



# Rapport

## {Intégration en entreprise}

Diplôme d'ingénieur de l'ESIR spécialité technologie de l'information  
Option Imagerie Numérique

# b com

**<Date>**

Année universitaire 2019-2020

**<Diffusion>**

Publique

**<Auteur>**

Vincent BERTHET

**<Tuteur universitaire>**

Pierre MAUREL, *Enseignant chercheur*

**<Tuteur entreprise>**

Jérôme ROYAN, *Tech Lead AR*

> Notes

## > Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de mon alternance chez b<>com jusqu'à aujourd'hui. Je les remercie pour leur accueil et leur bonne humeur, pour les moments simples partagés entre becomiens, que ce soit un baby-foot, un café, un restaurant ou bien un partage de connaissance lors d'une présentation à l'espace.

Je voudrais en particulier remercier mon ancien tuteur entreprise Thibault LESAUNIER pour la confiance qu'il m'a accordée, et ce depuis le premier entretien. Il m'a laissé l'autonomie qu'il m'a donnée pour mener mes tâches à bien en valorisant mon travail. Mon intégration en tant que becomien et ma réussite ont été facilitées grâce à sa personne et au temps fourni au quotidien afin de faciliter mon intégration en tant que becomien et à ma réussite.

De même, je tiens à remercier Jérôme ROYAN, tech lead sur la réalité augmentée pour avoir pris la relève en tant que tuteur entreprise, malgré son emploi du temps déjà bien chargé. Merci pour m'avoir transmis depuis le premier jour les connaissances liées à la vision par ordinateur, son expertise et pour sa pédagogie à m'expliquer en détails le fonctionnement de la technologie.

Je remercie la direction du laboratoire, Laurent LAUNAY responsable de laboratoire pour sa confiance. Et plus au quotidien, les nouveaux responsables d'activité du laboratoire Albert MURIENNE et Guillaume PASQUIER pour m'avoir intégré aux activités du laboratoire Immersive Medical Technologies. Pour leur écoute à veiller sur le bon déroulement de mon alternance, et ce même en cette période de crise sanitaire.

Je remercie Pierre MAUREL mon tuteur universitaire pour l'encadrement de mon alternance.

Enfin, pour finir, je remercie évidemment l'ensemble du laboratoire et l'équipe impliquée sur le développement de SOLAR pour nos échanges professionnels et humains. Ceci m'a permis d'augmenter mes compétences aux côtés de leur expertise.

# Table des matières

> Remerciements .....	3
> Introduction.....	5
> I. Présentation de l'organisme d'accueil .....	6
1.1 Contexte .....	6
1.2 Les IRT .....	6
1.3 L'IRT b<>com .....	7
> II. Organisation de b<>com .....	8
2.1 Ressources propres.....	8
2.2 Ressources externes .....	10
2.3 Fonctionnement de l'activité.....	10
> III. Présentation de la solution .....	11
3.1 La réalité augmenté.....	11
3.2 SolAR Framework .....	16
3.3 Fonctionnement de l'équipe .....	18
> IV. Présentation de la mission .....	19
4.1 Montée en compétence .....	19
4.1 Android .....	20
4.2 Depth sensors Module .....	21
4.3 SolAR 0.7.0 .....	21
4.4 Poursuite.....	21
> V. Intégration dans l'entreprise .....	22
5.1 Intégration .....	22
5.2 COVID-19 .....	22
> VI. Conclusion .....	23
> Bibliographie .....	24
> Annexes .....	25

## > Introduction

Au cours de ce rapport d'intégration, je vais présenter l'entreprise dans laquelle j'effectue mon contrat de professionnalisation depuis le 1<sup>er</sup> Octobre 2019.

Nous aborderons dans un premier temps sa place dans son secteur d'activité, son organisation si singulière et ses objectifs.

Puis dans un second temps, nous nous attarderons sur la technologie et la solution développée sur laquelle j'évolue afin de comprendre les différents aspects et enjeux liés à son développement. Je mettrai en valeur au cours de ce rapport mon intégration à l'entreprise et à sa stratégie pour répondre à la problématique suivante :

**Comment l'IRT b<>com a su intégrer dans ses activités de recherche et de développement un élève ingénieur en alternance ?**

## > I. Présentation de l'organisme d'accueil

---

### 1.1 Contexte

---

Dans nos sociétés actuelles, la maîtrise technologique est devenue un enjeu essentiel pour tous pays développés. L'accélération de l'innovation est donc primordiale pour tous ses acteurs. La recherche et le développement se révèlent alors essentiels pour l'essor économique de ces pays.

L'Etat conscient de ces enjeux a choisi d'investir, avec des acteurs industriels et des collectivités territoriales pour augmenter son potentiel de croissance. Dès 2010, l'Etat lance le programme "**Investissements d'Avenir**", doté d'une enveloppe de 35 milliards d'euros dont 22 milliards sont destinés à l'enseignement supérieur et à la recherche.

L'objectif de ce programme est de dynamiser l'innovation française et de créer des structures positionnant la France comme un des leaders de la recherche mondiale.



*Fig1. Sigle du programme investissements d'avenir*

---

### 1.2 Les IRT

---

C'est dans ce cadre que huit Instituts de Recherche Technologique (IRT) sont créés en France dont b<>com.

Les IRT portent sur diverses filières industrielles telles : la biotech, les nanotechnologies, les matériaux, le numérique, etc. Leur objectif est d'associer des partenaires publics et privés afin de développer en commun des programmes de recherches, des technologies pour atteindre l'excellence dans les filières compétitives. Et par conséquent de créer les emplois directs et indirects de demain sur le territoire français.

### 1.3 L'IRT b<>com

L'IRT b<>com a été fondé en 2012 et concerne la filière numérique. L'entreprise est un centre d'innovation privé conçu pour ressourcer les talents et expertises afin d'être un fournisseur de technologies pour les entreprises qui souhaitent accélérer leur compétitivité grâce au numérique. b<>com est basé sur un modèle de co-investissement unique qui génère technologie, connaissance et savoir-faire.

L'entreprise s'appuie sur la richesse de la région Bretagne en termes d'expertise dans des domaines tels l'imagerie numérique, la télécommunication, que ce soit auprès de ses partenaires publics comme privés. Celle-ci mixe de grands groupes industriels comme Orange, Nokia, Harmonic, Naval Group, Mitsubishi Electric avec des partenaires académiques tels INRIA, l'institut Mines Télécom Atlantique, l'INSA, l'INSERM, l'Université Rennes 1, et des organismes de santé comme le CHU de Rennes et le CHU de Brest. De plus, l'IRT b<>com compte parmi ses membres un ensemble de PME bretonnes innovantes souhaitant s'associer et contribuer à des projets communs. Au total, plus d'une cinquantaine d'acteurs différents collaborent au sein des projets adressant de nombreuses technologies (voir Fig 2).

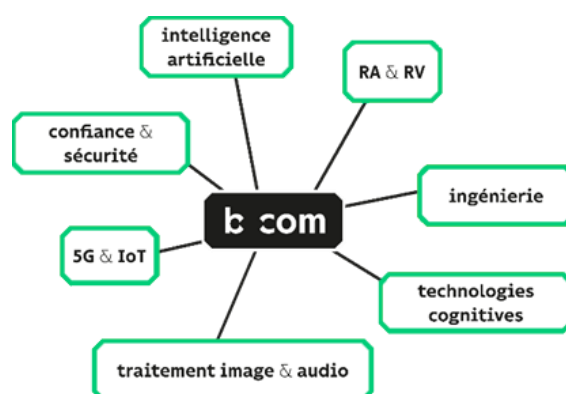


Fig 2. Expertises

Par ailleurs, au-delà de ces partenariats, b<>com s'implique activement dans les grands organes de standardisation mondiaux et alliances professionnelles.



Fig 3. Standardisation et alliances

## > II. Organisation de b<>com

### 2.1 Ressources propres

L'IRT b<>com est constituée d'un site principal qui est celui de Rennes ainsi que de trois entités à Lannion, Brest et Paris. L'entreprise regroupe en 2020 plus de 300 collaborateurs. L'activité de l'entreprise repose sur la réalisation de projet de recherches, c'est ainsi qu'elle mixe les talents et disciplines diverses afin de pouvoir subvenir aux besoins de ses laboratoires.

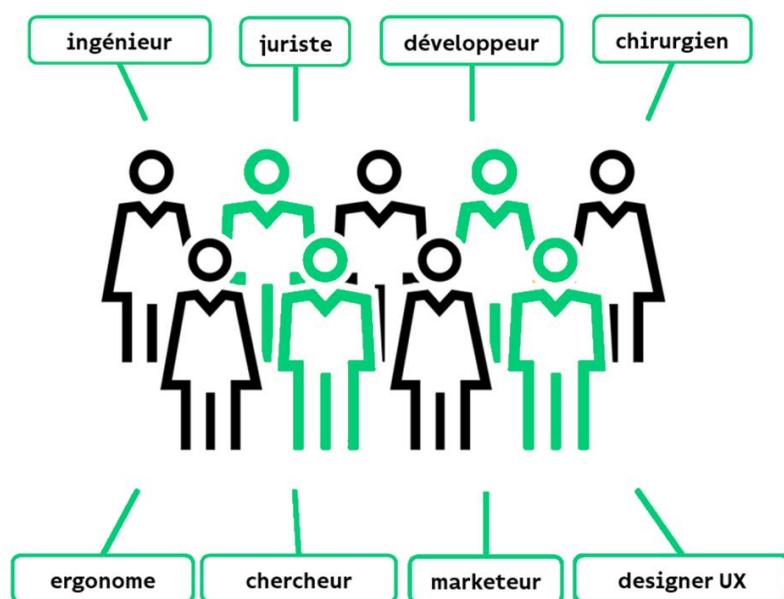


Fig 4. Croisement de compétences

L'entreprise adresse sur les domaines industriels suivantes :



Culture &  
création



Infrastructures  
numériques



Santé



Défense



Industrie 4.0

Fig 5. Industries

C'est autour de ces industries que se construit l'activité des laboratoires de b<>com. Ceux-ci, ont subi une refonte en Septembre 2019 juste avant mon arrivée le 1<sup>er</sup> Octobre. On retrouve désormais six laboratoires aux activités distinctes :



- ◇ Le laboratoire Immersive Medical Technologies (IMT)
- ◇ Le laboratoire Advanced Media Content (AMC)
- ◇ Le laboratoire Human Factor Technologies (HFT)
- ◇ Le laboratoire Artificial Intelligence (AI)
- ◇ Le Laboratoire Advanced Connectivity (AC)
- ◇ Le Laboratoire Trust Security (TS)

Plus d'informations : <https://b-com.com/fr#labos>

Je suis rattaché au laboratoire IMT qui comporte une quinzaine de collaborateurs de b<>com (appelés becomien). Ce laboratoire se divise en deux entités : l'une est dédiée à la vidéo et la connectivité, l'autre à la réalité augmentée, virtuelle dans laquelle j'opère.

Ce laboratoire se distingue par son expertise en vision par ordinateur, estimation de pose et visualisation 3D. Ses missions consistent à créer des composants ou des plateformes visant à augmenter les expériences des professionnels et renforcer leur efficacité. Cela est notamment réalisé à travers la réalité augmentée et virtuelle, destinées à des domaines où leurs illustrations sont prometteuses telle l'industrie 4.0 et le secteur de la santé. Dans le domaine de la santé, le laboratoire travaille avec ses partenaires médicaux sur des technologies clés comme le traitement des images et des vidéos médicales, la connectivité ou l'interopérabilité.



*Fig 6. Site de Rennes*

## 2.2 Ressources externes

En complément de ses ressources internes, b<>com dispose par sa structure de moyens externes afin de mener à bien ses projets. Ceux-ci sont apportés, par les entreprises membres de l'institut. Ces moyens se traduisent généralement par la mise à disposition (MAD) de ressources humaines pour une durée déterminée au service d'un projet de b<>com.

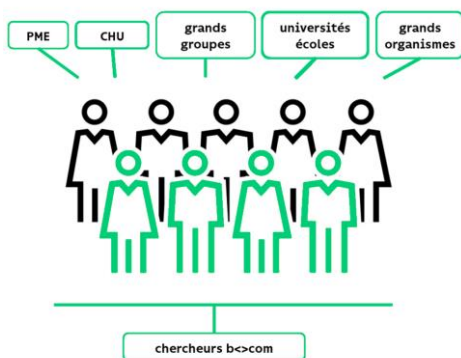


Fig 7. Croisement d'expertise

Cet atout permet de compléter les ressources internes sur des besoins ciblés qui ne sont pas présent dans l'entreprise. Cela permet un croisement d'expertise. De plus, cela est également une ressource puissante pour la communication des produits et le développement du réseau professionnel pour l'entreprise, sa marque et ses collaborateurs. Cela permet de renforcer le lien entre les membres et l'institut en échangeant des informations tout en ouvrant de nouvelles opportunités telles des événements, des webinars, etc. Mais surtout, cela permet à l'IRT ne mieux comprendre les futurs besoins technologiques de ses membres industriels et de faciliter le transfert technologique.

## 2.3 Fonctionnement de l'activité

L'activité des laboratoires de l'institut est issue du montage de projets. Cela permet à b<>com de collaborer avec les acteurs d'un domaine sur des besoins technologiques définit conjointement avec ses membres. Ces projets permettent de développer la recherche en déposant de nouveaux brevets et en développant et perfectionnant les produits numériques de b<>com. L'institut a ainsi développé des partenariats avec de nombreux acteurs internationaux, au sein de consortium de standardisation et de projets européens. L'objectif étant de promouvoir un savoir technologique européen. En quelques chiffres, l'innovation à b<>com se traduit par :

- ◇ 25 brevets/an
- ◇ 200 publications et rapports
- ◇ 16 projets européens
- ◇ 88 technologies transférés
- ◇ 12 prix et récompenses internationales

## > III. Présentation de la solution

### 3.1 La réalité augmentée

#### ◇ Contexte

La réalité augmentée (Augmented Reality – AR) n'est pas une technologie récente. Le premier système de réalité augmentée fut conçu en 1968 par Ivan Sutherland, dans le cadre de recherches au MIT au sein de l'université de Boston. Il s'agissait à l'époque seulement d'un casque disposant de deux lentilles au niveau des yeux, assistées d'un bras articulé et d'un ordinateur en charge de recalculer les mouvements de tête de l'utilisateur.



*Fig 8. Premier dispositif AR*

Depuis quelques années, de par la miniaturisation et les performances toujours croissantes des dispositifs, la réalité augmentée bouleverse de nombreux secteurs industriels en offrant une nouvelle perception de l'environnement. Celle-ci, est attendue comme une révolution pour de nombreux secteurs tel l'industrie ou bien la santé.

#### ◇ Définition

“ Augmented reality (AR) is an interactive experience of a real-world environment where the objects that reside in the real world are enhanced by computer-generated perceptual information, sometimes across multiple sensory modalities, including visual, auditory, haptic, somatosensory and olfactory. AR can be defined as a system that fulfills three basic features: a combination of real and virtual worlds, real-time interaction, and accurate 3D registration of virtual and real objects ”

-- Wikipédia

La réalité augmentée consiste à intégrer des éléments virtuels en 3D (en temps réel) au sein d'un environnement réel. Cela signifie combiner le virtuel et le réel et donner une illusion d'une intégration parfaite du modèle 3D à l'utilisateur.

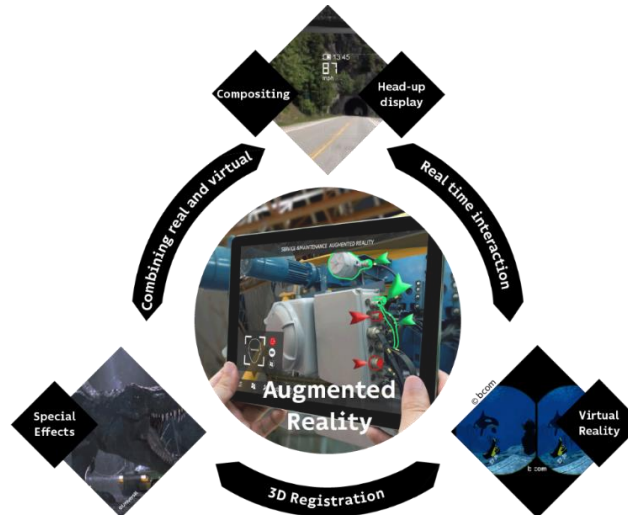


Fig 8. Différentes réalités

### ◇ Réalité-Virtualité

La réalité augmentée et la réalité virtuelle sont souvent confondues à tort. La réalité virtuelle repose sur la création d'un monde entièrement virtuel. Alors que la réalité augmentée quant à elle consiste à un recalage d'un modèle virtuel 3D dans le monde réel.

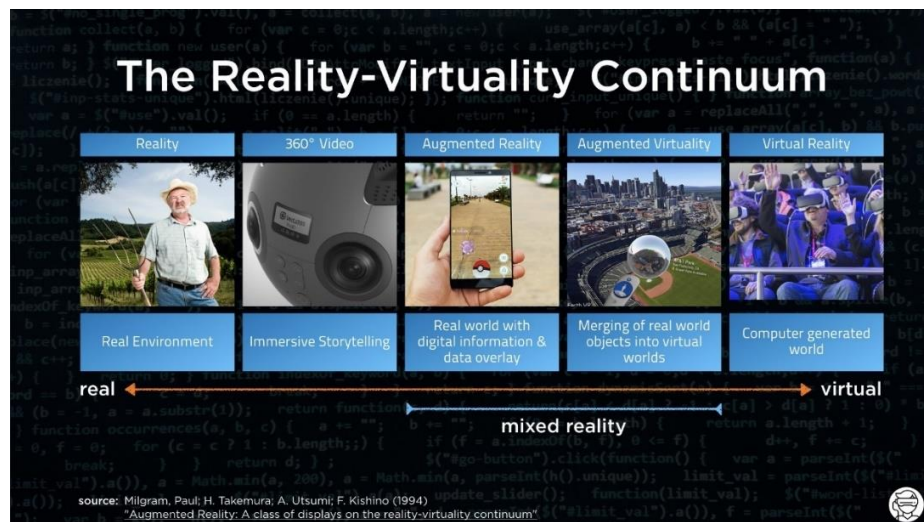


Fig 9. Continuum Réalité-Virtualité défini par Paul Milgram in 1994 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Milgram, Paul; H. Takemura; A. Utsumi; F. Kishino (1994). "Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum". *Proceedings of Telemanipulator and Telepresence Technologies*. pp. 2351–34. Retrieved 2007-03-15.

## ◇ Dispositifs

A l'origine d'un programme de R&D, les Google glasses furent les premiers dispositifs modernes à avoir démocratisé la réalité augmentée. Ce fut malgré tous un échec commercial pour la firme en 2012.

Un dispositif de réalité augmentée fonctionne de manière assez similaire au corps humain sur sa façon d'acquérir les informations afin de se localiser dans l'espace. Celui-ci utilise une multitude de capteurs pour remplacer les sens humains. Le principal sens est la vision. Elle est réalisée par diverses caméras (RGB, profondeurs, etc.). A partir de ses capteurs, le système de réalité augmentée se crée une sorte de carte mentale 3D lui permettant de se localiser. Connaissant sa position et son orientation, le dispositif de réalité augmentée peut ensuite réaliser un rendu des contenus numériques augmentant la scène depuis un point de vue cohérent avec le point de vue qu'il a sur le monde réel. Une seule source d'acquisition d'information telle une caméra classique permet d'afficher un environnement augmenté. En réalité, pour des performances optimales on préférera souvent coupler des capteurs multimodaux entre eux : plusieurs caméras, accéléromètres, manomètres, GPS, etc.

Le produit le plus connus est l'HoloLens de Microsoft, un casque de réalité augmentée. Cependant, les smartphones disposant de plus en plus de caméras et de capteurs sont une cible privilégiée pour l'usage de la réalité augmentée grâce aux atouts suivants : omniprésence, mobilité, connectivité.

## ◇ Difficultés

La difficulté première liée à la réalité augmentée est **l'estimation de la pose** (calculs en temps réel de la position et la rotation de l'appareil) qui permet de recalibrer correctement le modèle 3D dans le monde réel. Cette difficulté est induite par plusieurs facteurs par exemple :

- La variété de contextes d'utilisation d'un tel système
- L'environnement intérieur et extérieur
- La variation de la lumière
- L'occultation des caméras, la perturbation magnétique des capteurs
- Le tracking du mouvement
- La détection de marqueurs
- La relocalisation du système
- La puissance de calcul du système embarqué

Plus d'information en **annexe 1** : Current AR barriers for industry 4.0.

La technologie a beaucoup évolué ces dernières années grâce au développement de la vision par ordinateurs et de l'intelligence artificielle.

## ◇ Evolutions

La réalité virtuelle est à l'heure actuelle plus connue du grand public grâce à la démocratisation des casques VR et des différents contenus média qui en découlent.

Cependant, depuis quelques temps, c'est bien la réalité augmentée qui tend à se populariser (cf. **annexe 2** : AR/VR Reality Revenue forecast). Cela s'explique tout d'abord par la promesse d'un retour sur investissement conséquent pour le monde professionnel grâce à l'amélioration de la productivité et de la qualité de la production notamment dans un contexte d'industrie 4.0 (cf. **annexe 3** : Industry 4.0)

La versatilité des cas d'usages pour l'utilisation de la réalité augmentée lui permet d'adresser tous les domaines. C'est ainsi que des systèmes spécifiques tels les affichages tête haute, développés à l'origine pour l'armée, se démocratisent dans nos objets du quotidien comme dans les voitures modernes. De plus en plus d'applications de visualisation sont développées, par exemple : les magazines d'Ikea, les applications des constructeurs automobiles ou encore Pokémon GO.

Une chose est sûre, la réalité augmentée fera bientôt partie intégrante de notre quotidien. Keiichi Matsuda, un designer et créateur de contenu vidéo, a d'ailleurs réalisé grâce à une campagne de crowdfunding un court métrage en 2016. Dans ce court métrage, il a conceptualisé un futur proche où la réalité augmentée est omniprésente dans notre vie de tous les jours : [HYPER-REALITY by Keiichi Matsuda](#). Cette vidéo montre les dérives possibles des systèmes de réalité augmentée, et insiste sur le fait qu'un système de réalité augmentée doit fonctionner n'importe où, n'importe quand et pour n'importe qui, mais surtout qu'il doit présenter des informations pertinentes au bon endroit, au bon moment, et à la bonne personne pour éviter ce que certains appellent l'« infoxication ».

## ◇ Enjeux

Tout d'abord, le développement de cette technologie fait face à des enjeux de standardisation importants afin d'être adoptée à grande échelle. L'objectif est de permettre l'interopérabilité, l'interchangeabilité, la longévité et l'évolution des systèmes dédiés. Récemment, [l'ETSI](#) (European Telecommunications Standards Institute, une organisation à but non lucratif dont le rôle est de produire des normes de télécommunications pour le présent et le futur) a par exemple via un groupe de spécifications industrielles publié un document de spécification<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> ETSI GS ARF 003 V1.1.1 (2020-03) ["Augmented Reality Framework \(ARF\);AR framework architecture"](#)



Celle-ci a défini un standard dont Jérôme ROYAN est l'un des principaux contributeurs, visant à spécifier l'architecture des framework dédiés à la réalité augmentée (Augmented Reality Framework - ARF).

De plus, économiquement, la réalité augmentée représente un marché aux enjeux importants dans le futur. Des grands acteurs technologiques tels les GAFAM continuent d'acquérir des sociétés développant des technologies de réalité augmentée. Ces différents acteurs développent leurs propres solutions. C'est ainsi que de nombreux kits de développements propriétaires ont émergé en quelques années afin de faciliter le développement d'applications : ARKit (Apple, sortie en 2017), ARCore (Google, sortie en 2018), Vuforia (PTC - américain), Kudan (xlsoft – japon).

La maîtrise de la réalité augmentée est en train de devenir une question de souveraineté. En effet, les solutions actuellement disponibles sont dominées par des entreprises américaines. Ces solutions proposent des API mais restent des boîtes noires dont on ignore le traitement réservé aux données enregistrées par les différents capteurs des dispositifs. Une question éthique se soulève par conséquent, encore plus dans une société où tout tend à devenir hyperconnecté et où l'information est devenue une ressource essentielle ; quid de l'utilisation des données des utilisateurs. Ce phénomène va devenir encore plus inquiétant dans un contexte du développement de « l'AR Cloud ». C'est une technologie qui consiste à créer un jumeau numérique 3D persistant sur l'environnement réel. Celui-ci se met à jour de façon permanente et en temps réel en s'appuyant sur les données capturées par les différents dispositifs de réalité augmentée

Cette technologie est une source importante d'informations utilisateur, qui va permettre d'offrir la meilleure expérience possible pour les utilisateurs grâce au partage des données. Son développement dans les futures années va contribuer fortement à l'adoption des systèmes de réalité augmentée en offrant des services de réalité augmenté qui pourront fonctionner n'importe où. Cependant, les acteurs dominants de la réalité augmentée auront la capacité de capturer en temps réel l'environnement et les activités des utilisateurs de réalité augmentée, dépassant la fiction du roman **1984** de George Orwell et de son personnage Big Brother. Une alternative existe pourtant :



Fig 10. SolAR - <http://solarframework.org/>

---

### 3.2 SolAR Framework

---

**SolAR** est un framework **open-source** (sous licence Apache 2) dédié à la réalité augmentée.

Il est issu de l'initiative de b<>com, et ses partenaires Orange (via l'entité Orange Labs) et Artefacto. C'est un framework **ouvert aux contributeurs et utilisateurs** voulant s'impliquer dans son développement ou simplement l'utiliser.

Ses principales caractéristiques sont sa **modularité** et **évolutivité**. Il permet, dans des contextes d'**usages variés**, la **construction de chaines de traitement de vision par ordinateur (pipeline)** adressant des **applications de réalité augmentée**. De plus, c'est un framework **cross-platform**.

Ses caractéristiques se traduisent par :

- ◇ Des interfaces unifiées favorisant l'interopérabilité
- ◇ Un ensemble extensible de plugins mis à disposition des développeurs basé sur des composants de vision par ordinateurs construits à partir de briques tierces
- ◇ Une intégration et un partage communautaire (industriel, académique)
- ◇ Un développement facilité d'une solution de réalité augmenté
- ◇ Un portage sur les différentes plateformes

L'objectif de SolAR est de fournir une plateforme de réalité augmentée viable ainsi que de répondre aux différents enjeux évoqués précédemment. Le développement de SolAR est impliqué dans des projets internes de b<>com et dans des projets européens : <http://xr4all.eu/>, <https://artwin-project.eu/>

SolAR, en quelques mot c'est comme :

“ La boîte de LEGO™ de la réalité augmentée,  
le jeu de construction de la Réalité Augmentée,  
le Unity de la vision par ordinateur,  
l'OS de la réalité augmentée,  
l'IDE de la réalité augmentée

”

-- L'équipe SolAR



La création d'une solution de réalité augmentée avec SolAR est réalisable en quelques étapes :

- ◇ **Sélection des Modules** : SolAR est conçu sur un système de module. Nous allons d'abord sélectionner les modules des parties tierces que nous souhaitons utiliser. SolAR propose une variété de module basés sur des briques open source ou propriétaires. Ceux-ci doivent respecter les interfaces des composants SolAR afin d'assurer l'interopérabilité.
- ◇ **Création du pipeline** : Pour créer la chaine de traitement de vision par ordinateur l'utilisateur sélectionne les interfaces des composants (ex : caméra, mapping, etc.) dont il a besoin et les connecte entre elles. Cela lui permet de créer un pipeline composé uniquement d'interfaces et par conséquent vide de toute implémentation. Il peut alors construire son pipeline et le partager à la communauté.
- ◇ **Binding des composants** : C'est dans cette étape que l'utilisateur décide parmi les modules des implémentations des composants qu'il souhaite utiliser et de leurs paramètres. Nul besoin de recompiler quoi que ce soit si l'on souhaite modifier une quelconque implémentation d'un composant dans le pipeline ou bien seulement un paramètre. En effet, l'étape de bindings est réalisée lors de l'exécution en lisant dans un simple fichier XML la description des implémentations de composants à utiliser pour chaque interface de composant définie dans le pipeline. Le pipeline est alors implémenté et peut être utilisé sur un système d'exploitation (en standalone).
- ◇ **Rendu 3D** : SolAR fournit cependant un plugin pour Unity, permettant de développer facilement des applications de réalité augmentée s'appuyant sur les pipelines développés avec SolAR. L'éditeur de Unity permet également de modifier les paramètres des composants directement, en plus de fournir une fois le service réalisé, un déploiement de la solution sur la plateforme ciblée.

Représentation en **annexe 4** : Diagramme d'une solution SolAR

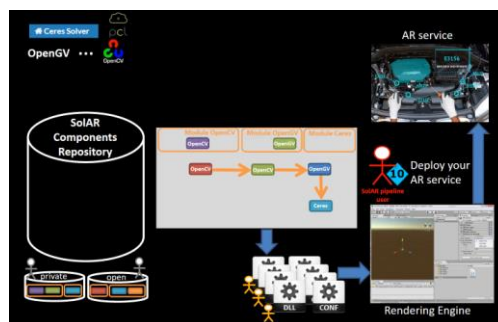


Fig 10. Vidéo SolAR Framework overview - <http://solarframework.org/>

### 3.3 Fonctionnement de l'équipe

Dans cette partie, nous allons aborder l'organisation actuelle de l'équipe contribuant à SOLAR en formalisant de façon abstraite les rôles de chacune des composantes.

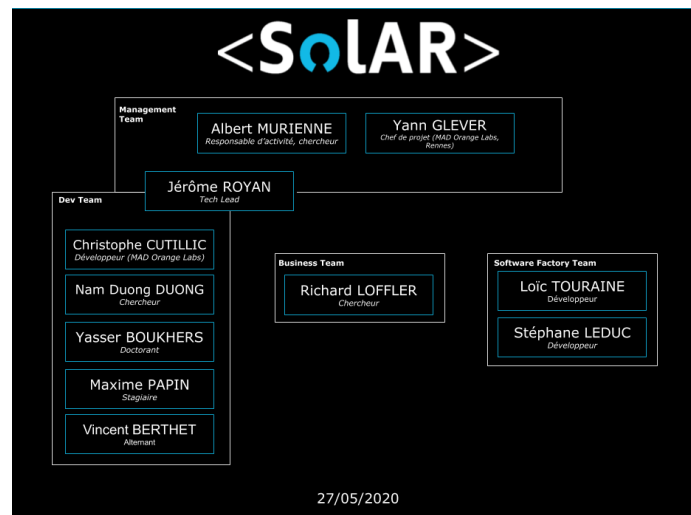


Fig 11. SOLAR Team

- ◇ **Management Team** : elle regroupe l'activité de gestion du projet
- ◇ **Dev Team** : l'équipe englobe les contributeurs directs à SOLAR
- ◇ **Software Factory Team** : elle est rattachée à une entité de b<>com et accompagne les différents projets de l'institut sur l'ingénierie logicielle, l'intégration continue et l'industrialisation des résultats de recherche. Par exemple, le framework SOLAR s'appuie sur des bibliothèques tierces développées par la Software Factory Team telles que [XPCF](#) (a lightweight cross platform component framework) et [Remaken](#) (a meta dependencies management tool).
- ◇ **Business Team** : elle est composée pour l'instant uniquement de Richard LOFFLER qui a pour objectif d'analyser le marché de la réalité augmentée, d'identifier les potentiels utilisateurs et contributeurs au framework SOLAR, de promouvoir le framework, et d'identifier son positionnement dans la chaîne de valeur.

Ceci constitue l'équipe standard impliquée au quotidien car évidemment des éléments gravitent autour en fonction des étapes du projet. Je pense notamment au laboratoire IA de b<>com. C'est un atout majeur pour le projet de pouvoir compter sur les ressources internes à l'institut, et de disposer de personnes aux profils variés grâce au système de mise à disposition. Richard nous a par exemple rejoint depuis Janvier 2020 et Christophe depuis quelques semaines. Tous deux sont des salariés d'Orange mis à disposition sur les projets de b<>com. C'est également très enrichissant personnellement de côtoyer des profils divers et variés, une spécificité que l'on m'avait évoqué dès mes premiers contacts avec l'entreprise.

## > IV. Présentation de la mission

En tant que développeur au sein de SolAR, mes missions consistent à apporter de nouvelles fonctionnalités à la plateforme et à corriger les problèmes qui nous sont remontés par nos utilisateurs.

Lors de mon entretien et au début de mon alternance nous avons fixé des objectifs clés à atteindre sur lesquels je reviendrai dans les sous sections suivantes.

### 4.1 Montée en compétence

Le premier cycle de mon alternance était dédié à la compréhension de l'industrialisation de la réalité augmentée ainsi que de la plateforme SolAR. En effet, comme présenté précédemment les enjeux du développement de la réalité augmentée sont divers. SolAR étant un framework complet, il m'a donc fallu dans un premier temps assimiler beaucoup de vocabulaire et de compréhension de l'architecture de ce système. De plus, le framework étant encore en développement en phase interne à mon arrivée peu de documentation était disponible et à jour.

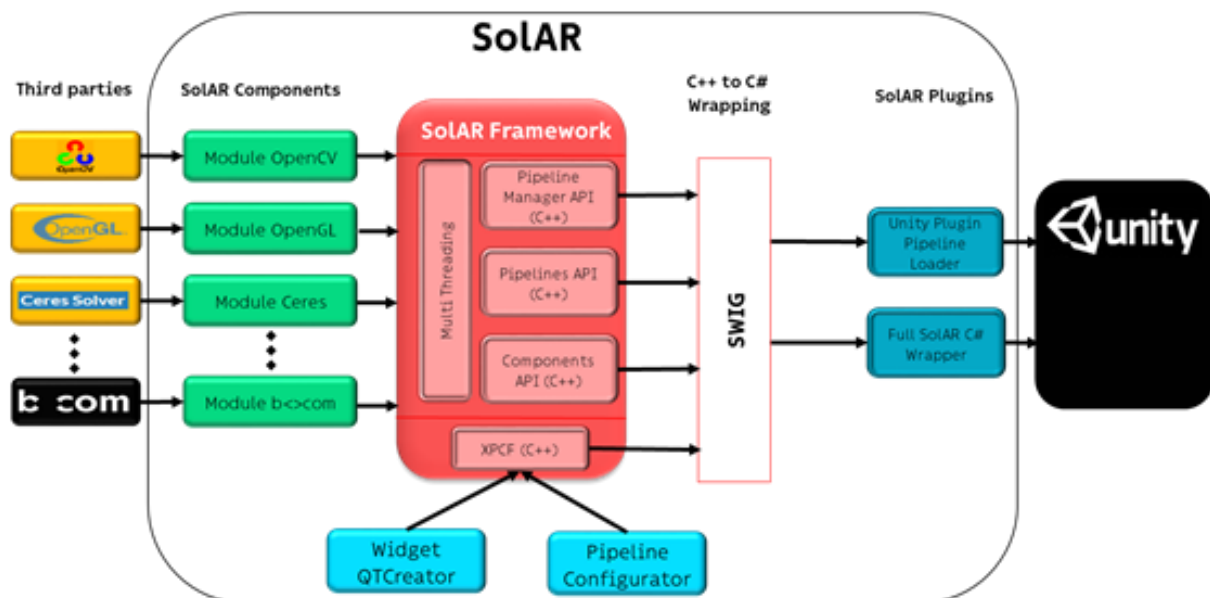


Fig 12. Architecture de SolAR

Dans cette tâche, j'ai été bien accompagné par Thibault LESAUNIER, ancien étudiant de l'ESIR qui connaissait mon parcours et les difficultés que je pourrais rencontrer. Les cours orientés sur la vision par ordinateurs et C++17 lors de mon cycle d'ingénieur m'ont évidemment fort aidé à cette compréhension. Et particulièrement les cours destinés spécifiquement à la réalité augmentée du Pr Éric MARCHAND que j'ai suivis en 3<sup>ème</sup> année.

## 4.1 Android

Dans un premier temps, l'un des points clef de la roadmap de mon contrat de professionnalisation était de livrer un portage Android de SolAR. En effet, à mon arrivé SolAR n'était disponible que sur Windows et sur Linux (standalone uniquement). Or, dans la continuité du développement de SolAR pour faire connaître la plateforme au grand public lors de salon et leur laisser l'essayer, un portage Android se révélait essentiel. En attendant cette fonctionnalité, des surfaces de Microsoft étaient utilisées afin de réaliser les présentations.

J'ai dû dans un premier temps m'occuper de la gestion des parties tierces afin de les compiler pour les plateformes Android (arm-v8a). Puis, dans un second temps, j'ai géré la compilation pour les modules SolAR en adaptant quelques fonctionnalités de compilation et corrigé les règles wrapping pour Swig. Toujours dans un désir de facilité l'utilisation de SolAR, j'ai développé un script permettant de copier les fichiers éditables de l'application dans la mémoire interne et de rediriger les chemins associés à ceux-ci. L'objectif étant de pouvoir modifier depuis le smartphone l'implémentation, la configuration du pipeline avec le fichier XML toujours sans nécessité une recompilation.

C'est vers Janvier que j'ai pu fournir la première version de SolAR sur Android pour un pipeline naturel ou un pipeline fiduciel.

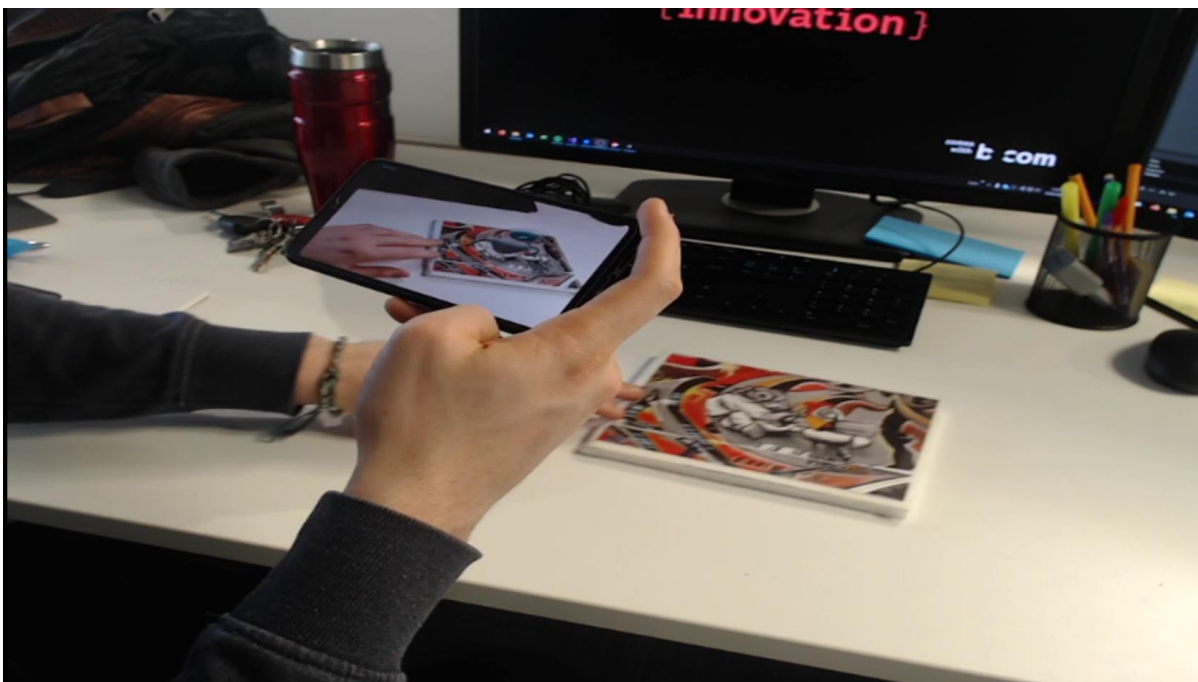


Fig 13. SolAR Android

SolAR proposant un pipeline SLAM, j'ai également commencé des modifications afin de l'adapter au portage.

---

## 4.2 Depth sensors Module

---

Je me suis ensuite orienté sur une nouvelle tâche : la création d'un module utilisant les capteurs de profondeurs, tels les cameras RealSense d'Intel. Pour cela je disposais d'un module qui avait été commencé il y a plus de deux ans lors d'un sprint. Dans un premier temps, j'ai mis à jour les modules et ses dépendances (nuage de points, [PCL](#)) avec les nouvelles interfaces de SolAR.

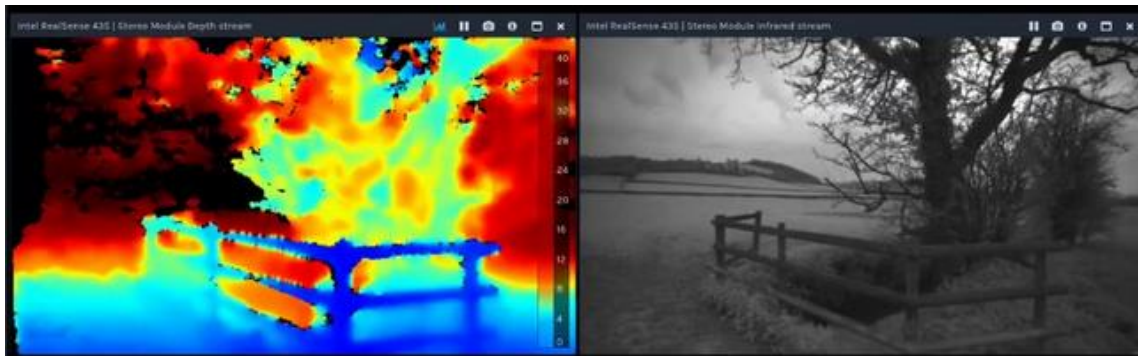


Fig 14. Camera RealSense Intel (illustration avec Intel realsense viewer)

Je devais ensuite incorporer des améliorations à ce module. Cependant, avec la mise en place d'un confinement généralisé j'ai transité sur un autre besoin.

---

## 4.3 SolAR 0.7.0

---

En effet, après une longue période sans nouvelle version de SolAR, la version 0.7.0 qui incorpore de nombreuses modifications concernant le fonctionnement des pipelines et des outils de développement allait être officialisée. Cette version étant la plus aboutie et la première à être diffusée aux partenaires et présentée aux acteurs du milieu de la réalité augmentée. Elle représente un enjeu crucial.

J'ai donc été en support pour la finalisation de cette version, notamment sur la partie Linux où j'ai également rédigé la documentation et effectué des tests sur les outils Remaken, XPCF pour remonter les bugs. De plus, cette version par soucis de compatibilité a dû mettre à jour certaines parties tierces (notamment Boost, une librairie très populaire en C++). Il a donc fallu que j'investisse sur la mise à jour de ces parties tierces pour Android. J'ai également préparé la documentation pour Android qui est une des fonctionnalités phares de la version 0.8.0.

SolAR 0.7.0 est désormais disponible sur le site officiel !

---

## 4.4 Poursuite

---

La suite de mon alternance se destine à finaliser les tâches en cours. Par ailleurs, étant donné mon profil Unity et mes aspirations, je vais être mis à contribution afin de réaliser du contenu pour réaliser des scènes augmentées utilisées lors de démonstration.

## > V. Intégration dans l'entreprise

---

### 5.1 Intégration

---

Mon intégration en tant que becomien m'a semblée très rapide. Avant mon arrivé, j'avais déjà pu rencontrer un peu l'équipe du laboratoire par l'intermédiaire de Laurent LAUNAY. De plus, Thibault LESAUNIER ainsi que les ressources humaines se sont occupés de m'informer sur le fonctionnement de b<>com et de me fournir le matériel adéquat.

J'ai pu lors de mon premier cycle d'alternance organiser mon poste de travail, découvrir sereinement les solutions du laboratoire et prendre les outils en main afin de me mettre à niveau. Thibault LESAUNIER m'a également intégré à ses connaissances pour me faire rencontrer de nouvelles personnes. Techniquement parlant, j'ai pu profiter de l'expertise de l'ensemble de l'équipe du laboratoire pour m'améliorer et m'aider dans mes missions.

### 5.2 COVID-19

---

Suite à l'évolution de la pandémie COVID-19, nous avons dû quitter les locaux dès le Lundi 16 Mars au matin. Cette situation avait été très bien anticipé par l'administration et communiqué la semaine passée aux équipes afin de s'organiser et préparer notamment la gestion du matériel. Le télétravail est devenu opérationnel pour tous dès l'après-midi et ce jusqu'à aujourd'hui.

Au fur et a mesures des nouvelles informations obtenus sur la crise sanitaire b<>com a communiqué sur sa stratégie et les difficultés que pourrait subir la société. Cette stratégie s'étalait jusqu'au 1<sup>er</sup> Juin. Elle consiste principalement en trois axes. Le premier étant de ne pas appliquer un chômage partiel généralisé (sauf si le télétravail ne peut être exercé dans de bonne condition), le second de maintenir les revalorisations salariales sur l'année, et le dernier d'encourager la prise de congés sous la forme de RTT afin de dynamiser la reprise après crise.

Nous avons pu lors du télétravail nous reposer sur les outils interne de b<>com (chat, mail, VPN, partage de documents). De plus, avec la prolifération des appels visioconférence pour le déroulement des réunions, un outil interne a été ajouté aux services disponibles.

De plus, chaque équipe s'est réorganisée afin de pallier cette situation. En ce qui me concerne, cela s'est traduit par la mise en place de daily meetings pour l'équipe SolAR et une réunion hebdomadaire pour l'ensemble du laboratoire.

De mon point de vue d'ingénieur alternant et de développeur, je trouve que cette crise a été très bien géré en interne. L'informations a très bien circulé et les conditions de télétravail mise en place sont bonne. Le plus compliqué pour mon cas était de m'habituer à cette nouvelle méthodologie de travail en n'hésitant pas à déranger les personnes en cas de besoin. Un plan de reprise de l'activité progressive est en train de se mettre en place pour début Juin.

## > VI. Conclusion

Au cours de cette première période d'alternance effectués au sein de l'IRT b<>com, j'ai découvert l'environnement de la recherche dans une entreprise de taille intermédiaire. C'est une découverte que j'avais envie de faire, étant donné que j'avais déjà pu expérimenter lors de mes stages précédent des expériences professionnelles dans une PME et une startup.

L'opportunité de pouvoir évoluer sur une technologie moderne et prometteuse telle la réalité augmentée représentait un réel attrait. Mon intégration c'est très bien déroulé et j'ai pu rencontrer de nombreuses personnes aux profils et expertises variés, ce qui est une expérience enrichissante. J'ai pu bénéficier du savoir de mon laboratoire lors des veilles technologiques et démonstrations hebdomadaires, point que j'ai particulièrement apprécié et qui est important de mon point de vue pour un ingénieur. Cela m'a permis d'avoir un regard plus critique quant à mon activité. Mes missions m'ont permis de mettre en application de nombreuses connaissances et compétences que j'ai pu acquérir tous au long de mon cursus, notamment dans ma formation et ma spécialité Imagerie Numérique. J'apprécie de travailler sur un produit, de le voir évoluer, cela permet de découvrir différentes facettes et de monter en compétences et plus particulièrement en ce qui concerne SolAR en vision par ordinateur, C++17 et compilation.

Durant la période restante de mon contrat, je vais pouvoir compléter mes missions en cours. De plus que d'entreprendre des nouvelles tâches dans la conception de scène augmentée et de suivre l'évolution de SolAR que b<>com commence à diffuser plus largement hors du laboratoire.



## > Bibliographie

enseignementsup-recherche.gouv.fr, **Programme investissement d'avenir**

<https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid55892/comprendre-le-programme-investissements-d-avenir.html> (16/05/2020)

b-com.com, **A propos de b<>com**

<https://b-com.com/fr/institut/propos-de-bcom> (16/05/2020)

b-com.com, **Activité de b<>com**

<https://b-com.com/fr/institut/activit%C3%A9s> (16/05/2020)

b-com.com, **Les laboratoires de b<>com**

<https://b-com.com/fr#labos> (16/05/2020)

artefacto-ar.com, **Information sur la réalité augmentée**

<https://www.artefacto-ar.com/realite-augmentee/> (16/05/2020)

digi-capital.com, **Ubiquitous \$90 billion AR to dominate focused \$15 billion VR by 2022**

<https://www.digi-capital.com/news/2018/01/ubiquitous-90-billion-ar-to-dominate-focused-15-billion-vr-by-2022/> (16/05/2020)

digi-capital.com, **AR/VR revenue forecast revised to hit \$120 billion by 2020 ?**

<https://www.digi-capital.com/news/2016/01/augmentedvirtual-reality-revenue-forecast-revised-to-hit-120-billion-by-2020/> (16/05/2020)

wikipedia.org, **Industrie 4.0**

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Industrie\\_4.0](https://fr.wikipedia.org/wiki/Industrie_4.0) (16/05/2020)

wikipedia.org, **Pipeline**

[https://en.wikipedia.org/wiki/Pipeline\\_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Pipeline_(software)) (16/05/2020)

wikipedia.org, **SDK**

[https://en.wikipedia.org/wiki/Software\\_development\\_kit](https://en.wikipedia.org/wiki/Software_development_kit) (16/05/2020)

etsi.org, **Normalisation ARF**

<https://www.etsi.org/technologies/augmented-reality> (16/05/2020)

xr4all.eu, **Projet européen XR4ALL**

<http://xr4all.eu/> (16/05/2020)

artwin-project.eu, **Projet européen ARTwin**

<https://artwin-project.eu/> (16/05/2020)

github.com, **b-com-software-basis (XPCF, Remaken)**

<https://github.com/b-com-software-basis/> (16/05/2020)

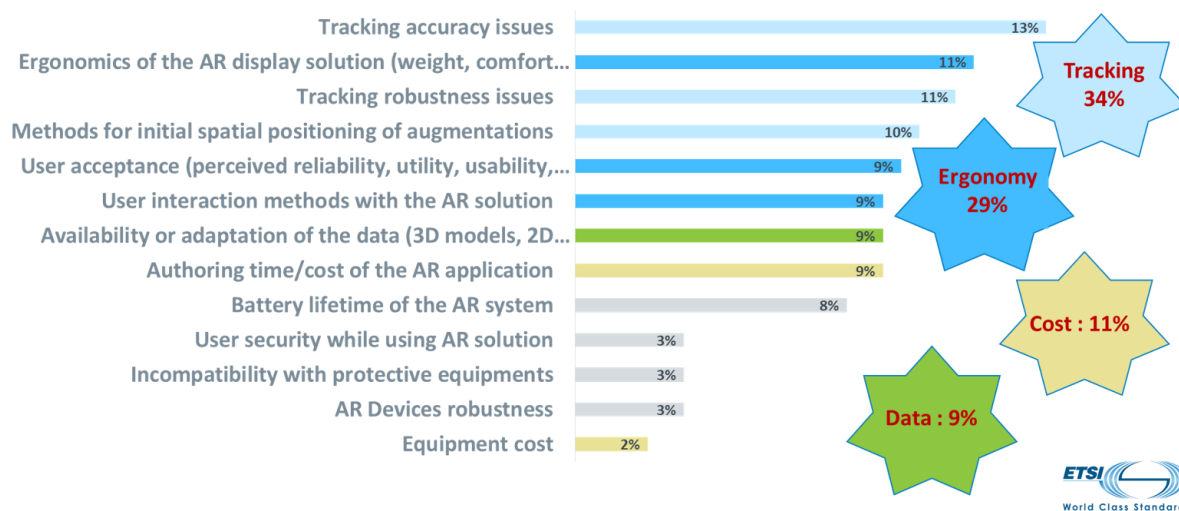
pointclouds.org, **Information sur PCL**

<https://pointclouds.org/> (16/05/2020)

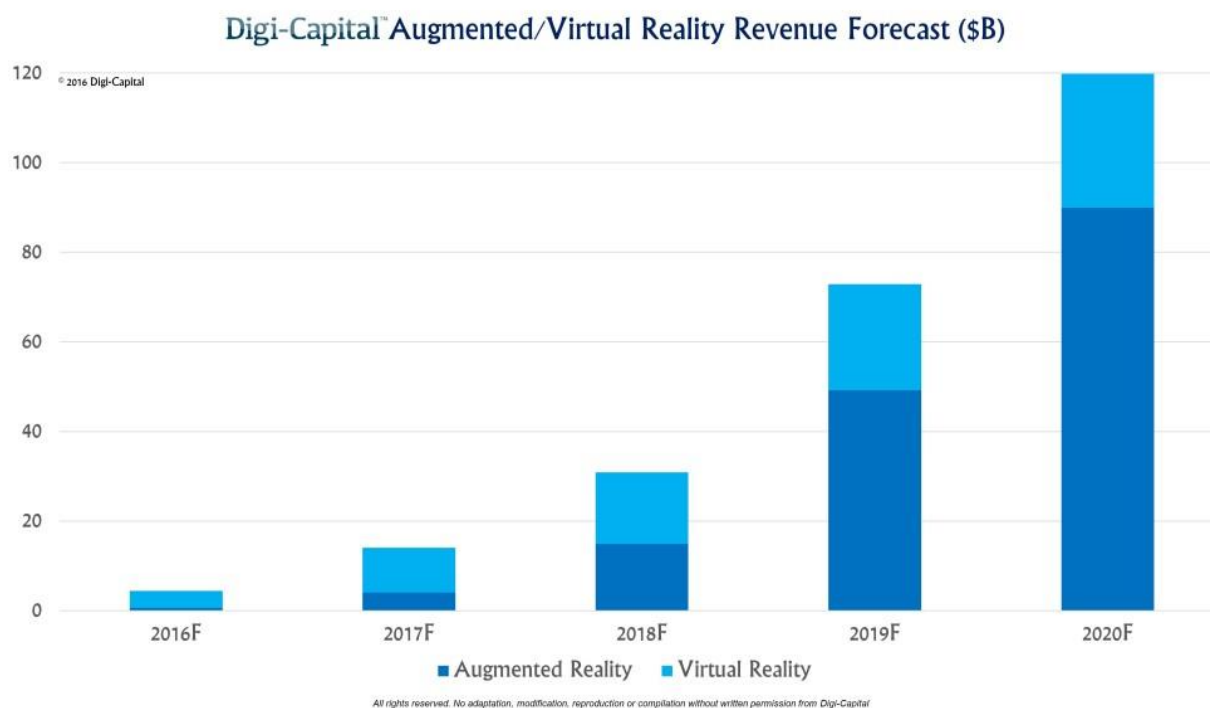


## > Annexes

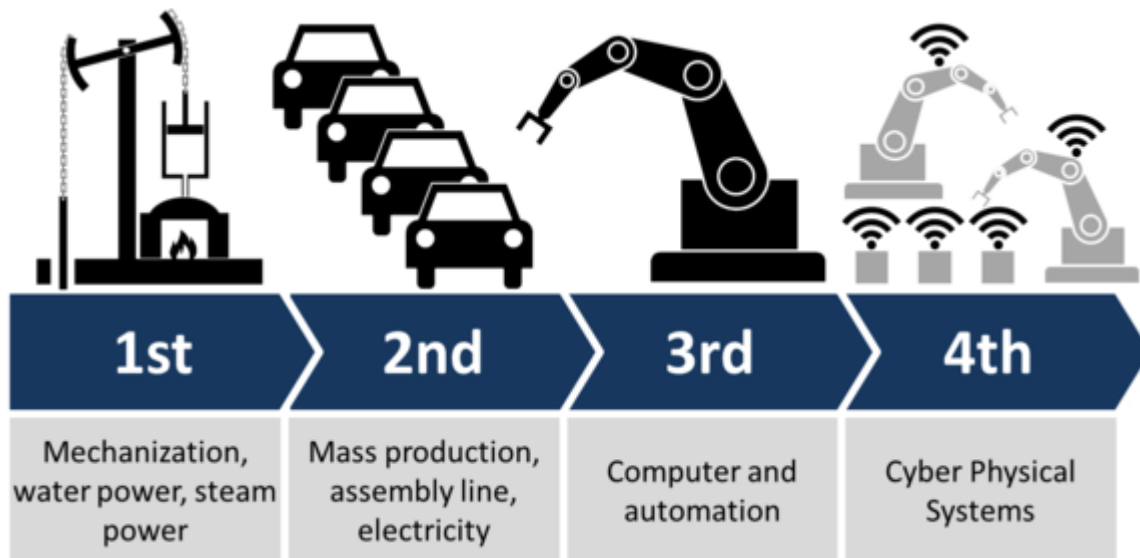
### ◇ Annexe 1 : Current AR barriers for industry 4.0



### ◇ Annexe 2 : AR/VR Reality Revenue forecast



### ◇ Annexe 3 : Industry 4.0



### ◇ Annexe 4 : Diagramme d'une solution SolAR

