



**HAL**  
open science

## Eléments relatifs à la plateforme technologique EVR@ (Environnements Virtuels et de Réalité Augmentée) de l'Université d'Evry Val d'Essonne Bilan et perspectives

Frédéric Davesne, Samir Otmane, Malik Mallem

### ► To cite this version:

Frédéric Davesne, Samir Otmane, Malik Mallem. Eléments relatifs à la plateforme technologique EVR@ (Environnements Virtuels et de Réalité Augmentée) de l'Université d'Evry Val d'Essonne Bilan et perspectives. 2015, 51p. hal-01224571v1

**HAL Id: hal-01224571**

**<https://hal.science/hal-01224571v1>**

Submitted on 4 Nov 2015 (v1), last revised 18 Jul 2019 (v3)

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## Éléments relatifs à la plateforme technologique EVR@ (Environnements Virtuels et de Réalité Augmentée) de l'Université d'Evry Val d'Essonne

### Bilan et perspectives

*Frédéric Davesne (IGR UEVE), Samir Otmane (PR UEVE) et Malik Mallem (PR UEVE)*

*28 octobre 2015.*

#### **Synopsis.**

La plateforme technologique EVR@ (Environnements Virtuels et de Réalité Augmentée), inaugurée en mai 2004 en présence des représentants de ses différents financeurs (UEVE, Conseil Général de l'Essonne, CNRS), est la plateforme de Réalité Virtuelle et Augmentée de l'Université d'Evry Val d'Essonne ; elle est également l'une des 18 plateformes technologiques et plateaux technique référencés par le Genopole<sup>®1</sup>.

EVR@ s'inscrit pleinement dans les missions essentielles de l'UEVE : recherche, pédagogie et valorisation auprès d'un large public (chercheurs, industriels, étudiants, lycéens et familles).

Dans ce document, nous présentons tout d'abord les orientations de la politique associée à la plateforme EVR@ ainsi que les indicateurs choisis pour l'évaluer. Puis, nous donnerons un bilan des activités de EVR@, sur les plans scientifique, pédagogiques et en terme de valorisation et de diffusion de l'information. Dans un second temps, nous donnerons des éléments financiers associés à la gestion de la plateforme EVR@.

---

<sup>1</sup> <http://www.genopole.com/Les-plateformes-et-plateaux.html>



## Sommaire.

|   |    |
|---|----|
| Remerciements.....  | 4  |
| I. Présentation des aspects scientifiques et pédagogiques.....  | 5  |
| I.1. Politique associée.....  | 5  |
| I.1.1. Inscription dans les missions de l'Université d'Evry Val d'Essonne – Principaux indicateurs existants..... | 5  |
| I.1.2. Objectifs scientifiques associés à la plateforme technologique EVR@.....                                   | 5  |
| I.2. Périmètre de la plateforme technologique EVR@.....   | 7  |
| I.2.1. Quatre groupes de matériels.....   | 7  |
| I.2.2. Développements logiciels.....  | 12 |
| I.2.3. Inscription dans la politique scientifique et pédagogique de IBISC et de l'UEVE.....                       | 13 |
| I.3. Bilan des activités associées à la plateforme.....   | 14 |
| I.3.1. Activités de recherche et contractuelles – indicateur RECHERCHE.....                                       | 14 |
| I.3.2. Pédagogie – indicateur PEDAGOGIE.....  | 16 |
| I.3.3. Valorisation et diffusion de l'information – indicateur VALORISATION.....                                  | 17 |
| II. Gestion de la plateforme EVR@.....  | 20 |
| II.1. Personnels permanents impliqués.....  | 20 |
| II.2. Bilan financier.....  | 20 |
| II.2.1. Bilan des dépenses liées à EVR@.....  | 20 |
| II.2.2. Sources de financement de EVR@.....   | 22 |
| II.4. Coûts de fonctionnement de EVR@.....  | 25 |
| II.5. Procédure de gestion.....   | 26 |
| II.5.1. Amortissements.....   | 26 |
| II.5.2. Analyse des risques liés aux matériels.....   | 27 |
| II.5.3. Risques et financements récurrents.....   | 28 |
| III. Bilan et perspectives.....   | 29 |
| III.1 Bilan critique.....   | 29 |
| III.2. Bilan des années 2013-2015.....  | 30 |



|   |    |
|---|----|
| III.2.1. Implication de EVR@-HS dans le projet ORIGAMI2 pour le tracking de gestes.....   | 30 |
| III.2.2. Implication de EVR@-TR dans une thèse en co-direction avec le laboratoire CNRS CERMA UMR 1563 de l'Ecole Centrale de Nantes..... | 30 |
| III.2.3. Implication de EVR@-TR dans une thèse en collaboration avec le laboratoire CNRS LTCI UMR 5141 de Telecom ParisTech.....          | 31 |
| III.2.4. Implication de EVR@-TR dans l'étude de retours d'efforts précis pour des gestes médicaux.....                                    | 31 |
| III.2.5. Implication de EVR@-RO.....  | 31 |
| III.2.6. Collaboration avec le CDTA d'Alger.....  | 32 |
| III.2.7. Passage au logiciel Unity 3D et développements en cours.....   | 32 |
| III.2.8. Utilisation de l'imprimante 3D de EVR@.....  | 33 |
| III.3. Perspectives d'évolution de la plateforme EVR@.....  | 33 |
| IV. Annexes.....  | 36 |
| IV.1 Liste des publications associées à la plateforme EVR@ [147].....   | 36 |
| IV.1.1 Articles de revue internationale avec comité de lecture [20].....  | 36 |
| IV.1.2 Communications avec actes [97].....  | 38 |
| IV.1.3. Chapitres de livre [6].....   | 48 |
| IV.1.3 Thèses soutenues [16].....   | 49 |
| IV.1.4 HDR soutenue [2].....  | 50 |
| IV.1.5 Brevets [2].....   | 50 |
| IV.1.6 Autres publications [6].....   | 50 |



## Remerciements

La plateforme EVR@ n'aurait pu voir le jour et perdurer depuis 2004 sans le soutien appuyé de nombreux financeurs publics.

Citons les principaux :

- [Le Conseil Général de l'Essonne](#) ;
- [L'Université d'Evry Val d'Essonne](#) ;
- [Le Genopole®](#) ;
- Le laboratoire LSC, puis [IBISC](#) ;
- [Le CNRS](#).

Nous tenons à les remercier très vivement !

Malik MALLEM (PR UEVE) et Samir OTMANE, direction scientifique de EVR@  
Frédéric DAVESNE (IGR UEVE), direction technique de EVR@



## I. Présentation des aspects scientifiques et pédagogiques

### I.1. Politique associée

#### I.1.1. Inscription dans les missions de l'Université d'Evry Val d'Essonne – Principaux indicateurs existants

La plateforme EVR@ possède une triple mission :

- RECHERCHE : Servir la recherche effectuée à l'UEVE ;
- PEDAGOGIE : Participer à la mission d'enseignement de l'UEVE ;
- RAYONNEMENT : Être un élément de l'attractivité de l'UEVE vis-à-vis des communautés de chercheurs, d'industriels et d'étudiants.

Dans le bilan des activités de la plateforme EVR@, nous proposons *trois indicateurs* permettant d'évaluer l'apport de la plateforme EVR@ pour l'UEVE, correspondant aux trois missions données ci-dessus.

- RECHERCHE : Nombre de thèses ou de HDR soutenues, nombre de publications, nombre de projets scientifiques ;
- PEDAGOGIE : Enseignements (nature et niveau) pour lesquels la plateforme technologique EVR@ est utilisée, nombre et niveaux d'étudiants en stage utilisant la plateforme technologique EVR@;
- RAYONNEMENT : Nombre de visites de la plateforme technologique EVR@, participation à des événements organisés par l'UEVE, nombre d'articles de presse, visibilité sur le WEB des activités et des publications associées à EVR@, démonstrateurs.

#### I.1.2. Objectifs scientifiques associés à la plateforme technologique EVR@



La plateforme technologique EVR@<sup>2</sup> est un outil « grandeur nature » pour la validation expérimentale de modèles théoriques impliquant une interaction entre un humain et un environnement virtuel ou réel assistée par l'ordinateur. D'un point de vue historique, les domaines scientifiques concernés jusqu'à présent sont ceux de l'équipe Réalité Augmentée et Télétravail Collaboratif, dirigée par le professeur Malik Mallem, membre du laboratoire IBISC, ex LSC, dont l'équipe s'est directement impliquée dans la création de la plateforme EVR@ et sa mise en service inaugurée en mai 2004.

Le périmètre de la plateforme technologique EVR@ (voir §1.2) a été dessiné, par investissements successifs, pour servir en premier lieu les activités de recherche de l'équipe RATC, qui concernent l'assistance informatisée à l'interaction d'une personne ou d'un ensemble de personnes, dans le cadre de leur travail ou de leur loisir. La question centrale qui se pose est : « *Comment l'informatique couplée à des périphériques de retour sensoriel (vision, retour d'effort, interaction tactile, etc.) peut améliorer l'interaction de personnes dont le métier n'est pas l'informatique (en termes de confort ou de gain de temps - donc de productivité - par exemple) ?* ».

Répondre à cette question nécessite des compétences du point de vue de la recherche, mais aussi l'apport de matériels spécifiques et l'utilisation et la conception d'outils logiciels. Du point de vue de la recherche, le périmètre a historiquement évolué, partant de la *Réalité Augmentée*, dont le professeur Malik Mallem a été un des précurseurs dès les années 1980. La problématique d'étude de l'interaction d'une ou de plusieurs personnes avec des environnements virtuels ou distants, initiée par Samir Otmane (PR UEVE), a suivi et a réellement débuté juste avant la construction de la plateforme EVR@ « grandeur nature ». Parallèlement, le projet académique ARITI<sup>3</sup> initié en 1998 par Samir Otmane et Malik Mallem concernant l'application de la Réalité Augmentée au service de la téléopération de robots a permis la connexion d'activités de recherche et applicatives différentes (Réalité Augmentée/Virtuelle et robotique). L'implication de Laredj Benchikh (MCF UEVE) a permis la réalisation d'un démonstrateur issu du projet ARITI sur des robots industriels FANUC, utilisés également en TPs à l'UFR-ST. L'implication de Amine Chellali (MCF UEVE) et de Guillaume Bouyer (MCT ENSIIE) a permis la réalisation d'un démonstrateur pour certains gestes opératoires, en utilisant un système à retour d'effort précis et la Réalité Virtuelle, initiant une nouvelle thématique applicative sur EVR@.

---

<sup>2</sup> EVR@ pour Environnements Virtuels et de Réalité Augmentée, Web : <http://evra.ibisc.univ-evry.fr>

<sup>3</sup> ARITI pour Augmented Reality Interface for Teleoperation via Internet, Web : <http://ariti.ibisc.univ-evry.fr/>



La plateforme technologique EVR@ permet la mise en œuvre matérielle et logicielle de problématiques métier inspirées par la question centrale donnée plus haut. Elle permet donc l'articulation de la recherche théorique et des projets applicatifs dont chacun pose une problématique métier spécifique.

## ***1.2. Périmètre de la plateforme technologique EVR@***

### **1.2.1. Quatre groupes de matériels**

La plateforme technologique EVR@ se situe physiquement dans le bâtiment Pelvoux de l'UEVE et est répartie dans deux salles (Ax14 et Ax28). Elle est constituée d'un ensemble de matériels achetés par investissements successifs à partir de 2003 jusqu'à aujourd'hui (voir les annexes pour la liste de ces matériels ainsi que le détail des données financières).

Ces matériels se divisent en quatre groupes cohérents, associés chacun à une recherche particulière de la thématique *Interaction Homme Machine et Réalité Mixte* et/ou un domaine applicatif spécifique ainsi qu'à des projets de recherche ou industriels :

1. EVR@-HS : Dispositifs de Réalité Mixte « grandeur nature » ;
2. EVR@-TR : Dispositifs de Réalité Mixte « transportables » ;
3. EVR@-WE : Dispositifs de Réalité Mixte « wearable » ;
4. EVR@-RO : Dispositifs de robotique relié à Internet.

L'existence de ces 4 pôles permet de tester l'assistance à l'interaction dans différentes configurations.

EVR@-WE est un ensemble de matériels légers et transportables permettant une assistance sur le lieu terrain (en intérieur ou en extérieur). Ces matériels permettent d'enrichir la perception et l'interaction de la personne en face d'objets ou de situations qu'elle doit être capable d'analyser, en lui apportant les facilités d'analyse qu'elle possède à son bureau.

EVR@-HS permet à l'utilisateur d'interagir naturellement avec un environnement virtuel ou distant. Pour cela, elle offre des capacités de stéréoscopie et des possibilités de suivi et d'analyse de mouvements de l'utilisateur ainsi qu'un retour d'effort simulant le contact entre l'utilisateur et le monde virtuel ou distant.

EVR@-TR est une plateforme identique à EVR@-HS mais « transportable ». L'utilisation conjointe de EVR@-HS et EVR@-TR permet l'étude de l'assistance au télétravail collaboratif entre deux utilisateurs situés dans deux lieux différents.

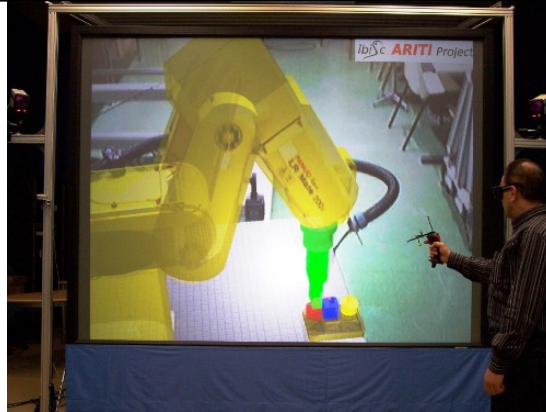




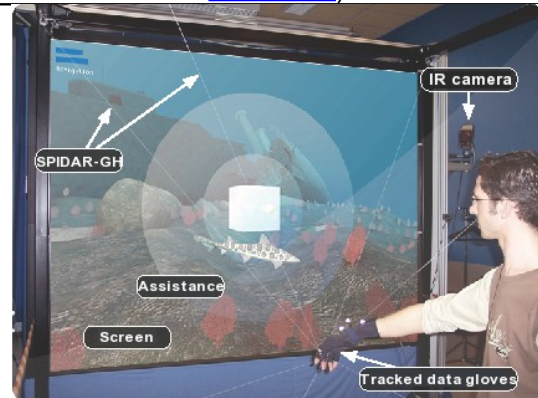
EVR@-RO est un ensemble de systèmes de robotique et de capteurs et d'ordinateur permettant à une personne possiblement distante d'en analyser les mouvements. Elle est utilisée conjointement avec EVR@-HS ou EVR@-TR pour l'étude de méthodes d'assistance à la téléopération de robots. Elle s'est doté depuis 2012 d'un robot humanoïde NAO. Les deux robots mobiles de l'ancienne équipe HANDS ont rejoint en 2014 le périmètre de EVR@-RO.



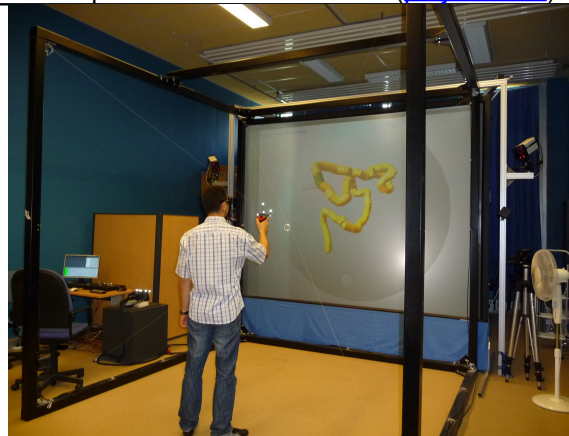
Vue d'ensemble de EVR@-HS ([projet A.S.T.R.E. 2002-2005](#))



Utilisation de EVR@-HS et EVR@-RO pour téléopérer un robot à distance ([projet ARITI](#))

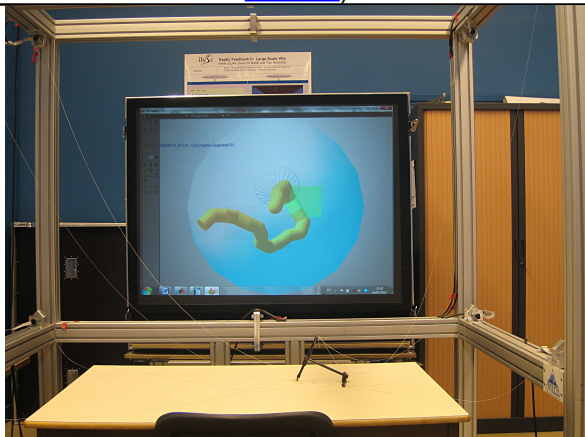


Utilisation conjointe du système à retour d'effort SPIDAR et du système de tracking optique ART



Utilisation du tracking de la main pour interagir

sur la plateforme EVR@-HS ([projet ANR DIGITAL OCEAN](#))



Un utilisateur manipule un objet virtuel en utilisant un système SPIDAR à retour d'effort sur EVR@-TR ([projet A.S.T.R.E. 2005-2007](#))

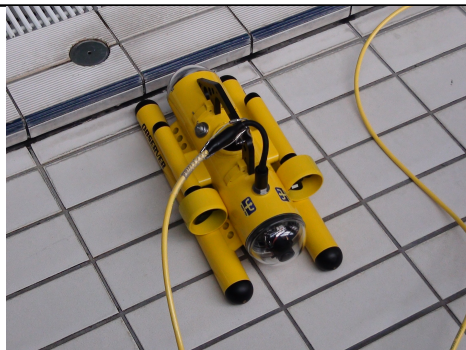
avec une molécule simple ([projet IRM-BIO](#))



Un casque de réalité augmentée faisant partie de EVR@-WE ([projet AMRA 2001-2004](#))



Système Dolphyn de visualisation et d'interactivité en milieu aquatique (extrait de EVR@-WE, [projet européen FP7 DIGITAL OCEAN EU](#))



Mini-ROV téléopérable par Internet (extrait de EVR@-WE, [projet européen FP7 DIGITAL OCEAN EU](#))



Monocle de Réalité Augmentée (extrait de EVR@-WE, [projet IRM-BIO](#) Genopole®)

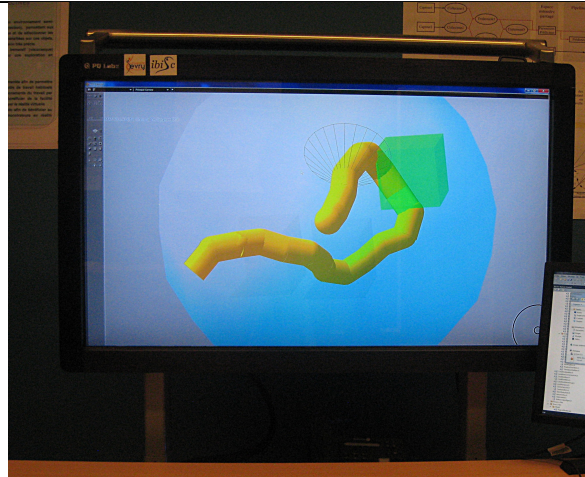


Table multi-touch (élément mutualisé EVR@-HS et EVR@-TR, [projet IRM-BIO](#) Genopole®)



Robot NAO, société ALDEBARAN (extrait de EVR@-RO sur crédits UFR-ST)



Oculus Rift DK2 (extrait de EVR@-TR, FRR 2015 UEVE)



Phantom OMNI (extrait de EVR@-TR, FRR 2015 UEVE)

## I.2.2. Développements logiciels

Concernant les développements logiciels concernant l'Interaction 3D mono et multi-utilisateurs, nous avons opté en 2008 pour la base logicielle *3DVIA-Virtools*<sup>4</sup> de Dassault Systèmes. Notre choix a été effectué pour trois raisons principales :

- Ce logiciel est un standard autant dans l'industrie que dans le milieu de la recherche pour créer l'interactivité dans un monde virtuel ;
- Il permet une capitalisation plus aisée des développements (programmation par composants) ;
- Il est relativement facile à introduire à un non-expert en informatique.

<sup>4</sup> Site WEB : <http://www.3ds.com/products/3dvia/3dvia-virtools/>



Cet environnement logiciel permet de développer plus facilement et rapidement pour que des non-experts en informatique 3D puissent se concentrer sur leur travail de recherche. Ainsi, les modèles d'interaction 3D mono et multi-utilisateurs ont donc été traduits en composants *3DVIA-Virtools* réutilisables.

Cependant, comme le développement de 3DVIA-Virtools a été arrêté par Dassault Système et par mesure d'économie, nous avons lancé les nouveaux développements sous [Unity 3D](#). Ce choix a été motivé par une étude comparative réalisée dans le cadre du projet DIGITAL OCEAN EU entre différents environnements pour la Réalité Virtuelle. Les avantages de Unity 3D sont les suivants:

- Le coût d'achat est relativement moins élevé que 3DVIA Virtools ;
- La communauté autour de ce logiciel est très conséquente car la base du logiciel est gratuite et est ouverte ;
- Il est possible de programmer des applications pour des smartphones, ce qui est un atout pour les applications de Réalité Augmentée.

. Unity 3D est actuellement utilisé pour des applications intégrant la table tactile, un système à retour d'efforts Phantom Omni, une Kinect, une Leap Motion (travail de thèse de Siju Wu et de Seddik Benyahia, sous la responsabilité de Samir Otmane et co-encadré par Amine Chellali).

Concernant les développements en Réalité Augmentée, Jean-Yves Didier (MCF UEVE) a créé un environnement de développement par composants nommé [ARCS](#)<sup>5</sup>, qui est actuellement sous licence GPLv2 et qui fait l'objet d'une demande de dépôt de licence libre. L'objectif est ici de valoriser le travail de développement dans EVR@.

### **I.2.3. Inscription dans la politique scientifique et pédagogique de IBISC et de l'UEVE**

Le laboratoire IBISC mène une politique volontaire dans laquelle la plateforme technique possède une triple vocation :

- Valider expérimentalement des modèles théoriques issus de la recherche ;
- Être utile aux enseignements dispensés par l'UEVE ;

---

<sup>5</sup> ARCS pour Augmented Reality Component System



- Être un trait d'union avec des personnes extérieures à l'UEVE (chercheurs, industriels, étudiants) par le biais de démonstrateurs.

Par conséquent, la plateforme EVR@ ou ses composantes doivent être pérennes et ne s'inscrivent pas un projet (limité dans le temps).

Les activités de recherche associées à la plateforme technique EVR@ s'inscrivent dans le domaine scientifique *Interaction Homme Machine mono/multi-utilisateur(s) et Réalité Mixte* du laboratoire IBISC.

La plateforme EVR@ est un support démonstratif pour les étudiants. Les démonstrateurs leur permettent de se familiariser avec ce qui peut être réalisé à la fois d'un point de vue recherche mais aussi d'un point de vue technologique. D'autre part, des stages leur sont proposés pour aider au développements d'outils logiciels servant à la recherche et capitalisés au niveau de la plateforme EVR@.

### ***1.3. Bilan des activités associées à la plateforme***

#### **1.3.1. Activités de recherche et contractuelles – indicateur RECHERCHE**

Les dispositifs techniques de la plateforme EVR@ servent de support à la validation des modèles théoriques issus de la recherche. Historiquement, il existe une forte imbrication entre la recherche, les dispositifs matériels permettant de la valider ainsi que les contrats qui sont à la fois une source de financement des dispositifs de EVR@ mais aussi un moyen de valoriser la recherche.

Les résultats expérimentaux obtenus sur les composantes de la plateforme EVR@ ont contribué significativement à la production scientifique du laboratoire (voir annexe IV.1 et [la liste des publications de la plateforme EVR@ sur HAL](#)). Notamment<sup>6</sup> :

- **21 articles de revue internationale** (1 en 2015, 3 en 2014, 2 en 2013, 2 en 2012, 2 en 2011, 5 en 2010, 3 en 2009, 2 en 2008, 1 en 2003) ;
- **6 chapitres d'ouvrages scientifiques** (2 en 2011, 3 en 2010, 1 en 2008) ;

---

<sup>6</sup> Les chiffres ci-dessous tiennent compte de la fusion a posteriori des travaux de l'ancienne équipe HANDS avec le groupe EVRA-RO de EVR@.



- **96 communications avec actes** (6 en 2015, 5 en 2014, 12 en 2013, 12 en 2012, 6 en 2011, 8 en 2010, 14 en 2009, 18 en 2008, 3 en 2007, 9 en 2006, 3 en 2005) ;
- **16 thèses soutenues** (2 en 2015, 1 en 2014, 2 en 2013, 3 en 2011, 4 en 2010, 1 en 2008, 1 en 2007, 2 en 2005) ;
- **2 HDR soutenues** (2 en 2010).

Comme le montre la table 1, la plateforme EVR@ a été et est le support de **11 projets** (académique [1], européen [3], ANR [3] et industriel [1], équipement [3]). En support à l'investissement, deux projets A.S.T.R.E. et un projet d'équipement semi-lourd Genopole® ont contribué très significativement à la construction de la plateforme EVR@.

| Projets/Composantes de EVR@  | EVR@-HS | EVR@-TR | EVR@-WE | EVR@-RO |
|--|---------|---------|---------|---------|
| Projet de recherche RNTL AMRA, 2002-2004 <sup>7</sup>              |         |         | X       |         |
| Projet d'équipement ANVAR 2002                                     |         |         |         | X       |
| Projet d'équipement A.S.T.R.E. 2002-2005 <sup>8</sup>              | X       |         |         |         |
| Projet d'équipement A.S.T.R.E. 2005-2007 <sup>9</sup>              | X       | X       |         |         |
| Projet de recherche ANR RIAM DIGITAL OCEAN 2006-2009 <sup>10</sup> |         | X       |         |         |
| Projet de recherche ANR RAVENV 2006-2009 <sup>11</sup>             |         |         | X       |         |
| Projet de recherche européen STREP VENUS 2006-2009 <sup>12</sup>   | X       | X       | X       |         |

<sup>7</sup> AMRA pour Aide à la Maintenance en Réalité Augmentée, Web : <http://evra.ibisc.univ-evry.fr/index.php/AMRA>

<sup>8</sup> Web : [http://evra.ibisc.univ-evry.fr/index.php/ASTRE\\_2002-2005](http://evra.ibisc.univ-evry.fr/index.php/ASTRE_2002-2005)

<sup>9</sup> Web : [http://evra.ibisc.univ-evry.fr/index.php/ASTRE\\_2005-2007](http://evra.ibisc.univ-evry.fr/index.php/ASTRE_2005-2007)

<sup>10</sup> Web : [http://evra.ibisc.univ-evry.fr/index.php/DIGITAL\\_OCEAN](http://evra.ibisc.univ-evry.fr/index.php/DIGITAL_OCEAN)

<sup>11</sup> Web : [http://evra.ibisc.univ-evry.fr/index.php/Réalité\\_Augmentée\\_en\\_eXtérieur\\_appliquée\\_à\\_l'ENVironnement](http://evra.ibisc.univ-evry.fr/index.php/Réalité_Augmentée_en_eXtérieur_appliquée_à_l'ENVironnement)

<sup>12</sup> Web : <http://evra.ibisc.univ-evry.fr/index.php/VENUS>





|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| Projet industriel TRI 2007-2009   |   |   |   | X |
| Projet académique ARITI 1998-2013                                       | X | X |   | X |
| Projet européen DIGITAL OCEAN FP7 2011-2012 <sup>13</sup>               |   |   |   | X |
| Projet d'équipement semi-lourd Genopole IRM-BIO 2011-2012 <sup>14</sup> | X | X | X |   |
| Projet de recherche ANR CONTINT ORIGAMI2 2010-2013 <sup>15</sup>        | X |   | X |   |
| Financement UFR-ST 2012   |   |   |   | X |
| Financement UEVE FRR 2015   |   | X |   |   |
| Projet européen COMPANIONABLE ICT 2008-2012 <sup>16</sup>               |   |   |   | X |

Table 1 – Liste des projets associés à la plateforme EVR@ (2002-2015).

### I.3.2. Pédagogie – indicateur PEDAGOGIE

De nombreux enseignements de l'UFR Sciences et Technologie de l'UEVE utilisent les ressources matérielles de la plateforme EVR@ comme démonstrateur :

- L3 toutes filières confondues
- M1 GEII - II87 - Synthèse d'images
- M1 GEII - II88 - Vision 3D et robotique
- M2 RVSI - VR91 Vision 3D et RA

<sup>13</sup> Web : <http://evra.ibisc.univ-evry.fr/index.php/Projets>

<sup>14</sup> Web : <http://evra.ibisc.univ-evry.fr/index.php/IRM-Bio>

<sup>15</sup> Web : <http://www.lutin-userlab.fr/site/projets/detail.php?id=27>

<sup>16</sup> Web : <http://www.companionable.net/>



- M2 RVSI - CF91 - concepts de RV
- M2 RVSI - IR91 - Interfaces de RV
- Projets de LPRO All

Mais aussi

- UEL RV et RA de l'UEVE

On peut également noter un lien avec la pédagogie de l'ENSIIE et de TSP:

- option Robotique et Réalité Virtuelle de 2<sup>ème</sup> année à l'ENSIIE
- module JIN<sup>17</sup> (Jeux Vidéo / Interactions et collaborations Numériques) commun TSP et ENSIIE en M2

En 2011, un lien a été créé par Samir Otmane avec l'école d'ingénieurs EFREI<sup>18</sup>, pour laquelle des cours et des TPs en *3DVIA-Virttools* puis en *Unity3D* ont été dispensés aux niveaux M1 et M2. Ce lien est poursuivi en 2015 par Frédéric Davesne en M1.

La plateforme EVR@ a également servi de support à de nombreux stages (M2 RVSI, mais aussi élèves de l'ENSIIE en 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> année).

### I.3.3. Valorisation et diffusion de l'information – indicateur VALORISATION

#### A. Visites de la plateforme EVR@

La plateforme EVR@ est un très bon moyen pour l'UEVE de diffuser son savoir-faire. En effet, les personnes peuvent non seulement voir la technologie existante mais également **assister et participer à des démonstrations du savoir-faire de l'UEVE**. Cela a été rendu possible par l'existence de démonstrateurs et d'expériences menées en recherche sur la plateforme, qui témoignent de la vie aussi bien scientifique que pédagogique existante autour de celle-ci.

<sup>17</sup> Web: <http://www.ensiie.fr/IMG/pdf/jin.pdf>

<sup>18</sup> Web : <http://www.efrei.fr/>



Depuis que les visites sur la plateforme EVR@ sont référencées (fin 2006), on compte **106 visites de la plateforme<sup>19</sup> dont 15 en 2015**, soit environ une visite par mois.

Ces visites ont visé différentes catégories de public : étudiants ou lycéens, chercheurs ou industriels.

On pourra noter que la plateforme EVR@ est impliquée lors d'événements récurrents organisés par l'UEVE:

- Fête de la Science (2015, 2014, 2013, 2012, 2010, 2009) ;
- Journées Portes Ouvertes de l'UEVE (2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010, 2009, 2008, 2007) ;
- Cordées de la réussite (2015, 2012, 2011, 2010).

Mais également dans des manifestations ponctuelles de l'UEVE:

- 10 ans de la filière aéronautique de l'UFR-ST.

Elle est impliquée dans la politique de recrutement de l'UEVE : visites de lycéens ou d'étudiants extérieurs à l'UEVE.

**Les partenaires institutionnels de l'UEVE** (Genopole®, CNES) font également des visites régulières.

EVR@ est également impliquée dans l'organisation de manifestations liées à la recherche :

- Journée STIC et vivant (2006) ;
- Evaluation du laboratoire IBISC (2007,2008) ;
- Evaluation AERES du laboratoire IBISC en 2013 ;
- Journée consacrée aux plateformes de Genopole en 2013, 2014 et 2015.
- Manifestation Apprentis Chercheurs 2015 organisée par l'Arbre de la Connaissance et coordonnée par Genopole<sup>20</sup>.

## *B. Diffusion électronique.*

<sup>19</sup> Web : [http://evra.ibisc.univ-evry.fr/index.php/Current\\_events](http://evra.ibisc.univ-evry.fr/index.php/Current_events) pour voir la liste des visites référencées.

<sup>20</sup> Web: <http://www.arbre-des-connaissances-apsr.org/congres-des-apprentis-chercheurs-2015/>



Les publications associées à EVR@ sont disponibles sur le serveur bibliographique HAL du CNRS, qui est un point d'entrée internationalement reconnu. Elles sont accessibles à la page suivante : <http://hal.archives-ouvertes.fr/IBISC-EVRA> . Ce point d'entrée permet un référencement très rapide par les moteurs de recherche spécialisés (Google scholar, par exemple).

D'autre part, la plateforme EVR@ dispose d'un site Web : <http://evra.ibisc.univ-evry.fr/> . Ce site contient des informations publiques sur la plateforme et, en particulier les contrats passés ou en cours (<http://evra.ibisc.univ-evry.fr/index.php/Projets>). Il fait également référence aux articles de presse publiés sur la plateforme et la recherche lui étant associée.

Les vidéos associées aux travaux de recherche utilisant les matériels d'EVR@ sont disponibles sur *YouTube* à l'adresse suivante : <http://www.youtube.com/user/RATCtv> .

### *C. Facilitation de partenariats.*

Les démonstrateurs du projet ARITI peuvent être utilisés à distance via un site Web dédié (<http://ariti.ibisc.univ-evry.fr> ) par des partenaires universitaires.

D'autre part, le choix du logiciel de Dassault Systèmes *3DVIA Virtools*, qui est un standard internationalement reconnu, et qui supporte à présent une large part des développements logiciels autour de EVR@, permet un échange facilité avec des partenaires en recherche (voir la section II). Ce choix commun à la partie recherche et à la partie pédagogie de l'UFR-ST permet une bonne diffusion des connaissances entre recherche et pédagogie. Néanmoins, **nous avons débuté en 2013 le transfert des logiciels que nous avons créés vers le logiciel *Unity3D* qui semble devenir le nouveau standard en raison de l'arrêt de la gamme *3DVIA-Virtools* en 2011.** Nous sommes actuellement dans la phase d'arrêt de 3DVIA-Virtools, alors que les développements sur Unity 3D ont débuté avec la thèse de Siju Wu, à soutenir fin novembre 2015.



## **II. Gestion de la plateforme EVR@**

### ***II.1. Personnels permanents impliqués***

Trois personnes sont principalement impliquées sur la plateforme EVR@.

Malik MALLEM (PR UEVE) et Samir OTMANE (PR UEVE) en assurent la direction scientifique. Frédéric DAVESNE (IGR UEVE) est chargé, entre autres, de la gestion technique (matériel et logiciel dédié) et administrative de la plateforme, ainsi que de la diffusion de l'information (voir I.3.3).

Amine CHELLALI (MCF UEVE) s'occupe plus particulièrement de la partie Retour d'effort sur EVRA-TR et Guillaume BOUYER (MCF ENSIIE) s'occupe de la mise en œuvre de nouvelles démonstrations sur EVRA-TR et EVRA-HS.

Laredj BENCHIKH (MCF UEVE) s'occupe plus particulièrement de la partie Robotique (EVRA-RO).

Jean-Yves DIDIER (MCF UEVE) s'occupe plus particulièrement de la partie EVRA-WE ainsi que la conception de la partie logicielle de EVRA-WE (logiciel ARCS).

En outre, certains personnels non permanents se sont investis et s'investissent dans l'amélioration d'EVR@:

- Pierre BOUDOIN (doctorant 2008-2010)
- Christophe DOMINGUES (doctorant puis post-doctorant 2008-2012)
- Seat ULLAH (doctorant 2008-2011)
- Siju WU (doctorant 2012-2015)

### ***II.2. Bilan financier***

#### **II.2.1. Bilan des dépenses liées à EVR@**

Le détail des dépenses liées à EVR@ est donné dans l'annexe financière IV.2 de ce document. Retenons ici quelques éléments importants.



Le montant total des dépenses en investissement (matériels, logiciels, mobiliers et infrastructures) et en entretien liées à la plateforme EVR@ depuis 2003 s'élève à **569,1 K€ HT**.

Notons que les dépenses consenties pour EVR@-HS constitue la majorité des dépenses (voir la figure 1).

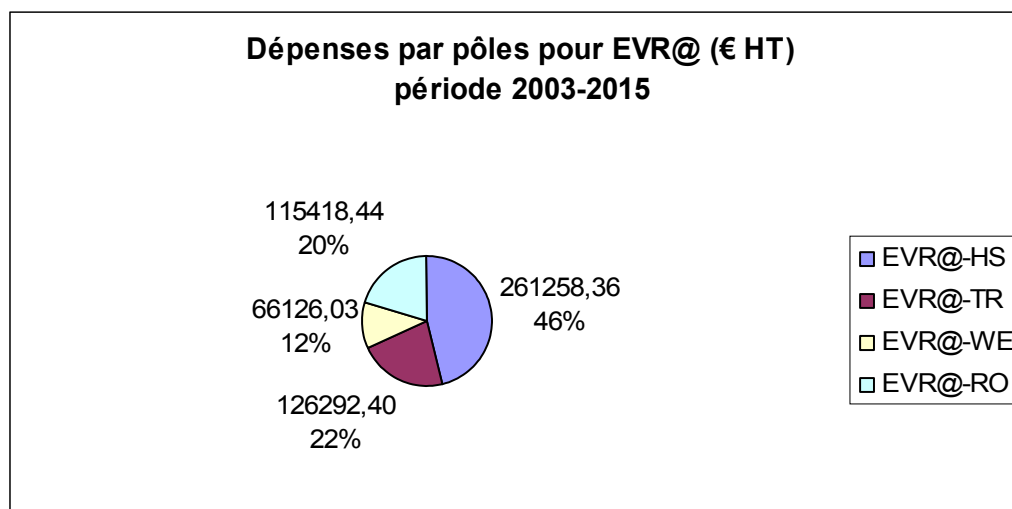


Figure 1.

La nature des dépenses a été catégorisée en 4 grands postes :

- Matériel
- Logiciel
- Infrastructure
- Mobilier



Leur répartition est donnée par la figure 2. Les dépenses d'infrastructure et de mobilier s'expliquent par le réaménagement et la sécurisation successifs des salles Ax14 (en 2004), Ax15 (en 2007) et Ax28 (en 2009). Il correspond également au développement lié aux activités de EVR@-HS, EVR@-TR et EVR@-RO. Les dépenses en logiciel correspondent principalement au choix du logiciel *3DVIA Virtools* comme support des développements sur EVR@-HS, EVR@-TR et EVR@-RO.

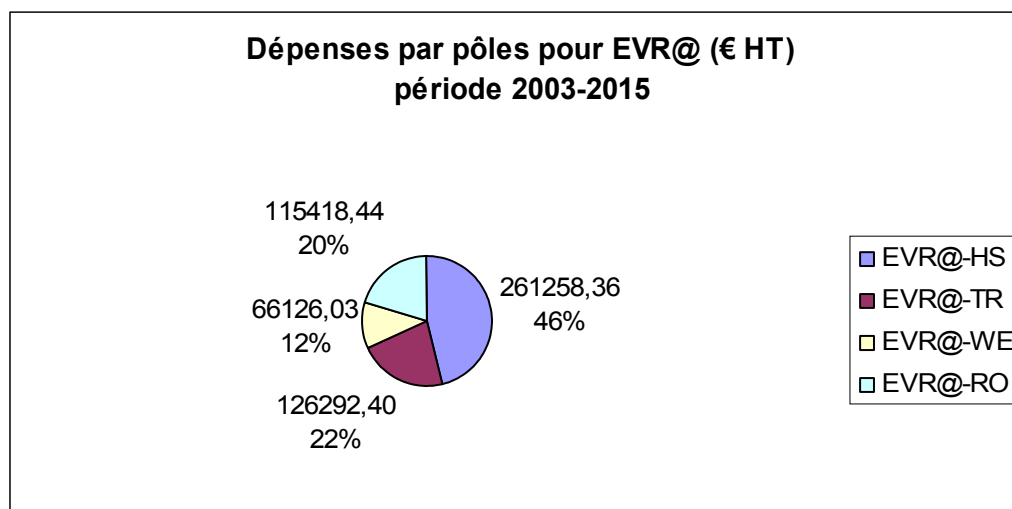


Figure 2.

## II.2.2. Sources de financement de EVR@

Entre 2003 et 2015, les investissements et le fonctionnement de EVR@ ont été financés à partir de plusieurs sources (voir la figure 3):



- L'UEVE (crédits bâtiment du site Pelvoux en 2003), le Conseil Général de l'Essonne et Genopole® ont contribué d'une manière très significative (**56%**) à **l'investissement pour la création de EVR@-HS, EVR@-TR et EVR@-WE** (projets A.S.T.R.E. 2002-2004, A.S.T.R.E. 2005-2007 et IRM-BIO 2011-2012);
- Les crédits récurrents laboratoire (**14%**) ont permis en grande partie au renouvellement du matériel et au financement des consommables et licences logicielles (voir les coûts de fonctionnement de EVR@ au II.2.3) ;
- Les crédits CNRS ont contribué à hauteur de **5%** sur la période 2003-2007.

La part de contrats de recherche et industriels (**26% au total**) a permis de compléter **l'investissement, en particulier pour EVR@-WE, EVR@-RO et EVR@-TR**. Notons que cette part n'a cessé de croître jusqu'en 2013.

La figure 4 montre quant à elle l'évolution des dépenses au cours des années et correspond à l'existence successive des différents projets ayant financé EVR@ (voir la table 1 de I.3.1).



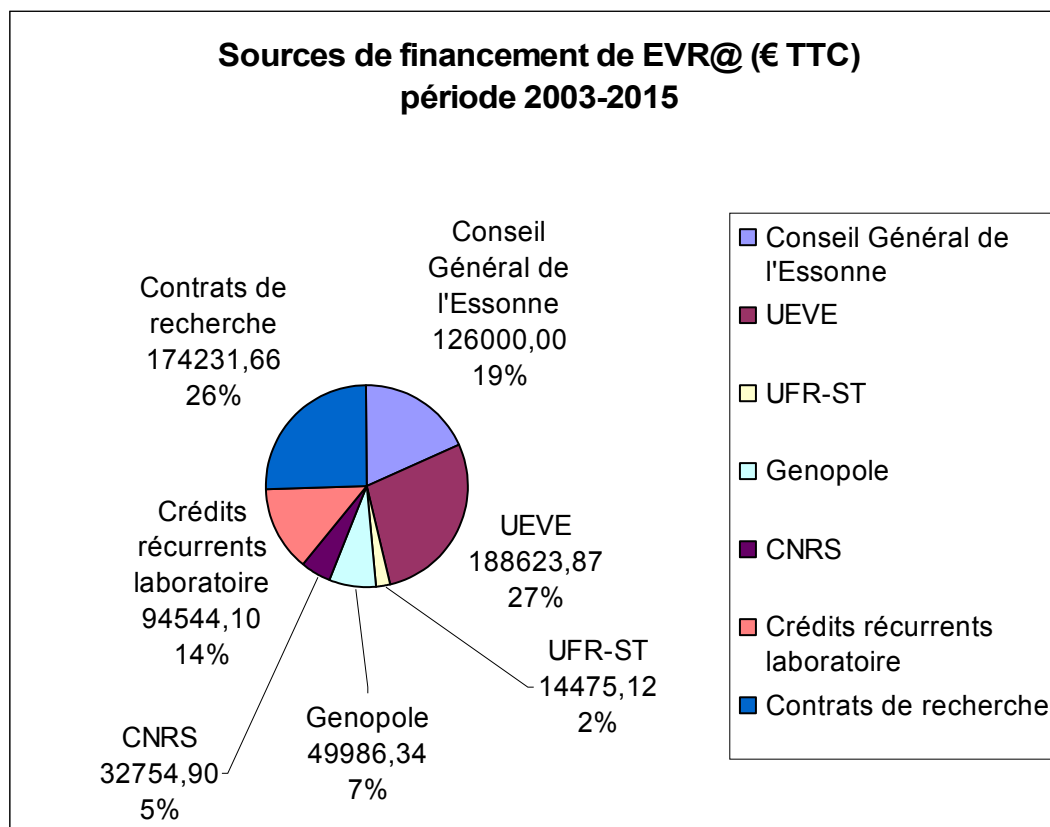


Figure 3.

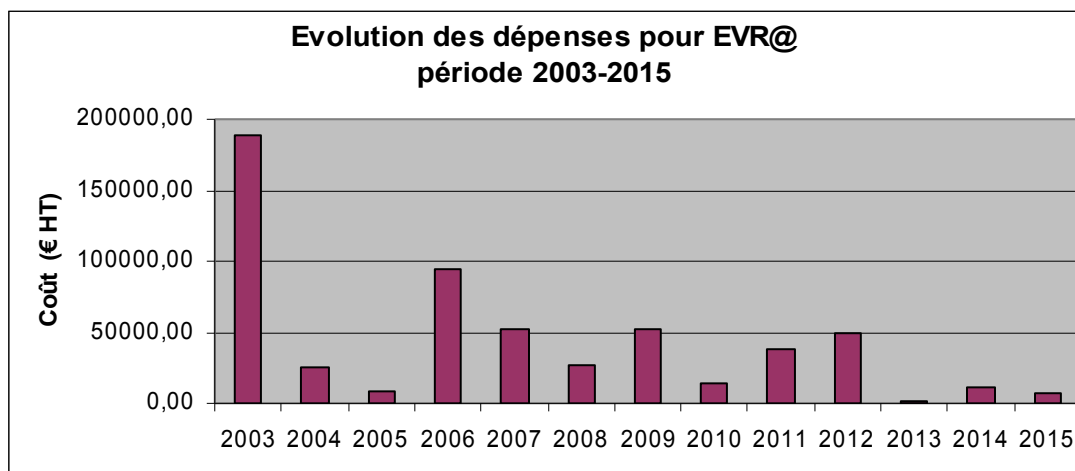


Figure 4.

#### ***II.4. Coûts de fonctionnement de EVR@***

Les coûts de fonctionnement de EVR@ comprennent ici:

- la dotation pour amortissements des matériels et logiciels actifs de EVR@
- le coût des consommables, licences logicielles achetés régulièrement ainsi que le coût de maintenance des matériels

Ils ne comprennent pas les coûts associés aux salaires des personnels, les coûts de gestions de l'UEVE et les coûts d'entretien des surfaces utiles pour EVR@.



Les coûts de fonctionnement annualisés de EVR@ s'élève à **135,67 K€**. La majeure partie de ces coûts est imputable à la dotation pour amortissements des matériels, logiciels et infrastructures actifs (**119,17 K€ par an**).

**Le coût de renouvellement des licences (3DVIA Virtools et 3DS-MAX) n'existent plus** (3DVIA Virtools a été arrêté en 2013 et la maintenance de 3DS-Max est gratuite depuis 2015. Nous économisons donc environ **3 K€** sur ce poste. Les frais récurrents annuels estimés<sup>21</sup> s'élèvent donc à **3,3 K€ TTC** par an (voir l'annexe IV.3 pour le détail des coûts de fonctionnement).

Ainsi, le coût par jour ouvré de la plateforme technique EVR@ s'élève à **450,50 €<sup>22</sup>**. Il se décompose de la manière suivante, selon les quatre groupes de matériels :

- **EVR@-HS: 207,40 € par jour ouvré ;**
- **EVR@-TR: 96,35 € par jour ouvré ;**
- **EVR@-WE: 54,89 € par jour ouvré ;**
- **EVR@-RO: 96,90 € par jour ouvré.**

## ***II.5. Procédure de gestion***

### **II.5.1. Amortissements**

En relation avec la gestion du laboratoire IBISC, la plateforme EVR@ s'est dotée de procédures permettant d'avoir une idée précise des informations techniques et comptables sur les matériels/logiciels achetés. **L'intranet du site Web de la plateforme EVR@ centralise les documents numérisés importants et récapitule, par projet, l'ensemble des dépenses liées aux matériels et logiciels achetés.** A partir de ces informations, il est possible de fournir des informations concernant en particulier la VNC (valeur nette comptable) de chaque matériel amortissable. Il nous est ainsi possible de déterminer la dépréciation éventuelle des composantes de EVR@.

<sup>21</sup> Les coûts s'entendent sur la base du coût des dernières commandes entre 2013 et 2015.

<sup>22</sup> Pour obtenir ce résultat, on considère 237 jours ouvrés dans l'année.



## II.5.2. Analyse des risques liés aux matériels

Le terme « risque » désigne ici l'impossibilité qu'on aurait à utiliser pleinement une composante de la plateforme EVR@ pendant une durée importante (supérieure à une ou deux semaines). La colonne « sensibilité au risque » des tableaux de l'annexe financière IV.2 détaille le risque par composante de la plateforme EVR@. La sensibilité au risque dépend de l'importance de la composante dans le service rendu par la plateforme, mais aussi de la facilité en terme de temps pour réparer/changer cette composante si une panne survient.

**Les tableaux de l'annexe financière IV.2 de ce document montrent clairement que le matériel est vieillissant.** De plus, certaines composantes sensibles au risque ne sont plus sous garantie/maintenance.

Ci-dessous, voici les composantes qui sont associées à une sensibilité au risque importante.

### *Projecteur de la plateforme EVR@-HS.*

En terme de risque, la composante la plus sensible est le projecteur de la plateforme EVR@. **Le matériel va avoir 12 ans, et a rencontré ces trois dernières années deux pannes majeures, l'une en 2013 sur l'alimentation 5V des circuits électroniques du projecteur et l'autre en 2014 sur un composant électronique de cette même alimentation 5V. La première panne a été réparée par des électroniciens de l'UFR-ST, après une immobilisation de 2 mois alors que la deuxième panne a été réparée des électroniciens de l'UFR-ST, après une immobilisation de 1 semaine.** Il faut rappeler que:

- la garantie/maintenance associée au matériel de projection s'est achevée en novembre 2009. Les coûts d'achat associés à ce type de matériel sont élevés et le coût d'achat d'une garantie/maintenance pour une 10<sup>ème</sup> année sont prohibitifs (environ 20 k€ HT).
- les pièces détachées n'existent plus sur ce matériel, qui s'amortie habituellement en 5 ans.



#### *Système de tracking optique de EVR@-HS.*

Le matériel a 12 ans. Il faut signaler que le matériel n'est plus sous garantie et que les pièces détachées n'existent plus. **Des problèmes techniques majeurs sur les caméras infra-rouge ont perturbé fortement les activités de EVR@-HS de mai 2013 à septembre 2013, puis en juillet 2014.** La caméra en spare a été utilisée pour compenser une caméra. Cependant, une deuxième caméra est également tombée en panne. Le système de tracking OPTITRACK, prévu pour équiper la plateforme mobile EVR@-TR en 2010 et utilisé actuellement dans la partie EVR@-RO a été utilisé mais ne répond pas aux contraintes qui permettent de mener à bien des expérimentations (données datées, temps réel, erreur sur la procédure de calibration connue).

Une caméra a été réparée par un électronicien de l'UFR-ST, qui a détecté un composant grillé et l'a remplacé. Le système fonctionne à présent correctement.

#### *PC serveurs de EVR@-HS.*

Le PC serveur graphique de EVR@-HS a été remplacé en 2009. Les autres PCs serveurs (ceux reliés au système de tracking optique et au SPIDAR) de EVR@-HS ont été remplacés en 2010. Le risque d'un défaut est peu important et facilement traitable.

#### *Cas particulier des matériels électriques, électroniques et mécaniques des pôles EVR@-HS, EVR@-TR et EVR@-RO.*

**Il n'existe aucune compétence au sein de l'équipe pilotant EVR@ dans le cas où un problème d'ordre électrique, électronique ou mécanique intervient sur certains éléments des pôles EVR@-HS, EVR@-TR ou EVR@-RO.** Les matériels plus particulièrement concernés sont les contrôleurs/motorisations/encodeurs/mécanique des systèmes SPIDAR. Le recours aux personnels compétents de l'UFR-ST, qui sont déjà intervenu avec succès pour réparer le projecteur et une caméra du système de tracking optique, est nécessaire. Les modalités de cette coopération doivent être explicitées pour une plus grande efficacité.

**D'une manière générale, il existe actuellement un risque majeur sur la pérennité des activités utilisant la plateforme EVR@-HS si aucune solution n'est apportée sur le financement de matériels pouvant remplacer l'existant.**

### **II.5.3. Risques et financements récurrents**



L'investissement dans l'achat de nouveaux matériels et logiciels sur EVR@ a été effectué par l'obtention de contrats, d'équipement comme A.S.T.R.E. 2002-2005, A.S.T.R.E. 2005-2007 ou équipements semi-lourds Genopole® (2011-2012) ou de recherche. Ils ont permis d'étendre les capacités de EVR@.

Mais, l'entretien du matériel existant et la mise à jour des logiciels ne peut s'effectuer proprement que par l'obtention de crédits récurrents qui pérennisent un type de matériel donné. C'est actuellement le rôle du laboratoire IBISC de permettre à ses plateformes un entretien minimum. Cependant, comme nous l'avons montré dans l'analyse des risques sur le matériel de EVR@, les financements récurrents de IBISC, **qui sont en baisse en 2015 (environ 4 K€)**, ne suffisent pas à garantir le renouvellement des matériels de la plateforme EVR@.

### III. Bilan et perspectives

#### III.1 Bilan critique

La plateforme EVR@ possède une politique clairement définie au service de la recherche, de la pédagogie et de la valorisation de l'UEVE. Elle s'est doté d'indicateurs permettant de quantifier l'apport de EVR@ sur les trois aspects RECHERCHE, PEDAGOGIE et RAYONNEMENT. Au regard de ces indicateurs nous avons pu quantifier l'apport de cette plateforme aux activités de l'UEVE.

La plateforme EVR@, c'est entre 2003 et 2015:

- L'implication directe dans **2 HDR** soutenues, **16 thèses** soutenues et **20** articles de revue et **97** publications en conférences internationales avec comité de lecture ou chapitres de livres, **2 brevets** ;
- L'implication directe dans **11 projets** académique, ANR, européen, industriel et d'équipement ;
- L'implication dans 9 modules d'enseignement à l'UEVE ;
- L'implication dans un module JIN TSP, ENSIIE de M2 (2014-2015)
- L'implication (2011-2015) dans un module d'enseignement de M1 et M2 à l'école d'ingénieur EFREI ;
- L'implication dans la vie de l'UEVE (Journées Portes Ouvertes, Fête de la Science, Cordées de la réussite, etc.) et dans ses relations avec ses partenaires (Genopole et CNES)



Parallèlement à ces résultats, la plateforme EVR@ s'est dotée récemment de procédures permettant d'évaluer finement les aspects importants de sa comptabilité, en particulier en matière d'amortissements mais aussi en matière de coûts d'utilisation de ses différentes composantes.

Il en ressort que même si, actuellement, les crédits récurrents du laboratoire IBISC permettent, par l'intermédiaire d'un soutien du laboratoire à EVR@, de financer les consommables de la plateforme et le renouvellement des PCs stagiaires associés à la plateforme (4 k€ en 2015), il y a eu trop peu de renouvellement de matériel. Ainsi, la VNC des éléments de EVR@ se chiffre au 04/11/2015 à environ **115,4 K€ HT** sur un investissement **532,5 K€ HT** (matériels encore en activité). Pour maintenir le matériel en l'état, il faudra dépenser en moyenne **115,4 K€ par an**.

Ce déficit d'investissement sur le renouvellement de l'existant se traduit par un vieillissement des matériels et a déjà entrainer des perturbations importantes dans les missions fixées à EVR@ au service des activités de l'UEVE.

### **III.2. Bilan des années 2013-2015**

#### **III.2.1. Implication de EVR@-HS dans le projet ORIGAMI2 pour le tracking de gestes**

Deux séries d'expérimentations impliquant une trentaine de sujets ont été menées sur EVR@-HS en 2013-2014, dans le cadre du projet ORIGAMI2. Le matériel impliqué était le système de tracking optique ART pour le tracking de geste de la main et de la tête d'une personne. Ces expérimentations, impliquant des membres du LSIS (Marseille) et du LUTIN (Paris), ont été un succès et ont donné lieu à l'écriture d'un article soumis à la conférence FLAIRS 2014.

D'autre part, une "Kinect-like" de Sony a été installée sur le haut de EVR@-HS pour évaluer les gestes de personnes. Les expérimentations menées ont aboutit à deux publications en conférence avec comité de lecture.

#### **III.2.2. Implication de EVR@-TR dans une thèse en co-direction avec le laboratoire CNRS CERMA UMR 1563 de l'Ecole Centrale de Nantes**

Siju Wu, co-encadré par Samir Otmane (PR UEVE) et Guillaume Moreau (PR ECN), a débuté en 2012 une thèse dont une partie consiste à promouvoir des techniques d'interaction naturelles utilisant des systèmes tactiles pour la sélection et des systèmes



évaluant le geste de la personne pour la manipulation. Il utilise ainsi la table tactile achetée sur les crédits Genopole (projet IRM-Bio), une Kinect de Microsoft ou une Leap Motion. Il s'agit ainsi de trouver une alternative *low-cost* pour effectuer de l'interaction 3D. Cela a donné lieu à une série d'expérimentations et à 5 publications en conférence internationale. Siju Wu soutient sa thèse fin novembre 2015.

### **III.2.3. Implication de EVR@-TR dans une thèse en collaboration avec le laboratoire CNRS LTCI UMR 5141 de Telecom ParisTech**

Ngoc-Trung Tran, dont le directeur de thèse est Fakhr-Eddine Ababsa (MCF HDR UEVE), a soutenu sa thèse intitulée "Suivi et indexation de visages dans des séquences vidéo" en avril 2015. Il a effectué des expérimentations utilisant le système SMARTTRACK acheté sur les crédits d'ORIGAMI2 ainsi qu'une caméra industrielle haute définition. La mise en oeuvre logicielle a été réalisée par F. Davesne en 2013-2014 et un support mécanique a été réalisé par l'équipe technique de l'UFR-ST. Cette thèse a donné lieu à 1 article de revue et 3 conférences internationales, impliquant les ressources d'EVR@.

### **III.2.4. Implication de EVR@-TR dans l'étude de retours d'efforts précis pour des gestes médicaux.**

Amine Chellali (MCF UEVE) a été recruté en 2013 entre autres pour ses compétences en systèmes à retour d'efforts appliqués aux gestes médicaux et pour son expertise sur les protocoles d'évaluation expérimentaux autour de cette thématique. Il a contribué à créer en 2014 un démonstrateur d'insertion d'aiguilles dans des tissus humains dont les propriétés mécaniques ont été préalablement étudiées. Il utilise pour cela un dispositif PHANTOM OMNI 3 axes.

La thèse de Seddik Benyahia, co-encadrée par Amine Chellali, doit apporter des développements dans cette voie de recherche. Ce travail a, pour le moment, donné lieu à 1a production d'un article en conférence internationale.

### **III.2.5. Implication de EVR@-RO.**

L'année 2013 a vu la montée en puissance de la partie EVR@-RO.





D'une part, une thèse en cotutelle a été lancée par Laredj Benchikh en 2013 (Mlle Khoulood Latrach) conjointement au projet FUI NEWTUN 2012-2016.

D'autre part, un travail de développement a été réalisé sur le robot NAO, en collaboration avec l'UFR-ST, et une démonstration a été créée.

Ensuite, une étude menée par l'équipe SIMOB d'IBISC a permis d'étudier la modélisation du comportement du ROV en milieu marin et a donné lieu à une publication en conférence internationale.

Enfin, la société [VIRTUALDIVE](#), partenaire de IBISC dans le cadre des projets ANR DIGITAL OCEAN et DIGITAL OCEAN EU, a finalisé une nouvelle version du DOLPHIN en 2013.

### **III.2.6. Collaboration avec le CDTA d'Alger.**

Samir Otmane a finalisé une collaboration avec le CDTA (Centre de Développement des Technologies Avancées) d'Alger. Cette collaboration permet entre autres un transfert de compétence pour qu'à terme une plateforme de RV/RA soit établie au CDTA (en cours de réalisation en 2015). Deux doctorants du CDTA (Abdelkader Bellarbi et Samir Benbelkacem) sont accueillis à temps partiel sur des projets associés à EVR@-RO et EVR@-RA. Cette collaboration a donné lieu depuis 2013 à 6 publications communes en conférence internationale.

### **III.2.7. Passage au logiciel Unity 3D et développements en cours.**

Les développements avec 3DVIA Virtools sur EVR@ ont été stoppés depuis 2013-2014 en raison de l'obsolescence de ce logiciel. Celui-ci a été remplacé par Unity 3D, dont les développements ont commencé avec la thèse de Siju Wu et poursuivis depuis. Un avantage de ce logiciel est sa gratuité (en mode basic) et la très forte communauté de développement. Les nouveaux périphériques de RV (Oculus Rift, PHANTOM OMNI) ont une interface native avec Unity 3D.

F. Davesne développe depuis 2015 des interfaces permettant de réutiliser des bibliothèques de périphériques de Réalité Virtuelle (développées en C++) sous Unity 3D, sans passer par la version de Unity Pro, qui, elle, est payante. Celles-ci ont permis l'utilisation du système de tracking A.R.T. sous Unity 3D. Un site WEB sera mis en œuvre courant 2016 afin de partager ces développements.



### **III.2.8. Utilisation de l'imprimante 3D de EVR@.**

#### ***Utilisation***

L'imprimante 3D de EVR@, obtenue sur crédits Genopole matériels semi-lourds de 2012, a été mise en service après des travaux électriques nécessaires sur EVR@ en 2013. Une procédure d'utilisation et de gestion des stocks a été mise en place par F. Davesne.

Elle a servi dans le cadre de la recherche de EVR@-TR (thèse de Siju Wu), de EVR@-WE (stagiaire de Malik Mallem), de EVR@-RO (Laredj Benchikh).

Elle a également servi pour le compte de l'UFR-ST et de l'UFR-SFA (Fête de la Science 2014). Au 04/11/2015, il a été consommé 25% de matière ABS (soit 7,2 bobines) et 19% de matière support (soit 2,5 bobines) fournies lors de la commande de l'imprimante 3D.

Il faut noter que, s'il fallait acheter de la matière supplémentaire, le coût serait très conséquent (environ 800 € par bobine de matière ABS et environ 800€ par bobine de matière support).

#### ***Problèmes techniques***

Quelques problèmes techniques, qui ont causé l'interruption de service de l'imprimante 3D durant environ une semaine, ont été résolus grâce à des personnels de l'UFR-ST. Ceux-ci étaient dus à l'humidité dont les certaines bobines se sont imprégnées.

### **III.3. Perspectives d'évolution de la plateforme EVR@**

***Un capital recherche et de développement ouvert à IBISC et à l'UEVE***



Depuis sa création en 2004, les recherches et les développements menés sur l'assistance au travail et au télétravail collaboratif en réalité mixte (virtuelle et augmentée) ont permis de doter la plateforme de nouveaux outils logiciels tels que de nouvelles techniques d'interaction 3D et un outil d'aide à l'évaluation des interactions 3D :

- Follow-Me [Ouramdane et al 06] : pour une sélection et une manipulation précise et sécurisée ;
- Fly-Over [Boudoin et al. 08] : interaction 3D adaptative, qui s'adapte aux quatre tâches de l'interaction 3D (naviguer, sélectionner, manipuler et contrôler l'application) et aux interfaces (dispositifs matériels) utilisées ;
- 3DUI-EF [Domingues et al. 10] : une plateforme logicielle permettant d'aider l'utilisateur à prototyper l'évaluation des méthodes et techniques d'interaction 3D en réalité mixte ;
- ARCS [Didier et al. 09] : un outil de prototypage rapide d'applications en RA.
- LayerStrock [Wu et al. 15], HorizontalDragger [Wu et al. 15] et TouchSketch [Wu et al. 15]: techniques d'interaction précise utilisant la Leap Motion sur un bureau.
- 

### ***La Réalité Virtuelle comme outils d'apprentissage de gestes dans le domaine de la E-Santé***

Le demande d'équipements semi-lourds Genopole 2015 effectuée par Amine Chellali pose les bases d'une évolution thématique de la plate-forme EVR@:

- D'un point de vue technique, elle permettra d'obtenir une plate-forme immersive de taille moyenne (cube de 2,5 mètres de cotés avec 4 surfaces de projection, permettant une visualisation stéréoscopique très immersive ;
- Dotée d'un système à retour d'effort très précis (PHANTOM OMNI 3 axes), elles permettra d'étudier l'apprentissage de gestes opératoires en Réalité Virtuelle incluant l'impression d'effort exercé par l'artefact sur le patient virtuel ;
- L'hôpital Sud-Francilien étant partenaire de ce projet, les méthodes et techniques informatiques proposées sur cette plate-forme immersive pourront être validées par des praticiens hospitaliers.

### ***Création d'une plate-forme immersive EVRA-IM?***



L'existence d'une plate-forme immersive permettra également la visualisation et l'interaction avec des données complexes. Les besoins des différents acteurs de l'UEVE existent en ce sens. Des contacts ont été pris en 2014 avec le SABNP en ce sens.



## IV. Annexes

### IV.1 Liste des publications associées à la plateforme EVR@ [147]

#### IV.1.1 Articles de revue internationale avec comité de lecture [20]

- [1] Ngoc-Trung Tran, Fakhr-Eddine Ababsa, and Maurice Charbit. A robust framework for tracking simultaneously rigid and non-rigid face using synthesized data. *Pattern Recognition Letters*, 65:75–80, November 2015.
- [2] Guillaume Bouyer, Samir Otmane, and Mouna Essabbah. In virtuo molecular analysis systems: Survey and new trends. *Intelligent Systems Reference Library*, 68:51–77, 2014.
- [3] Mehdi Chouiten, Christophe Domingues, Jean-Yves Didier, Samir Otmane, and Malik Mallem. Distributed Mixed reality for diving and underwater tasks using Remotely Operated Vehicles. *International Journal on Computational Sciences & Applications*, 5(4):(elec. proc.), October 2014.
- [4] Mouna Essabbah, Guillaume Bouyer, Samir Otmane, and Malik Mallem. A framework to design 3D interaction assistance in constraints-based virtual environments. *Virtual Reality*, 18(3):219–234, September 2014.
- [5] Nader Cheaib, Samir Otmane, and Malik Mallem. A Collaborative Multi-Agent Framework for Internet-Based Teleoperation Systems. *International Journal of Agent Technologies and Systems*, 5(2):31–54, June 2013.
- [6] Madjid Maidi, Malik Mallem, Laredj Benchikh, and Samir Otmane. An Evaluation of Camera Pose Methods for an Augmented Reality System: Application to Teaching Industrial Robots. *Lecture notes in computer science*, 7420:3–30, January 2013.
- [7] Mouna Essabbah, Samir Otmane, Guillaume Bouyer, Joan Hérisson, and Malik Mallem. Analyse des systèmes de visualisation et d'interaction 3D pour la biologie moléculaire. *Technique et Science Informatiques*, 31(2):187–214, 2012.
- [8] Irimi Giannopulu and Gilbert Pradel. From child-robot interaction to child-robot-therapist interaction: A case study in autism. *Applied Bionics and Biomechanics*, 9(2):173–179, 2012.
- [9] Fakhr-Eddine Ababsa and Malik Mallem. Robust Camera Pose Tracking for Augmented Reality Using Particle Filtering Framework. *Machine Vision and Applications*, 22(1):181–195, 2011.



- [10] Mahmoud Haydar, David Roussel, Samir Otmane, and Malik Mallem. Virtual and augmented reality for cultural computing and heritage: a case study of virtual exploration of underwater archaeological sites. *Virtual Reality*, 15(4):311–327, 2011.
- [11] Christophe Domingues, Samir Otmane, and Malik Mallem. 3DUI-EF: Towards a Framework for Easy Empirical Evaluation of 3D User Interfaces and Interaction Techniques. *The International Journal of Virtual Reality*, 9(1):73–80, March 2010.
- [12] Irimi Giannopulu and Gilbert Pradel. Multimodal interactions in free game play of children with autism and a mobile toy robot. *NeuroRehabilitation*, 27(4):305–311, 2010.
- [13] Madjid Maidi, Fakhr-Eddine Ababsa, and Malik Mallem. Handling Occlusions for Robust Augmented Reality Systems. *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, page elec. proc., May 2010.
- [14] Madjid Maidi, Jean-Yves Didier, Fakhr-Eddine Ababsa, and Malik Mallem. A performance study for camera pose estimation using visual marker based tracking. *Machine Vision and Applications*, 21(3):365–376, April 2010.
- [15] Jean-Yves Didier, Samir Otmane, and Malik Mallem. ARCS : Une Architecture Logicielle Reconfigurable pour la conception des Applications de Réalité Augmentée. *Technique et Science Informatiques*, 28(6-7):891–919, 2009.
- [16] Sehat Ullah, Nassima Ouramdane, Samir Otmane, Paul Richard, Frédéric Davesne, and Malik Mallem. Augmenting 3D Interactions with Haptic Guide in Large Scale Virtual Environments. *International Journal of Virtual Reality (IJVR)*, 8(2):25–31, 2009.
- [17] Sehat Ullah, Paul Richard, Samir Otmane, Mickael Naud, and Malik Mallem. Human Performance in Cooperative Virtual Environments: the Effect of Visual Aids and Oral Communication. *International Journal of Virtual Reality*, 8(4):79–86, December 2009.
- [18] Fakhr-Eddine Ababsa and Malik Mallem. A Robust Circular Fiducial Detection Technique and Real-Time 3D Camera Tracking. *Journal of Multimedia*, 3(4):34–41, October 2008.
- [19] Jean-Yves Didier, Fakhr-Eddine Ababsa, and Malik Mallem. Hybrid Camera Pose Estimation Combining Square Fiducials Localization Technique and Orthogonal Iteration Algorithm. *International Journal of Image and Graphics*, 8(1):169–188, 2008.
- [20] Fakhr-Eddine Ababsa, David Roussel, and Malik Mallem. Structured light 3D free form recovering with sub-pixel precision. *Machine Graphics & Vision International Journal*, 12(4):453–476, April 2003.



#### IV.1.2 Communications avec actes [97]

- [1] Seddik Benyahia, Duc Van Nguyen, Amine Chellali, and Samir Otmane. Designing the User Interface of a Virtual Needle Insertion Trainer. In 27ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine., page a18, Toulouse, France, October 2015. ACM.
- [2] Hajar Hiyadi, Fakhr-Eddine Ababsa, Christophe Montagne, El Houssine Bouyakhf, and Fakhita Regragui. A depth-based approach for 3D dynamic gesture recognition. In 12th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2015), volume 2 of ICINCO 2015 - 12th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics, Proceedings, pages 103–110, Colmar, France, July 2015.
- [3] Duc-Van Nguyen, Safa Ben Lakhal, and Amine Chellali. Preliminary Evaluation of a Virtual Needle Insertion Training System. In IEEE Virtual Reality 2015, Arles, France, March 2015.
- [4] Ngoc-Trung Tran, Fakhr-Eddine Ababsa, and Maurice Charbit. Towards pose-free tracking of non-rigid face using synthetic data. In 4th International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM 2015), volume 2 of Proc. of the 4th International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM 2015), pages 37–44, Lisbon, Portugal, January 2015.
- [5] Siju Wu, Amine Chellali, Samir Otmane, and Guillaume Moreau. HorizontalDragger: a Freehand Remote Selector for Object Acquisition. In IEEE Virtual Reality 2015, pages 307–308, Arles, France, March 2015.
- [6] Siju Wu, Amine Chellali, Samir Otmane, and Guillaume Moreau. LayerStroke: a Layer based Selector for Small Target Acquisition. In 27ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine., page w17, Toulouse, France, October 2015. ACM.
- [7] Siju Wu, Amine Chellali, Samir Otmane, and Guillaume Moreau. TouchSketch: a touch-based interface for 3D object manipulation and editing. In 21st ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST 2015), Proceedings of the 21st ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, pages 59–68, Beijing, China, November 2015.
- [8] Jean-Clément Devaux, Hicham Hadj-Abdelkader, and Etienne Colle. Toolbox d'étalonnage pour Kinect : Application à la fusion d'une Kinect et d'un télémètre laser. In Reconnaissance de Formes et Intelligence Artificielle (RFIA) 2014, pages –, France, June 2014.
- [9] Jean-Clement Devaux, Hicham Hadj-Abdelkader, and Etienne Colle. Fully automatic extrinsic calibration of RGB-D system using two views of natural scene. In 13th International Conference on Control Automation Robotics and Vision (ICARCV 2014), pages 894–900, Singapour, Singapore, December 2014.



- [10] M'Hamed Frad, Hichem Maaref, Samir Otmane, and Abdelatif Mtibaa. SPIDAR calibration based on regression methods. In 11th IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC 2014), pages 679–684, Miami, FL, United States, April 2014.
- [11] Siju Wu, Amine Chellali, and Samir Otmane. FingerOscillation: Clutch-free Techniques for 3D Object Translation, Rotation and Scale. In The 20th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST 2014), pages 225–226, Edinburgh, United Kingdom, November 2014.
- [12] Siju Wu, Amine Chellali, Samir Otmane, and Guillaume Moreau. HorizontalDragger: a Freehand Remote Selector for Object Acquisition. In 9es journées de l'Association Française de Réalité Virtuelle (AFRV), Augmentée, Mixte et d'Interaction 3D, Reims, France, November 2014.
- [13] Ismail Almetwally and Malik Mallem. Real-time tele-operation and tele-walking of humanoid Robot Nao using Kinect Depth Camera. In 10th IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC 2013), pages 463–466, Evry, France, April 2013.
- [14] Abdelkader Bellarbi, Christophe Domingues, Samir Otmane, Samir Benbelkacem, and Alain Dinis. Augmented reality for underwater activities with the use of the DOLPHYN. In 10th IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC 2013), pages 409–412, Evry, France, April 2013.
- [15] Maxime Boucher, Fakhr-Eddine Ababsa, and Malik Mallem. Reducing the slam drift error propagation using sparse but accurate 3d models for augmented reality applications. In Virtual Reality International Conference on Laval Virtual (VRIC 2013), page (elec. proc), Laval, France, March 2013.
- [16] Etienne Colle, Simon Galerne, and Maxime Jubert. Mobile Robot Localization Based on a Set Approach using Heterogeneous Measurements. In 10th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2013), volume 2, pages 130–139, Reykjavík, Iceland, July 2013.
- [17] Yannick Dennemont, Guillaume Bouyer, Samir Otmane, and Malik Mallem. 3D interaction assistance in virtual reality: A semantic reasoning engine for context-awareness - From interests and objectives detection to adaptations. In International Conference on Computer Graphics Theory and Applications (GRAPP 2013) and International Conference on Information Visualization Theory and Applications (IVAPP 2013), pages 349–358, Barcelona, Spain, February 2013.
- [18] Jean-Clement Devaux, Hicham Hadj-Abdelkader, and Etienne Colle. A multi-sensor calibration toolbox for Kinect : Application to Kinect and laser range finder fusion. In 16th International Conference on Advanced Robotics (ICAR 2013), page (to appear), Montevideo, Uruguay, November 2013.





- [19] Wenhao Fu, Hicham Hadj-Abdelkader, and Etienne Colle. Visual servoing based mobile robot navigation able to deal with complete target loss. In 18th International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR 2013), page (to appear), Miedzzyzdroje, Poland, August 2013.
- [20] Wenhao Fu, Hicham Hadj-Abdelkader, and Etienne Colle. Reactive collision avoidance using B-spline representation: Application for mobile robot navigation. In 6th European Conference on Mobile Robots (ECMR 2013), pages 319–324, Barcelona, Spain, September 2013.
- [21] Adel Khadhraoui, Lotfi Beji, Samir Otmame, and Azgal Abichou. Explicit homogeneous time-varying stabilizing control of a submarine vehicle (ROV). In 10th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2013), volume 1, pages 26–32, Reykjavík, Iceland, July 2013.
- [22] Cyrille Migniot and Fakhr-Eddine Ababsa. 3D Human Tracking in a Top View Using Depth Information Recorded by the Xtion Pro-Live Camera. In 9th International Symposium on Visual Computing (ISVC 2013), volume 8034 of Lecture Notes in Computer Science, pages 603–612, Rethymnon, Crete, Greece, July 2013.
- [23] Cyrille Migniot and Fakhr-Eddine Ababsa. 3D Human Tracking from Depth Cue in a Buying Behavior Analysis Context. In 15th International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP 2013), volume 8047 of Lecture Notes in Computer Science, pages 482–489, York, United Kingdom, August 2013.
- [24] Siju Wu, Samir Otmame, Guillaume Moreau, and Myriam Servieres. Design of a Visual Query Language for Geographic Information System on a Touch Screen. In 15th International Conference on Human Computer Interaction International (HCI 2013), volume 8007 of Lecture Notes in Computer Science, pages 530–539, Las Vegas, NV, United States, July 2013.
- [25] Antonio Andriatrimoson, Nadia Abchiche-Mimouni, Etienne Colle, and Simon Galerne. An Adaptive Multi-agent System for Ambient Assisted Living. In The Fourth International Conference on Adaptive and Self-Adaptive Systems and Applications (ADAPTIVE 2012), pages 85–92, Nice, France, July 2012.
- [26] Abdelkader Bellarbi, Christophe Domingues, Samir Otmame, Samir Benbelkacem, and Alain Dinis. Underwater Augmented Reality Game using the DOLPHYN. In 18th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST 2012), pages 187–188, Toronto, Canada, December 2012.
- [27] Nader Cheaib, Mouna Essabbah, Christophe Domingues, and Samir Otmame. Software architecture for interactive robot teleoperation. In The ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems (ACM EICS 2012), pages 275–280, Copenhagen, Denmark, June 2012.



- [28] Mehdi Chouiten, Christophe Domingues, Jean-Yves Didier, Samir Otmame, and Malik Mallem. Distributed Mixed Reality for remote underwater telerobotics exploration. In 14th Virtual Reality International Conference (VRIC 2012), page (elec. proc), Laval, France, March 2012.
- [29] Yannick Dennemont, Guillaume Bouyer, Samir Otmame, and Malik Mallem. 3D Interaction Assistance Through Context-Awareness: A semantic reasoning engine for classic virtual environment. In International Conference on Computer Graphics Theory and Applications (GRAPP 2012), pages 562–567, Roma, Italy, February 2012.
- [30] Yannick Dennemont, Guillaume Bouyer, Samir Otmame, and Malik Mallem. A Discrete Hidden Markov Models Recognition Module for Temporal Series: Application to Real-Time 3D Hand Gestures. In 3rd International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA 2012), pages 299–304, Istanbul, Turkey, October 2012.
- [31] Yannick Dennemont, Guillaume Bouyer, Samir Otmame, and Malik Mallem. A Semantic Reasoning Engine for Context-Awareness: Detection and Enhancement of 3D Interaction Interests. In 18th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST2012), pages 201–202, Toronto, Canada, December 2012.
- [32] Christophe Domingues, Mouna Essabbah, Nader Cheaib, Samir Otmame, and Alain Dinis. Human-Robot-Interfaces based on Mixed Reality for Underwater Robot Teleoperation. In 9th IFAC Conference on Manoeuvring and Control of Marine Craft (MCMC 2012), volume 9, pages 212–215, Arenzano, Italy, September 2012.
- [33] Christophe Domingues, Samir Otmame, Frédéric Davesne, and Malik Mallem. Workflow Model for Collaborative 3D Interaction - Application to co-located manipulation. In International Conference on Computer Graphics Theory and Application (GRAPP 2012), pages 407–412, Rome, Italy, February 2012.
- [34] Christophe Domingues, Samir Otmame, and Alain Dinis. A new Device for Virtual or Augmented Underwater Diving. In IEEE Symposium on 3D User Interface (3DUI 2012), pages 141–142, Orange County, CA, United States, March 2012.
- [35] Mouna Essabbah and Samir Otmame. Interface Homme-Robot multimodale pour la plongée virtuelle. In Workshop Interaction Homme-Machine (IHM 2012), page (elec. proc), Sousse, Tunisia, June 2012.
- [36] Hicham Hadj-Abdelkader, Youcef Mezouar, and Thierry Chateau. Generic realtime kernel based tracking. In the IEEE International Conference on Robotics and Automation, pages 3069–3074, St. Paul, MN, United States, June 2012.
- [37] Hichem Arioui, Lounis Temzi, and Philippe Hoppenot. Force Feedback Stabilization for Remote Control of An Assistive Mobile Robot. In American Control Conference (ACC 2011), pages 4898–4903, San Francisco, United States, June 2011.



- [38] Mehdi Chouiten, Jean-Yves Didier, and Malik Mallem. Component-based middleware for distributed augmented reality applications. In 5th International Conference on Communication System Software and Middleware (COMSWARE '11), page elec. proc., Verona, Italy, July 2011.
- [39] Jean Clement Devaux, Paul Nadrag, Etienne Colle, and Philippe Hoppenot. High level assisted control mode based on SLAM for a remotely controlled robot. In 15th International Conference on Advanced Robotics (ICAR 2011), pages 186–191, Tallinn, Estonia, June 2011.
- [40] Ramia Etche Ogeli, Gilbert Pradel, and Jean-Pierre Malen. Contribution to the study of assisted interactions between an autistic child and a therapist by the way of a mobile robot in a play situation. In AAATE 2011, volume 29 of Assistive Technology Research Series, pages 497–507, Maastricht, Netherlands, August 2011.
- [41] Sehat Ullah, Xianging Liu, Samir Otmane, Paul Richard, and Malik Mallem. What You Feel Is What I Do: A Study of Dynamic Haptic Interaction in Distributed Collaborative Virtual Environment. In 14th international conference on Human-computer interaction (HCII 2011), volume 6762 of Lecture Notes in Computer Science, pages 140–147, Orlando, Florida, United States, July 2011. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.
- [42] Imane Zendjebil, Fakhr-Eddine Ababsa, Jean-Yves Didier, and Malik Mallem. Large Scale Localization - For Mobile Outdoor Augmented Reality Applications. In International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP 2011), pages 492–501, Vilamoura, Algarve, Portugal, March 2011.
- [43] Pierre Boudoin, Hichem Maaref, Samir Otmane, and Malik Mallem. SPIDAR calibration using Support Vector Regression. In 2nd International Conference on Image Processing Theory Tools and Applications (IPTA 2010), pages 500–505, Paris, France, July 2010.
- [44] Pierre Boudoin, Hichem Maaref, Samir Otmane, and Malik Mallem. SPIDAR Calibration based on neural networks versus optical tracking. In 6th International Workshop on Artificial Neural Networks and Intelligent Information Processing (ANNIIP 2010), in Conjunction with ICINCO, pages 87–98, Funchal, France, June 2010.
- [45] Yannick Dennemont, Guillaume Bouyer, and Malik Mallem. Réalisation d'un module de reconnaissance de gestes continus en temps réel pour la réalité virtuelle. In Journées de l'AFRV, pages 95–101, Orsay, France, December 2010.
- [46] Mouna Essabbah, Samir Otmane, Guillaume Bouyer, Joan Hérisson, and Malik Mallem. Systèmes de visualisation et d'interaction 3D pour la biologie moléculaire. In 5èmes journées de l'AFRV, Orsay, France, December 2010.
- [47] Malik Mallem. Augmented Reality: Issues, Trends and Challenges. In 2nd International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA 2010), Paris, France, July 2010.



- [48] Gilbert Pradel, Pascale Dansart, Arnaud Puret, and Catherine Barthélémy. Generating interactions in autistic spectrum disorders by means of a mobile robot. In 36th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2010), pages 1540–1545, Glendale, AZ, United States, November 2010.
- [49] Sehat Ullah, Paul Richard, Samir Otmane, Mickael Naud, and Malik Mallem. Haptic guides in cooperative virtual environments: Design and human performance evaluation. In 2010 IEEE Haptics Symposium, pages 457–462, Waltham, MA, United States, March 2010.
- [50] Imane Zendjebil, Fakhr-Eddine Ababsa, Jean-Yves Didier, and Malik Mallem. A GPS-IMU-Camera modelization and calibration for 3d localization dedicated to outdoor mobile applications. In International Conference on Control Automation and Systems (ICCAS 2010), pages 1580–1585, Gyeonggi-do, South Korea, October 2010. IEEE/ACS.
- [51] Fakhr-Eddine Ababsa. Robust Camera Egomotion Estimation from 3D Straight Line-Based Environment model. In IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC 2009), pages 882–887, San Antonio, TX, United States, October 2009.
- [52] Antonio Andriatrimoson, Simon Galerne, and Etienne Colle. Assistance robotisée à la personne en environnement coopérant. In GDR robotique, Paris, France, December 2009.
- [53] Pierre Boudoin, Samir Otmane, Malik Mallem, and Hichem Maaref. A Framework for Designing Adaptative Systems in VR Applications. In 6th IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2009), pages 181–185, Las Vegas, NV, United States, January 2009.
- [54] Nader Cheaib, Samir Otmane, and Malik Mallem. Collaborative Multimedia Collection for Enriching and Visualizing 3D Underwater Sites. In 6th IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2009), page elec. proc., Las Vegas, NV, United States, January 2009.
- [55] Christophe Domingues, Samir Otmane, Frédéric Davesne, and Malik Mallem. Towards multi-platform software architecture for Collaborative Teleoperation. In 2nd Mediterranean Conference on Intelligent Systems and Automation (CISA'09), volume 1107, pages 347–349, Zarzis, Tunisia, March 2009.
- [56] Christophe Domingues, Samir Otmane, Frédéric Davesne, Malik Mallem, and Laredj Benchikh. A Distributed Architecture for Collaborative Teleoperation using Virtual Reality and Web Platforms. In 6th Annual IEEE Consumer Communications & Networking Conference (IEEE CCNC 2009), page elec. proc., Las Vegas, NV, United States, January 2009.
- [57] Mouna Essabbah, Samir Otmane, Joan Hérisson, and Malik Mallem. A New Approach to Design an Interactive System for Molecular Analysis. In 13th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2009), volume 5613 of Lecture Notes in Computer Science, pages 713–722, San Diego, CA, United States, July 2009. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.



- [58] Mahmoud Haydar, Madjid Maida, David Roussel, and Malik Mallem. A New Navigation Method for 3D Virtual Environment Exploration. In 2nd Mediterranean Conference on Intelligent Systems and Automation (CISA'09), volume 1107, pages 190–195, Zarzis, Tunisia, March 2009. AIP.
- [59] Madjid Maida, Fakhr-Eddine Ababsa, and Malik Mallem. Vision-Inertial Tracking System for Robust Fiducials Registration in Augmented Reality. In IEEE Symposium on Computational Intelligence for Multimedia Signal and Vision Processing (CIMSVP '09), pages 83–90, Nashville, TN, United States, March 2009. IEEE/ACS.
- [60] Mickael Naud, Sehat Ullah, Paul Richard, Samir Otmame, and Malik Mallem. Effect of Tactile Feedback and Viewpoint on Task Performance in a Collaborative Virtual Environment. In Joint Virtual Reality Conference EGVE-ICAT-EURO VR (JVRC 2009), pages 19–20, Lyon, France, December 2009.
- [61] Samir Otmame and Frédéric Davesne. Utilization of Human Scale SPIDAR-G in the framework of Assistance to 3D interaction in a semi-immersive AR/VR platform. In Joint Virtual Reality Conference EGVE-ICAT-EURO VR (JCVR 2009), pages 129–134, Lyon, France, December 2009.
- [62] Sehat Ullah, Samir Otmame, Malik Mallem, and Paul Richard. Cooperative Teleoperation Task in Virtual Environment : the Influence of Visual Aids and Oral Communication. In 6th International Conference on Informatics Control, Automation and Robotics (ICINCO 2009), pages 374–377, Milan, Italy, July 2009.
- [63] Sehat Ullah, Samir Otmame, Paul Richard, and Malik Mallem. The Effect of Haptic Guides on humane performance in Virtual Environments. In 4th International Conference on Computer Graphics Theory and Applications (GRAPP 2009), pages 322–327, Lisboa, Portugal, February 2009.
- [64] Sehat Ullah, Paul Richard, Samir Otmame, and Malik Mallem. The Effect of Audio and Visual Aids on Task Performance in Distributed Collaborative Virtual Environments. In 2nd Mediterranean Conference on Intelligence Systems and Automation (CISA 2009), volume 1107, pages 196–201, Zarzis, Tunisia, March 2009.
- [65] Fakhr-Eddine Ababsa, Jean-Yves Didier, Imane Zendjebil, and Malik Mallem. Marker Less Vision-Based Tracking of Partially Known 3D Scenes for Outdoor Augmented Reality Applications. In Konrad W. Wojciechowski Leonard Bolc, Juliusz L. Kulikowski, editor, International Conference on Computer Vision and Graphics (ICCVG 2008), volume 5337 of Lecture Notes in Computer Science, pages 218–227, Warsaw, Poland, December 2008. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.
- [66] Fakhr-Eddine Ababsa, Jean-Yves Didier, Imane Zendjebil, and Malik Mallem. Markerless Vision-Based Tracking of Partially Known 3D Scenes for Outdoor Augmented Reality Applications. In 4th International Symposium on Visual Computing (ISVC 2008), pages 498–507, Las Vegas, NV, United States, December 2008.



- [67] Fakhr-Eddine Ababsa and Malik Mallem. Robust Camera Pose Estimation Combining 2D/3D Points and Lines Tracking. In IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE'08), pages 774–779, Cambridge, United Kingdom, June 2008.
- [68] Pierre Boudoin, Christophe Domingues, Samir Otmane, Nassima Ouramdane, and Malik Mallem. Towards multimodal Human-Robot Interaction in large scale virtual environment. In 3rd ACM/IEEE international conference on Human robot interaction (HRI '08), pages 359–366, Amsterdam, Netherlands, March 2008. ACM New York.
- [69] Pierre Boudoin, Samir Otmane, and Malik Mallem. Fly Over, a 3D Interaction Technique for Navigation in Virtual Environments Independent from Tracking Devices. In 10th International Conference on Virtual Reality (VRIC 2008), pages 7–13, Laval, France, April 2008.
- [70] Pierre Boudoin, Samir Otmane, and Malik Mallem. Design of a 3D Navigation Technique Supporting VR Interaction. In First Mediterranean Conference on Intelligent Systems and Automation (CISA'08), volume 1019, pages 149–153, Annaba, Algeria, June 2008. AIP.
- [71] Pierre Boudoin, Samir Otmane, Malik Mallem, and Hichem Maaref. An easy-to-use framework to integrate data processing and data fusion in VR applications. In 18th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT'08), pages 129–136, Yokohama, Japan, December 2008.
- [72] Nader Cheaib, Samir Otmane, Malik Mallem, Alain Dinis, and Nicolas Fies. Océ@Nyd : A new Tailorable Groupware for Digital Media collection for Underwater Virtual Environments. In 3rd international conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts (DIMEA 2008 ), pages 256–263, Athens, Greece, September 2008. ACM New York.
- [73] Nader Cheaib, Samir Otmane, Malik Mallem, Adrien Nisan, and Jean-Marc Boi. From internet-based multimedia data collection to 3d visualization of virtual underwater sites. In 14th International Conference on Virtual Systems and MultiMedia, Dedicated to Digital Heritage (VSMM'08), pages 246–253, Limassol, Cyprus, October 2008.
- [74] Christophe Domingues, Samir Otmane, Frédéric Davesne, and Malik Mallem. Creating 3D Interaction Technique Empirical Evaluation with the use of a Knowledge Database of Interaction Experiments. In IEEE Conference on Human System Interaction (HSI 2008), pages 170–175, Krakow, Poland, May 2008.
- [75] Christophe Domingues, Samir Otmane, Frédéric Davesne, and Malik Mallem. Software to prototype 3D Interaction Technique Empirical Evaluation. In 10th ACM/IEEE Virtual Reality International Conference (VRIC 2008), pages 45–55, Laval, France, April 2008.
- [76] Christophe Domingues, Samir Otmane, Frédéric Davesne, and Malik Mallem. A Distributed Software Architecture for Collaborative Teleoperation based on a VR Platform and Web Application Interoperability. In 18th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ACM ICAT 2008), pages 265–268, Yokohama, Japan, December 2008.



- [77] Mahmoud Haydar, Madjid Maida, David Roussel, Malik Mallem, Pierre Drap, Kim Bale, and Paul Chapman. Virtual Exploration of Underwater Archaeological Sites : Visualization and Interaction in Mixed Reality Environments. In 9th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage and 6th Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage (VAST 2008), pages 141–148, Braga, Portugal, December 2008.
- [78] Sehat Ullah, Nassima Ouramdane, Samir Otmane, Paul Richard, Frédéric Davesne, and Malik Mallem. Augmenting 3D Interactions with haptic guide in a Large Scale Virtual Environment. In 7th ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry, page 6, Singapore, December 2008. ACM.
- [79] Sehat Ullah, Nassima Ouramdane, Samir Otmane, Paul Richard, Frédéric Davesne, and Malik Mallem. The Use of Haptic Guide with 3D Interactions in a large Scale Virtual Environment. In 18th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT 2008), page (elec. proc.), Yokohama, Japan, December 2008.
- [80] Imane Zendjebil, Fakhr-Eddine Ababsa, Jean-Yves Didier, and Malik Mallem. Toward an Inertial/Vision Sensor Calibration for Outdoor Augmented Reality Applications. In 2nd International Workshop on Mobile Geospatial Augmented Reality (REGARD 2008), page elec. proc., Quebec, Canada, 2008.
- [81] Imane Zendjebil, Fakhr-Eddine Ababsa, Jean-Yves Didier, and Malik Mallem. On the hybrid aid-localization for outdoor augmented reality applications. In VRST '08: Proceedings of the 2008 ACM symposium on Virtual reality software and technology, pages 249–250, Bordeaux, France, October 2008.
- [82] Imane Zendjebil, Fakhr-Eddine Ababsa, Jean-Yves Didier, and Malik Mallem. Hybrid Localization System for Mobile Outdoor Augmented Reality Applications. In First Workshops on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA 2008), pages 165–170, Sousse, Tunisia, November 2008.
- [83] Fakhr-Eddine Ababsa, Jean-Yves Didier, Aicha Tazi, and Malik Mallem. Software Architecture and Calibration Framework For Hybrid Optical IR and Vision Tracking System. In 15th IEEE Mediterranean Conference on Control and Automation (MED 2007), pages 1–6, Athens, Greece, 2007.
- [84] Fakhr-Eddine Ababsa and Malik Mallem. Robust Circular Fiducials Tracking And Camera Pose Estimation Using Particle Filtering. In Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC 2007), pages 1159–1164, Montreal, Canada, 2007.
- [85] Christophe Domingues, Samir Otmane, Frédéric Davesne, and Malik Mallem. Empirical Evaluation Assistant Tool for 3D Interaction Techniques. In 4th International Conference on Enactive Interfaces Grenoble (ENACTIVE'07), pages 89–92, Grenoble, France, 2007.



- [86] Paul Chapman, Giuseppe Conte, Pierre Drap, Pamela Gambogi, Frédéric Gauch, Klaus Hanke, Luc Long, Vanessa Loureiro, Odile Papini, Antonio Pascoal, Julian Richards, and David Roussel. VENUS, Virtual ExploratioN of Underwater Sites. In Proceedings of the 7th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage (VAST 2006), page ERREUR\_CHAMPS\_NON\_SPECIFIE, Nicosia, Cyprus, 2006.
- [87] Vincent Le Ligeour, Samir Otmene, Paul Richard, and Malik Mallem. Distributed Software Architecture for Collaborative Teleoperation based on Networked Mixed Reality Platforms. In IEEE International Conference on Information & Communication Technologies: From Theory to Applications (ICTTA 2006), pages 3498–3503, Damascus, Syria, April 2006.
- [88] Madjid Maldi, Fakhr-Eddine Ababsa, and Malik Mallem. Active Contours Motion based on Optical Flow for Tracking in Augmented Reality. In 8th International Conference on Virtual Reality (VRIC 2006), pages 215–222, Laval, France, 2006.
- [89] Madjid Maldi, Fakhr-Eddine Ababsa, and Malik Mallem. Robust Augmented Reality Tracking based Visual Pose Estimation. In International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2006), page ERREUR\_CHAMPS\_NON\_SPECIFIE, Setúbal, Portugal, 2006.
- [90] Madjid Maldi, Fakhr-Eddine Ababsa, and Malik Mallem. Robust Fiducials Tracking in Augmented Reality. In 13th IEEE International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP 2006), page ERREUR\_CHAMPS\_NON\_SPECIFIE, Budapest, Hungary, 2006.
- [91] Nassima Ouramdane, Frédéric Davesne, Samir Otmene, and Malik Mallem. Evaluation of the FOLLOW-ME technique for grabbing virtual objects in semi-immersive virtual environment. In 8th International Conference on Virtual Reality (VRIC 2006), pages 85–94, Laval, France, 2006.
- [92] Nassima Ouramdane, Frédéric Davesne, Samir Otmene, and Malik Mallem. 3D interaction technique to enhance telemanipulation tasks using virtual environment. In IROS 2006, pages 5201–5207, Beijing, China, October 2006.
- [93] Nassima Ouramdane, Samir Otmene, Frédéric Davesne, and Malik Mallem. FOLLOW-ME: a new 3D interaction technique based on virtual guides and granularity of interaction. In 2nd ACM International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications (VRCIA 2006), pages 137–144, Hong Kong, China, June 2006. ACM New York.
- [94] Nassima Ouramdane, Samir Otmene, and Malik Mallem. Un modèle d'interaction collaborative pour les environnements virtuels collaboratifs. In 3èmes Rencontres Jeunes Chercheurs en Interaction Homme-Machine, Anglet, France, November 2006.
- [95] Jean-Yves Didier, David Roussel, Malik Mallem, Samir Otmene, Sylvie Naudet, Quoc-Cuong Pham, Steve Bourgeois, Christine Mégard, Christophe Leroux, and Arnaud Hocquard. AMRA: Augmented Reality Assistance for Train Maintenance Tasks. In Workshop Industrial





Augmented Reality, 4th ACM/IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2005), page (Elect. Proc.), Vienna, Austria, October 2005.

- [96] Vincent Le Ligeour, Samir Otmane, and Malik Mallem. A New Man Machine Interface for High Level Teleoperation. In 16th International Federation of Automatic Control World Congress (IFAC 2005), page (Elect. Proc.), Praha, Czech Republic, 2005.
- [97] Madjid Maida, Fakhr-Eddine Ababsa, and Malik Mallem. Vision-inertial system calibration for tracking in augmented reality. In 2nd International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2005), pages 156–162, Barcelona, Spain, 2005.

#### **IV.1.3. Chapitres de livre [6]**

- [1] Fakhr-Eddine Ababsa, Imane Zendjebil, and Jean-Yves Didier. 3D camera tracking for mixed reality using multi sensors technology. In *Depth Map and 3D Imaging Applications: Algorithms and Technologies*, pages 528–539. IGI Global, 2011.
- [2] Samir Otmane, Christophe Domingues, Frédéric Davesne, and Malik Mallem. Collaborative 3D interaction in Virtual Environments : a workflow-based approach. In Jae-Jin Kim, editor, *Virtual Reality*, pages 49–68. InTech Publishing, January 2011.
- [3] Nader Cheaib, Samir Otmane, and Malik Mallem. Integrating Web services and Software Agents for Tailorable Groupware Design. In *Emergent Web Intelligence : Advanced Semantic Technologies*, pages 185–210. Springer Verlag, 2010.
- [4] Sébastien Delarue, Paul Nadrag, Antonio Andriatrimoson, Etienne Colle, and Philippe Hoppenot. An original approach for a better remote control of an assistive robot. In *Remote and Telerobotics*, pages 191–220. InTech, March 2010.
- [5] Mouna Essabbah, Samir Otmane, and Malik Mallem. 3D Molecular Interactive Modeling. In Juliusz Lech Hippe, Zdzislaw S.; Kulikowski, editor, *Human-Computer Systems Interaction, Advances in Intelligent and Soft Computing*, vol. 60, pages 493–504. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2010.
- [6] Fakhr-Eddine Ababsa, Madjid Maida, Jean-Yves Didier, and Malik Mallem. Vision-Based Tracking for Mobile Augmented Reality. In George A. Tsihrintzis, editor, *Multimedia Services in Intelligent Environments, Studies in Computational Intelligence*, pages 297–326. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2008.



### IV.1.3 Thèses soutenues [16]

- [1] Siju Wu. Study and design of interaction techniques to facilitate object selection and manipulation in virtual environments on mobile devices. Thèses, Université d'Evry-Val d'Essonne, November 2015.
- [2] Ngoc Trung Tran. Suivi et indexation de visages dans des séquences vidéo, Thèses, Telecom Paritech, April 2015.
- [3] Wenhao Fu. Visual servoing for mobile robots navigation with collision avoidance and field-of-view constraints. Thèses, Université d'Evry-Val d'Essonne, April 2014.
- [4] Mehdi Chouiten. Distributed architecture dedicated to mobile augmented reality applications. Theses, Université d'Evry-Val d'Essonne, January 2013.
- [5] Yannick Dennemont. Assistance to 3D interaction in Virtual Reality environments by semantic reasoning and context consciousness. Theses, Université d'Evry-Val d'Essonne, July 2013.
- [6] Mahmoud Haydar. Interaction in Mixed Reality applied to Underwater Archeology. Theses, Université d'Evry-Val d'Essonne, December 2011.
- [7] Paul Nadrag. Facilitating the remote control of a non-holonomuous mobile robot : application to home-support for the elderly people. Theses, Université d'Evry-Val d'Essonne, December 2011.
- [8] Sehat Ullah. Multi-modal Interaction in Collaborative Virtual Environments: Study and analysis of performance in collaborative work. Theses, Université d'Evry-Val d'Essonne, January 2011.
- [9] Pierre Boudoin. L'interaction 3D adaptative : une approche basée sur les méthodes de traitement de données multi-capteurs. Theses, Université d'Evry-Val d'Essonne, October 2010.
- [10] Christophe Domingues. Collaborative 3D Interaction in Virtual Reality. Theses, Université d'Evry-Val d'Essonne, October 2010.
- [11] Mouna Essabbah. Assistance to the human-molecule interaction : application to the chromosom. Theses, Université d'Evry-Val d'Essonne, June 2010.
- [12] Imane Zendjebil. 3D localization based assistance scheme using multi-sensors for mobile outdoor augmented reality. Theses, Université d'Evry-Val d'Essonne, October 2010.
- [13] Nassima Ouramdane. Towards an assistance system for 3D interaction dedicated to work and collaborative telework in Virtual and Augmented Reality environments. Theses, Université d'Evry-Val d'Essonne, November 2008.



- [14] Madjid Maidi. Hybrid Tracking in presence of Occlusions for Augmented Reality. Theses, Université d'Evry-Val d'Essonne, November 2007.
- [15] Jean-Yves Didier. Contributions to the dexterity of an augmented realitybr /system applied to industrial maintenance. Theses, Université d'Evry-Val d'Essonne, December 2005.
- [16] Narjes Khezami. Towards a groupware based on a multi-agent formalism for collaborative teleoperation via Internet. Theses, Université d'Evry-Val d'Essonne, December 2005.

#### **IV.1.4 HDR soutenue [2]**

- [1] Ababsa, F. (2010) Contributions à la localisation 3D pour les applications de réalité augmentée mobile.
- [2] Otmane, S. (2010) Modèles et techniques logicielles pour l'assistance à l'interaction et à la collaboration en réalité mixte.

#### **IV.1.5 Brevets [2]**

- [1] **Laredj Benchikh. System and Method for the Synchronous Reproduction of Movements of Hand or End Member by a Robot. patent no. WO 2011/039429 A1, April 2011.**
- [2] **Laredj Benchikh. Method for Training a Robot or the Like, and Device for Implementing Said Method. patent no. WO 2009/090542 A2, July 2009.**

#### **IV.1.6 Autres publications [6]**

- [1] Pierre Boudoin. Proposition & évaluation d'un système d'interaction 3D multimodale et collaboratif, 2007. Mémoire de MASTER 2 Réalité Virtuelle et Systèmes Intelligents.
- [2] Frédéric Davesne, Samir Otmane, and Malik Mallem. Rapport d'avancement final contrat A.S.T.R.E. 2005-2007 : Une plateforme matérielle pour le Télétravail Collaboratif assisté par la Réalité Virtuelle et la Réalité Augmentée, 2007. Rapport d'avancement final



contrat A.S.T.R.E. 2005-2007 : Une plateforme matérielle pour le Télétravail Collaboratif assisté par la Réalité Virtuelle et la Réalité Augmentée.

- [3] Christophe Domingues. Étude et conception d'une plateforme logicielle d'aide à l'évaluation des techniques d'interaction 3D : Application à l'évaluation de la technique Follow-Me, 2007. Mémoire de MASTER 2 Réalité Virtuelle et Systèmes Intelligents.
- [4] Sehat Ullah. Étude et évaluation de l'interaction à retour d'effort de type SPIDAR, 2007. Mémoire de MASTER 2 Réalité Virtuelle et Systèmes Intelligents.
- [5] Philippe Gagnières. Markerless Tracking Initialisé avec une Cible, 2006. Mémoire de MASTER 2 Réalité Virtuelle et Systèmes Intelligents.
- [6] Aicha Tazi. Suivi Multi capteurs dans un système de réalité augmentée, 2006. Mémoire de MASTER 2 Réalité Virtuelle et Systèmes Intelligents.