?

### Use Cases

Liste non exhaustive d'étude de cas en lien à ce PSAT, permettant une bonne compréhension de ce document. À retrouver dans l'annexe, dans la section [UseCases](#).

### Objectif

Ce document a pour but de questionner et sensibiliser le lecteur sur les dérives de la production de tissu en coton, mais aussi concevoir et évaluer une solution permettant aux acheteurs de tissus en coton (producteurs de vêtements et particuliers) de mieux connaître leur produit. Elle permettra d'avoir plus de visibilité sur la fabrication du tissu en coton, du champ au produit final. Cette solution prendra en compte le parcours du produit, mais aussi son impact environnemental et social.

# 1 | L'industrie du coton

Aujourd'hui, **le coton reste la fibre la plus utilisée dans le monde** [3]. Dans cette partie, nous allons tout d'abord détailler le processus de fabrication du tissu en coton, récapitulé sur la figure 1, avant de mettre en évidence les problèmes liés à la production des tissus.

## 1. Étapes de création d'un tissu en coton

**Culture** : La culture du coton exige énormément d'eau [3, 5] car elle nécessite une saison végétative longue avec beaucoup de soleil et un apport en eau quotidien important pendant 120 jours consécutifs. À la fin de cette période, un temps sec s'impose avant la récolte afin d'éviter la détérioration de la fibre et de permettre la déhiscence des capsules. Pour ces raisons, les régions les plus adaptées à cette culture ont des climats subtropicaux ou tropicaux. Ainsi, les trois plus gros producteurs mondiaux sont dans l'ordre la Chine, l'Inde et les Etats-Unis.

**Séchage** : À la suite de la récolte, une période de séchage au soleil est nécessaire. Après quelques jours, le coton séché est récolté et porté à l'usine pour l'étape suivante.

**Égrenage et battage** : Les fibres de coton passent dans des machines afin d'enlever les graines, saletés et impuretés puis elles sont groupées sous forme de ballots d'environ 500 Kg.

**Cardage** : Les fibres sont séparées les unes des autres, peignées et nettoyées. On obtient des rubans de cadrage d'environ 1 mètre.

**L'étirage** : (ou doublage) L'épaisseur des rubans de carte est harmonisée en étirant les fibres entre deux rouleaux de caoutchouc.

**Traitement des fibres** : Les fibres sont traitées c'est-à-dire blanchies, teintées, adoucies. Cette étape est le plus souvent faite dans des pays peu regardants sur les normes écologiques car elle peut utiliser de nombreux produits toxiques, elle est très polluante.

**Filage et tissage** : Par torsion et étirement des rubans, on va obtenir les fils définitifs qui seront ensuite tissés en entremêlant les fils.

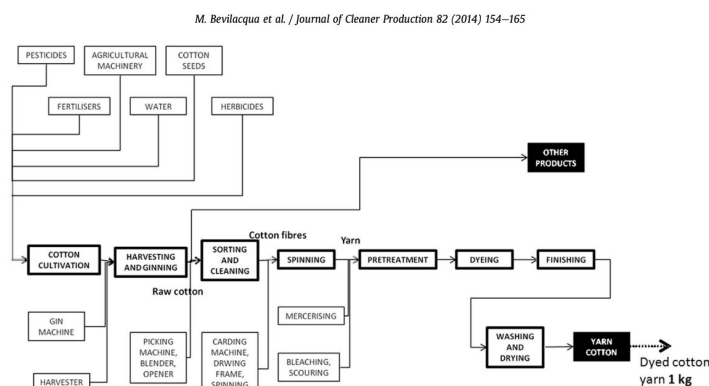


Fig 1, récapitulatif des étapes de production du tissu. [6]

La production de tissu est un processus complexe composé d'étapes variées. Elles sont souvent réalisées par des acteurs localisés à plusieurs milliers de kilomètres les uns des autres. Ces étapes de fabrication sont parfois industrialisées mais sont encore trop souvent réalisées en exploitant soit notre planète soit des individus.

## 2. Les dangers de cette industrie

La mondialisation de l'industrie textile a permis d'augmenter les rendements et de faire baisser considérablement les coûts de production. Néanmoins, ce changement s'est opéré au détriment des aspects sociaux et environnementaux.

### L'impact écologique

La production de tissus en coton représente une des activités les plus polluantes de l'industrie textile qui est responsable de 3 à 10% des gaz à effet de serre mondiaux [4]. Le cotonnier étant une plante très fragile, il nécessite l'utilisation de nombreux pesticides, un champ pouvant subir jusqu'à 20 traitements en une année. Cette utilisation massive représente 25% [6] de la consommation mondiale de pesticides. L'alternative du coton bio est très peu utilisée car ce dernier est par nature très sensible aux parasites. Le

cotonnier est également la plante ayant la plus grande consommation d'eau [5], devant le riz et le soja. Un simple tee-shirt blanc en coton représente environ 2 700 litres d'eau [4]. Ensuite, la transformation du coton pendant le traitement des fibres nécessite beaucoup de produits chimiques (métaux lourds tel que cuivre, plomb. . .) qui se retrouvent dans certains cas rejetés au sortir des usines, polluant les sols et l'air avoisinant. De plus, leur utilisation est très nocive pour les employés s'ils ne sont pas bien protégés [6].

Pour finir, le transport à moindre coût des marchandises textiles à travers le monde a un impact écologique important. Il est ainsi possible d'avoir une matière première provenant de Chine, filée en Inde, teinte au Maroc puis utilisée pour fabriquer un vêtement alors qu'elle a déjà parcouru des milliers de kilomètres. Les pays de culture sont ceux ayant les conditions climatiques les plus adaptées, en revanche, les pays fabricant du tissu pour ensuite en faire des vêtements présentent une main d'œuvre peu onéreuse et des conditions de travail peu réglementées. Cela nous amène à la question des problèmes sociaux engendrés par cette industrie.

### Les problèmes sociaux

En Europe, les employés ont de nombreux droits et sont protégés par beaucoup de lois. En France, on parle du SMIC, Salaire Minimum Interprofessionnel de Croissance, sa valeur s'élève à 1 554,58 € brut /mois pour 35h par semaine selon [l'INSEE](#). Il existe aussi des législations sur les heures supplémentaires permettant une juste rémunération. Ces lois permettent de lutter contre l'exploitation des salariés et leur donnent des droits sociaux tels que la sécurité sociale, les retraites, les allocations sociales et familiales.

La réglementation européenne Reach, entrée en vigueur en 2007, permet, quant à elle de contrôler l'utilisation des substances chimiques dans l'industrie et ainsi de protéger les salariés et l'environnement. Elle impose un

enregistrement, une évaluation puis une autorisation ou restriction de produits chimiques. Ainsi, les substances cancérigènes, toxiques, mutagènes ou encore les perturbateurs endocriniens sont contrôlés et limités [21].

Cependant, dans les pays en voie de développement tels que l'Inde ou le Bangladesh, de telles mesures n'existent pas ou sont beaucoup moins contrôlées.

L'effondrement du Rana Plaza en 2013 causant 1 135 morts a mis en évidence ce manque de contrôle sur les acteurs de la filière textile, il est devenu un symbole des problèmes liés à la fast fashion et à la mondialisation [22].

Il existe peu de déclarations officielles de gouvernements à ce sujet, en revanche, de nombreux rapports sont rédigés par des ONG essayant de relater la situation.



Problèmes majeurs dans l'industrie du textile source : [systainyour.style](#)

En 2012, il était estimé que **178 millions d'enfants travaillaient**, et ce principalement dans l'industrie du textile et du retail. Cela représente **11% de la population mondiale des enfants**. D'après des études récentes, ces chiffres semblent diminuer mais restent toujours trop élevés [23].

Les conditions de travail dans certains ateliers peuvent aller jusqu'à 16h de travail par jour, 7 jours par semaine. Les ateliers peuvent être insalubres, surchauffés et saturés en vapeurs de produits chimiques dangereux.

Quant aux salaires qu'ils perçoivent, s'ils sont payés au salaire minimum imposé par le pays, cela représente souvent 30% à 50% du salaire nécessaire pour vivre dans le pays, comme on le voit sur Figure 2.

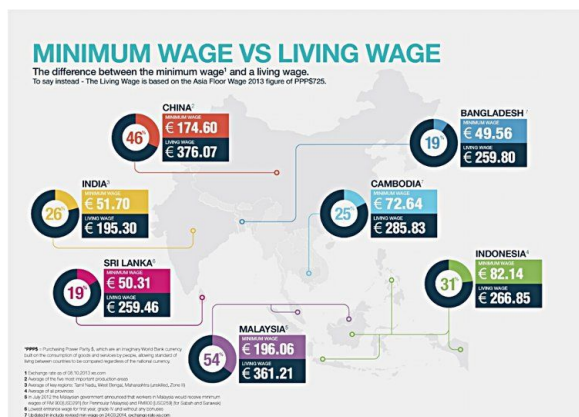


Fig 2 Source : [Clean Clothes Organization](#)

Dans les cas les plus extrêmes, l'industrie textile a recours au travail forcé. Notamment, dans le nord-ouest de la Chine, c'est le cas des Ouïghours, une minorité religieuse assignée au travail forcés dans des champs de coton par le gouvernement [24].

Les chaînes d'approvisionnement sont devenues tellement complexes qu'il est difficile, même pour elles, de remonter les étapes de production. En effet, un vêtement en coton sur cinq vendu dans le monde contient du coton ou du fil provenant de cette région [24].

## Synthèse

Ainsi, la fabrication des tissus en coton révèle être polluante et exploiter des individus dans des pays en voie de développement. Les conditions de travail de certaines usines ne seraient pas tolérées en Europe. Néanmoins, la production mondiale continue de transiter dans ces régions car cela permet de réduire fortement les coûts de production.

Toutefois, certains consommateurs s'intéressent désormais à la provenance de leur tissu afin de consommer mieux. Ils se heurtent alors au problème du manque d'information, en effet, on ne peut obtenir que très peu d'informations à partir de l'étiquette d'un produit. Pour les fabricants, le combat est également compliqué, il leur est impossible de remonter la chaîne de leur fournisseur

jusqu'au champ de la matière première

[\[Voir Interviews\]](#).

Ainsi, il semble important d'apporter de la clarté dans ce milieu. Un système de traçabilité est une solution envisageable.

## 2 | La traçabilité

La littérature sur les systèmes de traçabilité est très riche et nous avons remarqué que ce genre de système aurait un réel intérêt pour l'industrie du textile en coton.

Dans la plupart des cas, la mise en place d'un système de traçabilité est imposée par l'arrivée de nouvelles normes. Les entreprises le mettent en place pour apporter une preuve de leur respect des règles et normes imposées par des syndicats de consommateurs ou des États. On pense, par exemple, à l'industrie pharmaceutique ou encore à [l'industrie agro-alimentaire](#), où ces systèmes sont en place depuis des années.

Cependant, dans certaines industries, il n'existe aucune réglementation stricte, par exemple, pour les ressources rares tel que l'or [10] ou les pierres précieuses [11]. Plus un objet est vendu cher, plus il a d'intérêt à être tracé, dans le but de rassurer les clients et d'avoir un coup d'avance sur les futures législations. Il est donc légitime de se poser la suivante ;

### Qu'apporterait un système de traçabilité ?

Nous venons de voir qu'il existe une grande complexité de processus et une multitude d'acteurs engagés dans la création d'un rouleau de tissu en coton.

Il existe très peu de moyen de tracer l'origine des vêtements, c'est un problème reconnu et malheureusement accepté par les fabricants de vêtements, faute de solution. L'objectif de notre système de traçabilité est le contrôle de la qualité et de l'origine des produits, permettant de **garder une trace** et de **remonter jusqu'à l'origine des matières premières** d'un produit. La traçabilité permet de fournir une preuve de qualité du produit mais surtout **d'assurer un**

**respect des normes et des bonnes pratiques.** [17] Pour l'industrie du coton, il y a aujourd'hui peu de normes sur la fabrication du tissu. Cependant nous pouvons trouver des recommandations sur la production du coton mis en place par la [BCI \( Better Cotton Initiative\)](#) en collaboration avec la [ICAC \(International Cotton Advisory Committee\)](#), consensus international qui a démocratisé des mesures à suivre pour la production de coton plus responsable. Dans la mesure où ce genre d'initiatives serait imposé par L'Europe pour la commercialisation de textile, il serait alors plus simple d'assurer que les conditions des travailleurs et l'environnement soient respectés [17].

Un autre intérêt notable est la notion de **confiance**. Effectivement, pouvoir démontrer la provenance du tissu, ou le respect de certaines normes permet de garantir un niveau de qualité auprès des collaborateurs et des clients. Des études montrent que les consommateurs sont prêts à payer plus cher un produit possédant une traçabilité. [8]. Ils ont tendance à plus souvent acheter des produits labellisés. Il y a donc un réel **intérêt économique** derrière la mise en place d'une solution de traçabilité qui **ferait preuve d'un respect de l'environnement et des conditions de travail de chaque employé**.

La traçabilité fournit également une base pour établir des allégations crédibles de durabilité, de qualité ou d'origine et les attribuer aux produits finis. Il est important de reconnaître que les différents acteurs d'une chaîne d'approvisionnement auront des idées différentes sur la signification de la traçabilité.

Nous devons maintenant répondre à la question suivante ;

### Comment définir un tel système ?

Pour concevoir ce type de systèmes, il faut comprendre ce que l'on définit comme traçabilité dans la chaîne d'approvisionnement.

Pour commencer il faut faire la différences entre deux termes que l'on confond souvent [7] :

- **Tracking**: En français "suivi", c'est la capacité de localiser un produit sur la base de critères spécifiques à n'importe quel point de la chaîne d'approvisionnement.
- **Tracing**: En français "traçage", c'est la capacité d'identifier l'origine et les caractéristiques d'un produit sur la base de critères déterminés à chaque point de la chaîne d'approvisionnement.

Trois types de traçabilité existent de manière complémentaires [7]:

- **Upstream** : Décrit les procédures et les outils mis en œuvre afin de localiser un événement qui s'est déjà produit avant que cela soit de la responsabilité du partenaire concerné et qu'il ne devienne légalement ou physiquement responsable des produits.
- **DownStream** : Décrit la procédure et les outils mis en œuvre afin de localiser un événement survenu après le transfert de physique de produit ou de propriété du partenaire à un tiers.
- **Internal** : Décrit la traçabilité mise en œuvre tout au long de la transformation ou du traitement réalisé par une entreprise. La traçabilité interne se fait indépendamment des partenaires commerciaux.

Ainsi dans notre cas nous pouvons mettre en place différents systèmes, soit **internes**, qui vont plutôt permettre de suivre dans quel processus de fabrication est un produit au sein d'une usine on pourrait l'appliquer à la figure 1.

Soit de **la traçabilité externe**, qui est **l'agrégat de la traçabilité upstream et downstream** pour permettre à une pluralité de partenaires commerciaux de savoir où est passé le produit et qui a été responsable de sa transformation.

Cependant, nous n'avons pas accès aux informations internes des différents processus de fabrication, ainsi cette étude traitera de traçabilité externe, qui à un bien plus grand intérêt pour étudier les impacts sociaux et environnementaux du produit final.

**La véracité d'un système de traçabilité** repose sur la fiabilité des données des systèmes de traçabilité interne de chaque acteur couplée avec une traçabilité externe permettant aux acteurs de collaborer pour apporter de la transparence sur le processus complet de fabrication du tissu.

Cependant, il faut prévoir que les différents acteurs de cette chaîne ne vont pas avoir les mêmes motivations à implémenter de tels systèmes et donc pas le même niveau de précision dans les informations collectées.

Pour la suite il est important de définir ces niveaux de précision, en 2004 un groupe de chercheurs américains [9], ont défini les trois notions suivantes au sujet de l'évaluation de systèmes de traçabilité :

- **Breadth**, décrit la quantité de données de traçabilité gardées par le système. Par exemple, pour un système de traçabilité sur l'impact environnemental et social nous conserverons essentiellement les données telles que la quantité d'eau et de pesticides utilisés et la manière de récolter le coton : si elle est manuelle, on gardera des informations sur les conditions de travail des employés.
- **Depth**, définit à quel point on peut remonter ou avancer dans la supply chain. C'est cette notion de profondeur que nous allons traiter en détails pour couvrir toute la chaîne de production et tracer le cheminement des produits.
- **Précision**, définit le degré de véracité de la donnée enregistrée et dépend du type de produit tracé. Plus on garde de bonnes données, plus on va pouvoir assurer un faible taux d'erreur.

### Synthèse

Dans une démarche de clarification de toute la chaîne de production du tissu en coton nous allons nous concentrer sur la **traçabilité externe, Upstream, DownStream**. Nous voulons également **assurer la véracité du système de traçabilité**. Pour se faire, un **choix réfléchi des données à**

**conserver** et des **mécanismes de certification** seront étudiés dans la partie 4.

## 3 | Les technologies existantes

Nous avons maintenant une meilleure connaissance des enjeux présents autour de la traçabilité du coton; mais **qu'en est-il des solutions de traçabilité déjà existantes ?**

Nous avons étudié des technologies matures, et en avons finalement sélectionné afin de **réaliser une traçabilité externe entre de multiples acteurs**.

### 1. La Traçabilité biologique

Nous avons commencé par regarder si nous pouvions tracer une fibre de coton du début à la fin de la chaîne de production par marquage biologique.

Nous avons cherché des études et des solutions existantes, permettant de tracer un produit en analysant leur ADN, ainsi une simple analyse des fibres du produit final permet de savoir d'où provient le coton.

#### ADN produit

La première méthode, basée sur des études dans l'industrie alimentaire, est **d'identifier la provenance des produits par analyse des protéines et des séquences ADN**. Ce type de méthodes est utilisé pour comparer l'ADN des produits vendus avec celui des individus reproducteurs présents dans les fermes d'élevages de saumons [18]. Nous émettons alors l'hypothèse qu'en étudiant la structure moléculaire des fibres de coton nous pourrions tracer leur origine. Cela, en supposant que nous disposons d'une base de données répertoriant les structures ADN de chaque champ des producteurs partenaires dans le monde entier. En plus d'un passage à l'échelle complexe, cette méthode **bien trop coûteuse** semble **difficile à mettre en place**.

#### Biomarqueurs



Cette seconde méthode, *“réalise un changement observable ou mesurable au plan moléculaire, cellulaire ou physiologique qui révèle l'exposition présente ou passée d'un organisme vivant à une substance chimique ou à un autre facteur de stress”* [Wikipedia, 2020].

La méthode développée par la société [Haelixa](#), étudiée en annexe, consiste à utiliser des substances qui **s'ajoutent à l'ADN du produit appelés les "biomarqueurs", qui sont pulvérisées sur le produit au fil de la chaîne de production.**

Nous avons pu constater que diverses marques de textile telles que [Spoerry 1866](#) ou [Calida et FTC Cashmere](#) [19] avaient choisi Haelixa pour tracer leurs produits.

Cette technologie présente l'avantage d'être flexible quant au nombre de points de pulvérisation, qui, nous le supposons, impactera le coût de la solution finale, mais également la précision de la traçabilité des produits.

Cependant, elle ne s'adapte pas à tous types de producteurs, c'est une solution haut de gamme qui ne passerait pas à l'échelle de l'industrie. Elle convient néanmoins à une poignée d'acteurs proposant des produits de luxe.

Cette solution, bien que complète, est **très complexe dans sa mise en place et ne correspond pas à nos critères d'accessibilité pour la solution finale.**

## 2. Technologies numériques de traçabilité

La majorité des études de traçabilité n'utilisent pas de marqueurs biologiques mais simplement des marqueurs numériques permettant de relever les données. Ces données sont ensuite répertoriées dans des systèmes informatiques adaptés.

### Marquage numérique

Il est déjà très répandu de tracer des produits avec des marqueurs numériques.

Un exemple que nous connaissons tous, **les code barres** permettant d'identifier numériquement un produit et de rapidement retrouver les informations le concernant.

Il existe aussi des marqueurs plus avancés tels que les badges **RFID**, radio fréquence identification [20] et le **NFC**, solution que nous avons étudiée et que vous pouvez retrouver en détail en annexe. Cette solution se place souvent sur des produits de grandes tailles et pas de petits objets tels qu'une fibre de coton. Ainsi, dans notre cas, ces solutions sont adaptées pour tracer un ballot de coton, ou un rouleau de tissu à l'état final.

Les études faites dans ce domaine pour de la traçabilité alimentaire [2] sont concluantes pour **lutter contre la contrefaçon de gros lots de produits**, et en **tracer l'origine en bout de chaîne**. Cependant, de tels systèmes peuvent revenir très cher, variant entre 0,5 et 20 euros par tag [2]. De plus, cela n'enlève pas le problème de passage à l'échelle, pour bénéficier de cette solution **les usines doivent être fortement industrialisées**, or nous avons vu que ce n'est pas notre cas. Ainsi, même si cette technologie est fonctionnelle dans d'autres secteurs elle n'est pas idéale ici.

### Technologies de stockage de l'information

Avec ou sans marqueurs, il faut une solution informatique permettant de visualiser les données et d'en tirer de l'information.

La première solution, très connue, est **une base de données** classique, couplée à des mécanismes d'encryption de la donnée [12]. C'est notamment le choix de l'entreprise que nous avons interviewé, [Viji.io](#), qui n'utilise pas de mécanismes ou de technologies révolutionnaires, mais ils permettent à leurs clients de **centraliser leurs données sur leur plateforme afin de mieux comprendre le cycle de vie des vêtements**. Ainsi, ils sont **conscients de la provenance de leur matières premières**, permettant **une prise de conscience des dirigeants**. Cependant, ce n'est pas de la traçabilité mais plutôt de la data analytics [15].

Une autre solution serait l'utilisation de **la blockchain**. Cette technologie revient souvent, nous l'avons déjà discuté en annexe avec [Connecting Food](#). Elle est aussi largement

traité dans des travaux de recherches sur la traçabilité, notamment des pierres précieuses pour certifier leur origines [11] ou pour tracer du bois dans les pays nordiques [14].

La blockchain a un réel intérêt pour la traçabilité car elle permet d'assurer **l'immutabilité des données**, ces dernières sont recopiées dans **un réseau de machine décentralisé** ce qui rend la solution extrêmement robuste [13, 16]. De plus, ces informations et transactions sont ajoutées et automatisées par des biais de codes appelés "**smart contracts**", qui permettent d'adapter parfaitement le système au besoin métier des participants. Cela permet de valider automatiquement des étapes de la chaîne de production en fonction des règles métiers imposées. Ces blockchains fonctionnent sur **des mécanismes de consensus** [16], qui permettent à toutes les parties de s'accorder et de pouvoir valider l'information. Ce mécanisme permet à cette structure de données **d'éviter le "Data tampering"**, soit l'altération des données dans un système de traçabilité. Aussi, **ces données ne peuvent pas être effacées**. Ainsi, cette donnée peut être manipulée seulement si on arrive à contrôler plus de 51% des nœuds de toute notre chaîne de traçabilité. [16] Ce type de modification de la chaîne sera visible de tous et donc va compromettre l'utilisation de la blockchain.

De plus, son utilisation rendrait **la chaîne traçabilité complètement ouverte à tous les partenaires de cette chaîne**. Ce qui rentre en accord avec la **notion de transparence que nous voulons placer au cœur de la solution**.

Dans certains cas, c'est une blockchain répartie entre les acteurs de la chaîne qui est utilisée [13], que l'on qualifie de **consortium blockchain ou permissioned blockchain** mais **qui reste privée** donc réservée au partenaires de la chaîne. Ce qui a pour avantage d'être totalement sur mesure pour la chaîne de traçabilité mais nécessite beaucoup de développement.

Dans d'autres cas, le choix d'utiliser une **blockchain publique tel que ethereum** à aussi été étudié [14]. Cette implémentation utilise le potentiel d'une blockchain réputée et très utilisée, sur laquelle nous avons à coder notre logique métier pour faire fonctionner notre système. Cependant, cette "simplicité" à un coût puisque l'on va payer des nœuds sur le principe du **proof-of-work** d'une énorme blockchain pour valider et stocker nos données ces coûts seront étudiés plus en détails dans la partie 5. Il existe d'autres mécanismes de validation notamment le proof-of-stakes que nous n'allons pas aborder ici mais qui est nettement moins consommatrices en ressources.

L'autre avantage de cette solution est son intégration chez de gros acteurs du marché tel que [Azure blockchain Workbench](#) qui propose une solution clé en main pour déployer rapidement ce types de solution sur Ethereum. Cela permet notamment de gérer les acteurs de la chaîne avec un [IAM](#), qui permet de gérer les droits d'accès à un système SI et surtout de **connecter très simplement toute la partie IOT** [14] et les marqueurs numériques que l'on a vu précédemment. Ce système est donc adapté pour de grosses entreprises et pour de la traçabilité interne. Malheureusement, c'est un système qui se révèle être extrêmement cher, lors de nos tests rien que l'activation de la solution était à plus de 200\$/mois. Ce type de solutions clé en main n'est donc pas non plus une solution à notre besoin de traçabilité.

Malgré toutes les études en ligne aujourd'hui, **très peu traitent les notions environnementales et sociales**. Effectivement, les études sont concentrées sur des framework de traçabilité généralistes visant à optimiser les moyens de production et à réduire les coûts [13].

De plus, nous étions surpris de noter **une confiance presque aveugle pour la technique**, quand en réalité l'humain se présente comme la faille de toutes les solutions proposées. Effectivement, même avec les meilleures



blockchains dans une architecture applicative parfaite couplée avec des systèmes IOT révolutionnaires, c'est souvent un humain qui ajoute ces informations dans la blockchain. Ainsi, même si la structure de données est parfaitement adaptée au besoin de traçabilité, le contrôle des données d'entrée n'est pas assez questionné. **Il serait intéressant d'avoir une réflexion sur un acteur tiers, garant de la confiance et du bon fonctionnement de ce système.** Actuellement, on note seulement cette notion de confiance dans les règles métiers codées dans les smart contracts qui théoriquement préviennent l'ajout de mauvaises ou fausses données ajoutées par un utilisateur.

### Synthèse

Bien que **des solutions existent**, aucune ne permet de vraiment rendre accessible la traçabilité du tissu en coton. Soit car **elles ne passeraient pas à l'échelle** soit car **le coût de base est déjà bien trop important**. Nous avons tout de même retenu que **la technologie blockchain** est à étudier plus en détails car elle présente **des caractéristiques adaptées au besoin de l'industrie textile**. De plus, toutes ses études **misent essentiellement sur la technologie pour répondre à la question de la traçabilité**. Or, il faut selon nous y **intégrer une dimension humaine pour assurer plus de robustesse** dans de tels systèmes.

## 4 | Conception de la solution

Dans cette partie, nous allons rappeler les points de frictions et d'attention de notre sujet. Puis en partant de l'étude réalisée dans la partie 3, choisir les solutions techniques à retenir, afin de concevoir la solution finale.

### 1. Cahier des charges

Notre problématique englobe des sujets bien plus complexes que ce que l'on retrouve aujourd'hui dans le commerce avec de la traçabilité de supply chain. Ainsi, en plus de **permettre de suivre la provenance du tissu**, nous

voulons **suivre l'impact humain** de la création de ce produit ainsi que **son impact environnemental**.



#### Ce que l'on veut :

- Suivre la provenance du tissu, le tracer.
- Suivre l'impact humain du tissu.
- Suivre l'impact environnemental de sa fabrication.



#### Point d'attention :

- Comment suivre les processus de fabrication non industriel.
- Garder l'anonymat de nos partenaires/fournisseurs.
- Assurer la véracité des données de la chaîne.

#### En pratique :

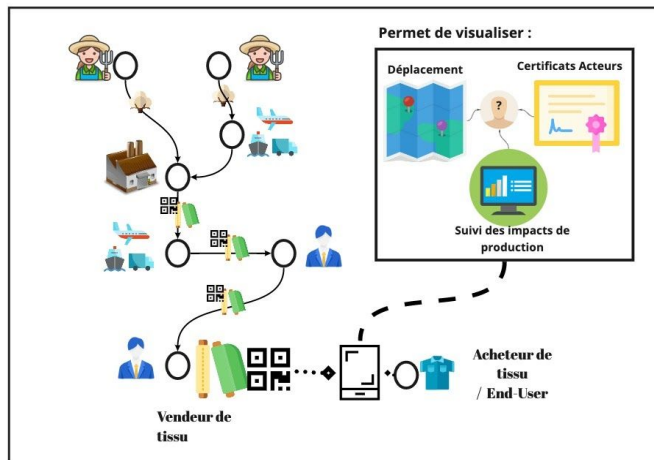


Fig 3, Schéma du besoin fonctionnel

De plus, comme vous avez pu le lire dans la première partie, nous traitons ici un secteur aux divers acteurs et une supply chain mondialisée. Nous souhaitons proposer une solution qui **s'adapte à tous types de production de tissus en coton** prenant en compte les **acteurs très industrialisés** ainsi que les **acteurs moins industrialisés** qui n'ont, parfois, même pas internet. Aussi, lors de nos discussions avec des professionnels du secteur, nous avons ressenti une certaine méfiance par rapport à notre proposition de système de traçabilité donnant accès à des informations privées. Nous avons compris qu'il **est primordial de leur permettre de garder certaines informations privées** pour se protéger de la concurrence. Les informations comme le coût d'achat ou les noms et adresses d'un partenaire commercial / d'un fournisseur devront faire l'objet d'un **processus d'anonymisation**.

Le dernier point de friction notable et le plus complexe est de **pouvoir s'assurer que les données stockées et ajoutées sont véridiques**. Comme tout projet qui utilise la technologie, il y a derrière une problématique de l'ordre humain : la confiance, que nous avons choisi d'intégrer dans cette solution qui se veut aussi technologiquement innovante.

## 2. Solutions technologiques envisagés

Pour l'ajout des données dans le système informatique, nous avons choisi de laisser le libre choix à chaque acteur. S'il peut connecter un système de traçabilité interne complètement automatisé, c'est idéal, mais s'il n'en a pas les moyens il doit quand même pouvoir bénéficier de la solution. Pour notre solution, ce sera de l'ajout supervisé d'informations par un tiers de confiance, assurant la véracité des informations. Ce dernier aura accès aux données et pour mission de les vérifier. Cela permettra de maintenir un haut niveau de sécurité et d'être une solution qui s'adapte à tous les acteurs. Le tiers de confiance pourra être un algorithme afin d'automatiser cette partie.

Pour le stockage des données, nous avons choisi de nous tourner vers la technologie blockchain afin de tirer profit des caractéristiques citées dans la partie 3, qui, bien utilisées permettent d'avoir une solution très robuste et inaltérable par un tiers. De plus, cette solution s'intègre parfaitement avec notre objectif de transparence pour tous les acteurs.

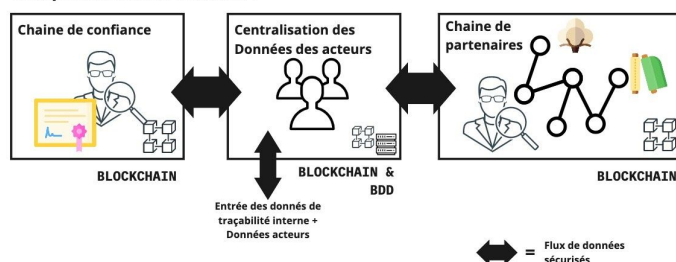
## 3. Solution

La solution envisagée traite la question de la traçabilité d'une manière innovante. À la différence des solutions du marché et de celles rencontrées lors de nos recherches, qui présentent des défauts précédemment cités. Ici **nous souhaitons proposer une solution plus flexible** qui peut s'adapter à une pluralité d'acteurs, et cela, sans infrastructure de suivi coûteuse.

Nous allons concevoir **une solution de traçabilité externe**. De plus, nous avons intégré la **participation d'un tiers de confiance**, afin d'assurer la véracité des données ajoutées et la pérennité du système dans le temps.

Cette solution se découpe en 3 parties, **une solution de stockage partagée, une chaîne de confiance** et **une chaîne de partenaires**. Elle s'articule selon la structure suivante :

### Composition de la solution :



### Acteurs partenaires de la solution :



Fig 4, Schema solution proposée et acteur du système

### Elle inclut dans son fonctionnement 5 acteurs :

**Les Agriculteurs** : Entreprises qui cultivent et récoltent le coton.

**Les Usines** : Entreprises qui travaillent le coton en tissu à n'importe quelle étape après la récolte du coton.

**Les Transporteurs** : Entreprises qui se chargent du déplacement entre 2 acteurs.

**Les Vendeurs / Grossistes** : Entreprises qui se chargent d'acheter et de revendre.

**Les Tiers de confiance** : C'est l'acteur clé de cette solution. Cela peut être un groupe d'audit, une association qui valide des normes, ou une autre personne/ organisme de certification qui sera **garant de la véracité des informations inscrites sur la blockchain**. Il procède à des visites sur sites, des inspections des documents de l'entreprise et compare ces informations avec celle fournie par le

partenaire pour **délivrer un certificat à l'acteur** qui nous permettra par la suite de garantir que les informations de la chaîne sont validées.

### Solution de stockage partagée

La première partie de la solution est le centre de stockage et d'accès aux données partagées entre les acteurs. Ici on peut imaginer l'utilisation d'une blockchain mais dans un souci de réduction des coûts il est plus judicieux d'utiliser des bases de données sécurisées avec des niveaux d'accès. On entend ici que les partenaires peuvent se partager des informations ou pas. Mais **surtout que les tiers de confiance aient accès à ces informations de manière sécurisée pour donner son verdict et décerner un certificat**. Ainsi, il existera 3 niveaux de droits : **"Certificateur"**, qui a le droit de voir toutes les informations, **"Partenaire"** qui verra ce dont il aura été autorisé par son partenaire et **"Spectateur"** qui serait par exemple l'acheteur final et qui fonctionne de la même manière.

Cette espace partagé, stocke les informations suivantes:

**Les fiches des acteurs de la chaîne**; Informations caractéristiques d'un acteur, pays/region d'origine, nombre de salariés, salaire moyen, nombre d'heures, type d'acteur, type de labeur mécanique ou manuel.

**La gestion des accès**; Permet d'assurer que les bonnes personnes accèdent et modifient les bonnes données. Cela permet notamment de garantir que les données d'une entreprise sont essentiellement visibles par le tiers de confiance et si voulu leurs partenaires commerciaux.

**Les documents permettant une partie de l'analyse de la traçabilité pour la chaîne des partenaires**; Par documents on entend factures, accords commerciaux, fiche de paye. Tout ce qui permettra à un humain ou une machine de valider un lien entre les acteurs de la chaîne.

**Lien de connexion et accès des données des partenaires**; créant un moyen décentralisé d'accéder à des informations

si un acteur préfère garder les documents chez lui et rendre seulement une partie accessible par API par exemple.

### Chaîne de confiance

La **chaîne de confiance** se compose de plusieurs parties:

Une **ancree de confiance** qui est l'autorité de certification soit l'acteur tiers de confiance.

Une copie de la **fiche acteur datée** pour garder une trace des informations qui définissent l'acteur à la date de délivrance du certificat. Et enfin, un **certificat**, qui est utilisé pour valider l'identité d'une entité telle qu'une entreprise ou une personne.

Il est **signé par le tiers de confiance** qui atteste du lien entre l'identité physique et l'entité numérique qui sera utilisé dans la chaîne de partenaire. Mais aussi **du bon respect des normes indiquées dans sa fiche acteur**.

Cette chaîne de confiance est essentiellement basée sur la blockchain, où **seul les tiers de confiance peuvent valider des certificats**. Ces organismes se basent sur les normes du secteur, leur investigation et sur les données mises à disposition dans la solution de stockage partagé pour établir ce **certificat qui sera valable pour une durée limitée**.

### Chaîne de partenaires

Cette partie de la solution permet de **tracer et quantifier des liens entre les acteurs**. Et donc d'assurer une certaine traçabilité des produits. Voir figure 3. C'est une solution de traçabilité externe donc qui ne connaît pas le fonctionnement interne des acteurs. C'est pourquoi cette solution est fortement liée à **la chaîne de confiance, qui elle va certifier du respect des normes et des moyens de production interne de l'acteur**. Son fonctionnement est similaire, à partir de documents fournis par les acteurs, on peut retracer les partenaires de chacun d'eux.

Ainsi, cette chaîne de partenaires permet de savoir d'où vient le tissu, si la chaîne de partenaires est simple on va

pouvoir identifier les partenaires et leurs certificats rapidement, donc d'assurer la provenance du tissu et un certain niveau de qualité du produit. **On pourra aussi en déduire l'impact humain et environnemental en liant chaîne de partenaires et les certificats de la chaîne de confiance. C'est la vraie force de cette solution.**

Cependant, si la chaîne de partenaires est très complexe, c'est à dire qu'un acteur travaille avec de nombreux autres acteurs ( +50 partenaires) certains appartenant à notre système et d'autres non. Alors, il sera impossible de trouver la trace exacte du produit final. On pourra alors seulement émettre des hypothèses sur sa provenance. Nous ne pensons pas que cela pose de problème car, si un acteur veut garantir qu'il vend un bon tissu, c'est dans son intérêt de simplifier sa chaîne de partenaire et de s'assurer de la bonne certification de ses collaborateurs.

En plus de cela, la solution est pensée pour créer un **cercle vertueux de traçabilité**. Un acteur qui veut prouver sa bonne volonté va pousser ses partenaires à adhérer au système pour clarifier sa chaîne de partenaire afin de pouvoir certifier la qualité de son produit qui sera visible par les acheteurs.

### Synthèse

Nous proposons ici **une approche différente des solutions de traçabilité déjà existantes**. Effectivement, au lieu de proposer une solution complètement technique, nous avons fait le choix d'intégrer **un tiers de confiance qui sera la clé de voûte du système**. Il agit comme certificateur et validera les données de tous afin d'assurer la véracité et l'intégrité des données du système. **On peut aussi comparer la chaîne de confiance à de l'audit 3.0 multi acteurs, et la chaîne de partenaires à un ledger intelligent** qui se révèle être aussi **utilisé pour de la traçabilité produit**. Cette solution de traçabilité est questionnable mais reste aujourd'hui la seule hypothèse permettant le traçage de l'impact environnemental et social pour la production de tissu.

## 5 | Mise en oeuvre et évaluation

Dans cette partie nous discuterons du **POC, proof of concept** réalisé en parallèle de ce document. Cela comprend une explication de nos choix techniques et une évaluation des résultats obtenus.

### 1. Choix d'implémentation

Pour ce POC avons choisi d'utiliser une blockchain déjà existante pour les raisons cités dans la partie 3 et la partie 4.2 et de créer notre application sur un réseau décentralisé stable déjà reconnu auprès d'une grande communauté.

### Technologie Ethereum

Nous avons choisi de développer un prototype de **la chaîne de confiance** et **la chaîne de partenaires** sur cette blockchain publique. Ethereum est une solution open source et décentralisée qui permet aux développeurs de coder directement **des applications sur cette blockchain**, dénommées **DAPPs**.

L'utilisation de cette blockchain nous permet de gagner beaucoup de temps de développement car nous n'avons pas à **créer une nouvelle blockchain de zéro**, à gérer la répartition sur les machines des différents partenaires de la chaîne pour assurer une réel décentralisation. De plus, c'est une solution qui présente **un haut niveau de sécurité** car les smart contrat sont validés par des mineurs ethereum faisant partie d'un réseau décentralisé très vaste et validant plus de milles milliers de contrats par jours. De plus, cette technologie est la plus adaptée aujourd'hui pour débiter la solution complète proposée dans la partie 4. Ainsi, le POC actuel est pensé pour s'intégrer à d'autres applications ce qui rend la solution proposée d'autant plus viable pour une mise en production moyennant un coût de gestion élevé que nous verrons par la suite.

### Définition du Proof of concept

Ce POC, présente l'implémentation des use cases suivantes visant à valider la base de la logique métier étudiée et à prendre en main et tester une implémentation d'une telle solution sur une blockchain publique.

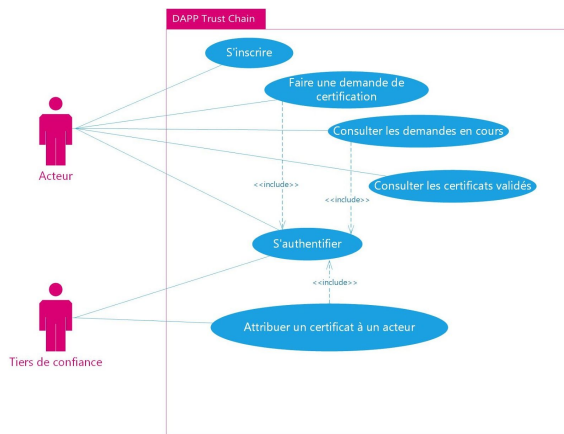


Fig 5. Diagramme de Use Case de la Chaîne de confiance

Lors de la conception de la chaîne de confiance, nous avons choisi de partir du postulat que le tiers de confiance sur le schéma "Groupe d'audit" est ajouté à la Dapp par un administrateur. Ils peuvent valider des certificats lorsqu'un acteur en fait la demande. Les acteurs de la chaîne (Agriculteur, Usine ...) ont plusieurs fonctionnalités possibles : **s'inscrire**, **faire une demande de certificat** et **consulter leurs certificats**. Comme nous l'avons expliqué dans la partie 4.3, les documents à vérifier par le tiers de confiance ne sont pas dans la blockchain mais dans une base de données annexe, l'Id des documents de l'acteur dans la base de données est quant à lui stocké dans la blockchain.

Pour ce qui est de la chaîne des partenaires, nous avons choisi de simplifier son implémentation vue dans la partie 4.3. Pour cela, nous proposons une version qui permet aux acteurs de la chaîne de s'inscrire, puis de créer des partenariats avec d'autres acteurs (par le biais d'une demande, qui doit être acceptée). Les partenaires peuvent ensuite renseigner des transactions. Ces dernières

comportent l'id du produit en entrée ainsi que le ou les id des produits en sortie.

Grâce à ces transactions, **on peut ensuite, à partir d'un produit fini, retrouver tous les acteurs qui ont interféré dans son traitement**. On peut également **à partir du nom d'un acteur, obtenir la liste de ses clients et fournisseurs**. Pour un passage à l'échelle réaliste, ces id seraient sûrement ajoutés par le biais de code barres ou d'autres mécanismes de marquage numérique vus en partie 3. Pour ce POC, nous n'avons pas approfondi cet aspect de la solution.

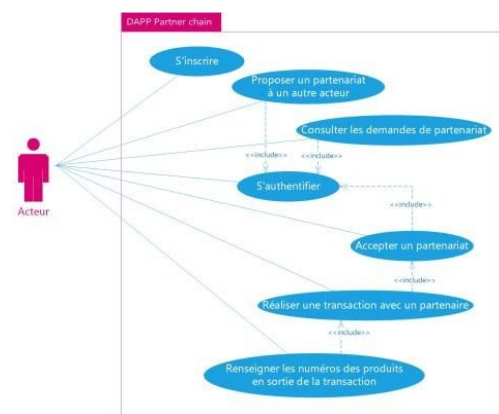


Fig 6. Diagramme de Use Case de la Chaîne de partenaires

## 2. Evaluation quantitative

La mise en place de ce POC nous a permis de valider nos hypothèses de base. Et de vérifier la faisabilité d'un tel système sur une blockchain déjà existante.

### Commençons par étudier sa scalabilité et le coût;

Nous allons discuter ici notre type de solution sur ethereum, et pas les résultats obtenus par notre implémentation. Effectivement, comme nous n'avons pas pu déployer en production les performances sur notre environnement de développement nos sont pas pertinentes et nullement comparable à l'efficacité réel d'un tel système.

En production, toutes les actions réalisées sur cette application décentralisée dépendent du travail des validateurs de la blockchain ethereum. À l'heure où nous



écrivons ces lignes, le temps moyen est d'**environ 13 secondes pour créer un bloc sur la blockchain**. On remarque sur [la figure 6](#) que cette valeur baisse dans le temps grâce à l'amélioration technologique des validateurs. D'après nos tests en accord avec les données en ligne, une création de bloc coûte en moyenne 87 [Gwei](#), soit 0.000000087 Ether. Rappelons aussi que le prix payé influe sur les temps de réponse, donc si l'on veut réduire les coûts et payer au minimum, environ 1.5\$, il faut attendre presque 5h. [Voir figure 7 en annexe.](#)

### **Abordons maintenant la question de la robustesse;**

La solution que nous avons construite est robuste grâce à l'identification des utilisateurs par leur numéro de compte lors de leur connexion à la blockchain. Ainsi, on peut facilement permettre à des acteurs de s'inscrire et plus tard, les identifier lorsqu'ils interagissent avec la solution. De plus, une spécificité du code solidity est l'utilisation du terme "require" qui permet de facilement vérifier des conditions sur les attributs et acteurs tout au long du code afin de s'assurer que les fonctions remplissent leur rôle.

### **3. Evaluation qualitative**

La solution proposée ici valide les conditions d'accessibilité que nous nous étions imposées, c'est-à-dire d'être facilement accessibles pour tous les types d'entreprises, elles n'ont pas besoin de générer un flux de données pour y être éligible, permettant de s'adapter à des acteurs peu industrialisés. De plus, elle est robuste, la technologie blockchain la rendant infalsifiable.

Elle se révèle être bien plus flexible que prévu. Effectivement, cette solution pensée pour l'industrie du tissu en coton peut être utilisée pour d'autres industries sans ajouter de complexité fonctionnelle. On peut même comparer notre proposition de chaîne de confiance à un organisme de labellisation tel que Max Havelaar ou des labels bio divers et variés, mais numériques. Cette numérisation de certificats sur la blockchain, alliée au

mécanisme de certification par les tiers de confiance proposés dans ce document a un réel potentiel pour assurer plus de sécurité et de transparence sur tous types d'acteurs.

Cependant, dans ce proof of concept nous ne traitons pas la question de l'anonymisation des données qui est un point essentiel pour les acteurs de la chaîne. Toutes les informations ne doivent pas être accessibles par tous. Ainsi, la question des droits d'accès et de stockages des données de ces différentes acteurs ainsi que la manière de les afficher devront être le prochain point à traiter avant de rendre ce type de solution utilisable dans des conditions réelles.

## **Conclusion**

La production de tissu en coton est encore et toujours rythmée par des scandales et des dérives qui nous ont poussé à nous intéresser à la question de traçabilité. Nos motivations ont été de sensibiliser notre audience sur ces pratiques et de proposer un moyen d'**apporter une traçabilité fiable et facilement accessible lors de l'achat de tissus en coton**. Pour ce faire, nous avons étudié de nombreuses solutions de traçabilité dans divers secteurs qui restaient trop théoriques et techniques ou qui ne répondaient pas à notre besoin. C'est pourquoi nous avons proposé une nouvelle solution, en questionnant la traçabilité sous un nouvel angle et en alliant l'humain à la technologie ; solution où les tiers de confiance et la blockchain sont les garants d'un système de traçabilité fiable et accessible pour différents acteurs plus ou moins industrialisés.

Nous avons testé ce concept sur une blockchain publique et validé son intérêt pour notre besoin. Nous avons aussi remarqué son potentiel à pouvoir s'adapter dans le futur à d'autres domaines.



## Bibliographie

- [1] Mode, les désastres écologiques de la « fast fashion ». La Croix [Internet]. 8 janv 2019 [cité 23 janv 2021]; Disponible sur: <https://www.la-croix.com/Sciences-et-ethique/Environnement/Mode-desastres-ecologiques-fast-fashion-2019-01-08-1200993800>
- [2] Regattieri A, Gamberi M, Manzini R. Traceability of food products: General framework and experimental evidence. *Journal of Food Engineering*. juill 2007;81(2):347-56.
- [3] Voora V, Larrea C, Bermudez S. Global Market Report: Cotton. :16.
- [4] 1. Le Monde. Pourquoi s'habiller pollue la planète [Internet]. 2018 [cité 23 janv 2021]. Disponible sur: [https://www.youtube.com/watch?v=3DdU7c66E9g&ab\\_channel=LeMonde](https://www.youtube.com/watch?v=3DdU7c66E9g&ab_channel=LeMonde)
- [5] Chapagain A, Hoekstra A, Savenije H, Gautam R. The Water Footprint of Cotton Consumption: An Assessment of the Impact of Worldwide Consumption of Cotton Products on the Water Resources in the Cotton Producing Countries. *Ecological Economics*. 9 avr 2006;60:186-203.
- [6] Bevilacqua M, Ciarapica F, Mazzuto G, Paciarotti C. Environmental analysis of a cotton yarn supply Chain. *Journal of Cleaner Production*. 1 nov 2014;82:154-165.
- [7] De Cindio B, Longo F, Mirabelli G, Pizzuti T. Modelling a traceability system for a food supply chain: Standards, technologies and software tools. In 2011. p. 488-94.
- [8] Barbato L, de Champzabé R. Attitude des consommateurs face aux labels de qualité : étude empirique avec le label «Marque Valais». :50.
- [9] Traceability in the U.S. Food Supply: Economic Theory and Industry Studies, Elise Golan, Barry Krissoff, Fred Kuchler, Linda Calvin, Kenneth Nelson, and Gregory Price, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Economic Report No. 830
- [10] Neumann M, Barume B, Ducellier B, Ombeni A, Naeher U, Schütte P, et al. Traceability in Artisanal Gold Supply Chains in the Democratic Republic of the Congo - Lessons Learned from the Kampene Gold Pilot Project. 2019.
- [11] Cartier L, Ali S, Krzemnicki M. Blockchain, Chain of Custody and Trace Elements: An Overview of Tracking and Traceability Opportunities in the Gem Industry. *The Journal of Gemmology*. 1 janv 2018;36:212-27.
- [12] Mostafa A. Security Of Database Management Systems. 1 janv 2016;
- [13] Feng H, Wang X, Duan Y, Zhang J, Zhang X. Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges. *Journal of Cleaner Production*. 1 juill 2020;260:121031.
- [14] Figorilli S, Antonucci F, Costa C, Pallottino F, Raso L, Castiglione M, et al. A Blockchain Implementation Prototype for the Electronic Open Source Traceability of Wood along the Whole Supply Chain. *Sensors*. sept 2018;18(9):3133.
- [15] Lavalley S, Lesser E, Shockley R, Hopkins M, Kruschwitz N. Big Data, Analytics and the Path From Insights to Value. *MIT Sloan Management Review*. 1 déc 2011;52:21-32.
- [16] Sayeed S, Marco-Gisbert H. Assessing Blockchain Consensus and Security Mechanisms against the 51% Attack. *Applied Sciences*. janv 2019;9(9):1788.
- [17] Better-Cotton-CoC-Guidelines-V1.4-Final-July-2020-Updated.pdf [Internet]. [cité 23 janv 2021]. Disponible sur: <https://bettercotton.org/wp-content/uploads/2020/09/Better-Cotton-CoC-Guidelines-V1.4-Final-July-2020-Updated.pdf>
- [18] Hayes B, Sonesson AK, Gjerde B. Evaluation of three strategies using DNA markers for traceability in aquaculture species. *Aquaculture*. 14 nov 2005;250(1):70-81.
- [19] Underlines. (2021, 8 janvier). New CALIDA collaboration combines cashmere with innovative fibre made from Icelandic algae. Consulté le 9 janvier 2021, à l'adresse <https://underlinesmagazine.com/2021/01/08/calida-collaboration-cashmere-icelandic-algae/>
- [20] Aline Coelho De Souza. Conception d'antennes et méthode de caractérisation des systèmes RFID. UHF en champ proche et en champ lointain. Autre. Université Grenoble Alpes, 2015. Français. ffNNT : 2015GREAT095ff. Fftel-01253745
- [21] France Chimie. (2013, 26 avril). Comprendre REACH [Vidéo]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=qcwQWKRZ8&ab\\_channel=FranceChimie](https://www.youtube.com/watch?v=qcwQWKRZ8&ab_channel=FranceChimie)
- [22] Deith, B. J. (2013, 17 septembre). Dhaka factory collapse : No compensation without DNA identification. *BBC News*. <https://www.bbc.com/news/magazine-24080579> (BBC, 2013)
- [23] Governance and Tripartism Department, Marking progress against child labour Global estimates and trends 2000-2012 [Internet]. [cité 24 janv 2021]. Disponible sur: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_norm/---ipec/documents/publication/wcms\\_221513.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---ipec/documents/publication/wcms_221513.pdf)

[24] Brut. Comment le travail forcé des Ouïghours alimente l'industrie textile mondiale [Internet]. 2020 [cité 24 janv 2021]. Disponible sur: [https://www.youtube.com/watch?v=a\\_7GcDDZ0ug&ab\\_channel=Brut](https://www.youtube.com/watch?v=a_7GcDDZ0ug&ab_channel=Brut)

## Annexes

### Use Cases

#### Connecting Food

La traçabilité n'est pas un sujet novateur, en effet, elle est déjà disponible dans certains domaines comme l'agro-alimentaire. Certains grands groupes proposent déjà une solution fiable et simple (tel qu'IBM, par exemple). Nous allons dans cette publication nous référer à l'entreprise Connecting Food, cette dernière rend disponible la traçabilité des aliments agro-alimentaires. Elle permet aux consommateurs de connaître toutes les étapes de fabrication de leur produit en scannant simplement un code-barre sur le produit. Ils peuvent ainsi vérifier les engagements des marques (origine, transport, mode de fabrication). Cette solution crée de la valeur sur le produit et restaure la confiance des consommateurs dans leur alimentation. La plateforme s'appuie sur la blockchain, afin de construire une solution LiveAudit digitalisée fiable. Elle apporte une traçabilité complète des produits, audite leur qualité et garantit la véracité des engagements à chaque maillon de la chaîne.

Afin d'effectuer la traçabilité sur les produits agroalimentaire, Connecting Food utilise plusieurs étapes :

- Dans un premier temps, il s'agit de trouver des agriculteurs désirant ajouter la traçabilité à leur chaîne de production. Ces derniers sont trouvés soit par démarchage soit ils démarchent eux-mêmes Connecting Food. Pour l'entreprise agro-alimentaire, l'intérêt est de gagner la confiance des clients et de savoir s'il y a une anomalie sur leur ligne de production. Dans ce cas, ils arrêtent immédiatement la production. Ils ne sont ainsi plus confrontés aux problèmes de rappel des produits défectueux.
- Une fois que Connecting Food a un nouveau client, il leur faut dans un premier temps analyser et décortiquer leur chaîne de production afin d'étudier les meilleurs moyens d'analyser leurs données.
- Il doivent également mettre en place un cahier des charges devant être respecté à chaque étape de la production.
- Ensuite, il leur faut trouver des moyen d'accéder à des données leur permettant de vérifier que le cahier des charges est respecté en temps réel.
- Puis, ils mettent en place un moyen de récupérer, stocker et analyser les données en temps réel (exemple: les données de géolocalisation des tracteurs) afin de vérifier qu'elles sont en accord avec le cahier des charges.
- Pour finir, Connecting Food a créé un interface afin que les utilisateurs aient accès aux données

Tout comme Connecting Food, une autre entreprise privée s'est lancée dans la traçabilité, mais, cette fois, dans le domaine du textile : il s'agit d'Haelixa. Cette entreprise a pour objectif de révolutionner la traçabilité dans le monde du textile grâce à une technologie unique dont elle est propriétaire, basée sur les "biomarqueurs". Il s'agit de les pulvériser sur le tissu afin d'avoir un produit totalement traçable. La société propose de mettre en place sa technologie tout au long de la chaîne de production du client. **Haelixa** est spécialisé dans un service basé sur la traçabilité des textiles, elle met en place une chaîne de confiance grâce à la technologie des biomarqueurs qu'ils ont mis au point, évoquée précédemment.

Comme indiqué par Emma Cavalli, Program Manager chez Haelixa, dans une vidéo explicative [Emma Cavalli, 2020], les biomarqueurs ne sont pas dangereux pour la santé et n'altèrent pas les propriétés et caractéristiques des fibres sur lesquelles ils sont pulvérisés. Ils sont également conçus pour résister aux différents traitements effectués sur le tissu durant la fabrication du produit, qu'il s'agisse de traitements mécaniques ou chimiques. Cette nouvelle approche permet, non plus de stocker le parcours du produit en base de données, mais dans le produit lui-même. Les biomarqueurs pulvérisés reflètent alors chacun des lieux traversés par le produit. En effet, chaque étape de la chaîne de production peut comporter son propre marqueur qui est donc unique. Il faut alors ajouter une étape de pulvérisation des marqueurs dans chaque usine pour laquelle on souhaite garder une trace de passage, pour que chacun des produits qui passent par celle-ci conserve cette information.

Le produit peut être testé à n'importe quel moment durant ou après sa production avec un test simple réalisé à l'aide d'une solution concentrée en marqueurs fournie par l'entreprise [Emma Cavalli, 2020].

Cette technologie encore très récente demeure encore relativement confidentielle. Il existe peu d'informations concernant les réels procédés et la composition de ces "biomarqueurs", ce qui complexifie la compréhension de cette technologie. Ceci a pour but de ne pas dévoiler des informations à la concurrence, car nous pouvons facilement imaginer qu'Haelixa a beaucoup investi dans la recherche et développement de ce procédé qui crée leur valeur ajoutée.

## Interview

### [VIJI.IO](#)

#### Producteur de vêtements | LigneDeCote & ZoeStudio

## RFID

**RFID Passive;** Un interrogateur va émettre des données par ondes radio, une partie de l'énergie émise par l'interrogateur peut être utilisée par le tag pour s'alimenter (Aline Coelho De Souza, 2015)[20]. La réponse du tag vers l'interrogateur se fait par rétro-modulation : par cette technique, l'émetteur va envoyer des ondes au tag puis le signal va être réfléchi par celui-ci en modulant la fréquence reçue [Michaël MADEGARD, date inconnue].

Les modulations effectuées par le tag permettent alors à l'émetteur d'obtenir les informations contenues dans le tag.

**RFID Semi-passive;** Basée sur le même principe que la RFID Passive, les échanges se font par envoi d'ondes et rétro-modulation (Aline Coelho De Souza, 2015)[20]. Cependant, les tags utilisant une technologie RFID semi-passive comportent une source d'énergie qui leur est propre. Elle permet d'augmenter la portée du signal qui est alors étendue à une trentaine de mètres.

**RFID Active;** Les tags actifs sont indépendants, ils n'utilisent pas l'énergie délivrée par l'émetteur mais leur propre source d'énergie (Aline Coelho De Souza, 2015)[20]. Ces tags sont ainsi capables d'émettre leur propre signal. Ils disposent de la portée la plus grande puisqu'ils peuvent être lus jusqu'à une distance d'environ 100m.

Fig 7. Ethereum block creation time from Etherscan.io

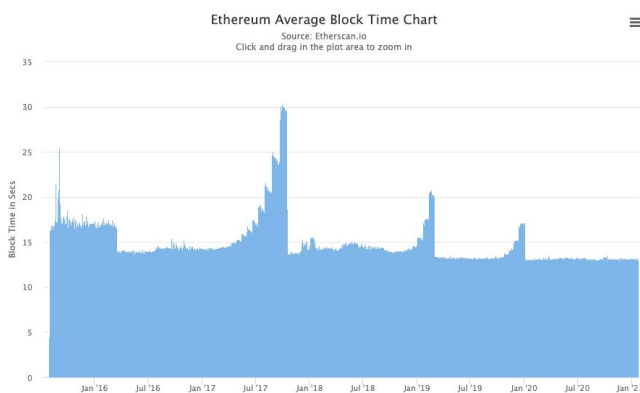


Fig 8. Transaction price tracker [source](#) Etherscan.io

