

## Projet ANR-08-RISKNAT-008

# SISBAT

## Programme RISKNAT 2008

A	IDENTIFICATION.....	2
B	RESUME CONSOLIDE PUBLIC .....	3
B.1	Résumé consolidé public en français .....	3
B.2	Résumé consolidé public en anglais.....	5
C	MEMOIRE SCIENTIFIQUE.....	6
C.1	Résumé du mémoire .....	6
C.2	Enjeux et problématique, état de l'art .....	7
C.3	Approche scientifique et technique et résultats obtenus.....	8
C.4	Exploitation des résultats.....	11
C.5	Discussion / Conclusions.....	11
C.6	Références.....	12
D	LISTE DES LIVRABLES.....	12
E	IMPACT DU PROJET .....	14
E.1	Indicateurs d'impact .....	14
E.2	Liste des publications et communications.....	15
E.3	Liste des éléments de valorisation.....	17
E.4	Bilan et suivi des personnels recrutés en CDD (hors stagiaires) .....	18

Coordinateur

Partenaires



## A IDENTIFICATION

Acronyme du projet	SISBAT
Titre du projet	Analyse fiabiliste de la vulnérabilité sismique de l'habitat avec toiture en charpentes industrialisées en bois. Couplage modélisation probabiliste/expérimentation
Coordinateur du projet (société/organisme)	Institut Technologique FCBA
Date de début du projet	1 <sup>er</sup> février 2009
Date initiale de fin du projet	31 janvier 2013
Date de fin du projet	31 janvier 2014
Site web du projet, le cas échéant	

Rédacteur de ce rapport	
Civilité, prénom, nom	Madame Carole Faye
Téléphone	05 56 43 63 03
Adresse électronique	carole.faye@fcba.fr
Date de rédaction	28 février 2014

Liste des partenaires présents à la fin du projet (société/organisme et responsable scientifique)	<p>FCBA / Carole Faye  CSTB / Ménad Chenaf  CEA / Thierry Chaudat  BRGM / Didier Bertil  3SR de l'Université Joseph Fourier / Laurent Daudeville  Institut Pascal de l'Université Blaise Pascal / Alaa Chateauneuf  LMT de l'ENS de Cachan / Luc Davenne  Université de Shizuoka / Motoï Yasumura  Syndicat professionnel SCIBO / Dominique Millereux  MiTek / Gilles de Zutter  SIMPSON Strong-Tie / Denis Stauber  CTMNC Pôle Couverture/ Céline Ducroquetz  CTMNC Pôle Maçonnerie / Mustapha Sari  Imerys Toiture / Olivier Frion  Bouyer-Leroux Structure / D. Rouhaud</p>
---	--

## B RESUME CONSOLIDE PUBLIC

*Ce résumé est destiné à être diffusé auprès d'un large public pour promouvoir les résultats du projet, il ne fera donc pas mention de résultats confidentiels et utilisera un vocabulaire adapté mais n'excluant pas les termes techniques. Il en sera fourni une version française et une version en anglais. Il est nécessaire de respecter les instructions ci-dessous.*

### B.1 RESUME CONSOLIDE PUBLIC EN FRANÇAIS

#### *Risque sismique et maison avec toiture en charpentes industrialisées en bois*

##### *Analyse fiabiliste de la vulnérabilité sismique du bâti individuel avec toitures en charpentes industrialisées en bois*

Depuis octobre 2010, la France dispose d'une nouvelle réglementation parasismique impliquant que le pourcentage des communes en zones sismiques en France métropolitaine passe de 14% à 60%. Pour la maison individuelle avec toitures en charpentes industrialisées en bois, constructions qui représentent une part importante du bâti existant français, 25% des communes françaises sont concernées par le règlement parasismique. Or, au niveau normatif, les règles de dimensionnement pour le comportement sismique semblent très défavorables aux charpentes industrialisées en bois.

Dans ce contexte, améliorer la connaissance scientifique du comportement global de l'habitat avec toitures en charpentes industrialisées en bois permettra de concevoir et dimensionner ces structures avec le niveau de fiabilité requis au moindre coût. L'un des enjeux scientifiques du projet est de quantifier la sensibilité de la réponse mécanique de la toiture en charpentes industrialisées en bois soumise aux actions sismiques en prenant en compte les incertitudes liées aux séismes et la variabilité des propriétés mécaniques de ses éléments (bois et assemblages).

##### *Approche multi-échelles et Couplage entre la modélisation par éléments finis probabilistes et l'expérimentation.*

Le projet est basé sur une approche multi-échelles. A chaque niveau d'échelle, le programme repose sur le couplage entre **une approche expérimentale** et **une approche numérique par éléments finis probabilistes** :

- **Echelle 1** : les assemblages métalliques utilisés pour la fabrication des murs et des charpentes industrialisées en bois ont été testés sous chargement monotone et cyclique pour identifier et élaborer leur loi de comportement. Ceci a permis d'établir les paramètres d'entrée probabilistes des modèles numériques des toitures et des murs;
- **Echelle 2** : quatorze toitures en charpentes industrialisées en bois (6m×6m), couvertes de tuiles, ont été testées sur table vibrante. Ces essais ont permis la validation du modèle dynamique non linéaire des toitures de dimensions (8m×12m) sur lequel a été bâtie l'analyse fiabiliste des toitures. Le comportement dynamique des murs a également été modélisé.
- **Echelle 3** : deux maquettes de maisons à murs maçonnés et à ossature bois, de dimensions (6m×6m), ont été testées sur table vibrante pour des séismes représentatifs de l'aléa réglementaire en France. Ces essais, en complément des modélisations dynamiques sur les maisons, ont permis d'étudier l'impact des murs sur le comportement des toitures.

Afin de mener l'analyse fiabiliste et les essais sur table vibrante, une méthodologie de sélection de séismes a été établie.

#### *Résultats majeurs du projet*

D'un point de vue scientifique, SISBAT a permis le développement de modèles numériques dynamiques non linéaires de toitures et le couplage de ces modèles à des méthodes fiabilistes. Ceci a permis de quantifier la sensibilité de la réponse mécanique de la toiture en charpentes industrialisées en bois soumise aux actions sismiques en prenant en compte les incertitudes liées aux séismes et la variabilité des propriétés mécaniques des éléments. D'un point de vue technique, SISBAT va permettre d'optimiser la conception et le dimensionnement des toitures en charpentes industrialisées en bois.

### *Production scientifique et brevets depuis le début du projet*

Les différentes tâches du projet SISBAT ont généré les travaux de trois thèses de doctorat et ont fait l'objet de nombreuses communications scientifiques dans des colloques nationaux et internationaux. Egalement, la communication vers les professionnels a été permanente via les commissions techniques et des journées de communication. En particulier, la valorisation de ce projet doit conduire à l'élaboration de règles de moyens et de mise en œuvre en zone sismique des toitures en charpentes industrialisées en bois étudiées permettant de s'affranchir de l'approche calculatoire de l'Eurocode 5 et l'Eurocode 8.



*Essais sismiques sur maquettes de maisons à murs maçonnés et ossature bois avec toiture en charpentes industrialisées en bois.*

### *Informations factuelles*

Le projet SISBAT est un projet de recherche industrielle coordonné par l'Institut Technologique FCBA. Le partenariat correspond à une collaboration entre :

- les laboratoires de recherche que sont l'Institut Pascal de l'Université Blaise Pascal, le 3SR de l'Université de Joseph Fournier, le LMT de l'ENS de Cachan et l'Université de Shizuoka,
- les centres techniques et scientifiques que sont le CEA, le BRGM, le CSTB, le CTMNC et le FCBA,
- les professionnels que sont la société MiTek, la société SIMPSON Strong-Tie, le syndicat professionnel SCIBO, la société IMERYS Toiture et la société Bouyer-Leroux Structure.

Le projet a commencé en février 2009 pour une durée de 60 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 748 k€ pour un coût global de 1 915k€ et d'un soutien du CODIFAB et d'une labellisation du Pôle Risques.

## **B.2 RESUME CONSOLIDE PUBLIC EN ANGLAIS**

### *Seismic risk and residential buildings with roofs made of prefabricated timber trusses*

#### *Reliability analysis of roofs made of prefabricated timber trusses for residential buildings*

Since October 2010, France is keyed with a new zoning map of seismic hazard, involving an increase from 14% to 60% of concerned territories. For residential buildings with roofs made of prefabricated timber trusses (which represent a significant part of the existing and future French market of roofs), 25% of the French territories are concerned with seismic design. But, currently, in European seismic design code Eurocode 8, light frame trusses roofs are considered to have a low energy dissipating capacity because trusses are regarded as timber elements connected only with punched metal plates.

In this context, it is important to improve scientific knowledge of the global behavior of houses subjected to seismic actions in order to design the structures with a target safety level.

#### *Multi-scale approach coupling probabilistic finite element method and experimentation.*

The project is based on a multi-scale approach. For each scale level, the program is based on a hybrid approach considering experimentation and probabilistic finite elements model:

**Scale 1:** hysteretic behaviour of the metallic connections of timber trusses structures (connector plates, nails, angle brackets) is first characterized by static and cyclic tests. A hysteresis model with cumulative damage has been developed to reproduce the non linear characteristics of these connections. Then, this hysteresis model of connections is used as input parameters in a non linear finite element model of roofs submitted to seismic actions.

**Scale 2:** fourteen light frame trusses roofs (6 m wide by 6 m length) were tested on an uni-directional shaking table. These tests were used to validate the model of the non linear finite element model of roofs submitted to seismic actions, which was the input of the reliability analysis. Dynamic behaviour of the walls was also modelled.

**Scale 3:** two dynamic tests on a tri-directional shaking table were performed on residential buildings (6 m wide by 6 m length), one is a timber house, and the other is a masonry house. These tests, combined with a dynamic model of residential buildings, were used to study the influence of walls on the seismic behaviour of the light frame trusses roofs.

In order to perform dynamic tests and to develop the reliability analysis, a methodology for the selection of seismic signals was defined in order to fulfil the needs for variability, representativeness and compliance with the recommendations of the French seismic regulations.

#### *Main results of the project*

From a scientific standpoint, SISBAT led to the development of nonlinear dynamic models of roofs and the coupling of this model to reliability analysis. This enabled to quantify the sensitivity of the mechanical response of the light frame trusses roofs submitted to seismic actions by taking into account the uncertainties associated to earthquakes and the variability of the mechanical properties of its components. From a technical standpoint, SISBAT will allow to optimize the design of the light frame trusses roofs.

#### *Scientific production and patents*

The obtained results throughout the SISBAT project were reported in numerous scientific papers in national and international conferences and professional technical committees. Also,

three PhD theses were conducted to resolve problematic project. Moreover, this project would allow to establish simplified construction rules thus eliminating the need as full calculation with Eurocode 8.

### *Key information*

The SISBAT project is an industry-oriented research work coordinated by the French technical institute FCBA. The partnership is collaboration between:

- research laboratories which are Pascal Institute of the University Blaise Pascal, the 3SR from the University Joseph Fournier, the LMT from ENS Cachan and the University of Shizuoka,
- technical and scientific institutes which are the CEA, the BRGM, the CSTB, the CTMNC and the FCBA,
- and private companies which are MiTek, SIMPSON Strong-Tie, the professional syndicate SCIBO, Imerys and Bouyer-Leroux Structure.

The project started in February 2009 for an duration of 60 months. The support of ANR was equal to 748 kEuros for an overall cost of 1 915 kEuros. It was also supported by the CODIFAB and the Risk Pole.

## **C MEMOIRE SCIENTIFIQUE**

***Mémoire scientifique confidentiel*** : NON

### **C.1 RESUME DU MEMOIRE**

Le projet SISBAT a pour objectif d'améliorer la connaissance scientifique du comportement global aux séismes de l'habitat avec toitures en charpentes industrialisées en bois. SISBAT est basé sur une approche multi-échelles. A chaque niveau d'échelle, le programme repose sur le couplage entre **une approche expérimentale** et **une approche numérique par éléments finis probabilistes** :

- **Echelle 1** : les assemblages métalliques utilisés pour la fabrication des murs et des charpentes industrialisées en bois ont été testés sous chargement monotone et cyclique pour identifier et élaborer leur loi de comportement. Ceci a permis d'établir les paramètres d'entrée probabilistes des modèles numériques des toitures et des murs;
- **Echelle 2** : quatorze toitures en charpentes industrialisées en bois (6m×6m), couvertes de tuiles, ont été testées sur table vibrante. Ces essais ont permis la validation du modèle dynamique non linéaire des toitures de dimensions (8m×12m) sur lequel a été bâtie l'analyse fiabiliste des toitures. Le comportement dynamique des murs a également été modélisé ;
- **Echelle 3** : deux maquettes de maisons à murs maçonnés et à ossature bois, de dimensions (6m×6m), ont été testées sur table vibrante pour des séismes représentatifs de l'aléa réglementaire en France. Ces essais, en complémentarité des modélisations dynamiques sur les maisons, ont permis d'étudier l'impact des murs sur le comportement des toitures.

Afin de mener l'analyse fiabiliste et les essais sur table vibrante, une méthodologie de sélection de séismes a été établie.

### ***Résultats majeurs du projet***

D'un point de vue scientifique, SISBAT a permis le développement de modèles numériques dynamiques non linéaires de toitures et le couplage de ces modèles à des méthodes

fiabilistes. Ceci a permis de quantifier la sensibilité de la réponse mécanique de la toiture en charpentes industrialisées en bois soumise aux actions sismiques en prenant en compte les incertitudes liées aux séismes et la variabilité des propriétés mécaniques des éléments. D'un point de vue technique, SISBAT va permettre d'optimiser la conception et le dimensionnement aux séismes des toitures en charpentes industrialisées en bois pour l'habitat individuel.

## **C.2 ENJEUX ET PROBLEMATIQUE, ETAT DE L'ART**

### *Problématique*

Depuis octobre 2010, la France dispose d'une nouvelle réglementation parasismique impliquant que le pourcentage des communes en zones sismiques en France métropolitaine passe de 14% à 60%. Pour les maisons individuelles, 25% des communes françaises sont ainsi concernées par le règlement parasismique. En France, plus de 85% des maisons individuelles sont des maisons à murs maçonnés et 75% des maisons ont une toiture en charpentes industrialisées en bois. Or, au niveau normatif, par manque de connaissances scientifiques, les règles de dimensionnement pour le comportement sismique semblent très défavorables aux charpentes industrialisées en bois : quelle que soit l'orientation, elles sont assimilées aux structures treillis assemblées par connecteurs dont le comportement est à faible niveau de ductilité ce qui est pénalisant pour leur dimensionnement aux séismes. Dans ce contexte, l'objectif de SISBAT est d'améliorer la connaissance scientifique du comportement global de l'habitat individuel neuf avec toitures en charpentes industrialisées en bois pour les configurations suivantes : toitures à combles perdus et à combles habitables à deux pans dont le système de stabilisation continu est constitué de contreventements et d'anti-flambements assemblés par pointes, et non par connecteurs. Il est primordial d'étudier la conception parasismique de la maison individuelle dans une approche globale car elle permet d'intégrer des critères positifs tels que la régularité des constructions, la compatibilité structurale des différents composants et l'optimisation des zones critiques.

### *Enjeux*

Ainsi, les enjeux scientifiques sont :

- d'avoir une meilleure connaissance de la contribution des sous composants du bâti;
- de développer une modélisation numérique multi-échelles de structures à ossature bois, de l'assemblage à la maison, à laquelle plusieurs partenaires peuvent prendre part ;
- de développer les Méthodes Eléments Finis Stochastiques, peu utilisées encore dans le secteur du bâti individuel afin d'étudier le rôle des incertitudes liées aux séismes et des variabilités des propriétés mécaniques des éléments dans la prévision de la fiabilité des structures (murs et toitures) soumises aux actions sismiques.

Les enjeux techniques sont d'optimiser la conception et le dimensionnement aux séismes des charpentes industrialisées en bois en déterminant quelles sont leurs zones critiques.

La partie relative aux planchers n'a finalement pas été étudiée. L'interaction sol structure n'est pas étudiée ici car on s'intéresse à des maisons individuelles qui sont des structures relativement légères.

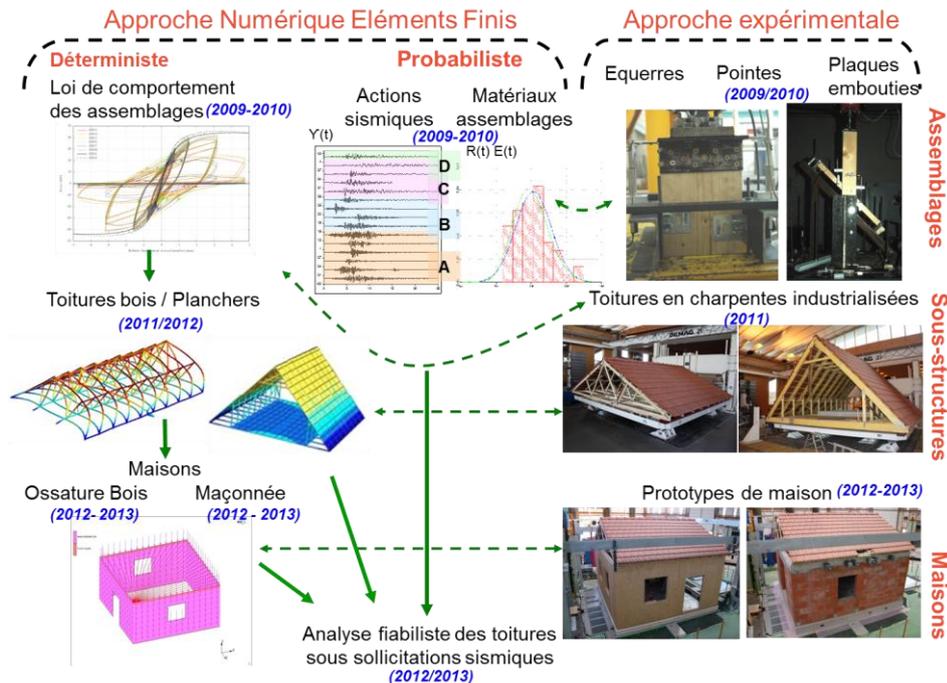
### *Etat de l'art*

Les travaux scientifiques sur le comportement en situation sismique des structures bois sont essentiellement nord-américains (où 90% de la construction résidentielle est en bois) et

japonais. Ces articles concernent en presque totalité les murs des maisons à ossatures bois mais ces structures sont étudiées sur des configurations propres à leur marché et ceci rend les résultats difficilement interprétables pour nos produits et nos usages. Par ailleurs, peu de travaux ont été réalisés dans le domaine de la fiabilité du comportement sismique des structures globales pour lesquelles l'aspect expérimental n'est généralement pas traité. Aucune étude n'a été trouvée concernant le comportement sismique des toitures à charpentes industrialisées.

### C.3 APPROCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE ET RESULTATS OBTENUS

Le programme scientifique de SISBAT est représenté schématiquement en figure 1, ci-dessous.



**Figure 1 :** démarche scientifique développée dans SISBAT basée sur une approche multi-échelles (en lecture verticale) et sur le couplage EFS / expérimentation (en lecture horizontale).

SISBAT est basé sur une approche multi-échelles (assemblages / sous-structures/ maisons) (cf. figure 1). A chaque niveau d'échelle (cf. figure 1), le programme repose sur le couplage entre **une approche expérimentale** et une approche numérique par **Eléments Finis Stochastiques**.

**Echelle 1 :** Les assemblages de type plaques métalliques embouties, équerres et pointes, utilisés pour la fabrication des charpentes industrialisées en bois et pour leur fixation au bâti et pour la fabrication des murs à ossature bois ont été étudiés.

Les essais (au total : 69 monotones et 85 cycliques) ont permis de déterminer les lois de comportement en force/déplacement monotone et cyclique et les ductilités statique et cyclique de ces assemblages. Sur la base de ces essais, l'accent a été mis sur la modélisation de leur comportement hystérétique : une loi générale force/ déplacement en deux dimensions a été développée via les travaux d'une thèse (cf. réf. [1]). Le verrou scientifique résolu par ce modèle est sa versatilité, permettant de modéliser différents types d'assemblages (pointes, équerres, plaques embouties), sous différents chargements cycliques, et permettant aussi d'être utilisé pour la modélisation à des échelles supérieures (cf. réf [3] et paragraphes suivants). Les verrous techniques résolus par ce modèle sont la prise en compte de la non

linéarité de la courbe monotone y compris dans sa phase post-pic qui caractérise la ductilité de l'assemblage. La dégradation se traduit alors par les diminutions de la raideur et de la résistance au cours des cycles, l'aire des courbes d'hystérésis qui aura une influence sur l'énergie dissipée par la structure au cours du séisme et, enfin, la dissymétrie du comportement selon les sens de sollicitations.

## **Echelle 2 : Les sous-structures de type toitures en charpentes industrialisées en bois et murs maçonnes et à ossature bois ont été étudiées.**

**Concernant les toitures**, la première phase a permis de modéliser le comportement non linéaire de deux toitures (à combles perdus et à combles habitables) représentatives des maquettes (6m×6m) testées en dynamiques afin d'aider à la mise en place de ces essais (détermination des configurations de toitures, mise en place des capteurs de déplacement et d'accéléromètres). Les lois de comportement sous chargements cycliques déterminés à l'échelle 1 ont constitué les paramètres d'entrée de cette modélisation. Pour valider ces modèles de toiture, quatorze essais uni-axiaux sur table vibrante ont été menés dans chacune des deux directions des toitures (dans le plan des fermes et perpendiculairement aux fermes). Pour cela, trois signaux sismiques (cf. § ultérieur intitulé Détermination des signaux sismiques) ont été utilisés et pour chaque toiture, le séisme a été appliqué de façon itérative avec une amplification des accélérations. Ainsi, ces essais ont permis d'une part, de valider la modélisation dynamique non linéaire des toitures et d'autre part, de déterminer le critère d'arrêt du calcul de la modélisation dynamique non linéaire des toitures.

La seconde phase a été de mener l'analyse fiabiliste des toitures dont l'objectif était d'étudier l'impact de la variabilité des sollicitations sismiques d'une part et de la variabilité des propriétés des constituants (bois et assemblages) des toitures d'autre part. Ainsi, il a été nécessaire d'étendre la modélisation élaborée dans la première phase à des toitures de dimensions (8m×12m) représentatives de l'habitat français. De plus, afin de prendre en compte la variabilité des propriétés des assemblages, il a été nécessaire de mener une analyse statistique des essais réalisés à l'échelle 1 pour lesquels 5 éprouvettes par configuration d'essais ont été testées. Concernant la variabilité du module d'élasticité des éléments bois des charpentes industrialisées, la modélisation probabiliste a été faite à partir d'une base de données existante pour des éléments bois classés pour un usage mécanique. Enfin, environ 50 séismes ont été utilisés pour simuler le mouvement à la base des structures. Etant donné le nombre élevé de variables, il a été nécessaire de définir une méthodologie spécifique de couplage mécano-fiabiliste pour réduire les temps de calculs sans affecter la précision des calculs probabilistes. Cette méthodologie, choisie non intrusive compte tenu de la forte non linéarité du modèle mécanique, a été développée via les travaux d'une thèse (cf. réf [2]) en deux étapes : dans un premier temps, les variables ayant une faible influence sur la réponse stochastique ont été éliminées grâce à une méthode de criblage (Méthode de Morris) et dans un deuxième temps, une analyse stochastique proprement dite par la méthode de réduction de la dimension a été effectuée. Ainsi, il a été montré que l'effet de l'aléa dû aux assemblages était significativement plus important que celui dû aux éléments bois, ce qui a permis de réduire considérablement le nombre de variables aléatoires. Il a été montré également que l'effet système et le comportement non linéaire des assemblages conduisent à des variabilités structurales réduites (de l'ordre de 4%) qui sont nettement inférieures à celles dues à l'action sismique (de l'ordre de 25%).

**Concernant les éléments de murs à ossature bois**, une modélisation numérique du comportement non linéaire dynamique a été développée en vue de la modélisation des

maisons (cf. § suivant intitulé Echelle 3 : les maisons). La première étape a été de mener cette modélisation avec comme paramètres d'entrée la modélisation du comportement hystérétique pour chaque assemblage pointé fixant le panneau de contreventement à l'ossature bois du mur, grâce au modèle développé à l'échelle 1. La seconde étape a été de développer, à partir de la modélisation "fine" précédente, un macro-élément représentant le mur lui-même. Ce macro-élément ne possède qu'un seul degré de liberté dont la loi de comportement est régie par la loi développée à l'échelle 1 mais avec un nouveau jeu de paramètres. Cette approche a permis de reproduire plusieurs séries d'essais [3], améliorant les méthodes de calcul existantes, validées pour quelques essais isolés. Cependant, il a été constaté que, pour des essais à niveaux de séisme tels que les murs s'approchent du critère de rupture, les valeurs numériques des déplacements en tête de murs surestimaient les déplacements expérimentaux et ce de façon variable en fonction des séismes. Les raisons possibles, qui restent à explorer, concernent notamment la prise en compte, d'un point de vue numérique, des phénomènes d'amortissement agissant au sein du mur pour ces grands déplacements. Ce travail a fait l'objet des travaux d'une thèse (cf. réf [3]) et d'un projet SISMOB concernant les essais dynamiques sur murs, mené en parallèle à SISBAT (cf. réf [4]). **Concernant les murs maçonnés**, il n'était pas prévu de développement de loi de comportement dynamique non linéaire. La non linéarité des murs de la maison maçonnée (cf. § suivant intitulé Echelle 3 : les maisons) a été simulée avec un module d'élasticité réduit.

### **Echelle 3 : Les maisons à murs maçonnés et ossature bois**

L'étude à l'échelle des maisons (dites régulières au sens de l'Eurocode 8) de dimensions (8m×12m), en rez-de-chaussée et en R+1, avait pour objectif d'étudier l'impact des murs sur le transfert du signal des séismes des fondations de la maison jusqu'au bas de la toiture. Deux essais sur maquettes de maisons de dimensions (6m×6m) ont été menés sur table vibrante triaxiale. Les principaux objectifs étaient :

- d'une part de comparer le comportement de la toiture lors de ces essais sur maquettes de maisons avec les essais sur toitures seules (cf. § précédent intitulé Echelle 2) : il a été montré que, pour des niveaux de séismes conduisant à un comportement non linéaire des toitures, les déplacements au faîtage sont significativement plus importants dans le cas des essais sur toitures seules. Ainsi, le critère d'arrêt des calculs utilisé pour l'analyse fiabiliste a été établi de manière sécuritaire ;

- et d'autre part, de valider les modélisations numériques à l'échelle des maisons. Concernant les maisons à ossature bois, la comparaison entre la maquette et la modélisation montre des résultats cohérents en terme d'analyse modale. Pour des séismes engendrant des déplacements en tête de murs supérieurs au centimètre, une première modélisation en aveugle, avant les essais, surestime les déplacements et accélérations en tête de murs. Cette modélisation ignorait la mise en œuvre réelle des essais sur table vibrante. Une seconde modélisation, bénéficiant de moyens de calcul plus puissants, et prenant en compte les données des essais, permettra dans les mois suivants la fin contractuelle du projet, d'étudier les transferts du signal sismique par les murs pour les maisons (8m×12 m) à ossature bois. Concernant les maisons à murs maçonnés, la comparaison entre la modélisation et les essais montre des résultats cohérents autant en termes de comportement modal que de niveaux de déplacements atteints sous les différents séismes appliqués. Par ailleurs, les contraintes de l'essai ont fait que la maquette était légèrement plus raide qu'une maison en (8m×12m) qu'elle était censée représenter. L'influence de ces deux points sur les transferts de spectres opérés

par les murs maçonnés devra être prise en considération pour une extrapolation correcte des résultats d'essais au cas d'une maison (8m×12m).

#### **Détermination des signaux sismiques :**

Il a été nécessaire de définir des signaux sismiques simulant le mouvement à la base de la structure pour la réalisation des essais sur table vibrante et pour la modélisation des murs et toitures (taches relatives aux échelles 2 et 3). Les critères de sélection de ces signaux ont été basés sur les choix suivants: les signaux sont des accélérogrammes naturels car plus représentatifs que les signaux synthétiques ; les scénarii de séisme sont représentatifs des zones d'aléa fort, moyen et modéré et des différents types de sols pour la France; la période de retour des séismes est de 475 ans. Ainsi, les signaux sélectionnés sont au nombre de 11 à 15 en fonction des scénarii. Pour les essais sur table vibrante, pour lesquels seuls trois signaux sont utilisés, deux des signaux naturels retenus ont été modifiés par calage à un spectre cible pour améliorer la représentativité du spectre. Le troisième signal était un signal synthétique calé sur le spectre normatif de l'Eurocode 8.

#### **C.4 EXPLOITATION DES RESULTATS**

SISBAT va permettre d'optimiser la conception et le dimensionnement des toitures en charpentes industrialisées en bois. En particulier, la valorisation de ce projet doit conduire à l'élaboration de règles de moyens et de mise en œuvre en zone sismique permettant de s'affranchir de l'approche calculatoire de l'Eurocode 5 et de l'Eurocode 8. Ceci est notamment très important pour les petites entreprises et constitue un gain de temps pour la justification de solutions constructives courantes. Ce travail, en cours de réalisation, est financé par le CODIFAB et mené par le FCBA et en lien avec le SCIBO. Par ailleurs, les constatations sur le comportement des tuiles faites lors des essais sur table vibrante des toitures et des maisons permettront d'alimenter le guide II de l'AFPS sur les Eléments Non Structuraux.

#### **C.5 DISCUSSION / CONCLUSIONS**

L'approche multi-échelles et le couplage entre la modélisation et l'expérimentation a permis d'améliorer la compréhension du comportement global de la maison mais a nécessité un travail en collaboration étroite entre les différents partenaires aux spécialités complémentaires, en ce qui concerne:

- le choix des structures : les professionnels ont proposé les plans détaillés des toitures et ont également participé de façon active aux différentes étapes ; ceci a été très motivant pour l'ensemble des autres partenaires ;
- les essais à l'échelle de l'assemblage qui ont été, pour partie, menés au Japon : ceci a permis de recueillir une expertise internationale ;
- les essais sur tables vibrantes : les échanges entre les spécialistes des essais et les partenaires de la modélisation ont permis d'établir un protocole expérimental original afin de pouvoir comparer les résultats expérimentaux et numériques et les résultats entre les essais sur toitures et sur maisons ;
- l'analyse fiabiliste des toitures : il a été nécessaire de choisir une plateforme numérique commune Aster ce qui a demandé des développements supplémentaires pour le couplage mécano-fiabiliste ; la transmission du modèle déterministe pour l'analyse fiabiliste a également nécessité une mise en forme particulière des fichiers de calcul.

Ces nombreux échanges ont été possibles grâce à de nombreuses réunions de consortium (au moins deux par an avec l'ensemble des partenaires) et, en parallèle, des réunions techniques avec un nombre réduit de partenaires pour avancer sur des thématiques spécifiques. Il est également important de noter l'intégration de nouveaux partenaires, courant 2010: le CTMNC/Pôle Couverture et la société Imerys-Toiture ont apporté leur expertise sur le choix et la fixation des tuiles, leur fourniture et pose pour l'ensemble des essais; le CTMNC/Pôle Maçonnerie et la société Bouyer-Leroux Structure ont apporté leur expertise sur le choix des maçonneries ainsi que leur fourniture et pose pour les essais sur la maquette maçonnée. Ce nouveau partenariat, en complément d'un financement du CODIFAB, a permis la réalisation de deux essais sur maquettes. Il est important de rappeler, qu'au démarrage du projet, un seul essai sur table vibrante triaxiale de maquette de maison était prévu et que le financement de sa construction n'était pas entièrement bouclé. En revanche, la modélisation de la contribution des planchers dans le comportement global des maisons (initialement prévue) n'a pas été traitée.

## C.6 REFERENCES

- [1] Jérôme Humbert, **Caractérisation du comportement des structures bois à assemblages métalliques sous sollicitations sismiques**, Thèse de doctorat de l'Université Joseph Fourier, 2010.
- [2] Hassen Riahi, **Analyse de structures à dimension stochastique élevée : application aux toitures bois sous sollicitation sismique**, Thèse de doctorat de l'Université Blaise Pascal, 2012.
- [3] Boudaud Clément, **Analyse de la vulnérabilité sismique des structures à ossature en bois**, Thèse de doctorat de l'Université Joseph Fourier, 2012.
- [4] FCBA et CSTB, Rapport d'études, **Comportement parasismique des murs ossatures bois, SISMOB3-Phase 2**, 2013.

## D LISTE DES LIVRABLES

*Quand le projet en comporte, reproduire ici le tableau des livrables fourni au début du projet. Mentionner l'ensemble des livrables, y compris les éventuels livrables abandonnés, et ceux non prévus dans la liste initiale.*

Date de livraison	N°	Titre	Nature	Partenaires (souligner le responsable)	Commentaires
juillet 2009	1	Rapport d'avancement n°1 T0+6mois pour l'ANR (tâche 1: coordination)		FCBA	
septembre 2010	2	Copie de l'accord de consortium (tâche 1: coordination)		FCBA	
juillet 2010	3	Rapport d'avancement n°2 T0+18 mois pour l'ANR (tâche 1: coordination)		FCBA	
juillet 2011	4	Rapport d'avancement n°3 T0+30 mois pour l'ANR (tâche 1: coordination)		FCBA	
septembre 2012		Rapport d'avancement n°4 T0+42 mois pour l'ANR (tâche 1: coordination)		FCBA	Non prévu initialement
Mars 2014	5	Compte-rendu de fin de projet (tâche 1: coordination)		FCBA	
novembre 2009	6	Loi de comportement semi-rigide	rapport	3S-R	
mars 2010	7	Identification des paramètres du modèle de comportement semi-rigide sur les essais expérimentaux sur plaques embouties	rapport	3S-R	
Version finale livrée en mars 2014	8	Calage de la loi de comportement pour les équerres	rapport	3S-R	Livrables 8 et 9 en un seul document
	9	Calage de la loi de comportement pour les pointes	rapport	3S-R	
juillet 2010	10	Modèle linéaire des toitures pour une première mise en place de méthodes fiabilistes sur ASTER	Fichier ASTER	LMT/ Leme	Les livrables 10 à 16 de ce rapport
juillet 2012	11	Modèle non linéaire des toitures à combles perdus pour analyse fiabiliste	Fichier ASTER	LMT/ Leme	

abandonné	12	Modèle non linéaire des toitures à combles habitables pour analyse fiabiliste	Fichier ASTER	LMT/ Leme	remplacent les livrables 10 à 16 listés dans le rapport T0+18 car, avec l'avancement des tâches, il s'est avéré que ces rapports sont plus adaptés aux tâches menées
Version finale livrée en février 2014	13	Modélisation des toitures à combles perdus testées au FCBA	rapport	LMT/ Leme	
idem	14	Modélisation de la toiture à combles perdus 8x12 m <sup>2</sup>	rapport	LMT/ Leme	
idem	15	Modélisation des toitures à combles habitables testées au FCBA	rapport	LMT/ Leme	
idem	16	Modélisation de la toiture à combles habitables 8x12 m <sup>2</sup>	rapport	LMT/ Leme	
Dernière version livrée en mars 2014	17	Modélisation numérique de maisons à ossature en bois	rapport	3SR	
Dernière version livrée en octobre 2013	18	Transfert d'accélérogrammes par une maison individuelle à murs maçonnés	rapport	CSTB	
Livré en version finale en décembre 2013	19	Modélisation probabiliste des constituants bois	rapport	IP/ LaMI	Livrables 19 et 20 en un seul document
	20	Modélisation probabiliste des assemblages	rapport	IP/LaMI	
septembre 2010	21	Modélisation de l'action sismique	rapport	BRGM	
décembre 2013	22	Calculs fiabilistes de la toiture à combles perdus sous différents signaux sismiques	rapport	IP/LaMI	
abandonné	23	Calculs fiabilistes de la toiture à combles habitables sous différents signaux sismiques	rapport	IP/LaMI	
Dernière version livrée en octobre 2013		Définition de la maison individuelle à murs maçonnés - maquette d'essai au CEA	rapport	CSTB	
Version finale livrée en février 2014	24_a	Protocole expérimental de la campagne de la maison à Ossature bois	rapport	CEA	Non prévu initialement
idem	24_b	Protocole expérimental de la campagne de la maison maçonnée	rapport	CEA	
octobre 2010	25_a	Essais monotones et cycliques sur équerres E5 et E14	rapport	CSTB	
Version finale livrée en décembre 2011	25_b	Essais monotones et cycliques sur pointes et vis	rapport	CSTB	
mai 2012	26	Essais dynamiques configuration 1 (combles perdus) et configuration 2 (combles aménageables)	rapport	FCBA	Rapports 26 et 27 remis en un seul rapport
	27		rapport	FCBA	
Version finale livrée en février 2014	28_a	Rapport d'essais et analyse des résultats expérimentaux de la campagne sur la Maison Ossature Bois	rapport	CEA	Non prévu initialement
idem	28_b	Rapport d'essais de la campagne expérimentale sur la maison maçonnée	rapport	CEA	
idem	28_c	Analyse modale de la campagne expérimentale de la maison maçonnée	rapport	CEA	

## E IMPACT DU PROJET

*Ce rapport rassemble des éléments nécessaires au bilan du projet et plus globalement permettant d'apprécier l'impact du programme à différents niveaux.*

### E.1 INDICATEURS D'IMPACT

#### **Nombre de publications et de communications (à détailler en E.2)**

*Comptabiliser séparément les actions monopartenaies, impliquant un seul partenaire, et les actions multipartenaies résultant d'un travail en commun.*

*Attention : éviter une inflation artificielle des publications, mentionner uniquement celles qui résultent directement du projet (postérieures à son démarrage, et qui citent le soutien de l'ANR et la référence du projet).*

		<b>Publications multipartenaies</b>	<b>Publications monopartenaies</b>
<b>International</b>	<b>Revue à comité de lecture</b>	2	
	<b>Ouvrages ou chapitres d'ouvrage</b>		
	<b>Communications (conférence)</b>	7	5
<b>France</b>	<b>Revue à comité de lecture</b>		
	<b>Ouvrages ou chapitres d'ouvrage</b>		3
	<b>Communications (conférence)</b>	3	4
<b>Actions de diffusion</b>	<b>Articles vulgarisation</b>	1	
	<b>Conférences vulgarisation</b>		1
	<b>Autres</b>	2	

#### **Autres valorisations scientifiques (à détailler en E.3)**

*Ce tableau dénombre et liste les brevets nationaux et internationaux, licences, et autres éléments de propriété intellectuelle consécutifs au projet, du savoir faire, des retombées diverses en précisant les partenariats éventuels. Voir en particulier celles annoncées dans l'annexe technique).*

	<b>Nombre, années et commentaires (valorisations avérées ou probables)</b>
<b>Brevets internationaux obtenus</b>	
<b>Brevet internationaux en cours d'obtention</b>	
<b>Brevets nationaux obtenus</b>	
<b>Brevet nationaux en cours d'obtention</b>	
<b>Licences d'exploitation (obtention / cession)</b>	
<b>Créations d'entreprises ou essaimage</b>	
<b>Nouveaux projets collaboratifs</b>	1
<b>Colloques scientifiques</b>	
<b>Autres / Futures actions de normalisation</b>	1

## **E.2 LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS**

*Répertorier les publications résultant des travaux effectués dans le cadre du projet. On suivra les catégories du premier tableau de la section E.1 en suivant les normes éditoriales habituelles. En ce qui concerne les conférences, on spécifiera les conférences invitées.*

### **Publications multipartenaires en conférences internationales**

1. Humbert J., Baroth J., Daudeville L., Yasumura M., Sensitivity analysis of a bolted timber joint, World Conference on Timber Engineering (WCTE), Japan, 6 p., 2008.
2. Humbert J., Baroth J., Ohta M, Yasumura M, Sensitivity analyses on the failure of a bolted timber joint, Japan Wood Research Society 59th Annual Meeting Matsumoto, Japan, March 15-17, 2009.
3. Humbert J., Baroth J., Daudeville L., Davenne L., Faye C., SFE Analysis of a Timber Frame undergoing a Seismic Load Sensitivity Analysis of a Nail Plate Joint (ICOSSAR 9), Tokyo, Japan, 2009.
4. C. Boudaud, S. Hameury, C. Faye, L. Davenne, L. Daudeville, European seismic design of shear walls: experimental and numerical tests and observations, World Conference on Timber Engineering (WCTE), Italy, 2010.
5. J. Humbert, M. Yasumura, M. Fujishima, Modeling Joints with Punched Metal Plate Fasteners for use in Seismic and Probabilistic Analyses, Annual Meeting of the Japan Wood Research Society (JWRS), Kyoto, Japan, 2011.
6. L. Davenne, C. Faye, P. Garcia, J.C. Duccini, Seismic behaviour of light frame trusses roofs : experiments and simulations. 10<sup>th</sup> World Congress on Computational Mechanics, Sao, Paulo, Brazil, 8-13 July 2012.
7. C. Boudaud, L. Daudeville, J. Baroth, S. Hameury. Multi-scale modelling of timber-frame structures under seismic loads, XII International Conference on Computational Plasticity, 2013.

### **Publications multipartenaires en conférences françaises**

1. L. Davenne, J. Humbert, C. Faye, C. Boudaud, J. Baroth, P. Garcia, JC Duccini, M. Yasumura, L. Daudeville, G. de Zutter, P. Rivillon, Comportement dynamique des toitures en charpentes industrialisées en bois \_ Couplage modélisation/ expérimentation, 8<sup>ème</sup> colloque National AFPS' 2011, Paris, 2011.
2. C. Faye pour les consortiums SISBAT et SISMOB, Détermination du coefficient de comportement q pour les structures bois \_ Couplage modélisation/ expérimentation, 8<sup>ème</sup> colloque National AFPS' 2011, Paris, 2011.
3. A.Chateauneuf, Ph. Bressolette, H. Riahi, E. Fournely, J. Humbert, J. Baroth, L. Daudeville, L. Davenne, C. Faye, « Projet ANR SISBAT : Analyse fiabiliste de la vulnérabilité sismique de l'habitat avec toiture en charpentes industrialisées en bois », Méthodes déterministes et probabilistes d'estimation du risque sismique, Paris, 5 avril 2011.

### **Article multipartenaire de vulgarisation**

1. C. Faye pour le consortium SISBAT, Charpentes industrielles et Risque Sismique : le programme SISBAT, Revue Enjeux de l'Afnor, avril 2013.

#### **Actions de diffusion multipartenaires**

1. C. Faye pour le consortium SISBAT, Présentation de l'état d'avancement du projet SISBAT aux professionnels de la filière bois lors de la Journée sur le Risque Sismique et la Construction Bois, organisée par la FIBC le 24 mai 2011.

2. C. Faye pour le consortium SISBAT, Présentation de l'état d'avancement du projet SISBAT aux professionnels de la filière bois lors de la Journée sur les Charpentes Industrielles en bois\_ Avancées et perspectives, organisée par le SCIBO en janvier 2013.

#### **Publications multipartenaires dans revues internationales à comité de lecture**

1. Boudaud C., Humbert J., Baroth J., Hameury S., Daudeville L., Joints and Wood Shear Walls Modelling II: Experimental tests and FE models development under seismic loading, Engng Struct., submitted (2014)

2. Humbert J., Boudaud C., Baroth J., S. Hameury, Daudeville L., "Joints and Wood Shear Walls Modelling I: Constitutive law, experimental tests and FE model development under quasi-static loading", Engng Struct., accepted (2014)

#### **Publications mono partenaires en conférences internationales**

1. Toyota A., Baroth J., Humbert J., Daudeville L., application of a synthetic accelerograms generation program to the finite element model of a wooden frame, Provence 09, Aix-en-Provence, 2009.

2. H. Riahi, Ph. Bressolette, R. Moutou pitti, A. Chateauneuf, E. Fournely, « Reliability-Based Design of Nolinear Timber Structures Under Seismic Loading », International Conference on Computing Technology in Civil, Structural and Environmental Engineering CC2011, Chania, Crete, Greece, 6-9 September 2011.

3. H. Riahi, R. Moutou Pitti, P. Bressolette, A. Chateauneuf, E. Fournrly, « Reliability-based design of structures under seismic loading: application to timber structures », SEM Conference & exposition on experimental and applied mechanics, Uncasville, USA, 13-16 June 2011.

4. H. Riahi, P. Bressolette, A. Chateauneuf, E. Fournely, Reliability analysis of nonlinear timber roofs under seismic loading, 11th International Conference on Structural Safety & Reliability, ICOSSAR 2013, Columbia University, New York, NY, 16-20 juin, 2013.

5. C. Boudaud, J. Baroth, and L. Daudeville, Multi-Scale Modeling of Timber-Frame Structures, APCOM & ISCM, 11-14th December, 2013, Singapore.

#### **Ouvrages monopartenaires français**

1. J. Humbert, Caractérisation du comportement des structures bois à assemblages métalliques sous sollicitations sismiques, Thèse de doctorat de l'Université Joseph Fourier, 2010.

2. H. Riahi, Analyse de structures à dimension stochastique élevée : application aux toitures bois sous sollicitation sismique, Thèse de doctorat de l'Université Blaise Pascal, 2012.
3. B. Clément, Analyse de la vulnérabilité sismique des structures à ossature en bois, Thèse de doctorat de l'Université Joseph Fourier, 2012.

#### **Publications monopartenaies en conférences françaises**

1. Bertil D., Rey J., Belvaux M., Procédure de sélection de signaux sismiques pour l'analyse fiabiliste de la vulnérabilité sismique de charpentes industrialisées en bois, 8<sup>ème</sup> colloque National AFPS' 2011, Paris, 2011.
2. Hassen Riahi, Philippe Bressolette, Alaa Chateauneuf, Analyse probabiliste de structures bois sous sollicitation sismique, Journées Fiabilités des Matériaux et Structures JFMS12, Chambéry, 4-6 Juin 2012.
3. Hassen Riahi, Philippe Bressolette, Alaa Chateauneuf, Analyse stochastique d'une toiture à ossature en bois installée sur un site d'aléa sismique fort, Journées de l'AUGC, Cachan, 29-31 mai 2013.
4. Hassen Riahi, Philippe Bressolette, Alaa Chateauneuf, Analyse des structures à dimension stochastique élevée : application aux toitures bois sous sollicitation sismique, Journées Fiabilités des Matériaux et Structures JFMS14, Aix en Provence, 9-10 Avril 2014.

#### **Conférences monopartenaies de vulgarisation**

1. Hassen Riahi, Philippe Bressolette, Alaa Chateauneuf, Chaos polynômiaux et quadrature de Smolyak : application aux structures bois en contexte sismique, Journée scientifique de l'Ecole Doctorale Sciences pour l'Ingénieur de Clermont-Ferrand, 15 juin 2012.

### **E.3 LISTE DES ELEMENTS DE VALORISATION**

**Projet collaboratif SISTACI:** afin de valoriser les résultats de SISBAT pour aider les petites entreprises de la filière Bois, le SCIBO a sollicité FCBA pour exploiter les résultats du projet afin de retenir un ensemble d'hypothèses permettant de concevoir et dimensionner, de façon optimale, différentes configurations de fermettes en zone sismique en France. Ce travail est financé par le CODIFAB.

**Probable action de normalisation :** ces travaux seront présentés au groupe "sismique" du TC 250/SC5 animé par Massimo Fragiaco, le but étant d'actualiser le chapitre bois dans le cadre de la révision de l'Eurocode 8 prévue à l'horizon 2018-2020 en lien avec le TC250/SC8.

## E.4 BILAN ET SUIVI DES PERSONNELS RECRUTES EN CDD (HORS STAGIAIRES)

Ce tableau dresse le bilan du projet en termes de recrutement de personnels non permanents sur CDD ou assimilé. Renseigner une ligne par personne embauchée sur le projet quand l'embauche a été financée partiellement ou en totalité par l'aide de l'ANR et quand la contribution au projet a été d'une durée au moins égale à 3 mois, tous contrats confondus, l'aide de l'ANR pouvant ne représenter qu'une partie de la rémunération de la personne sur la durée de sa participation au projet.

Les stagiaires bénéficiant d'une convention de stage avec un établissement d'enseignement ne doivent pas être mentionnés.

Les données recueillies pourront faire l'objet d'une demande de mise à jour par l'ANR jusqu'à 5 ans après la fin du projet.

Identification				Avant le recrutement sur le projet			Recrutement sur le projet				Après le projet				
Nom et prénom	Sexe H/F	Adresse email (1)	Date des dernières nouvelles	Dernier diplôme obtenu au moment du recrutement	Lieu d'études (France, UE, hors UE)	Expérience prof. Antérieure, y compris post-docs (ans)	Partenaire ayant embauché la personne	Poste dans le projet (2)	Durée missions (mois) (3)	Date de fin de mission sur le projet	Devenir professionnel (4)	Type d'employeur (5)	Type d'emploi (6)	Lien au projet ANR (7)	Valorisation expérience (8)
Motoï YASUMURA	H	afmyasu@agr.shizuoka.ac.jp					Université Joseph Fourier	Professeur à l'Université de Shizuoka au Japon	2	15/07/2010					
Jérôme HUMBERT	H	jerome.humbert@gmail.com	Mars 14	Thèse de doctorat	France	CDD BE ingénieur +thèse	Université Joseph Fourier/3SR	Post doctorat	12	01/11/2011	CDD	KFRI, Séoul, Republic of Korea	Post doctorat	non	oui
Clément Boudaud	H	Clement.boudaud@ecoledubois.fr	Mars 14	ingénieur	France	CDD CSTB	CSTB	Thèse	36	31/12/2012	CDI	Ecole du Bois de Nantes	Enseignant chercheur	non	oui
Pham-Va HUNG	H	Hung@lmt-ens-cachan.fr	31 juillet 2010	Thèse de doctorat	Hors EU/France	Maître Assistant	LMT	Post doctorant	6	31/11/2010	CDI	Gouvernement viet-namien	Enseignant chercheur		
Yaka DUJC	H	dujc@lmt-ens-cachan.fr	Juillet 2011	Thèse de doctorat	UE		LMT	Post-Doctorant	6	30/06/2011	CDI	Entreprise privée en Slovénie	ingénieur		
Yassine VERDRET	H	Yverdret3@hotmail.fr	Décembre 11	Ingénieur	France		LEME/LMT	Stage fin d'études	6	31/08/2011	CDD	FCBA, statut privé	Doctorant avec bourse CIFRE	oui	oui
Hassen RIAHI	H	hassen.riahi@polytech.univ-bpclermont.fr		Master Recherche	France / Tunisie	Ingénieur (jeune diplômé)	IP/LaMI – Université Blaise Pascal	Doctorant	22	31/11/2011	Post-doctorat en France	IP/LaMI, Université Blaise Pascal	Chercheur	oui	oui, exploitation des compétences en fiabilité dans un autre projet ANR

### **Aide pour le remplissage**

- (1) **Adresse email** : indiquer une adresse email la plus pérenne possible
- (2) **Poste dans le projet** : post-doc, doctorant, ingénieur ou niveau ingénieur, technicien, vacataire, autre (préciser)
- (3) **Durée missions** : indiquer en mois la durée totale des missions (y compris celles non financées par l'ANR) effectuées sur le projet
- (4) **Devenir professionnel** : CDI, CDD, chef d'entreprise, encore sur le projet, post-doc France, post-doc étranger, étudiant, recherche d'emploi, sans nouvelles
- (5) **Type d'employeur** : enseignement et recherche publique, EPIC de recherche, grande entreprise, PME/TPE, création d'entreprise, autre public, autre privé, libéral, autre (préciser)
- (6) **Type d'emploi** : ingénieur, chercheur, enseignant-chercheur, cadre, technicien, autre (préciser)
- (7) **Lien au projet ANR** : préciser si l'employeur est ou non un partenaire du projet
- (8) **Valorisation expérience** : préciser si le poste occupé valorise l'expérience acquise pendant le projet.

*Les informations personnelles recueillies feront l'objet d'un traitement de données informatisées pour les seuls besoins de l'étude anonymisée sur le devenir professionnel des personnes recrutées sur les projets ANR. Elles ne feront l'objet d'aucune cession et seront conservées par l'ANR pendant une durée maximale de 5 ans après la fin du projet concerné. Conformément à la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée, relative à l'Informatique, aux Fichiers et aux Libertés, les personnes concernées disposent d'un droit d'accès, de rectification et de suppression des données personnelles les concernant. Les personnes concernées seront informées directement de ce droit lorsque leurs coordonnées sont renseignées. Elles peuvent exercer ce droit en s'adressant l'ANR (<http://www.agence-nationale-recherche.fr/Contact>).*