

---

Mémoire de stage  
Master 2 Informatique  
Image et son

---

*Auteur :*  
Nicolas PALARD

*Client :*  
Jérémy LAVIOLE  
*Référent :*  
Vincent LEPETIT





## Résumé

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed non risus. Suspendisse lectus tortor, dignissim sit amet, adipiscing nec, ultricies sed, dolor. Cras elementum ultrices diam. Maecenas ligula massa, varius a, semper congue, euismod non, mi. Proin porttitor, orci nec nonummy molestie, enim est eleifend mi, non fermentum diam nisl sit amet erat. Duis semper. Duis arcu massa, scelerisque vitae, consequat in, pretium a, enim. Pellentesque congue. Ut in risus volutpat libero pharetra tempor. Cras vestibulum bibendum augue. Praesent egestas leo in pede. Praesent blandit odio eu enim. Pellentesque sed dui ut augue blandit sodales. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Aliquam nibh. Mauris ac mauris sed pede pellentesque fermentum. Maecenas adipiscing ante non diam sodales hendrerit. Ut velit mauris, egestas sed, gravida nec, ornare ut, mi. Aenean ut orci vel massa suscipit pulvinar. Nulla sollicitudin. Fusce varius, ligula non tempus aliquam, nunc turpis ullamcorper nibh, in tempus sapien eros vitae ligula. Pellentesque rhoncus nunc et augue. Integer id felis. Curabitur aliquet pellentesque diam. Integer quis metus vitae elit lobortis egestas. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi vel erat non mauris convallis vehicula. Nulla et sapien. Integer tortor tellus, aliquam faucibus, convallis id, congue eu, quam. Mauris ullamcorper felis vitae erat. Proin feugiat, augue non elementum posuere, metus purus iaculis lectus, et tristique ligula justo vitae magna. Aliquam convallis sollicitudin purus. Praesent aliquam, enim at fermentum mollis, ligula massa adipiscing nisl, ac euismod nibh nisl eu lectus. Fusce vulputate sem at sapien. Vivamus leo. Aliquam euismod libero eu enim. Nulla nec felis sed leo placerat imperdiet. Aenean suscipit nulla in justo. Suspendisse cursus rutrum augue. Nulla tincidunt tincidunt mi. Curabitur iaculis, lorem vel rhoncus faucibus, felis magna fermentum augue, et ultricies lacus lorem varius purus. Curabitur eu amet.

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1.1	Cadre et contexte . . . . .	1
1.2	Objectifs . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Notions</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>État de l'art</b>	<b>6</b>
3.1	PapARt . . . . .	6
3.2	Système de réalité augmentée spatiale . . . . .	6
3.3	Bilan . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Analyse des besoins</b>	<b>7</b>
4.1	Besoins fonctionnels . . . . .	7
4.1.1	Sous-partie 1 . . . . .	7
4.1.2	Sous-partie 2 . . . . .	7
4.2	Besoins non-fonctionnels . . . . .	8
4.2.1	Sous-partie 1 . . . . .	8
4.2.2	Sous-partie 2 . . . . .	8
4.3	Développement . . . . .	9
4.3.1	Tâches . . . . .	9
4.3.2	Tests . . . . .	9
<b>5</b>	<b>Autre partie</b>	<b>10</b>
5.1	Partie 1 . . . . .	10
5.1.1	Sous-partie 1 . . . . .	10
5.1.2	Sous-partie 2 . . . . .	11
5.2	Partie 2 . . . . .	13
5.2.1	Sous-partie 1 . . . . .	13
5.2.2	Sous-partie 2 . . . . .	13
5.2.3	Sous-partie 3 . . . . .	13
<b>6</b>	<b>Résultats</b>	<b>14</b>
6.1	Partie 1 . . . . .	14
6.1.1	Sous-partie 1 . . . . .	14
6.1.2	Sous-partie 2 . . . . .	14
6.1.3	Sous-partie 3 . . . . .	14
6.2	Partie 2 . . . . .	14
<b>7</b>	<b>Bilan</b>	<b>16</b>
	<b>Annexes</b>	<b>19</b>
	<b>Annexe 1</b>	<b>19</b>
1	Partie 1 . . . . .	19
1.1	Sous-partie 1 . . . . .	19
1.2	Sous-partie 2 . . . . .	19
1.3	Sous-partie 3 . . . . .	19
2	Partie 2 . . . . .	19
2.1	Sous-partie 1 . . . . .	19

2.2	Sous-partie 2 . . . . .	19
2.3	Sous-partie 3 . . . . .	19
<b>Annexe 2</b>		<b>20</b>
	Prérequis . . . . .	20
1	Partie 1 . . . . .	20
	1.1 Sous-parie 1 . . . . .	20
	1.2 Sous-parie 2 . . . . .	20
2	Partie 2 . . . . .	20
3	Partie 3 . . . . .	21



# Introduction

Ce mémoire retracera les missions réalisées durant mon stage de Master 2 Informatique pour l'Image et le Son à l'Université de Bordeaux 1 effectué entre Avril et Septembre 2018 (6 mois) dans la société RealityTech. Ce rapport ne couvrira cependant que les 5 premiers mois du stage car la date de rendu de ce dernier précède d'un moi la date de fin du stage.

Le stage a donc été effectué chez RealityTech une jeune start-up de réalité augmentée spatiale. Issue de l'Inria de Bordeaux, l'institut national de la recherche en information et en automatique, cette dernière est la continuité d'un projet de recherche mené par Jérémy Laviole, ex ingénieur de recherche à l'Inria. PapARt<sup>1</sup>. Paper Augmented Reality ToolKit est un kit de développement (SDK) permettant de créer des expériences de réalité augmentée sous forme d'applications de projection interactive dans des feuilles de papier. Les travaux actuellement effectués a RealityTech visent à améliorer et étendre ce système de projection. Le but est de pouvoir créer, via ce que propose la société, des expériences collaboratives où les objets physiques se mêlent parfaitement au monde numérique que ce soit en créant des interactions avec ceux ci, ou en leur rajoutant du contexte.

Actuellement, RealityTech se développe dans un incubateur de start-up appelé La Banquizz<sup>2</sup> situé 4 rue Eugène et Marc Dulout, a Pessac Centre. L'objectif de La Banquizz est de promouvoir des start-up Open Source<sup>3</sup> et innovantes en leur apportant des formations, du coaching individuel et collectif, de l'aide pour la recherche de financement et tout ce qui gravite autour de l'accompagnement de jeunes entreprises.

A ce jour RealityTech ne travail qu'avec des laboratoire de recherche (comme ...) et cherche a étendre son secteur d'activité. Les systèmes proposés par la société fournissent les résultats espérés et la dynamique de celle ci s'oriente donc vers une commercialisation du produit.

## 1.1 Cadre et contexte

RealityTech fait actuellement partie de La Banquizz, un incubateur de startup situé a Pessac Centre.

Problématique du sujet

## 1.2 Objectifs

Le déroulement du stage a été fortement guidé par les besoins de la société.

**Applications de démonstration** Le premier gros objectif du stage était le développement d'applications de démonstration en utilisant le produit de l'entreprise. Le but était de comprendre l'essence, le fonctionnement global du produit et ce qu'il était possible/impossible de réaliser avec celui ci. Cet objectif m'a permis d'acquérir à la fois une vision globale de l'architecture logiciel et du fonctionnement interne du kit de développement, et de l'architecture matérielle nécessaire a l'utilisation du kit. En développant ces applications de démonstration, j'ai acquis une vision globale du projet qui m'a permis d'avoir une certaine autonomie assez rapidement

**Plateforme haute performance** Le deuxième objectif était de réaliser une preuve de concept haute performance du produit. En effet, comme je l'ai expliqué dans la partie sur le contexte (voir 1.1), l'entreprise se lançait dans le développement d'une nouvelle plateforme haute performance.

---

1. <https://project.inria.fr/papart/fr/>

2. <http://labanquizz.com>

3. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Open\\_source](https://fr.wikipedia.org/wiki/Open_source)

**Kit de développement** Le dernière objectif était le développement d'un nouveau kit de développement pour Unity3D.



# Notions

Le domaine d'activité qui entoure ce stage est très riche en termes de notions et de vocabulaire. Afin de mieux comprendre de quoi il va être question tout au long de ce rapport, il est nécessaire d'en définir les notions de base.

**Réalité virtuelle** La réalité virtuelle plus communément appelé *Virtual Reality (VR)* désigne l'ensemble des environnements purement numériques (fig ??), qu'ils soient réalistes ou non, dans lesquels aucune interaction avec l'environnement réel n'est possible et inversement. Cette réalité se base très généralement sur un casque *Head Mounted Display (HMD)* dont l'utilisateur doit se munir afin d'être immergé dans un monde numérique avec lequel il peut interagir. Dans la réalité virtuelle, l'immersion est une notion importante lorsqu'il s'agit de la différencier d'un simple programme informatique.

**Réalité augmentée** La réalité augmentée plus communément appelé *Augmented Reality (AR)* quant à elle est un sous domaine de la réalité virtuelle. L'idée de la réalité augmentée est de venir superposer à l'environnement réel des éléments virtuels. Ces éléments vont alors venir "augmenter" notre monde en apportant le plus souvent des compléments d'informations. Elle est donc qualifiée de sous domaine de la réalité virtuelle car l'utilisateur n'est plus immergé dans un environnement complètement numérique mais du contenu virtuel est ajouté en contexte à la vision réelle. Par abus de langage le terme de réalité augmentée est souvent utilisé pour parler de réalité mixte dont la notion est détaillée ci dessous. Il faut noter que ce type de réalité ne se base pas uniquement sur des *HMD* mais peut être aussi apprécié à l'aide d'un téléphone par exemple (fig 2.1).

**Réalité mixte** La réalité mixte, ou hybride, plus communément appelé *Mixed Reality (MR)*, ou *Crossed Reality (XR)*, est la fusion parfaite de l'environnement numérique et de l'environnement physique (fig 2.2). Dans ce "nouvel" environnement, les objets physiques et numériques coexistent et peuvent interagir entre eux, par exemple une table peut devenir une plateforme pour un personnage virtuel (fig 2.3).

**Réalité augmentée vue au travers** La réalité augmentée vue au travers, plus communément appelé *See Through Augmented Reality (STAR)* est une technique de visualisation de la réalité augmentée où les éléments numériques sont vus au travers d'un écran (fig 2.4a) ou d'un *HMD* (fig 2.4b). C'est le type de visualisation le plus utilisé actuellement. L'un des défauts majeur de ce type de visualisation est que la plus part du temps, chaque utilisateur a besoin de son propre écran ou casque pour pouvoir en profiter

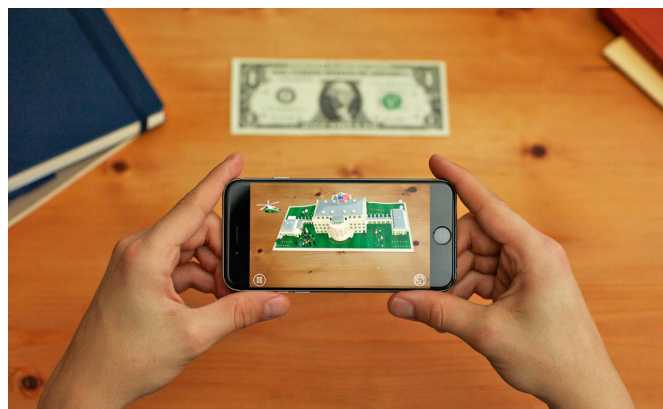


FIGURE 2.1 – Réalité augmentée vue au travers d'un téléphone - source : <https://www.engadget.com>



FIGURE 2.2 – Représentation de continuum de la virtualité par Milgram et Kishino, 1994.

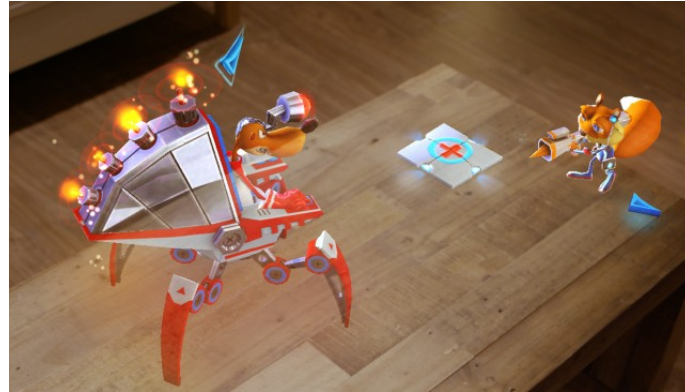
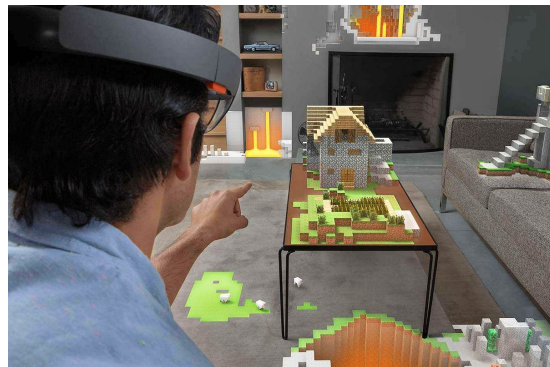
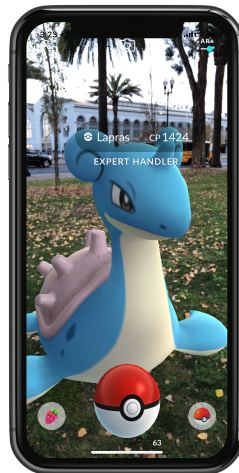


FIGURE 2.3 – Asobo Studio™- Young Conker©

pleinement ce qui limite grandement les expériences collaboratives. Aussi les principaux défauts liés aux écrans s'appliquent aussi, à savoir fatigue visuel etc.



(a) Pokémon GO - Vue au travers téléphone



(b) Microsoft HoloLens - Vue au travers casque

FIGURE 2.4 – Réalité augmentée vue au travers

**Réalité augmentée spatiale** La réalité augmentée spatiale, plus communément appelé *Spatial Augmented Reality (SAR)* est une technique de visualisation qui se base sur un dispositif de projection. Les éléments virtuels qui viennent "augmenter" le monde réel sont projetés dans l'espace (fig 2.5), d'où le terme spatiale. L'avantage de cette technologie est qu'elle est naturellement collaborative car les projections sont visibles sans l'aide d'aucun dispositif. Un autre atout de cette technologie est la visualisation directement sur les objets physiques manipulable ce qui permet de développer facilement des interfaces tangibles.

**Interface tangible** Une interface utilisateur tangible ou *Tangible User Interface (TUI)* est une interface utilisateur via laquelle des objets physiques, ou encore le toucher, permettent de manipuler des données numériques (fig 2.6b). Les interfaces tangibles remplacent très souvent les interfaces utilisateur graphiques (fig 2.6a) où *Graphical User Interface (GUI)* dans la plupart des application de réalité augmentée car elles



FIGURE 2.5 – Présentation d’une voiture en utilisant de la réalité augmentée spatiale - source *Google Image*

fournissent un contrôle direct à l’utilisateur sur ce qu’il souhaite manipuler (par opposition au contrôle indirect, comme la souris, nécessaire à la manipulation des GUI).

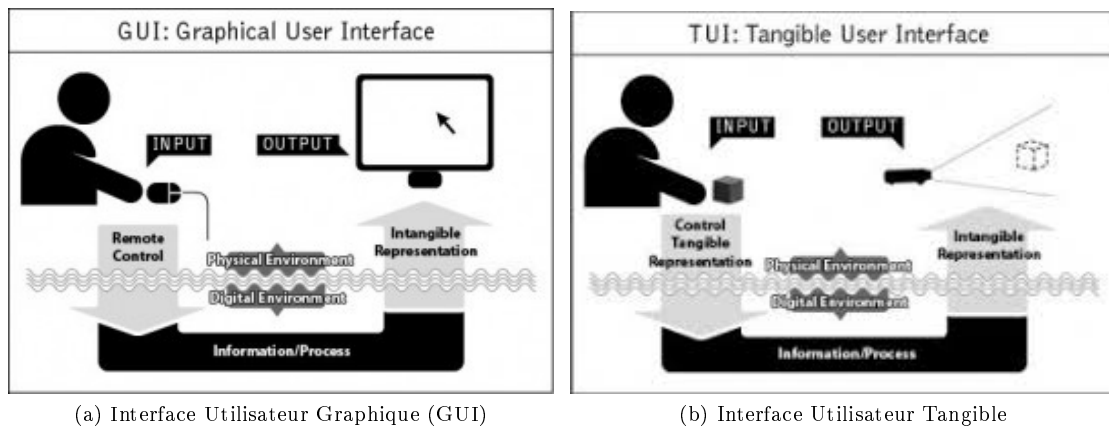


FIGURE 2.6 – Différences des interfaces utilisateurs

## Programmation graphique haute performance

# État de l'art

Intro

**3.1 PapARt**

**3.2 Système de réalité augmentée spatiale**

**3.3 Bilan**

# Analyse des besoins

Intro

## 4.1 Besoins fonctionnels

Après une analyse des besoins fonctionnels du projet, nous avons défini deux sous catégories. D'un côté, les besoins [...], de l'autre, les besoins [...].

### 4.1.1 Sous-partie 1

Bla

### 4.1.2 Sous-partie 2

Bla

## 4.2 Besoins non-fonctionnels

Comme précédemment, nous avons choisi de distinguer deux catégories pour les besoins non-fonctionnels. D'une part, nous avons les besoins non-fonctionnels pour les [...], et d'autre part ceux pour [...]. Nous avons aussi pris en compte les contraintes de développement, que nous détaillerons à la fin de cette partie.

### 4.2.1 Sous-partie 1

Bla

Aperçu du rendu souhaité :

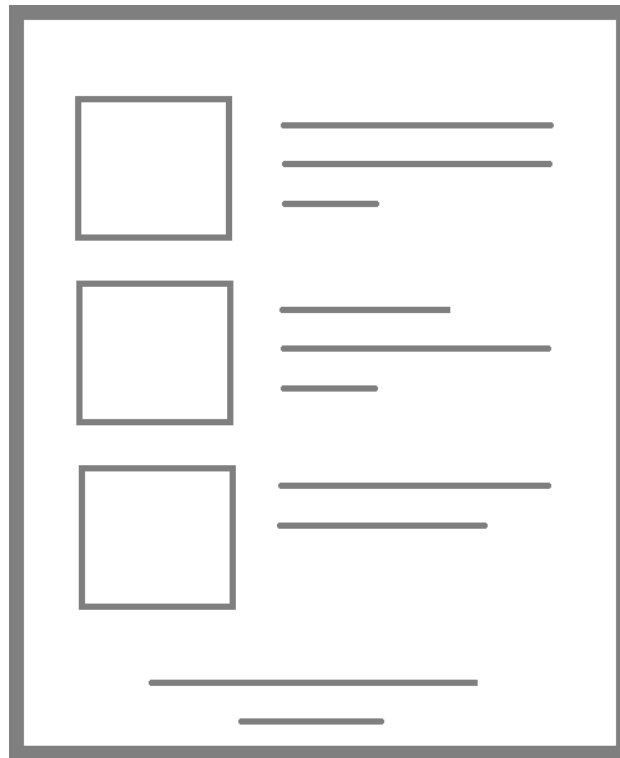


FIGURE 4.1 – Rendu attendu

### 4.2.2 Sous-partie 2

Bla

## 4.3 Développement

Intro

### 4.3.1 Tâches

Bla

Priorité	Nom	Raison
1	Tache 1	Doit être vérifié en premier car sinon [...]
2	Tache 2	On doit pouvoir [...]
3	Tache 3	Comme les principales fonctionnalités permettant de tester sont opérationnelles, nous pouvons passer à cette tâche.
4	Tache 4	Parce que [...]
5	Tache 5	La tache 5 fait partie des principales [...].
6	Tache 6	Dernière fonctionnalité essentielle à mettre en place.
7	Tache 7	Non-essentiel, mais apporterait un plus au projet.
8	Tache 8	Non-essentiel, mais apporterait un plus au projet.

FIGURE 4.2 – Tableau récapitulatif des tâches

### 4.3.2 Tests

Bla

Fonctionnalité	Test
Fonction 1	Quand [...], vérifier [...]. Et quand [...], vérifier [...].
Fonction 2	Vérifier [...].
Fonction 3	Vérifier [...].
Fonction 4	Avoir [...].
Fonction 5	Accéder à [...]. Vérifier que [...].
Fonction 6	Accéder à [...]. Et vérifier [...].
Fonction 7	Installer [...]. Vérifier [...].
Fonction 8	Compter [...].

FIGURE 4.3 – Tableau récapitulatif des tests

# Autre partie

Dans cette partie nous cherchons à décrire dans un premier temps [...], puis, c[...].

## 5.1 Partie 1

Intro

### 5.1.1 Sous-partie 1



FIGURE 5.1 – autre partie image 1 <sup>1</sup>

---

1. Schéma d'après : *Auteur 1 & Propriétaire image*, LICENCE (cf. ref. [?])



### 5.1.2 Sous-partie 2



FIGURE 5.2 – autre partie globale de notre quelque chose

Nous retrouvons ici, blabla<sup>2</sup> [...].

#### Sous-sous-partie 1

Le bla (cf. ref. [?]) est [...] :

- item1 ;
- item2 ;
- item3 ;
- item4 ;
- item5.

## Sous-sous-partie 2

### Paragraphe 1 (agissant comme titre niveau 5)

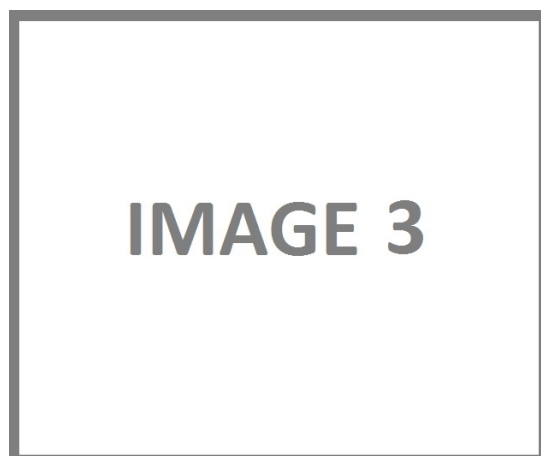


FIGURE 5.3 – Structure d’une autre chose<sup>3</sup>

Ce schéma représente bla.

## Paragraphe 2

Bla

### Sous-paragraphe 1

Bla



FIGURE 5.4 – Diagramme de truc

---

3. Schéma et explication d’après le wiki bla (cf. ref. [?])

### **Sous-paragraphe 2**

Bla

Bla

### **Sous-paragraphe 3**

Bla

### **Sous-sous-partie 3**

Bla

## **5.2 Partie 2**

Bla

Bla

### **5.2.1 Sous-partie 1**

Bla

### **5.2.2 Sous-partie 2**

Bla

**Paragraphe 1 (n'apparaîtra pas dans l'index)** Bla

**Paragraphe 2** Bla

**Paragraphe 3** Bla

### **5.2.3 Sous-partie 3**

Bla

---

3. D'après le schéma disponible sur la documentation officielle disponible sur le site blabla

# Résultats

## 6.1 Partie 1

Intro

### 6.1.1 Sous-partie 1

Paragraphe 1 (n'apparaîtra pas dans l'index) Bla

Paragraphe 2 Bla

Paragraphe 3 Bla

### 6.1.2 Sous-partie 2

Bla

### 6.1.3 Sous-partie 3

Bla

## 6.2 Partie 2

Intro

Sous-partie 1 ('apparaîtra pas dans l'index)

Bla

Paragraphe 1 ('apparaîtra pas dans l'index) Bla

Paragraphe 2 Bla

Paragraphe 3 Bla

## Sous-partie 2

Bla

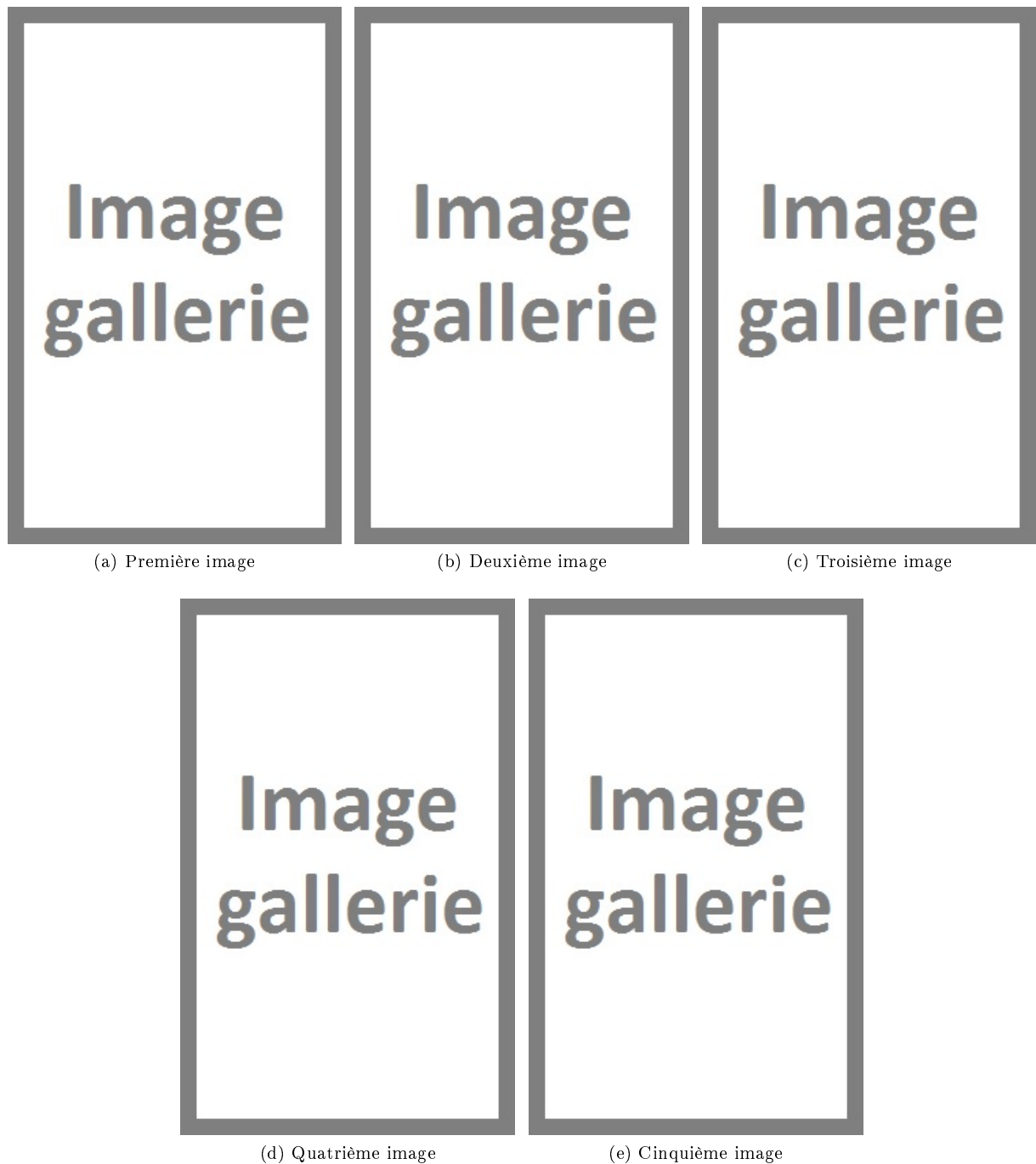


FIGURE 6.1 – Différents screenshots quelque chose, en gallerie

# Bilan

Intro / Rappel Contexte

Nous avons donc pu en tirer la problématique suivante :

Problématique du sujet

Bla

Bla

Bla

Bla

Bla

Bla

Bla

Bla  
Bla  
  
Bla

# Annexes



# Annexe 1

Intro

## 1 Partie 1

Bla

### 1.1 Sous-partie 1

Bla

### 1.2 Sous-partie 2

Bla

### 1.3 Sous-partie 3

Bla

## 2 Partie 2

Bla

### 2.1 Sous-partie 1

Bla

### 2.2 Sous-partie 2

Bla

### 2.3 Sous-partie 3

Bla

# Annexe 2

Intro

## Prérequis

Bla

- item1 ;
- item2 ;
- item3 ;
- item4.

Bla

## 1 Partie 1

Bla

### 1.1 Sous-parie 1

Bla

### 1.2 Sous-parie 2

Bla

## 2 Partie 2

ATTENTION !  
*Texte d'avertissement*

Bla

### 3 Partie 3

Bla

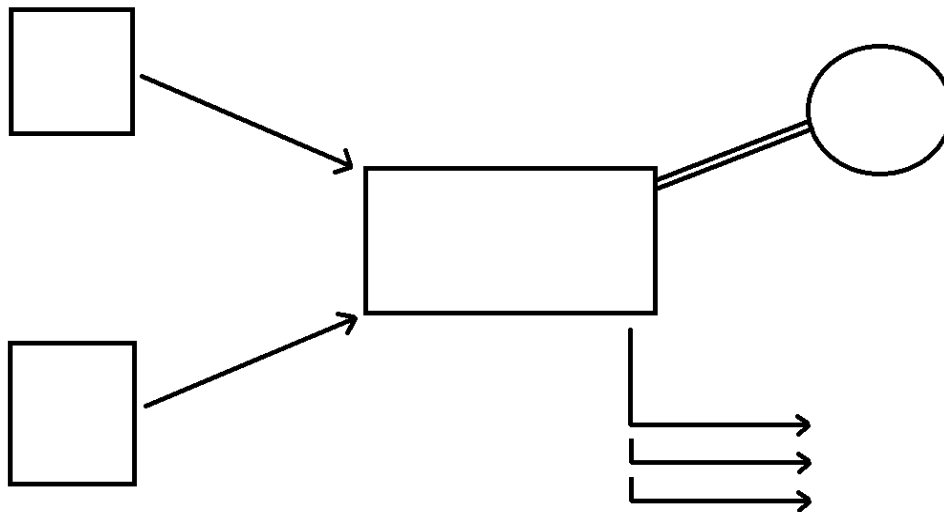


FIGURE 7.1 – Presentation schema

#### Paragraphe 1

Bla

#### Paragraphe 2

Bla

#### Paragraphe 3

Bla

# Bibliographie