

# RAPPORT d'AVANCEMENT

GT SISMOTRUCK

**Date de la publication**



Association Française du Génie Parasismique  
French Association for Earthquake Engineering

## Synthèse

L'AFPS a souhaité s'investir par le biais d'une convention de collaboration et la création d'un groupe de travail (GT) dédié dans le projet du SISMO TRUCK 360° proposé par les Pompiers de l'Urgence Internationale (PUI).

Ce projet, donc le concept a été développé par PUI consiste à proposer aux populations de « ressentir » un séisme à l'aide d'un simulateur embarqué sur un camion contenant à la fois :

- Une table vibrante permettant de reproduire le mouvement subit au cours du séisme ;
- Un contenu de Réalité Virtuelle (RV) à 360° donnant la possibilité de disposer d'une réelle immersion dans différents environnements ;
- Des supports pédagogiques permettant de fournir des informations complémentaires vis-à-vis des différents séismes ressentis et des comportements à privilégier en cas de situations identiques.

Le présent document vise à tracer les différentes actions menées en 2022 dans le cadre du GT dédié à ce projet. Cet avancement est mis en regard des différents objectifs du groupe de travail.

Le projet a pris un peu de retard suite à la mobilisation de PUI sur le conflit ukrainien. Les principales actions menées par l'AFPS peuvent donc se résumer de la façon suivante :

- Une étude bibliographique menée par l'AFPS recensant différentes initiatives de simulation de séismes en Europe et dans le monde et en particulier celles ayant recours à la Réalité Virtuelle.
- Un appui pour la sélection des enregistrements qui seront simulés sur la table vibrante ;
- Un avis critique sur la création des univers de réalité virtuelle proposés.

Projet - avancement 2022

## Table des matières

1	Introduction.....	5
1.1	Contexte .....	5
1.2	Objectifs du GT .....	5
2	Présentation des différents acteurs du projets.....	6
2.1	Membres du GT AFPS.....	6
2.2	Acteurs extérieurs .....	6
2.2.1	Les Pompiers de l'Urgence Internationale (PUI) .....	6
2.2.2	OTIDEA.....	6
2.2.3	ELIORYS.....	6
3	Etat de l'art sur la mise en place de prototype comparable dans le monde .....	7
3.1	Supports documentaires pouvant alimenter la simulation.....	7
3.1.1	Missions post-sismiques AFPS.....	7
3.1.2	Article Recueil d'images et vidéos de séismes - Youtube.....	7
3.1.3	The Nepal Quake Project : .....	8
3.1.4	AfterShock - Nepal's Untold Water Story.....	8
3.2	Quelques exemples de simulateurs sismiques.....	8
3.2.1	Le Sismobus .....	8
3.2.2	Table de Lourdes .....	9
3.2.3	Seismobile (Canada) .....	9
3.3	La réalité virtuelle au service de la prévention des séismes .....	10
3.3.1	Atelier de Réalité virtuelle proposé dans le cadre de la semaine Sismik 2021 en guadeloupe.....	10
3.3.2	Expériences de réalité virtuelles proposées par le BAC (Canada).....	10
3.3.3	Table de simulation de tremblements de terre du Centre pédagogique pour la prévention en cas de séismes (CPPS) (Suisse).....	11
3.3.4	Building-Scale VR .....	11
3.3.5	Disaster Report 4 .....	11
3.4	L'apport de la réalité virtuelle dans d'autres domaines.....	12
3.4.1	Campagne de sensibilisation aux incendies en Nouvelle Zélande .....	12
3.4.2	Machines de Réalité virtuelle .....	12
3.4.3	Attractions autour des expériences immersives .....	12
4	Résumé de l'avancement des activités autour de la mise en place du SISMO TRUCK 360° et de l'appui à PUI .....	12
4.1	Dates clé et plan d'action .....	12
4.2	Animation du GT et interface avec les différents acteurs du projet (PUI, OTIDEA et ELIORYS, AFPS).....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.3	Avis et proposition sur les séismes à retenir.....	14

4.3.1	Quelques pistes de sélections proposées par Eliorys et PUI .....	14
4.3.2	Enregistrements sismiques proposés .....	14
4.4	Avis critique sur le réalisme des films proposés en parallèle du séisme et cohérence avec les niveaux sismiques considérés.....	15
4.5	Avis technique sur l'implémentation des enregistrements dans le simulateur .....	16
4.6	Identification des différents supports de communication imaginés par PUI.....	16
4.7	Étapes à mener une fois le projet avancé : .....	17
5	Références .....	17
1	Synthèse de l'avancement des différentes actions classées par objectifs.....	18
2	Livrables du GT .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Responsable de publication : xx Auteurs : xx Partenaires : xx Photos : xx Remerciements : xx .....		19
Graphisme : Jabbour Consulting & Design .....		19
Date de publication : mois / année .....		19

Projet - avancement 2022

# 1 Introduction

## 1.1 Contexte

L'une des missions de l'Association Française du Génie Parasismique (AFPS) est de minimiser les conséquences des séismes et protéger les vies humaines. Elle participe ainsi régulièrement à des projets de prévention auprès des populations les plus à risque dans le but de les sensibiliser sur les actions à mettre en œuvre pour minimiser les conséquences d'un séisme. C'est dans ce cadre que l'AFPS a souhaité s'investir par le biais d'une convention de collaboration et la création d'un groupe de travail (GT) dédié dans le projet du SISMO TRUCK 360° proposé par les Pompiers de l'Urgence Internationale (PUI).

Ce projet, donc le concept a été développé par PUI consiste à proposer aux populations de « ressentir » un séisme à l'aide d'un simulateur embarqué sur un camion contenant à la fois :

- Une table vibrante permettant de reproduire le mouvement subit au cours du séisme ;
- Un contenu de Réalité Virtuelle (RV) à 360° donnant la possibilité de disposer d'une réelle immersion dans différents environnements ;
- Des supports pédagogiques permettant de fournir des informations complémentaires vis-à-vis des différents séismes ressentis et des comportements à privilégier en cas de situations identiques.

## 1.2 Objectifs du GT

Les différents objectifs de ce GT ont été définis dans le cadre de la lettre de mission [1]. Ils sont rappelés succinctement ici de façon à pouvoir mieux tracer l'avancement des différentes actions menées depuis le lancement du projet.

Le GT AFPS SISMO TRUCK a donc pour objectif de :

- i. Contribuer à l'interface de PUI au sein de l'AFPS ;
- ii. Assurer l'encadrement scientifique ;
- iii. Analyser du point de vue technique les documents et maquettes réalisés par PUI ;
- iv. Formuler un avis technique sur le plateau simulateur de PUI sur les aspects suivants : pertinence des séismes simulés, cohérence entre séismes simulés et séismes affichés ;
- v. Formuler un avis technique sur le contenu de la RV qui sera établi par PUI pour les aspects suivants : cohérence entre séisme simulé par le plateau simulateur et le contenu de la RV, pertinence des contenus de la RV ;
- vi. Proposer des adaptations sur les aspects techniques concernant le plateau simulateur et/ou les dispositifs de réalité virtuelle ;
- vii. Promouvoir la rédaction d'autres documents nécessaires pour garantir une base scientifique correcte de supports pour les animateurs (consignes d'animation, etc.) en collaboration avec PUI ;
- viii. Rédiger un document technique contenant non seulement un benchmark des initiatives de simulation de séisme en Europe et dans le monde les plus significatives mais aussi plus largement d'utilisation de la RV au service de la prévention du risque sismique ;
- ix. Participer à un essai du simulateur avant le lancement au grand public et la rédaction d'un compte rendu ;
- x. Rédiger un questionnaire d'enquête qui pourra être soumis au public pour constituer un REX des utilisations courantes à venir du SISMO TRUCK 360°.

Le présent document vise à tracer les différentes actions menées en 2022 dans le cadre du GT dédié à ce projet. Cet avancement est mis en regard des différents objectifs cités ci-dessus.

## 2 Présentation des différents acteurs du projets

Dans le cadre de ce projet, l'AFPS apporte en particulier un soutien scientifique au groupe de travail déjà constitué par PUI. Les différents acteurs sont donc présentés dans ce paragraphe.

### 2.1 Membres du GT AFPS

Au sein de l'AFPS, l'animation du GT est confiée de manière conjointe à la cellule CAREX de l'AFPS et à Ghislaine Verrhiest-Leblanc, Vice-Présidente de l'AFPS en relation avec PUI.

Les différents membres du groupe sont les suivants :

- **Gislaine Verrhierst- Leblanc ;**
- **Xavier Goula ;**
- **Carole Pineau ;**
- **Anaëlle Torre.**

### 2.2 Acteurs extérieurs

Les différents acteurs extérieurs de ce projet sont présentés succinctement ici.

#### 2.2.1 Les Pompiers de l'Urgence Internationale (PUI)

PUI est une association humanitaire française qui œuvre pour porter secours et assistance aux pays victimes de catastrophes naturelles ou humanitaires. Ces membres sont des pompiers professionnels ou volontaires. Leurs missions peuvent se résumer de la façon suivante :

- Porter secours aux populations les plus vulnérables dans des situations de crise ;
- Renforcer les dispositifs de sécurité civile des pays émergents ;
- Développer une culture du risque et sensibiliser la population en matière de risques naturels.

PUI promeut ainsi en particulier une certaine culture de prévention des catastrophes (souvent définit comme « culture du risque ») dont le risque sismique fait partie.

Le projet du SISMO TRUCK 360° est mené par le président de PUI : **Philippe BESSON**. Il s'appuie pour cela sur deux entreprises extérieures :

- OTIDEA en charge de la mise en œuvre des supports de Réalité Virtuelle ;
- ELIORYS en charge de l'aménagement du camion et plus particulièrement de l'adaptation d'une table vibrante existante aux besoins du projet.

#### 2.2.2 OTIDEA

Otidea est une agence de communication tout particulièrement spécialisée dans les métiers de l'image, du web et des nouvelles technologies. Otidea dispose en particulier d'une expérience dans les différentes techniques de réalité virtuelle.

Le correspondant Otidea du projet SISMO TRUCK 360° est **Sébastien MARTIN**.

#### 2.2.3 ELIORYS

Eliorys est un bureau d'études spécialisé en informatique industrielle, conception électronique et systèmes mécatroniques.

Le correspondant Eliorys du projet SISMO TRUCK 360° est **Ronan BOUVIER**.

## 3 Etat de l'art sur la mise en place de prototype comparable dans le monde

Une des objectifs (objectif viii) de ce GT est de recenser différentes initiatives de simulation de séismes en Europe et dans le monde et en particulier celles ayant recours à la RV. Ce paragraphe propose un résumé de différents projets répondant à ces caractéristiques.

### 3.1 Supports documentaires pouvant alimenter la simulation

#### 3.1.1 Missions post-sismiques AFPS

Les missions post-sismiques sont organisées régulièrement par l'AFPS à l'occasion des grands évènements sismiques mondiaux (en moyenne une mission par an). Elles consistent à envoyer des spécialistes sur le terrain (pendant une durée d'une semaine environ), dans les zones directement affectées par les séismes, pour analyser l'évènement dans un intervalle de temps court après sa survenue, selon différentes thématiques telles que la tectonique locale, la pathologie des structures ou des infrastructures, la gestion de la crise, l'architecture, etc.

L'intérêt de ces missions est de confronter la pratique aux enseignements du terrain, de former les jeunes membres de l'association et contribuer ainsi au transfert de compétences intergénérationnel, et de nourrir la réflexion de l'association dans sa contribution à la prévention du risque sismique pour la France. Ce type de mission est privilégié par l'AFPS du fait de son potentiel à former les experts sur le terrain et à tisser des liens avec la communauté internationale.

Chaque mission donne lieu à la production d'un rapport de mission, qui constitue un support documentaire très riche à la fois du point de vue des informations techniques qu'il contient mais également des galeries d'images qui peuvent nourrir les supports de réalités virtuelles.

#### 3.1.2 Article Recueil d'images et vidéos de séismes - Youtube

"Following the video surveillance and personal video cameras: New tools and innovations to health monitor the earthquake wave field", Carlos Sousa Oliveira, Monica Amaral Ferreira, International Journal of Disaster Risk Reduction 64 (2021) 102489

##### *Abstract*

Video cameras are becoming essential tools for obtaining real-time information on the mechanical performance of structures and their contents during seismic events as well as information on the moving properties of propagating media, such as tsunamis, landslides, and water sloshing. Their recorded images also provide important clues on human behavior during shaking. In this paper a large set of situations obtained from published YouTube videos, involving structures, natural outfits, human behavior are presented. Video cameras cannot replace laboratory static tests or tests on shaking tables, pseudo-dynamic sub-structure testing, wind tunnels or the channel propagation of waves. However, information that is collected over time and well used is of great value, as it shows the real world without any shortcomings provoked by "similarity laws", "boundary conditions", or a "friction and nonlinear hypothesis". This information should be collected even if it only serves as an "inspiration" to researchers by supporting new ideas that only visualization can provide. This type of information can be considered a random visual health monitoring system. The present paper pretends to show the added value brought by video and personal cameras to the health monitoring of the wave field. We supplement the presented observations with practical recommendations supported in a simple analysis. Once treated, the images can be used in presentations to illustrate different phenomena related to the wave propagation and effects on the built environment and can also serve as an inspiration for mathematical modeling and/or can supply information that otherwise would be lost.

### 3.1.3 The Nepal Quake Project :

Narré par Susan Sarandon, le film (<https://www.youtube.com/watch?v=5tasUGQ1898>), intitulé "The Nepal Quake Project", utilise la technologie de la réalité virtuelle pour immerger les utilisateurs dans les conséquences du tremblement de terre au Népal. Il s'agit plus précisément d'un documentaire virtuel et interactif sur le tremblement de terre d'Avril 2015 qui s'est déroulé au Népal. Ce film a été diffusé un mois après la catastrophe alors que l'aide commençait à diminuer de façon à attirer de nouveau l'attention sur la crise encore existante et qui risquait de s'aggraver à l'approche de la saison de la mousson. Le film est basé sur le principe d'une vidéo à 360° principalement filmée dans les districts de Bhaktapur et Sindhupalchowk dans laquelle le spectateur peut virtuellement se déplacer et mieux mesurer les dégâts encore existants et la situation critique dans laquelle est encore plongée la région à cette date.

### 3.1.4 AfterShock - Nepal's Untold Water Story

Ce film documentaire plonge les spectateurs avec casque de Réalité Virtuelle dans les défis uniques auxquels sont confrontées les communautés perchées au Népal pour rétablir l'accès à l'eau à la suite des tremblements de terre dévastateurs de 2015. Il suit en particulier Sunuwar Krishna, 58 ans, l'unique plombier d'un village, chargé de réparer le système sanitaire endommagé par les tremblements de terre. Soutenu par des partenaires associatifs locaux, il aide les familles à construire leurs propres toilettes et organise des journées d'éducation à l'hygiène. <https://www.youtube.com/watch?v=DD-cEs5nh6Y>

## 3.2 Quelques exemples de simulateurs sismiques

Il existe un grand nombre de simulateurs sismiques dans le monde basés sur des principes et objectifs assez similaires à ceux du SISMO TRUCK 360°. Un aperçu de certains d'entre eux est proposé ici.

### 3.2.1 Le Sismobus

Cet outil pédagogique qui est très proche du SISMO TRUCK 360° a été développé en collaboration entre l'association guadeloupéenne éthique et vigilance (AGEV) et la DEAL de Guadeloupe et inauguré en 2011. Il vise répondre à la question de la gestion de l'effet de panique en cas de séisme.



Figure 1 : Sismobus (Crédit photo [www.cr-guadeloupe.fr](http://www.cr-guadeloupe.fr))

Inspiré du modèle japonais, le Sismobus est monté sur un camion, le simulateur est équipé d'un châssis vibrant sur lequel une personne peut s'installer pour ressentir un séisme tout en visionnant une vidéo d'animations en 3D. L'appareil est programmé pour simuler à l'identique



en durée et en intensité, des séismes qui se sont produits en Haïti ou encore à Izmit en Algérie (magnitude 7,4 sur l'échelle de Richter).

Conçu comme une école ambulante, ce prototype sillonne les communes de l'archipel, notamment les établissements scolaires afin de sensibiliser la population sur les réflexes à adopter en cas de tremblement de terre. Il est tout particulièrement mis en avant dans le cadre des journées SISMIK qui se déroulent chaque année aux Antilles. La durée moyenne de présence sur le plateau du simulateur étant de deux minutes par personne (la secousse elle-même ne dure que 42 secondes), il est possible d'organiser une session d'une heure pour sensibiliser 30 personnes.

### 3.2.2 Table de Lourdes

La ville de Lourdes accueille la maison de la connaissance et de la prévention du Risque Sismique. Cette structure, gérée par le Centre Pyrénéen des Risques Majeurs (C-PRIM) est un espace d'information dédié à la compréhension et à l'observation des séismes et de leurs effets.

Il est doté d'un simulateur permettant de « vivre » certains séismes survenus en France et en Europe historiquement composé d'une table vibrante récemment accompagnée d'un univers de Réalité augmentée.

### 3.2.3 Séismobile (Canada)

Mis en place à partir de 2016 au Québec, le Séismobile, développé par le Bureau d'Assurance du Canada (BAC) s'est déplacé au sein de différentes villes et organisations. Cet atelier mobile reproduit une secousse de magnitude 7.0 sur l'échelle de Richter pendant 30s.



Figure 2 : Seismobile ([www.bac-quebec.qc.ca](http://www.bac-quebec.qc.ca))

### 3.3 La réalité virtuelle au service de la prévention des séismes

#### 3.3.1 Atelier de Réalité Virtuelle proposé dans le cadre de la semaine Sismik 2021 en Guadeloupe

En 2021, la DEAL Guadeloupe a souhaité a mené un projet avec l'entreprise XR Pedagogy afin de proposer des ateliers d'immersion virtuels dans le cadre de la semaine SISMIK.

Trois scénarios (maison, salle de classe, rue de bord de plage) ont ainsi été proposés. Chaque expérience dure approximativement 30 minutes (briefing, temps de passage en réalité virtuelle sur 1 scène et débriefing). Le niveau d'interaction du joueur avec l'environnement virtuel est limité dans cette version afin de concentrer l'attention du protagoniste sur l'élément de la prévention du risque sismique. Le protagoniste, équipé d'un casque de réalité virtuelle peut se déplacer dans l'environnement virtuel dans lequel il est entouré d'avatars animés par ordinateur. Les avatars auront pour rôle dans les expériences de faire ce que l'utilisateur est censé faire ou ne pas faire dans la réalité en cas de séisme. La simulation s'inspire du séisme des Saintes du 21 novembre 2004 d'une magnitude de 6,2.

Contrairement au projet du SISMO TRUCK 360°, le séisme simulé n'est pas ressenti durant l'expérience.



Figure 3 : Expérience de Réalité Virtuelle menée dans le cadre des journées Sismik 2021 en Guadeloupe ([www.xrpedagogy.com](http://www.xrpedagogy.com))

#### 3.3.2 Expériences de réalité virtuelle proposées par le BAC (Canada)

En complément de son Séismobile (cf. §3.2.3), le BAC poursuit son travail de sensibilisation de la population au risque de tremblement grâce à son outil de réalité virtuelle inédit où les participants expérimentent un séisme et constatent ses effets à l'intérieur d'une habitation.

<https://www.youtube.com/watch?v=RD42E2YnIA>

### 3.3.3 Table de simulation de tremblements de terre du Centre Pédagogique pour la Prévention en cas de Séismes (CPPS) (Suisse)

Le CPPS ([www.cpps-vs.ch](http://www.cpps-vs.ch)) propose différents modules de formation destinés au grand public sur la thématique des séismes. L'un de ces modules s'adosse à un simulateur sismique et a pour objectif de faire « vivre » l'expérience d'un séisme. Ce simulateur a été réalisé par la Haute Ecole d'Ingénierie de la HES-SO et permet d'accueillir 20-30 personnes simultanément.



Figure 4 : Simulateur de séisme du CPPS

(<https://www.youtube.com/watch?v=AMJr6V0nZBq> et <https://www.youtube.com/watch?v=-rIzqMu7i9k>)

Ce simulateur est capable de reproduire des tremblements de terre allant jusqu'à une magnitude de 7 sur l'échelle de Richter. Il permet en particulier de reproduire le séisme de Sion de 1946, ou ceux ayant frappés l'Aquila ou le Népal. Il est constitué d'une plateforme de 5x6 mètres mise en mouvement par 4 vérins horizontaux et 6 pieds sur coussins d'air.

### 3.3.4 Building-Scale VR

Cette application Microsoft vise à pouvoir reconstruire un bâtiment et les objets qu'il contient en réalité virtuelle de façon « automatique ». Il s'appuie pour cela sur des Robot-mobile capables de parcourir un bâtiment pour le scanner dans son intégralité. Ce type d'outil permet donc de reconstruire des environnements les plus réalistes possibles en RV de façon à tester / expérimenter les réactions à avoir en cas de catastrophes.

<https://www.youtube.com/watch?v=SAwxkjrj7IY>

### 3.3.5 Disaster Report 4

Disaster Report 4 est un jeu vidéo catastrophe qui plonge le joueur dans une ville japonaise en prise avec un terrible tremblement de terre. Le joueur doit prendre les bonnes décisions pour survivre à ce séisme dévastateur à la fois pendant toute la durée du séisme mais aussi durant la crise qui s'en suit.

Toutes les conséquences d'un séisme y sont traitées avec en particulier les risques liés à :

- L'effondrement de bâtiments fragilisés ;
- Les tsunamis ;
- Les inondations ;
- Les incendies.

S'il n'en reste pas moins un jeu vidéo, il fait le tour d'un grand nombre des situations à prendre en compte dans la crise post-sismique. <https://www.realite-virtuelle.com/disaster-report-4-ps-vr/>

## 3.4 L'apport de la réalité virtuelle dans d'autres domaines

De façon à étudier un peu plus en détail les différentes possibilités offertes par les outils de Réalité Virtuelle, il est également possible de s'intéresser à l'apport de cette dernière dans d'autres domaines de façon à mieux connaître l'univers des possibles.

### 3.4.1 Campagne de sensibilisation aux incendies en Nouvelle Zélande

Cette initiative vise en particulier à démontrer aux gens la dangerosité d'une habitation en flamme et comment s'en extirper. Elle s'appuie pour cela sur un film à 360° d'un incendie réel au sein d'une habitation qui sert de support à la construction de l'environnement de Réalité Virtuelle.

### 3.4.2 Machines de Réalité Virtuelle

Il s'agit de simulateurs relativement simples mis en place à des fins ludiques et basés sur le principe d'une plateforme vibrante et de lunettes de réalité virtuelle permettant de s'immerger dans différents univers (manèges, courses de voitures, deltaplane, ski,...). Leur principe est donc proche de celui souhaité dans le cadre du SISMO TRUCK 360°.

### 3.4.3 Attractions autour des expériences immersives

Différents parcs d'attraction proposent à leurs visiteurs des expériences immersives visant à reproduire au mieux la réalité d'une expérience. En France, le Futuroscope propose "Sébastien Loeb Racing Xpérience", une Expérience immersive de VR « 5D ». Muni d'un casque de VR et assis dans un siège baquet, le visiteur peut ainsi ressentir les secousses de la route synchronisées au film qu'il visionne dans son casque. Cette attraction s'appuie pour cela sur un simulateur issu de la technologie aéronautique qui développe ce type de modèle pour former les pilotes.

## 4 Résumé de l'avancement des activités autour de la mise en place du SISMO TRUCK 360° et de l'appui à PUI

La grande majorité des objectifs fixés par ce GT consiste à appuyer les différents acteurs du projet pour assurer que le fonctionnement du simulateur est bien représentatif de la réalité d'un séisme et que tous les contenus pédagogiques annexes soient les plus complets possible. Pour ce faire, l'AFPS participe aux différentes réunions de suivi du projet de façon à fournir des conseils réguliers et d'éventuels compléments documentaires. Ce paragraphe permet de tracer l'avancement du projet ponctué par les différentes réunions de travail en s'attachant à faire le point sur les sujets principaux sur lesquels l'AFPS doit apporter son soutien.

*N.B : Il est à noter que le projet a pris un peu de retard suite à la mobilisation de PUI sur le conflit en Ukraine ce qui explique que certaines actions n'aient pas encore pu être lancées.*

### 4.1 Dates clé et plan d'action

Ce paragraphe résume les grandes étapes d'avancement du projet au rythme des réunions organisées avec PUI et les deux entreprises en charge du développement du projet.

Date de la réunion	Acteurs	Objectifs
30/06/2021	PUI Otidea Elliorys AFPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PUI rappelle l'historique et le principe des simulateurs sur tables vibrantes en s'appuyant en particulier sur celle disponible à Lourdes (cf. § 3.2.2). Ils sollicitent l'AFPS pour fournir un avis technique sur les séismes retenus (basé dans un premier temps sur ceux disponibles sur la table de Lourdes).</li> <li>• Eliorys évoque les modifications à apporter à la table existante de façon à pouvoir l'adapter sur le camion</li> <li>• Otidea présente les différents environnements virtuels envisagés qui seront au nombre de 3. Ils indiquent en particulier, qu'il est important de modifier l'environnement en fonction de l'intensité du séisme pour ne pas trop effrayer l'utilisateur. Plus l'intensité et les dégâts occasionnés seront importants, plus l'utilisateur doit se trouver dans une zone relativement dégagée des éléments qui chutent ou sont détruits de façon à bien ressentir et comprendre les conséquences du séisme sans prendre le risque de réactions qui pourraient mettre l'utilisateur en danger. Otidea souhaiterait pouvoir disposer d'enregistrements sonores réalistes vis-à-vis des séismes.</li> </ul>
21/07/2021	AFPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réflexion autour de la sélection des signaux à partir des différents séismes mondiaux plus récents pour lesquels l'AFPS dispose d'une base de nombreux documents et d'enregistrements significatifs (cf. sélection proposée à PUI au §4.2)</li> <li>• Recherche d'enregistrements sonores disponibles. Cette tâche semble beaucoup plus complexe que la précédente.</li> </ul>
26-27/07/2021	AFPS PUI Otidea Elliorys	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envoi des signaux</li> <li>• Proposition de nouveaux enregistrements sismiques à PUI à partir du travail de sélection mené par l'AFPS (c.f. §4.2)</li> </ul>
5/11/2021	AFPS PUI Otidea Elliorys	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otidea présente les premières captures d'écran des 3 univers virtuels considérés. Des propositions de modifications mineures sont faites (ajouter des objets qui pourraient tomber, ...).</li> <li>• Le fichier Excel contenant toutes les informations sur les données sismiques est restructuré de façon à vérifier que tous les acteurs disposent bien des informations nécessaires pour mener à bien leur tâche et répartir les différents séismes retenus sur les 3 univers virtuels.</li> <li>• L'AFPS est sollicité pour fournir un recueil de photos associé à certains séismes de façon à alimenter les supports pédagogiques qui seront visionnés en fin de simulation.</li> </ul>
18/11/2021	AFPS Otidea PUI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Premier test de la technologie de Réalité Virtuelle par un membre du GT AFPS (cf. § 4.3)</li> </ul>
1 <sup>er</sup> semestre 2022	Peu d'avancement du projet suite à la mobilisation de PUI sur le conflit en Ukraine	
Automne 2022 (échanges de mails)	AFPS Elliorys	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Echange autour des réglages potentiels de la table vibrante et sa capacité à reproduire les mouvements des différents signaux sélectionnés.</li> </ul>

## 4.2 Avis et proposition sur les séismes à retenir

### 4.2.1 Quelques pistes de sélection proposées par Eliorys et PUI

Lors du lancement du projet, une première réflexion sur les séismes à retenir et leur répartition suivant les différents univers virtuels avait déjà été menée par PUI et Eliorys sur la base des séismes représentés sur la table du C-PRIM de Lourdes (cf. §3.2.2). Les séismes concernés étaient les suivants :

- Séisme de Rambervilliers du 22/02/2023 en France ;
- Séisme de Boumerdes du 21/05/2003 en Algérie ;
- Séisme d'Izmit du 17/08/1999 en Turquie ;
- Séisme de Muzaffarabad du 08/10/2005 au Pakistan ;
- Séisme de Lourdes du 17/11/2006 en France ;
- Séisme de l'Aquila du 06/04/2009 en Italie.

L'AFPS a donc été sollicitée pour fournir un avis critique sur cette liste et éventuellement modifier certains des séismes retenus en s'appuyant autant que possible sur des séismes sur lesquels des opérations de secours ont été menées par PUI.

### 4.2.2 Enregistrements sismiques proposés

Le choix des enregistrements a été guidé par des critères sismologiques et pratiques, les critères qui ont été les plus regardés sont les suivants :

- la durée des enregistrements,
- la magnitude du séisme,
- la distance épacentrale des stations accélérométriques (et donc l'intensité des secousses représentées par l'accélération maximale des enregistrements à disposition).

Il s'agissait en effet à la fois de chercher à représenter la plus grande diversité des séismes tout en s'assurant que les enregistrements à disposition soient compatibles avec les capacités du matériel utilisé et représentatifs des niveaux sismiques qui seront expérimentés par les utilisateurs. A titre d'exemple, un séisme de très forte magnitude pour lequel les seuls enregistrements disponibles sont très lointains et correspondent donc à de faibles intensités a peu d'intérêt vis-à-vis des objectifs visés.

Ce travail a abouti à une sélection de 6 nouveaux séismes contenant 4 des enregistrements initialement proposés par PUI et Eliorys (§4.2.1) :

- Les 4 séismes de Lourdes, l'Aquila, Boumerdes, Izmit déjà utilisés sur la table du C-PRIM ;
- Complétés des deux séismes de :
  - o Lorca du 11/05/2011 en Espagne;
  - o Mexico du 19/09/2017 au Mexique.

Les enregistrements à disposition ont les caractéristiques suivantes :

- pour le séisme de Lorca, un enregistrement de l'IGN a été mené dans la ville de Lorca elle-même à proximité de l'épicentre. L'accélération maximale relevée atteint 0.37g. La durée de l'enregistrement est de l'ordre de 10 secondes. Cet enregistrement a la particularité de représenter un mouvement du sol analogue à celui ressenti sur la ville du Teil lors du séisme de 2019, compte tenu de la Magnitude du séisme et de la distance épacentrale.

- L'enregistrement disponible pour le séisme de Mexico est quant à lui assez lointain. La mesure a en effet été faite à une centaine de kilomètres de l'épicentre ce qui aboutit à un signal d'une durée de 100 secondes mais pour lequel l'accélération maximale relevée est de 0.2g.

En résumé, les caractéristiques des séismes et enregistrements retenus peuvent se résumer de la façon suivante :

CARACTERISTIQUES DU SEISME			CARACTERISTIQUES DE L'ENREGISTREMENT				ACTIONS MENEES	
Lieu	Magnitude	Date	Station	Durée [s]	Distance epicentrale [km]	Accélération maximale [g]	Action PUI	Mission AFPS
Lourdes - France	5,1	17/11/06	(*)	5	(*)	(*)	non	non
Lorca - Espagne	5.2	11/05/11	Lorca	30	5	0.37	non	oui
L'Aquila - Italie	6.3	06/04/09	(*)	10	(*)	(*)	oui	oui
Boumerdès - Algérie	6.8	21/05/03	Alger	38	85	(*)	non	oui
Mexico - Mexique	7,1	19/09/17	Mexico - Df	180	200-300	0,23	non	oui
Izmit - Turquie	7.4	17/08/99	(*)	45	(*)	0.4	oui	oui

Tableau 1 : Caractéristiques des Séismes et enregistrements retenus  
 (\*) Données non disponibles à date car non fournies par L'AFPS – enregistrements déjà utilisés sur la table du C-PRIM de Lourdes

#### 4.3 Avis critique sur le réalisme des films proposés en parallèle du séisme et cohérence avec les niveaux sismiques considérés

#### 4.4 Avis technique sur l'implémentation des enregistrements dans le simulateur

Cette phase est en cours de démarrage et va donc demander quelques réunions d'échange entre Elliorys et l'AFPS.

Les premiers échanges ont tout de même permis de relever quelques points d'attention qu'il faudra tout particulièrement évoquer lors de la mise en œuvre des réglages de la table cette dernière. Elliorys a évoqué :

- un pilotage de la table uniquement « en fréquence » ce qui pourrait rendre le pilotage très limité avec une incapacité à représenter les bonnes amplitudes (sur ce point il s'agit peut-être d'un simple raccourci dans les premières explications fournies par Elliorys). La possibilité de mesurer le signal réellement reproduit par la table devrait être prochainement évoquée de façon à s'assurer que ce dernier est relativement fidèle aux enregistrements ;
- une plage de fréquences relativement faible (inférieure à 4Hz). Cela peut s'avérer limitant pour représenter le plus fidèlement le mouvement de la table vis-à-vis de l'enregistrement retenu (certains enregistrements dépassent largement ces niveaux de fréquences). Concernant ce point, il a été demandé à Elliorys d'étudier une modification de la table permettant d'atteindre des fréquences de l'ordre de 10Hz sans prendre le risque d'endommager prématurément les mécanismes.

#### 4.5 Identification des différents supports de communication imaginés par PUI

L'AFPS a en charge de donner un avis d'expertise sur les différents supports scientifiques et pédagogiques que PUI mettra à disposition du public.

Les supports actuellement imaginés par PUI sont les suivants :

- roll-up ou kakemono qui permettront de fournir des informations sur certaines thématiques précises (risque sismique, techniques de construction parasismique, informations sur la sismicité régionale, ...) ;
- maquette permettant d'illustrer des phénomènes comme le mécanisme de rupture de faille, ...
- la mise en place d'une plaquette et de page internet permettant de décrire les objectifs du projet et le déroulement d'une session de simulation ;
- une petite présentation pédagogique sur les séismes retenus pour le simulateur permettant de fournir les caractéristiques de ces derniers ainsi que des illustrations des dégâts occasionnés.

Cette action n'a pu encore être menée car la plupart des supports sont encore en construction ou n'ont pas été initiés. L'AFPS a tout de même été sollicitée pour fournir un maximum de données (en particulier des photos) en vue de documenter les nouveaux séismes pris en compte pour le simulateur (et non présents pour le simulateur du C-PRIM de Lourdes).



#### 4.6 Étapes à mener une fois le projet avancé :

Les différentes actions de l'AFPS encore à mener une fois que le projet sera suffisamment avancé sont les suivantes :

- validation des supports visuels disponibles dans le SIMO TRUCK (cf. §4.5) et proposés aux utilisateurs en fin de simulation ;
- test final du simulateur (table vibrante et Réalité Virtuelle).

### 5 Références

- [1] Lettre de mission du Groupe de travail : GT AFPS SISMOTRUCK : Collaboration avec les Pompiers de l'Urgence Internationale pour la conception d'un simulateur mobile de séisme en réalité virtuelle 360° ; janvier 2021.
- [2] "Following the video surveillance and personal video cameras: New tools and innovations to health monitor the earthquake wave field", *Carlos Sousa Oliveira, Monica Amaral Ferreira*, International Journal of Disaster Risk Reduction 64 (2021) 102489

Projet - avancement 2022

## ANNEXES

### 1 Synthèse de l'avancement des différentes actions classées par objectifs

N°	Objectifs cités dans la lettre de mission	Actions menées	Avancement
i	Contribuer à l'interface de PUI au sein de l'AFPS	Participation aux réunions d'échange entre les différents acteurs du projet (PUI, Otidea, ...)	En cours
ii	Assurer l'encadrement scientifique demandé par PUI et souhaité par l'AFPS	Appui technique proposé à chaque étape de la chaîne.	En cours
iii	Analyser du point de vue technique les documents et maquettes réalisés par PUI	Ce type de document n'a pas encore été partagé avec l'AFPS	Reste à faire
iv	Formuler un avis technique sur le plateau simulateur de PUI (pertinence des séismes simulés, cohérence entre séismes simulés et séismes affichés)	Des premiers avis ont été donnés concernant la mise en œuvre des enregistrements par la table vibrante.	En cours
vi	Proposer des adaptations sur les aspects techniques concernant le plateau simulateur et/ou les dispositifs de réalité virtuelle	Une proposition d'adaptation de la table vibrante permettant d'augmenter la plage de fréquence d'utilisation de la table (au-delà de 4Hz)	En cours
vii	Promouvoir la rédaction d'autres documents nécessaires pour garantir une base scientifique correcte de supports pour les animateurs (consignes d'animation, etc.) en collaboration avec PUI	A lancer en fonction des supports existants	Reste à faire
Viii	Rédiger un document technique contenant non seulement un benchmark des initiatives de simulation de séisme en Europe et dans le monde les plus significatives mais aussi plus largement d'utilisation de la RV au service de la prévention du risque sismique	En grande partie mené dans le cadre du § 3	En cours de finalisation
ix	Participer à un essai du simulateur avant le lancement au grand public et la rédaction d'un compte rendu	A Mener	Reste à faire
x	Rédiger un questionnaire d'enquête qui pourra être soumis au public pour constituer un REX des utilisations courantes à venir du SISMO TRUCK 360°.	A Mener	Reste à faire



Publié par : L' **AFPS**

Association Française du Génie Parasismique  
French Association for Earthquake Engineering

Tel : +33 (0)1 85 34 33 19 - Fax : +33 (0)9 72 25 37  
54

E-Mail : [secretariat@afps-seisme.org](mailto:secretariat@afps-seisme.org)

Site internet : [www.afps-seisme.org](http://www.afps-seisme.org)

Siège social et secrétariat :

42 Rue Boissière , F-75016 Paris.

Copyright : © AFPS, Association Française du Génie  
Parasismique

La reproduction de cette publication à des fins  
commerciales,  
notamment en vue de la vente, est interdite sans  
autorisation  
écrite préalable du détenteur des droits d'auteur.

Responsable de publication : xx

Auteurs : xx

Partenaires : xx

Photos : xx

Remerciements : xx

Graphisme : Jabbour Consulting & Design

Date de publication : mois / année

Projet - avancé

