



**HAL**  
open science

## **CSTB - Priorité scientifique et technique "Maîtrise des Risques": bilan 2010-2013, rapport final**

S. Vallerent, E. Blanchard, Philippe Delpech, François Demouge, C. Florence,  
Pierre Pimienta, J.L. Salagnac, P. Carlotti

### **► To cite this version:**

S. Vallerent, E. Blanchard, Philippe Delpech, François Demouge, C. Florence, et al.. CSTB - Priorité scientifique et technique "Maîtrise des Risques": bilan 2010-2013, rapport final. CSTB - Centre scientifique et technique du bâtiment. 2014. hal-01026470

**HAL Id: hal-01026470**

**<https://cstb.hal.science/hal-01026470>**

Submitted on 21 Jul 2014

**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.

## **Priorité scientifique et technique Maîtrise des risques**

### **Bilan 2010 - 2013**

#### **Rapport final**

VALLERENT Stéphanie

**31 mars 2014**

**CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT**

SIÈGE SOCIAL > 84 AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2

TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX. (33) 01 60 05 70 37 | SIRET 775 688 229 000 27 | [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

ÉTABLISSEMENT PUBLIC À CARACTÈRE INDUSTRIEL ET COMMERCIAL | RCS MEAUX 775 688 229 | TVA FR 70 775 688 229

MARNE-LA-VALLÉE | PARIS | GRENOBLE | NANTES | SOPHIA-ANTIPOLIS



**Priorité scientifique et technique Maîtrise des risques**

## **Bilan 2010-2013**

**Rapport final**

VALLERENT Stéphanie

Université Paris-Est, Centre scientifique et technique du bâtiment

Collaborateurs : BLANCHARD Elizabeth, DELPECH Philippe, DEMOUGE François,  
FLORENCE Céline, PIMIENTA Pierre, SALAGNAC Jean-Luc, CARLOTTI Pierre

**31 mars 2014**

© 2014 CSTB



Ce texte est distribué sous les termes de la licence Creative Commons Attribution 3.0 non transposé (CC BY 3.0).

Le texte complet de la licence est disponible à l'adresse suivante : <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/legalcode>

Résumé des droits et conditions de la licence :

⇒ **Vous êtes libre de :**

- partager (reproduire, distribuer et communiquer) l'œuvre ;
- remixer, adapter l'œuvre ;
- d'utiliser cette œuvre à des fins commerciales.

⇒ **Selon les conditions suivantes :**

- Attribution (paternité, crédit) : vous devez attribuer l'œuvre de la manière indiquée par l'auteur de l'œuvre ou le titulaire des droits (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'ils vous approuvent, vous ou votre utilisation de l'œuvre).

Toute citation d'extraits, reproduction ou utilisation doit obligatoirement faire apparaître la référence de ce document sous la forme : **VALLERENT S. (coord.), Priorité scientifique et technique "Maîtrise des Risques" : bilan 2010-2013, rapport final, CSTB, mars 2014, 42 p.**

⇒ **Comprenant bien que**

- les droits suivants ne sont en aucune manière affectés par la licence :
  - Vos prérogatives issues des exceptions et limitations aux droits exclusifs ou *fair use* ;
  - Les droits moraux de l'auteur que rien dans ce contrat ne diminue ou ne restreint.

→ A chaque réutilisation ou distribution de cette œuvre, vous devez faire apparaître clairement au public la licence selon laquelle elle est mise à disposition. La meilleure manière de l'indiquer est un lien vers cette page web : <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.fr>.

## Résumé

La priorité scientifique et technique "Maîtrise des Risques" du programme de recherche 2010-2013 du CSTB avait pour ambition de contribuer à éviter les victimes en protégeant les personnes présentes dans le bâti, de limiter les dommages économiques en protégeant les biens et d'assurer la résilience tant technique qu'humaine. Les travaux portaient sur les risques naturels et anthropiques (incendie, vent, séisme, canicule...) et étaient organisés en quatre projets de recherche. Ce rapport présente le contexte de la recherche et les résultats obtenus entre 2010 et 2013.

**Mots clés** : vulnérabilité, risques naturels, feu, vent, pluie, séisme, canicule

## Summary

The objective of research priority "Risk Mitigation" of the CSTB 2010-2013 research program was, in case of a disaster, to avoid death by protecting people in buildings, to reduce economic losses by protecting goods and to support human and technical resiliency. The research carried out covered natural hazard (wind, seism, heatwave, flood...) and fire risk. The program was divided into four projects. This report summarizes the context of the research and the results obtained between 2010 and 2013.

**Keywords**: vulnerability, natural hazard, fire, wind, rain, seism, heatwave

## Table des matières

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>7</b>
<b>1. ENJEU ET CONTEXTE .....</b>	<b>7</b>
<b>2. AMBITION DE LA PRIORITÉ SCIENTIFIQUE MAITRISE DES RISQUES.....</b>	<b>8</b>
<b>3. ORGANISATION DE LA PRIORITÉ .....</b>	<b>10</b>
<b>4. BILAN SUR LA PÉRIODE 2010-2013.....</b>	<b>12</b>
<b>4.1 Risque incendie et développement durable.....</b>	<b>13</b>
<b>4.2 Vulnérabilité liée aux innovations : vers une vision multirisque .....</b>	<b>16</b>
<b>4.3 Impact du changement climatique : le cas de la canicule .....</b>	<b>18</b>
<b>4.4 Vulnérabilité du parc bâti aux aléas climatiques .....</b>	<b>19</b>
<b>5. PERSPECTIVES .....</b>	<b>22</b>
<b>LISTE DES RÉFÉRENCES.....</b>	<b>24</b>
<b>Articles scientifiques publiés dans des revues à comité de lecture .....</b>	<b>24</b>
<b>Articles techniques .....</b>	<b>27</b>
<b>Congrès.....</b>	<b>27</b>
<b>Communications publiées dans des actes .....</b>	<b>27</b>
<b>Autres communications.....</b>	<b>34</b>
<b>Ouvrage .....</b>	<b>34</b>
<b>Chapitres d'ouvrages collectifs .....</b>	<b>34</b>
<b>Guides technico-réglementaires.....</b>	<b>35</b>
<b>Rapports .....</b>	<b>35</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>39</b>
<b>ANNEXE 1 : THESSES SOUTENUES .....</b>	<b>40</b>
<b>ANNEXE 2 : HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES .....</b>	<b>41</b>

## INTRODUCTION

La priorité scientifique et technique « Maîtrise des Risques » du programme de recherche 2010-2013 du CSTB se concentre sur les risques accidentels (qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique). Pour l'ensemble des aléas, à l'exception de l'incendie, les travaux ont essentiellement porté sur la vulnérabilité du cadre bâti. Le présent rapport synthétise les résultats de recherche obtenus au cours du cycle 2010-2013.

### 1. ENJEU ET CONTEXTE

Dans le domaine de la maîtrise des risques accidentels (qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique), le contexte actuel présente quatre caractéristiques majeures qui sont les moteurs ultimes de la recherche dans ce domaine.

En premier lieu, l'aversion au risque de la population (tout risque confondu) a augmenté. Cette augmentation est liée, au moins pour partie, aux différentes catastrophes naturelles et accidentelles de ces dernières années ainsi qu'à la crise financière mondiale débutée en 2007 (revue Risques n°85, FFSA, mars 2011). Elle a pour conséquence une volonté accrue de maintenir une maîtrise des risques civils (tant accidentels que chroniques) la plus élevée possible.

En second lieu, le développement des techniques de construction durable (engagement pour une réglementation énergétique et environnementale à l'horizon 2020 inscrite dans la loi « Grenelle II », réduction des impacts sur la santé, adaptation à une nouvelle donne climatique...) implique de façon croissante la nécessité d'identifier leur impact sur les autres performances du bâti et en particulier sur celles liées à la sécurité.

Par ailleurs, la mise sur le marché continue de techniques de construction innovantes et l'évaluation de leur aptitude à l'emploi pose immanquablement des questions de sécurité. Etre à même d'évaluer la vulnérabilité de ces procédés constructifs innovants face aux risques naturels et accidentels implique un effort de recherche constant en amont.

Enfin, l'entrée en vigueur de nouveaux textes réglementaires français et de nouvelles normes de dimensionnement telles que les eurocodes autorise et développe le recours à des approches de dimensionnement performantielles (et non plus prescriptives). Le virage à prendre pour répondre aux enjeux afférents nécessite le développement et l'appropriation de méthodes nouvelles.

Une fois ce contexte posé, il est essentiel de rappeler que la maîtrise des risques présente des enjeux, à la fois humains et économiques, considérables. Les risques naturels se concrétisent en effet par des catastrophes dont les conséquences humaines et économiques peuvent être très lourdes. Le tableau 1 présente ainsi les impacts des aléas climatiques fondamentaux sur le cadre bâti.

Au niveau mondial, les dommages assurés occasionnés par des catastrophes naturelles survenues en 2012 s'élevaient à plus de 55 milliards d'euros (rapport 2012 de la déléguée aux risques majeurs, DGPR, 2012) et les tempêtes et les inondations sont les deux risques naturels ayant les conséquences les plus lourdes. Au niveau de la France, d'après la Fédération française des sociétés



d'assurance (FFSA), les dommages actuellement les plus importants sont (cumuls sur la période 1988-2011) :

- Tempêtes : 25 Md € au titre du régime d'assurance tempête-grêle-neige (TGN) ;
- Inondation : 10 Md € au titre du régime d'assurance catastrophes naturelles (CAT-NAT) ;
- Retrait-gonflement des argiles (RGA) : 7 Md € au titre du régime d'assurance CAT-NAT.

Rappelons que les dommages assurés représentent environ 40 à 60 % des dommages effectifs.

Concernant l'incendie, les statistiques publiées en 2011 par l'association de Genève ([www.genevaassociation.org](http://www.genevaassociation.org)) situent la France dans la médiane des pays de l'OCDE en ce qui concerne le coût direct annuel des pertes dues aux incendies (de l'ordre de 0,2 % du PIB français en 2008) et du nombre de morts.

Tableau 1 : Aléas climatiques fondamentaux et leurs impacts sur la cadre bâti

Aléa climatique fondamental	Température				Précipitations				Vent		Autres aléas climatiques
	Vague de froid	Canicule Ilot de chaleur urbain	Pluie / humidité	Neige	Pluie givrante Grêle	Mouvement de terrain	Inondation (crue, côtière, ruissellement urbain, ...)	Pluie battante, cyclone	Vent fort Tempête Tornado		
<b>Aléa impactant (combinaison aléas fondamentaux)</b>	Vague de froid	Canicule Ilot de chaleur urbain	Pluie / humidité	Neige	Pluie givrante Grêle	Mouvement de terrain	Inondation (crue, côtière, ruissellement urbain, ...)	Pluie battante, cyclone	Vent fort Tempête Tornado	Foudre Rayonnement UV	
<b>Effets sur les usagers et le cadre bâti</b>	Confort intérieur et extérieur Santé			Sécurité		Sécurité, santé					
	Consommation d'énergie		Condensation Infiltrations	Charges mécaniques,		Charges mécaniques				Défaut de ventilation	Perturbations électromagnétiques, Dommages mécaniques, chimiques, ... Incendie
	Contraintes mécaniques, dilatation			Givrage Blocage de mécanismes Infiltrations							
	Sollicitations mécaniques sur structure (retrait-gonflement des argiles)		Chocs/bris		Destruction partielle ou totale (immobilier et mobilier)						
Incendie (foyer externe)											

## 2. AMBITION DE LA PRIORITÉ SCIENTIFIQUE MAITRISE DES RISQUES

Dans le contexte exposé précédemment, l'ambition de la priorité « Maîtrise des Risques » du cycle 2010-2013 était de développer des dispositions pour :

- éviter les victimes en protégeant les personnes présentes dans le bâti ;
- limiter les dommages économiques en protégeant les biens ;

- réparer rapidement après le sinistre, et plus globalement assurer la résilience (tant technique qu'humaine).

Ces trois ambitions doivent se comprendre en relation avec les compétences du CSTB et de son réseau de partenaires. Ainsi, sur la plupart des enjeux, le CSTB ne travaille pas sur l'aléa proprement dit, mais sur la vulnérabilité à cet aléa. Par exemple, face au risque sismique, l'aléa se base sur une donnée d'entrée fournie par les spécialistes de géodynamique, et son niveau de référence est choisi par les décideurs politiques en fonction des éléments de risque acceptable, ces éléments s'inscrivant dans un dialogue avec les organismes en charge de la vulnérabilité, tels le CSTB, qui permettent de donner des éléments de cadrage sur le coût associé aux réductions de la vulnérabilité. Une exception notable à ce principe est l'incendie interne à un bâtiment. Dans ce cas, le CSTB est aussi positionné sur la compréhension de l'aléa, y compris lorsqu'il est modifié par l'ameublement et l'aménagement intérieur, qu'il aborde à travers sa recherche sur la physique du feu. En effet, dans un tel cas, l'aléa est fortement interconnecté avec la réponse à l'aléa (par exemple la propagation d'un feu est à la fois une réponse du bâtiment à l'aléa initial et un accroissement de l'intensité de l'aléa).

Les trois axes énoncés précédemment ont été déclinés en questions posées à la recherche dans le contexte d'aujourd'hui et ont guidé la structuration du programme et les travaux de recherche réalisés.

## **QUESTIONS POSÉES À LA RECHERCHE**

### **Axe 1 : Garantir la sécurité des biens et des personnes face à des aléas à l'échelle du bâtiment**

- Comment justifier objectivement le niveau de confiance que l'on peut avoir dans les approches d'ingénierie du feu et du désenfumage ?
- Les modèles actuels d'évacuation, souvent calés sur des hypothèses de comportement humain construites dans les pays anglo-saxons, sont-ils adaptés pour une utilisation dans les projets réalisés en France ?
- Comment prendre en compte la vision des risques dans l'ingénierie concurrente ?
- Comment évaluer les innovations dans le domaine du bâtiment, du point de vue des risques ?
- Comment ne pas augmenter la vulnérabilité du parc bâti aux effets des aléas (climatiques, incendie, sismique, etc.) tout en poursuivant la recherche légitime d'une performance énergétique élevée ?
- Comment augmenter la compétitivité et la capacité de production (en neuf comme en rénovation) par une approche performantielle du risque ?

### **Axe 2 : Garantir la sécurité des biens et des personnes face à des aléas à l'échelle du quartier et de la ville**

- Quels arbitrages réaliser entre la recherche de sécurité et le besoin de développement des villes ?
- Quels arbitrages réaliser entre la recherche de sécurité et le besoin de performance, notamment énergétique, des villes ?

- Y a-t-il des choix d'aménagement favorables ou au contraire préjudiciables à la maîtrise des risques ?
- Comment éviter la diffusion de choix non coopératifs, positifs lorsque peu de bâtiments les emploient, mais potentiellement catastrophiques s'ils se généralisent à l'échelle d'un quartier ?

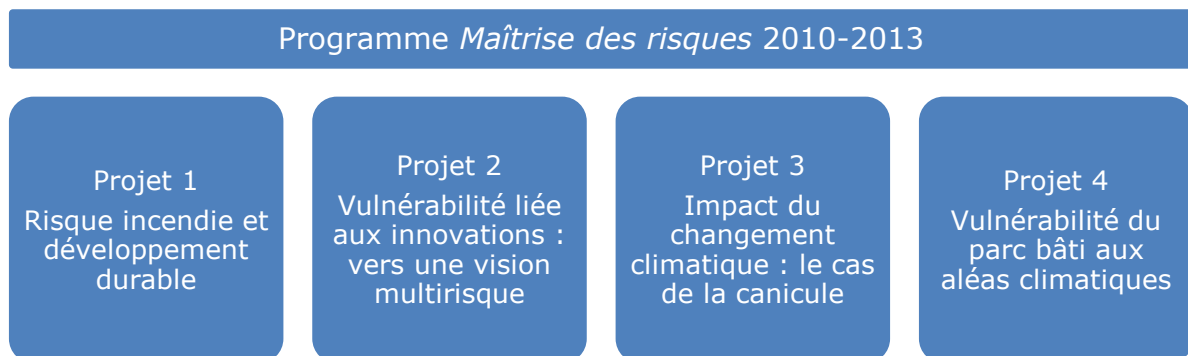
### **Axe 3 : Garantir la résilience pour les aléas à l'échelle du quartier et de la ville**

- Y a-t-il actuellement des solutions qui présentent des niveaux de résilience insuffisants face aux aléas raisonnablement prévisibles en fonction des usages et des territoires ?
- Quels scénarios sont pertinents pour la résilience ?
- Comment objectiver la notion de résilience du parc bâti, aléa par aléa ?
- Comment prendre en compte le comportement humain dans les questions de résilience ?

Chacune de ces interrogations se déploie pour la construction neuve autant que pour la rénovation des bâtiments. Si de nombreuses avancées ont été réalisées au cours du cycle 2010-2013, il reste encore beaucoup à faire concernant le troisième axe : si le terme de « résilience » s'est maintenant répandu, il reste cependant mal défini et peu clair. Un travail important reste à faire sur ce plan.

## **3. ORGANISATION DE LA PRIORITÉ**

Pour la période 2010-2013, la priorité « Maîtrise des Risques » s'est organisée autour de quatre projets de recherche, portant chacun une partie des interrogations soulevées précédemment :



### **Risque incendie et développement durable**

Ce projet reposait sur le constat que l'incendie est un aléa particulier du fait du lien intime entre l'aléa (présence d'un départ de feu), son amplification par la vulnérabilité du bâtiment (transformation du départ de feu en incendie) et ses conséquences (incendie destructeur), dans un contexte d'évolution forte des pratiques constructives liée à la recherche d'une construction durable. L'analyse a conduit à privilégier trois directions de recherche : (i) l'approche globale des niveaux de sécurité par analyse de scénarios organisés de façon rationnelle, (ii) la fiabilisation des modèles de prévision d'enfumage et la maîtrise de leurs

incertitudes, et (iii) la mise en place d'éléments visant à une approche performantielle de la résistance au feu, dans le contexte de la mise en service du grand équipement de recherche Vulcain qu'il importait de préparer scientifiquement dès le début du cycle 2010-2013. Par rapport au cycle 2007-2010 où la recherche s'effectuait plus composant par composant, l'organisation de ce projet pour le cycle 2010-2013 visait à utiliser les financements de la subvention de recherche non seulement pour permettre au CSTB de répondre aux questions ponctuelles qui lui sont posées, mais aussi à tracer la voie vers une utilisation partagée par l'ensemble des acteurs de la construction des résultats de la recherche permettant d'avancer vers une approche performantielle des niveaux de sécurité, de l'enfumage et de la résistance au feu dans tous les cas où cela est nécessaire.

### **Vulnérabilité liée aux innovations : vers une vision multirisque**

Ce projet visait à remplir deux objectifs : d'une part, pour chacun des composants de la construction sur lesquels un enjeu de vulnérabilité était identifié, être capable de comprendre et de quantifier cette vulnérabilité face aux aléas pertinents, et, d'autre part, commencer à construire des méthodes systématiques d'analyse multirisque.

### **Impact du changement climatique : le cas de la canicule**

Ce projet était très spécifique car l'aléa canicule ne crée pas de sinistre sur les bâtiments proprement dits, mais impacte très fortement les populations vulnérables, comme l'a montré la canicule de l'été 2003. L'objectif était donc de réaliser une synthèse sur l'ensemble de ces enjeux et de les mettre en perspective, afin notamment de pouvoir écarter toutes les fausses bonnes idées et se concentrer sur les solutions réellement efficaces.

### **Vulnérabilité du parc bâti aux aléas climatiques**

Au-delà de la canicule, l'évolution du climat conduit à une augmentation probable des occurrences d'évènements extrêmes (vent, pluie, etc.). Les vulnérabilités constituent des enjeux de sécurité, mais aussi de dégâts sur les biens, de coûts de remise en fonctionnement et de résilience du cadre bâti. Ce projet avait pour objectif à long terme d'améliorer la qualité de vie dans les environnements construits. Cet objectif a été poursuivi par l'évaluation qualitative et quantitative des effets du climat, du vent, des précipitation et des inondations, et par l'identification et le développement de méthodes et d'outils opérationnels au service des concepteurs, des urbanistes et des auteurs des politiques publiques d'aménagement, de façon à contribuer à la réduction des risques climatiques dans le cadre bâti. Le projet était articulé en trois directions : l'identification des vulnérabilités en approche monorisque, la mise au point de méthodes multidisciplinaires pour réduire la vulnérabilité, et l'appui au cadre technique et réglementaire. Il s'est notamment appuyé sur les possibilités offertes par les grandes souffleries du CSTB.

#### 4. BILAN SUR LA PÉRIODE 2010-2013

Sur la période 2010-2013, les recherches effectuées dans le cadre de la priorité scientifique et technique « Maîtrise des Risques » ont donné lieu à 2 passages d'habilitations à diriger les recherches, 15 soutenances de thèses, 37 articles dans des journaux à comités de lecture, 71 communications dans des conférences avec actes <sup>1</sup>(bien évidemment, les délais de publication impliquent qu'une partie de ces références correspond à du travail fait dans la période antérieure, et que *a contrario* des articles non encore publiés seront rendus disponibles seulement sur la période 2014-17). Il importe de noter aussi l'organisation de 2 colloques internationaux avec publication des actes en 2013 : Concrete Spalling due to Fire Exposure (octobre 2013) et Fire Safety of Facades (novembre 2013).

Un autre livrable important de la période 2010-2013 est le programme scientifique de l'équipement Vulcain, qui se base sur un travail mené en interne à partir de début 2010, et a donné lieu à un document (version 5, novembre 2012) qui a servi de base à la réunion du conseil scientifique de Vulcain de février 2013. Ce dernier a validé la position du CSTB vis-à-vis des besoins de sécurité en matière de résistance au feu :

1. Du point de vue de l'évaluation du degré de sécurité, il est nécessaire de passer d'une approche composant par composant à une approche permettant d'évaluer des bâtiments entiers, par le biais d'une conception performantielle ;
2. Il faut également être capable de prendre en compte de façon optimale les nouvelles méthodes constructives, et en particulier celles pertinentes pour le bâtiment durable ;
3. Pour permettre une utilisation rationnelle des ressources, le passage d'une approche descriptive à une approche par performance est aussi souhaitable ;
4. Une approche par performance est aussi pertinente sur le plan économique.

Ces éléments, croisés avec les limitations actuelles de l'outil Vulcain (en particulier l'absence de dispositif de traitement des fumées qui seraient issues de corps d'épreuve combustibles) ont conduit à retenir les 3 axes suivants pour structurer le programme scientifique de Vulcain :

1. Etude des effets du second ordre (dits « effets de taille ») ;
2. Fours virtuels et essais hybrides ;
3. Analyse performantielle des structures en béton.

Les résultats obtenus dans chacun des quatre projets autour desquels s'organise la priorité scientifique sont présentés de façon synthétique dans cette partie.

---

<sup>1</sup> Cf. bibliographie en fin de document pour les références détaillées

#### **4.1 RISQUE INCENDIE ET DEVELOPPEMENT DURABLE**

Parmi les principaux résultats obtenus et détaillés ci-après on peut compter la validation de l'approche d'analyse de scénarios pour évaluer le niveau de sécurité incendie d'un bâtiment, la participation, via le partenariat avec le National Institute of Standard and Technology (NIST, USA), au développement du logiciel FDS 6, l'amélioration de la caractérisation des systèmes fixes de lutte contre le feu, la rédaction du programme scientifique du grand équipement de recherche Vulcain (en lien avec le projet *Vulnérabilité liée aux innovations : vers une vision multirisque*) et l'organisation de la première conférence internationale sur la sécurité au feu des façades.

##### **Approche globale du risque incendie des bâtiments durables**

Le premier axe de travail portait sur l'évaluation quantitative du niveau de sécurité incendie d'un établissement par une approche stochastique. La recherche avait été initiée lors du cycle précédent avec un travail sur l'interdépendance des acteurs qui avait abouti au développement d'un premier logiciel, Schema-SI, basé sur les réseaux de Pétri et l'utilisation d'un modèle à zones. En 2010, le travail a montré la faisabilité de l'automatisation de la mise en données d'un problème de sécurité incendie (développement de la méthode ISI-Systema). Entre 2010 et 2013, les travaux menés en collaboration avec l'Université de Haute Alsace ont porté sur le développement d'un outil logiciel « opérationnel » intégré, c'est-à-dire un outil, à l'échelle du niveau d'un bâtiment, voire d'un bâtiment, capable d'évaluer la performance de stratégies de mise en sécurité d'établissements. Cet outil est encore en cours de développement et les efforts de recherche seront poursuivis lors du cycle 2014-2017.

Pour appréhender le niveau de sécurité incendie d'un bâtiment, qui est lui-même dans un environnement (urbanisé par exemple), le second travail portait sur les conséquences d'une conjonction du vent et d'un incendie. D'une part, ce problème a été abordé en étudiant l'influence du vent sur les transferts de masse au sein des réseaux de ventilation des bâtiments résidentiels et industriels, en situation de fonctionnement normale, dégradée (arrêt de la ventilation) ou accidentelle (surpression interne), ce, grâce à des expérimentations à échelle réduite dans la soufflerie climatique Jules Verne du CSTB. Ces travaux ont permis de mettre en évidence notamment les effets du vent sur les risques de perte partielle ou globale du confinement des polluants au sein des installations. En 2012, cette démarche a été étendue en intégrant la problématique incendie en partenariat avec l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (ISRN). D'autre part, le CSTB a également mené un travail de recherche suite à l'incendie du foyer Adoma à Dijon qui, en novembre 2010, a provoqué la mort de sept personnes. Initié par un feu de poubelle extérieure, dans un angle rentrant du bâtiment, le feu s'est rapidement propagé sur la hauteur de la façade. Les conditions de vent étant fortement marquées lors de cet événement, le travail mené au CSTB a permis d'évaluer l'impact du vent dans la manifestation éventuelle d'un effet de cheminée dans le cas d'une configuration d'angle. Pour ce faire, des simulations numériques ont été réalisées pour différentes configurations dont celle qui correspond au cas de l'incendie du foyer Adoma. Un effet de cheminée, au sens propre du terme, n'a pas été relevé mais l'impact de

la vitesse et de l'orientation du vent sur l'orientation des flammes et du panache thermique a pu être mis en évidence.

Concernant toujours la thématique de la propagation du feu en façade, le CSTB a organisé la première conférence internationale sur la sécurité au feu des façades à Paris, en novembre 2013. Cet évènement a permis de réunir environ 200 ingénieurs, chercheurs, industriels, et régulateurs venant de 32 pays et travaillant sur la thématique de la sécurité au feu des façades, afin de partager les connaissances et les recherches en cours sur ce sujet.

### **Améliorer les capacités prédictives des modèles numériques.**

L'évaluation du niveau de sécurité incendie d'un bâtiment, qu'elle soit conduite de manière déterministe ou probabiliste, repose sur des outils de simulation des phénomènes physiques. Le CSTB a ainsi concentré ses efforts entre 2010 et 2013 autour de deux axes.

Tout d'abord le CSTB a participé, à travers son partenariat avec l'institut américain NIST au développement du code de calcul Fire Dynamics Simulator (FDS), très employé par la communauté scientifique dans le domaine de l'incendie. Les travaux ont consisté à évaluer puis à exploiter les capacités prédictives du code FDS pour modéliser l'interaction entre un brouillard d'eau et un feu, afin de déterminer quelle peut être la contribution de la modélisation numérique dans l'évaluation d'un système d'aspersion par brouillard d'eau dont l'emploi soulève de nombreuses questions, dans les tunnels comme dans les établissements recevant du public et les immeubles de grande hauteur. Les travaux ont d'une part conduit à proposer des améliorations du code FDS concernant les modèles d'évaporation des gouttes d'eau et le modèle de transfert de chaleur rayonnée et, d'autre part, à démontrer la bonne capacité du code à reproduire les phénomènes physiques mis en jeu, illustrant ainsi le fait que le recours à la simulation numérique est un complément intéressant à l'expérimentation pour ce type de cas. Le CSTB a également participé à la validation de la version 6 du code FDS.

En parallèle la recherche s'est concentrée sur les incertitudes générées lors des simulations numériques d'incendie, en vue de l'établissement, d'ici quelques années, d'un « guide de bonnes pratiques » des outils de simulation feu employés pour l'évaluation du niveau de sécurité d'un bâtiment. Dans le cadre d'une thèse débutée fin 2011, une première approche a été proposée grâce la simulation de deux cas d'études académiques et de l'analyse des résultats obtenus. À partir de ces configurations, des études de sensibilité ont été menées en faisant varier de nombreux paramètres : taille du maillage, puissance et surface du foyer, débit de la ventilation d'extraction, modèles de turbulence, etc. Ce travail a démontré que la puissance du foyer et le débit de ventilation d'extraction sont les deux paramètres les plus influents sur les niveaux de températures étudiés. Ainsi, une attention particulière doit leur être accordée lors d'une simulation numérique. Depuis mi-2013, un travail similaire est réalisé, se concentrant désormais sur la simulation d'un grand volume représentatif d'un atrium ou d'un stade.

## **Prévoir le comportement au feu des éléments de construction, équipements et structures**

L'approche globale décrite précédemment demande à être alimentée en résultats. Durant la période 2010-2013, ces résultats ont été acquis dans trois actions de recherche, sur la physique du feu, la résistance des éléments de construction et la réaction des matériaux.

Depuis 2012, en collaboration avec le Lemta, une action de recherche a été menée sur les systèmes de lutte active contre l'incendie de type brouillard d'eau et sprinkler. Cette action, à la fois expérimentale et numérique, s'intéresse plus spécifiquement à l'influence de ces pulvérisations sur l'environnement stratifié rencontré en cas de feu : une couche chaude et opaque en partie haute et une couche froide et transparente en partie basse. La configuration d'essais a été mise en place et optimisée afin d'obtenir des gradients verticaux suffisants en température et en concentration en suie. Une métrologie a été également développée pour mesurer les phénomènes mis en jeu (refroidissement par puits de chaleur, atténuation du rayonnement dans les domaines infra-rouge et visible). Les premiers résultats d'essais, obtenus en 2013, démontrent que les aspects thermique et optique qui sont couplés en cas de feu sans aspersion, sont fortement décorrélés lorsque des gouttes d'eau sont pulvérisées dans le couloir.

Par ailleurs, la compréhension comportement des structures en situation incendie est nécessaire pour arriver à une approche performantielle complète. Le travail de veille scientifique réalisé a mis en exergue le besoin d'approfondir des connaissances liées au comportement des structures en situation incendie, et la nécessité de mieux maîtriser la modélisation du comportement du béton en situation d'incendie, et notamment la modélisation de l'évolution de sa résistance en phase de refroidissement, et enfin d'étudier la prise en compte d'actions thermiques localisées sur des éléments de structures.

Par ailleurs, l'évaluation de la résistance au feu des éléments de taille importante et donc soumis à des phénomènes spécifiques à cette taille importante (flambement par exemple), dans des matériaux hétérogènes et complexes comme le béton armé, doit être approfondie. Le cas des panneaux en béton de grande hauteur en bandes horizontales est un cas particulier, étudié en adoptant une approche par calcul à la rupture. Ce type d'approche, susceptible d'être appliquée à différents types d'éléments de structure en béton, présente l'avantage de pouvoir s'affranchir des questions en suspens sur le comportement des matériaux pour ne s'intéresser qu'au moment de la rupture. Une étape intermédiaire est la définition d'un critère de rupture en fonction des paramètres matériaux et géométrique. Dans le cas d'une sollicitation uniaxiale de flexion et d'effort normal, il se traduit par un diagramme d'interaction, établi pour une action thermique donnée et fonction des caractéristiques des matériaux composant l'élément et de sa géométrie.



## 4.2 VULNÉRABILITÉ LIÉE AUX INNOVATIONS : VERS UNE VISION MULTIRISQUE

### Vulnérabilité des composants et systèmes soumis à plusieurs risques

Quatre axes majeurs ont guidé la recherche sur cette thématique, axes retenus tant pour leur enjeu sur la vulnérabilité des ouvrages, que pour les enjeux qu'ils représentent pour la compétitivité du secteur de la construction et la réussite de la transition énergétique.

Un premier travail a porté sur le **comportement au feu des liaisons par scellements chimiques** dans les structures en béton. Cette technique permet un collage structural rapide et facilement mis en œuvre dans des structures en béton existantes. Cependant, certaines études montraient que la résistance en adhérence de ces ancrages diminuait rapidement avec la température (trois cas d'effondrements structuraux ont été constatés en 2003 et 2011 aux USA et en 2012 au Japon). Un travail expérimental a été réalisé qui a permis de mettre en évidence la forte diminution des propriétés mécaniques des adhésifs et des ancrages avec la température. En parallèle une étude numérique a été menée et le modèle proposé pour prédire l'arrachement en situation d'incendie a été validé avec des mesures expérimentales pour un essai au feu en vraie grandeur. Concernant la valorisation de cette recherche, les résultats serviront de base à la rédaction de nouveaux référentiels européens (travaux en cours au niveau de l'EOTA) et certainement américains concernant l'évaluation et le dimensionnement des scellements chimiques. Il est à noter par ailleurs que ce travail a également permis de renforcer le partenariat entre le CSTB et le NIST qui a accueilli durant six mois le doctorant CSTB travaillant sur ce sujet.

Un second travail a porté sur le **comportement au feu du béton** (phénomène d'écaillage). Parmi les avancées réalisées, on retiendra la réalisation d'un état de l'art des propriétés à haute température des bétons de nouvelle génération BFUP (béton fibrés à ultra hautes performances), ainsi qu'une synthèse des 10 années d'expériences de l'évaluation de la tenue au feu des structures de tunnels grâce à la courbe de montée en température hydro carbure majorée (HCM). Les travaux réalisés ont donné lieu à une collaboration avec les universités de Pau et d'Eindhoven, et à l'organisation de la troisième édition de la conférence Concrete Spalling due to Fire Exposure en Septembre 2013. Enfin le CSTB préside depuis 2013 le Comité technique de la Rilem qui travaille sur le comportement à haute température du béton.

Un troisième travail a porté sur la **vulnérabilité au séisme et à l'incendie des structures bois**. La recherche sur le séisme a été réalisée en coordination avec le projet ANR Sisbat auquel le CSTB participait avec, pour partenaires notamment l'institut technologique FBCA, le CEA, le BRGM, le LMT Cachan, et le laboratoire 3SR de l'université Joseph Fourier. Les travaux ont ainsi permis de développer un modèle déterministe du comportement des murs à ossature bois en situation de séisme intégrant le comportement hystérétique de ce procédé constructif. La robustesse du modèle a été confrontée à des essais expérimentaux, dont, en particulier, un essai à échelle réelle réalisé sur une maison à ossature bois testée sur la table vibrante du CEA en 2013. Concernant le risque incendie, les travaux étaient motivés par le fort développement actuel

des collages structurels du bois et l'apparition d'adhésifs « nouvelle génération » dont le comportement à haute température est mal connu. Les recherches ont ainsi démontré que l'utilisation des adhésifs polyuréthanes engendre une dégradation des performances des assemblages. Cependant les modes de ruines observés sur le lamellé collé ainsi que les principes de dimensionnement à chaud classiques (Eurocode 5) permettent *a priori* de s'affranchir de cet effet ou n'engendrent en tout cas pas de situation notablement insécuritaire. En effet, l'effet dégradé des adhésifs polyuréthanes est couvert par les coefficients de pondération des charges qui ne sont normalement pas dédiés à cet effet.

Un quatrième travail a porté sur les **façades soumises aux risques séisme, vent, acoustique et feu.**

Concernant le risque sismique, les recherches ont permis de mettre en évidence les points critiques entrant en jeu dans les modes de ruine des différents procédés étudiés (panneaux sandwichs, façades légères et enduits sur isolants) et de définir des critères d'acceptation des différents procédés soumis à une action sismique. Des recommandations ont été formulées sur la nature des composants et sur la mise en œuvre permettant une bonne tenue de ces systèmes. Les résultats obtenus, publiés dans deux conférences, ont permis de participer activement à la rédaction du Guide ENS (*Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti*, juillet 2013) issu d'une commande du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie via l'Association française du génie parasismique (AFPS).

Concernant le risque vent, la recherche a permis de quantifier les charge au vent subies par les façades double-peaux et les éléments rapportés en façade et en toiture (pare-soleil, panneau photovoltaïque) en réalisant des essais à échelle 1 en soufflerie. Les résultats de recherche ont notamment été valorisés par la publication de règles de détermination du dimensionnement au vent des brise-soleil (fiche SNFA n°43).

Concernant les risques liés à l'acoustique (émission de bruits d'origine mécanique et aéroacoustique par les enveloppes des bâtiments), une méthodologie a tout d'abord été mise au point pour tester un élément de façade de type tôle perforée. Les mesures acoustiques ont mis en évidence l'impact de certaines caractéristiques des tôles perforées dans l'apparition de sifflements ou de bruits large-bande. Elles ont également permis de déterminer les conditions dans lesquelles ces phénomènes aéroacoustiques sont susceptibles d'apparaître de manière plus ou moins marquée. Des principes généraux ont été décrits afin de prévenir l'apparition des phénomènes aéroacoustiques sur ce type d'éléments. Ces principes permettront de réaliser un diagnostic préventif dès la phase de conception.

Concernant le risque incendie, les travaux ont montré que le risque de propagation du feu pour les façades doubles peaux est moindre que pour les façades simples peaux. Pour ces premières, les travaux ont également montré le rôle clé des coupures au nez de dalle entre les deux peaux qui contribuent à limiter le risque de propagation du feu d'un étage à l'autre.

### **Développement d'outils destinés à la réalisation d'analyses multirisques**

Sur cette thématique, les progrès n'ont pas été aussi rapides que sur la thématique précédente, en particulier à cause d'une difficulté à associer à cette

problématique les acteurs de terrain, tant au sein du CSTB (acteurs de l'évaluation) qu'à l'extérieurs (maîtres d'œuvre ensembliers, universitaires). Cette thématique était constituée d'une seule action de recherche sur la période 2010-2013, dont l'objectif était de développer la mise en application de méthodes fiabilistes au lieu des approches semi-probabilistes courantes concernant le dimensionnement des bâtiments et des structures de génie civil. Le travail s'est concentré sur les panneaux en bois massifs contrecollés. L'avancement des travaux a été plus faible que prévu pour des raisons liées aux ressources humaines disponibles.

### **4.3 IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE : LE CAS DE LA CANICULE**

Au cours du cycle 2010-2013, le CSTB a participé au projet Epicea (Etude Pluridisciplinaire des Impacts du Changement climatique à l'Echelle de l'Agglomération parisienne), mené conjointement par Météo-France et le CSTB pendant entre 2009 et 2012 avec le soutien de la Ville de Paris. Ce projet pionnier a permis d'apporter un premier éclairage scientifique et technique relativement à l'évaluation des effets de mesures d'adaptation destinées à limiter l'intensité de l'îlot de chaleur urbain (ICU) à Paris. Trois scénarios ont été explorés : la modification des paramètres radiatifs des parois (toits et murs), l'arrosage des rues et l'ajout de végétation.

Le CSTB a également participé à deux projets ANR :

- Le projet Muscade (Modélisation Urbaine et Stratégie d'adaptation au Changement climatique pour Anticiper la Demande et la production Énergétique) dont l'objectif était d'étudier, de nos jours à 2100, les interactions entre croissance et structure de la ville, procédés constructifs, consommation d'énergie, production d'énergie décentralisée, micro climat urbain, et changement climatique. Une des conclusions de cette étude est la confirmation de l'importance du comportement des usagers des bâtiments sur la performance énergétique de la ville. Une autre conclusion saillante concerne le rôle essentiel de l'eau dans la gestion des effets des canicules ;
- Le projet Vurca (Vulnérabilité URbaine aux épisodes Caniculaires et stratégies d'Adaptation) qui réunissait une équipe interdisciplinaire (climatologues, physiciens atmosphériques, économistes, spécialistes de la construction) et dont les résultats peuvent être résumés ainsi (le projet a utilisé la région parisienne pour son étude de cas):
  - o Vulnérabilité de Paris aux vagues de chaleur : Paris pourra être fortement affectée par les épisodes caniculaires. A la fin du siècle, les calculs prédisent environ 11 jours de canicule par an en moyenne pour la région parisienne. Les impacts des épisodes caniculaires pourront être importants du fait de la croissance de la population en région parisienne,
  - o Impact d'un développement massif de l'air conditionné : dans le cas d'un recours massif à l'air conditionné pour maintenir une température acceptable (23°C dans le projet), la consommation d'énergie augmentera d'1,1 TWh par an. Par ailleurs, les rejets thermiques liés au recours à la climatisation dégraderont le confort thermique extérieur et contribueront notamment à renforcer l'intensité de l'ICU,

- Politiques d'adaptation alternatives pour réduire la demande énergétique pour l'air conditionné et l'inconfort thermique : la création massive d'espaces verts, l'emploi de matériaux réfléchissants pour les murs et les toits et la limitation de l'air conditionné au maintien d'une température égale à 28°C au lieu de 23°C dans les bâtiments permettraient de réduire la consommation d'énergie de 0,7 TWh mais pas de se passer d'air conditionné.

Enfin le travail de synthèse de l'ensemble des connaissances acquises par le CSTB sur ce sujet a été commencé au cours du cycle 2010-2013 et est aujourd'hui en cours de finalisation. Cette synthèse couvre les quatre aspects suivants :

- Impact de la canicule sur le cadre bâti (effets mécaniques sur les structures, îlot de chaleur urbain, lien entre canicule et santé d'une part et consommation énergétique d'autre part) ;
- Adaptation du cadre bâti aux effets des canicules (principes d'adaptation aux effets des canicules et analyse critique des mesures d'adaptation à différentes échelles) ;
- Conséquences de l'évolution du cadre bâti- (composition et perspectives d'évolution du cadre bâti, effet de l'amélioration des performances énergétiques, coordination des mesures d'atténuation et d'adaptation) ;
- Recommandations destinées à la fois aux décideurs urbains, aux citoyens et aux professionnels de la construction.

#### **4.4 VULNÉRABILITÉ DU PARC BÂTI AUX ALÉAS CLIMATIQUES**

Parmi les principaux résultats détaillés ci-dessous, on peut retenir l'analyse de l'effet du vent sur des structures à enjeux particuliers, l'analyse du givrage par accréation de neige collante, la mise au point de méthode d'analyse des évènements pluvieux intenses courts, ainsi que de moyens expérimentaux innovants pour les souffleries (en particulier, l'adaptation d'un système de trajectographie optique 3D, le développement d'un scanner 1000 voies 1000 Hz).

##### **Etude des impacts par aléas climatiques – identification des vulnérabilités des éléments du cadre bâti par aléa**

Les recherches étaient concentrées sur deux aléas, le vent et la pluie (inondations et pluie intense).

Concernant le vent, un premier travail a porté sur la vibration des câbles de ponts (phénomène de galop sec) et plus particulièrement sur l'impact des défauts de fabrication des gaines en polyéthylène haute densité sur le comportement aérodynamique des câbles. Les travaux, expérimentaux, ont été réalisés en soufflerie avec des éléments de gaines de câble réels extraits d'ouvrages. Les résultats obtenus ont tout d'abord permis de confirmer que les défauts de circularité, tolérés par la norme de fabrication des gaines d'irrigation DIN 8074, affectent considérablement le comportement aérodynamique des câbles. De plus, ils ont permis de démontrer que, parmi les irrégularités de

surface, le défaut de circularité (qui atteint quelques millimètres) a plus d'impact sur les transitions en régime critique de vibration que la rugosité de surface. En effet, le défaut de circularité se prolonge le long du tube, alors que la rugosité n'est pas corrélée spatialement.

Le deuxième travail de recherche portait sur le comportement au vent de structures dont le comportement est aujourd'hui mal connu et dont les règles de conceptions ne sont pas fiabilisées. La recherche a porté d'une part sur les structures légères gonflables (halls d'exposition, hôpitaux temporaires, hangars de stockage ou de protection) avec pour but de confronter les modèles prédictifs à des mesures expérimentales sur des structures instrumentées de grande dimension soumises à la neige, au vent, et à des variations de température. La méthode d'essai des structures gonflables en soufflerie a été mise au point et une instrumentation spécifique a été mise en œuvre (trajectographie 3D et corrélation d'images). Plusieurs campagnes d'essai en soufflerie ont été réalisées et les comparaisons avec les modèles prédictifs ont été engagées à la fin de l'année 2013.

Le troisième travail de recherche se concentrait la question de la similitude des écoulements autour des appendices en toiture, problématique commune aux domaines de la construction et du transport ferroviaire. Cette question est nécessaire pour déterminer à quelle échelle doivent être reproduits les détails sur les maquettes en soufflerie. Les travaux ont été conduits sur deux maquettes de véhicules ferroviaires où les appendices de toiture modélisaient des câbles hautes tension. Les résultats ont montré en particulier que (i) les efforts aérodynamiques sont modifiés de manière significative lorsque les appendices sont ajoutés sur le toit du train et augmentent le risque de renversement et (ii) qu'en première approximation, la configuration d'une ligne positionnée sur le toit du train peut être comparée à celle d'un obstacle monté en paroi.

Enfin, un dernier travail portait sur la stabilité des grues à tour en fonction de leur implantation et de la présence d'autres bâtiments. Ce travail a été réalisé en partenariat avec l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS). Un ensemble de maquettes en similitude, représentatives de l'ensemble du marché, a été développé et a servi à la caractérisation des phénomènes d'interaction bâtiments/grues. Ces travaux ont été finalisés en 2012 et seront inclus, à terme, dans la recommandation R406 de l'INRS relative à la stabilité des grues à tour.

Concernant l'aléa précipitations, le CSTB a participé au projet européen SMARTeST (Smart Resilience Technology, Systems and Tools) dont l'objectif était de développer une méthodologie pour tester un certain nombre de technologies destinées à rendre les bâtiments résilients aux inondations. Le CSTB a notamment participé aux travaux sur la qualification des batardeaux. La recherche a également montré qu'il est quasi impossible d'empêcher durablement l'eau de pénétrer dans un bâtiment ordinaire entouré d'eau et que la prévention des inondations doit se faire en agissant de manière cohérente aux différentes échelles (concept de résilience urbaine) : du bassin versant au bâtiment en passant par la zone urbanisée. Pour ce faire, le CSTB a donc apporté sa contribution à des projets réunissant des partenaires intervenant à ces différentes échelles. Il a notamment valorisé ses connaissances acquises à

travers la recherche à travers sa contribution à l'élaboration du référentiel de travaux de prévention du risque d'inondation dans l'habitat existant (document DGALN édité en 2012) sur les thématiques de la remise en état après inondation, de l'évaluation de la vulnérabilité des bâtiments, des travaux de réduction de la vulnérabilité et de la qualification des batardeaux. Le CSTB a également contribué à la rédaction d'un chapitre intitulé « Dynamiques individuelles et communautaires de résilience après Xynthia » dans l'ouvrage « Leçons de la tempête Xynthia » aux éditions Quae. Enfin le CSTB a été invité à présenter ses travaux et ses connaissances sur les inondations au Sénat le 11 juillet 2012.

Le CSTB s'est également intéressé aux événements pluvieux intenses courts. Un capteur de pluie capable de restituer un résultat chaque minute a été développé et validé. Pour comparaison, les données disponibles auprès de Météo-France sont mesurées au pas de 10 mn. Le pluviomètre développé permet ainsi d'identifier les intensités maximum qui peuvent intervenir au cours de périodes courtes. Il a ensuite été utilisé en mesure continue sur une période de 2 ans et 6 mois sur le site de Nantes du CSTB. Les résultats ont permis de mettre en évidence un ensemble de lois de distribution qui devraient permettre la reproduction réaliste d'épisodes de pluie, que ce soit pour des modèles numériques ou pour une modélisation en soufflerie.

### **Développement des outils méthodologiques pluridisciplinaire visant à l'analyse et à la réduction de la vulnérabilité du cadre bâti**

Au cours du cycle 2010-2013, d'importants travaux de recherche ont été entrepris pour développer des moyens expérimentaux innovants pour les souffleries du CSTB. Ces travaux ont permis :

- De développer un scanner de pression synchrone 1000 voies 1000 Hz pour pouvoir augmenter, d'une part, la résolution spatiale des mesures en soufflerie afin d'évaluer fidèlement la réponse des structures aux sollicitations du vent et, d'autre part, la résolution temporelle d'analyse pour mieux représenter le spectre en fréquence des efforts. Ceci était rendu nécessaire par les formes sophistiquées des ouvrages modernes, qui sont de plus en plus complexes et intègrent des éléments structurels plus fins ;
- De développer une balance isostatique à faible encombrement ;
- De développer un système d'acquisition hybride analogique / numérique ;
- D'adapter un système de trajectographie optique 3D qui ouvre tout un champ nouveau d'application (analyse vibratoire d'ouvrage, suivi de trajectoire,...).

Le phénomène de givrage par accrétion de neige collante a également été étudié à la fois expérimentalement et numériquement. L'approche expérimentale, réalisée dans la soufflerie climatique du CSTB, a été consacrée à l'étude de l'effet de la teneur en eau liquide sur la formation d'une accrétion de neige sur une structure de test. Les résultats ont été comparés à un modèle numérique développé avec le code OpenFOAM et ont montré une bonne adéquation.

## **Contribution aux évolutions du cadre technico-réglementaire traitant des actions climatiques sur le cadre bâti**

Une application informatique baptisée EuroBat a été réalisée, qui permet de définir automatiquement les conditions de vent pour lesquelles un ouvrage doit être dimensionné. Ce calcul est réalisé à partir d'une base réglementaire Eurocode vent et de l'utilisation de bases de données géographique, topographique et de nature des sols par un système SIG. En parallèle, une veille a été maintenue pour comparer les vitesses observées lors de chaque phénomène climatique fort aux vitesses réglementaires.

## **5. PERSPECTIVES**

L'essentiel des problématiques analysées ci-dessus restent pertinentes pour la période 2014-2017. Les futurs travaux de recherche s'appuieront donc sur ce travail et sur les acquis de la période 2010-2013, en particulier :

1. En ce qui concerne **le risque incendie face aux enjeux du développement durable** :
  - a. il importe de poursuivre, d'une part, **l'analyse probabiliste** du niveau de sécurité incendie d'un bâtiment et, d'autre part, des **niveaux de sécurité et de la confiance que l'on peut accorder à une simulation**, avec deux objectifs majeurs : la diffusion d'un guide méthodologique sur la manière de pratiquer des simulations afin que celles-ci comportent des incertitudes maîtrisées, et mieux prévoir le développement des feux dans des bâtiments basse consommation ;
  - b. en ce qui concerne la **résistance au feu**, il faut continuer à développer les **approches performantielles**. Avec la mise en service du grand équipement de recherche **Vulcain**, il importe d'affirmer notre vision de l'avenir de ce domaine :
    - du point de vue de la sécurité, il importe de passer d'une approche de classement composant par composant à une évaluation à l'échelle de l'ouvrage ;
    - il importe en particulier de pouvoir prendre en compte les évolutions de l'art de bâtir (en particulier celles rendues pertinentes pour la recherche de solutions durables), tant en neuf qu'en rénovation, ce qui suppose en général une vision performantielle ;
    - afin de favoriser un emploi raisonné des ressources, il importe d'optimiser les structures et les composants, ce qui suppose là-encore d'aller vers une approche performantielle ;
    - l'approche performantielle est aussi pertinente afin pour renforcer la compétitivité du secteur de la construction.
2. En ce qui concerne la **vulnérabilité liée aux innovations**, les points majeurs sont :

- a. la mise au point de méthodologies d'analyse multirisque (nous ferons, entre autre, appel aux approches fiabilistes) : c'est cette dimension qui a le moins avancé sur le cycle actuel, et il importe de lui donner un point de départ décisif **en lien avec la vision que le CSTB peut avoir du futur de l'évaluation technique.**
  - b. la poursuite d'actions par type de composants, en particulier l'effet du feu sur les bétons innovants (dont les bétons verts) et sur les structures en bois (en particulier le cas lamellés-collés employant des colles à faibles émissions).
3. En ce qui concerne **le risque canicule**, il faut préparer un cadre de travail visant à la prise en compte objectivée de ce risque dans les schémas d'urbanisme et les futures réglementations thermiques.
  4. En ce qui concerne les autres aléas climatiques, il importe, outre les effets du vent déjà mentionnées, et en lien avec les autres organismes du réseau scientifique et technique du ministère, de **renforcer la compréhension collective de la vulnérabilité du parc bâti aux inondations à l'échelle du bâtiment et du quartier** (enjeu de sécurité, de limitation des dommages économiques et de résilience).

Ainsi, concernant la structuration priorité scientifique et technique « Maîtrise des Risques » du programme de recherche 2014-2017 du CSTB, il a été décidé :

- de reconduire le projet *Risque incendie et développement durable* ;
- d'infléchir le projet *Vulnérabilité lié aux innovations* afin de mieux prendre en compte les aspects multirisques et intégrabilité, considérant les éléments économiques, tout en le focalisant à l'échelle des composants. Ce projet est renommé *Multirisques – Intégrabilité et réduction des coûts* ;
- de fusionner les deux derniers projets du fait de la fin de la rédaction de la synthèse sur la canicule, et d'infléchir la recherche vers une vision à l'échelle du quartier, en réseau avec les autres organismes du réseau scientifique et technique du ministère. Ce projet est renommé *Vulnérabilité du cadre bâti aux aléas climatiques*.



## LISTE DES RÉFÉRENCES

### ARTICLES SCIENTIFIQUES PUBLIÉS DANS DES REVUES À COMITÉ DE LECTURE

1. DO T.T., SOIZE C., HECK J.V. Computational nonlinear thermomechanical model of large light partition walls based on experimental analyzes and probabilistic models. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 28/2, February 2013, p. 81-97
2. MAGALHAES F., CAETANO E., CUNHA A., FLAMAND O., GRILLAUD G. Ambient and free vibration tests of the Millau Viaduct: evaluation of alternative processing strategies. *Engineering Structures*, 45, December 2012, p. 372-384
3. LEMONSU A., KOUNKOU-ARNAUD R., DESPLAT J., SALAGNAC J.L., MASSON V. Evolution of the Parisian urban climate under a global changing climate. *Climatic change*, 116/3-4, February 2013, p 679-692
4. MULLER A., DEMOUGE F., JEGUIRIM M., FROMY P., VANTELON J.P. The use of Petri nets and a two-zone model for fire scene reconstruction. *Fire Safety Journal*, 55, January 2013, p. 139-151
5. LE ROUX N., FAURE X., INARD C., SOARES S., RICCIARDI L. Reduced-scale study of wind influence on mean airflows inside buildings equipped with ventilation systems. *Building and Environment*, 58, December 2012, p. 231-244
6. COLOMBERT M., SALAGNAC J.L., MORAND D., DIAB Y. Le climat et la ville : la nécessité d'une recherche croisant les disciplines. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, Hors-série 12, Adaptation aux changements climatiques et trames vertes : quels enjeux pour la ville ?, mai 2012, 16 p.
7. MINDEGUIA J.C., PIMIENTA P., CARRE H., LA BORDERIE C. On the influence of aggregate nature on concrete behaviour at high temperature. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 16/2, February 2012, p. 236-253
8. TAILLEFER N., CARLOTTI P., LEMERLE C., AVENEL R., LARIVE C., PIMIENTA P. Ten years of increased hydrocarbon temperature curves in French tunnels. *Fire Technology*, 49/2, April 2013, p. 531-549
9. MEBARKI A., VALENCIA N., SALAGNAC J.L., BARROCA B. Flood hazards and masonry constructions: a probabilistic framework for damage, risk and resilience at urban scale. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12/5, special issue "Natural hazard resilient cities", May 2012, p. 1799-1809
10. LECHENE S., ACEM Z., PARENT G., JEANDEL G., BOULET P. Upward vs downward injection of droplets for the optimization of a radiative shield. *International Journal of Heat & Mass Transfer*, 54/9-10, April 2011, p. 1689-1697

11. MULLER A., DEMOUGE F., JEGUIRIM M., FROMY P. SCHEMA-SI: a hybrid fire safety engineering tool. Part I: tool theoretical basis. *Fire Safety Journal*, 58, May 2013, p. 132-141
12. MINDEGUIA J.C., HAGER I., PIMIENTA P., CARRE H., LA BORDERIE C. Parametrical study of transient thermal strain of ordinary and high performance concrete. *Cement and Concrete Research*, 48, June 2013, p. 40-52
13. MINDEGUIA J.C., PIMIENTA P., CARRE H., LA BORDERIE C. Experimental analysis of concrete spalling due to fire exposure. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 17/6, April 2013, p. 453-466
14. MULLER A., DEMOUGE F., JEGUIRIM M., FROMY P. SCHEMA-SI: a hybrid fire safety engineering tool. Part II: case study. *Fire Safety Journal*, 58, May 2013, p. 58-64
15. LE ROUX N., FAURE X., INARD C., SOARES S., RICCIARDI L. Reduced-scale study of transient flows inside mechanically ventilated buildings subjected to wind and internal overpressure effects. *Building and Environment*, 62, April 2013, p. 18-32
16. DHIMA D. Methods for designing very high partitions. *Journal of structural fire engineering*, 3/3, September 2012, p. 235-248
17. CARLOTTI P., VALLERENT S., FROMY P., DEMOUGE F. Smoke motion: comparison of experimental data with simulations. *Proceedings of the ICE - Engineering and Computational Mechanics*, 165/4, November 2012, p. 235-244
18. AUDEBERT M., DHIMA D., TAAZOUNT M., BOUCHAIR A. Thermo-mechanical behaviour of timber-to-timber connections exposed to fire. *Fire Safety Journal*, 56, February 2013, p. 52-64
19. BLANCHARD E., BOULET P., FROMY P., DESANGHERE S., CARLOTTI P., VANTELON J.P., GARO J.P. Experimental and numerical study of the interaction between water mist and fire in an intermediate test tunnel. *Fire Technology*, 50/3, May 2014 (Online first: January 2013), p. 565-585
20. AUDEBERT M., DHIMA D., TAAZOUNT M., BOUCHAIR A. Behavior of dowelled and bolted steel-to-timber connections exposed to fire. *Engineering Structures*, 39, June 2012, p. 116-125
21. GRONDIN F., DUMONTET H., BEN HAMIDA A., BOUSSA H. Micromechanical contributions to the behaviour of cement-based materials: two-scale modelling of cement paste and concrete in tension at high temperatures. *Cement and Concrete Composites*, 33/3, March 2011, p. 424-435
22. RACHER P., LAPLANCHE K., DHIMA D., BOUCHAIR A. Thermo-mechanical analysis of the fire performance of dowelled timber connection. *Engineering Structures*, 32/4, April 2010, p. 1148-1157
23. LEISSING T., SOIZE C., JEAN P., DEFRANCE J. Computational model for long-range non-linear propagation over urban cities. *Acta acustica united with acustica*, 96/5, September-October 2010, p. 884-898

24. DESCELIERS C., BONNET G., HAMZA S., DELMOTTE P. Mixed nonparametric-parametric probabilistic model for earthquake reliability of an inelastic reinforced concrete frame structure. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 8/4, August 2010, p. 921-935
25. MINDEGUIA J.C., PIMIENTA P., NOUMOWE A., KANEMA M. Temperature, pore pressure and mass variation of concrete subjected to high temperature: Experimental and numerical discussion on spalling risk. *Cement and Concrete Research*, 40/3, March 2010, p. 477-487
26. MAHBUB ALAM M.D., ZHOU Y., ZHAO J.M., FLAMAND O., BOUJARD O. Classification of the tripped cylinder wake and bi-stable phenomenon. *International Journal of Heat and Fluid Flow*, 31/4, August 2010, p. 545-560
27. SAHLAOUI R., SAB K., HECK J.V. Yield strength of masonry-like structures containing thin adhesive joints: 3D or 2D-interface model for the joints?. *Comptes Rendus Mécanique*, 339/6, June 2011, p. 432-438
28. PIOT A., WOLOSZYN M., BRAU J., ABELE C. Experimental wooden frame house for the validation of whole building heat and moisture transfer numerical models. *Energy and Buildings*, 43/6, June 2011, p. 1322-1328
29. JEGUIRIM M., MULLER A., BRENEZ F., FROMY P., DEMOUGE F., BRILHAC J.F. Reconstruction of an arson fire scene in accommodation unit using fire dynamic simulator. *Journal of Applied Fire Science*, 19/2, 2009-2010, p. 133-151
30. PINOTEAU N., PIMIENTA P., GUILLET T., RIVILLON P., REMOND S. Effect of heating rate on bond failure of rebars into concrete using polymer adhesives to simulate exposure to fire. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 31/8, December 2011, p. 851-861
31. BUENO B., PIGEON G., NORFORD L.K., ZIBOUCHE K. Development and evaluation of a building energy model integrated in the TEB scheme. *Geoscientific model development*, 5/2, March 2012, p. 433-448
32. FAURE X., LE ROUX N. Time dependent flows in displacement ventilation considering the volume envelope heat transfers. *Building and Environment*, 50, April 2012, p. 221-230
33. BLANCHARD E., BOULET P., DESANGHERE S., CESMAT E., MEYRAND R., GARO J.P., VANTELON J.P. Experimental and numerical study of fire in a midscale test tunnel. *Fire Safety Journal*, 47/1, January 2012, p. 18-31
34. GUILLET T. Behavior of metal anchors under combined tension and shear cycling loads. *ACI Structural Journal*, 108/3, May-June 2011, p. 315-323
35. RIBARDIERE M., CARRE S., BOUATOUCH K. Adaptive records for irradiance caching. *Computer Graphics Forum*, 30/6, September 2011, p. 1603-1616
36. AUDEBERT M., DHIMA D., TAAZOUNT M., BOUCHAIR A. Numerical investigations on the thermo-mechanical behavior of steel-to-timber joints exposed to fire. *Engineering Structures*, 33/12, December 2011, p. 3257-3268
37. RIBARDIERE M., CARRE S., BOUATOUCH K. Adaptive records for volume irradiance caching. *The visual computer*, 27/6-8, June 2011, p. 655-664

**ARTICLES TECHNIQUES**

1. BOUGEARD P. Sécurité incendie : structures et protections au feu. Revue technique du bâtiment et des constructions industrielles, 261, novembre-décembre 2010, p. 2-7
2. La canicule de 2003, un été normal en 2060 ? Interview de Valéry Masson et Jean-Luc Salagnac. Les Cahiers de l'IAU, 158, juin 2011, p. 123-125

**CONGRÈS**

1. PIMIANTA P., MEFTAH F. (Eds.) Concrete spalling due to fire exposure: proceedings of the 3rd international workshop, September 25-27, 2013, Paris, FRA. MATEC Web of conferences, 6, EDP Sciences, 2013
2. VALLERENT S., FLORENCE C., (Eds.) Proceedings of 1st International Seminar on Fire Safety of Facades, 14-15 Novembre 2013, Paris, FRA. Matec Web of Conferences, 9, EDP Sciences, 2013

**COMMUNICATIONS PUBLIÉES DANS DES ACTES**

1. CHENE J.B., KERDUDOU P., GUIGOU-CARTER C. Which approach for aero-acoustic problems associated to façade elements?. Internoise 2012, 41st International congress and exposition on Noise control engineering, August 19-22, 2012, New York, USA, 11 p.
2. GARVIN S., ZEVENBERGEN C., SALAGNAC J.L. Urban flood resilience: beyond vulnerability using innovative non-structural measures. Flood risk 2012, Comprehensive flood risk management: research for policy and practice, Proceedings of the 2nd European conference on flood risk management, November 19-23, 2012, Rotterdam, NLD, CRC Press, 2013, p. 1441-1443
3. CARRE H., PIMIANTA P. Bending test at high temperature. ICEM15, 15th International conference on experimental mechanics, July 22-27, 2012, Porto, PRT, 9 p.
4. PIMIANTA P., MINDEGUIA J.C., SIMON A., BEHLOUL M., FELICETTI R., BAMONTE P., GAMBAROVA P.G. Etat de l'art du comportement à haute température des BFUP. Colloque "Performances du béton soumis à haute température", 23 octobre 2012, Cergy Pontoise, FRA, 14 p.
5. SALAGNAC J.L., DESPLAT J., KOUNKOU-ARNAUD R., LEMONSU A., MASSON V. Assessment of adaptation strategies to climate change impacts in a big city: the case of Paris. WBC13, CIB World building congress, Construction and society, May 5-9, 2013, Brisbane, AUS, 13 p.
6. CAETANO E., RODRIGUES J.P.C., PIMIANTA P. Resistência à compressão a altas temperaturas de um betão com chips de politereftalato de etileno. 2º CILASCI – Congresso Ibero-Latino-Americano sobre Segurança contra Incêndio, 29 de Maio - 1 de Junho, 2013, Coimbra, PTG, 10 p.

7. PIGOLOTTI L., MANNINI C., BARTOLI G., FLAMAND O. Computational investigation on the unsteady pressures on two towers at close distance. EACWE 2013, 6th European-African Conference on Wind Engineering, July 7-11, 2013, Cambridge, GBR, 4 p.
8. AUDEBERT M., DHIMA D., BOUCHAIR A., RACHER P. Essais de cisaillement du bois à hautes températures . AUGC 2013, 31e Rencontres universitaires de l'AUGC, "De l'expérimentation à la modélisation en génie civil", 29-31 mai 2013, Cachan, FRA, 10 p.
9. PINOTEAU N. Tenue en situation d'incendie des scellements chimiques pour armatures béton. AUGC 2013, 31e Rencontres universitaires de l'AUGC, "De l'expérimentation à la modélisation en génie civil", 29-31 mai 2013, Cachan, FRA, 8 p.
10. SALIBA J., GRONDIN F., MATAALLAH M., LOUKILI A., BOUSSA H. Modelling of basic creep effect on concrete damage at a mesoscale level. YIC2012, First ECCOMAS Young Invesgators Conference, April 24-27, 2012, Aveiro, PRT, 11 p.
11. LECHENE S., ACEM Z., PARENT G., COLLIN A., BOULET P. Radiative shielding by water mist: comparisons between downward, upward and impacting injection of droplets . Eurotherm 5/16 conference n°95: Computational thermal radiation in participating media IV, April 18-20, 2012, Nancy, FRA, Journal of Physics: Conference Series, 369, 2012, 10 p.
12. DHIMA D., AUDEBERT M., BOUCHAIR A., TAAZOUNT M. Experimental and numerical analysis of the thermo-mechanical behavior of steel-to-timber connections in bending. SIF'2012, Structures in fire, Proceedings of the 7th International conference, June 6-8, 2012, Zürich, CHE, Empa/ETH Zürich, 2012, p. 367-376
13. AUDEBERT M., DHIMA D., BOUCHAIR A., TAAZOUNT M. Experimental and numerical analysis of the thermo-mechanical behavior of steel-to-timber connections in tension perpendicular to the grain. SIF'2012, Structures in fire, Proceedings of the 7th International conference, June 6-8, 2012, Zürich, CHE, Empa/ETH Zürich, 2012, p. 407-416
14. COURBOIS A., FERRANT P., FLAMAND O., ROUSSET J.M., TOULARASTEL J.L. Innovative design of a wind generation system for marine structures model testing. Isope 2011, Proceedings of the 21th offshore and polar engineering conference, June 19-24, 2011, Maui, Hawaiï, USA, p. 414-420
15. VIGANO A., DELPECH P., AGUINAGA S., GUFFOND D., BOREE J. Evaluation des phénomènes de givrage atmosphérique par accréation de neige collante en soufflerie climatique. CFM 2011, 20e congrès français de mécanique, 29 août - 2 septembre 2011, Besançon, FRA, 6 p.
16. PIMIANTA P., MINDEGUIA J.C., SIMON A., BEHLOUL M., FELICETTI R., BAMONTE P., GAMBAROVA P.G. Literature review on the behaviour of UHPFRC at high temperature. Ultra-high performance concrete and nanotechnology in construction. Proceedings of Hipermat 2012, 3rd International Symposium on UHPC and nanotechnology for high performance construction materials, March 7-9, 2012, Kassel, DEU,

- University of Kassel, Structural material and engineering series 19, 2012, p. 549-556
17. LE ROUX N., FAURE X., INARD C., SOARES S., RICCIARDI L. Study of the influence of wind on the containment of pollutants inside industrial buildings. Ventilation 2012, 10th International conference on industrial ventilation, September 17-19, 2012, Paris, FRA, 6 p.
  18. SALLIOU J.R., LE ROUX N., FAURE X. Experimental analyses of the discharge coefficient for ventilation design. Ventilation 2012, 10th International conference on industrial ventilation, September 17-19, 2012, Paris, FRA, 6 p.
  19. BENIDIR A., FLAMAND O., GAILLET L., DIMITRIADIS G. Dry galloping on bridge cables: shape effects on an inclined circular cylinder in the wind tunnel. EACWE 2013, 6th European-African Conference on Wind Engineering, July 7-11, 2013, Cambridge, GBR, 7 p.
  20. CARRE H., PIMIENTA P., LA BORDERIE C., PEREIRA F., MINDEGUIA J.C. Effect of compressive loading on the risk of spalling. Concrete spalling due to fire exposure: proceedings of the 3rd international workshop, September 25-27, 2013, Paris, FRA, EDP SciencesMATEC Web of conferences, 6, 2013, 9 p.
  21. TAILLEFER N., PIMIENTA P., DHIMA D. Spalling of concrete: a synthesis of experimental tests on slabs. Concrete spalling due to fire exposure: proceedings of the 3rd international workshop, September 25-27, 2013, Paris, FRA, EDP SciencesMATEC Web of conferences, 6, 2013, 8 p.
  22. BOUDAUD C., DAUDEVILLE L., BAROTH J., HAMEURY S. Multi-scale modelling of timber-frame structures under seismic loads. COMPLAS XII, 12th International conference on Computational plasticity, "Fundamentals and applications", September 3-5, 2013, Barcelona, ESP, 12 p. 6/16
  23. PIMIENTA P., MOREAU B., AVENEL R., PEYRAC P., TAILLEFER N., LARIVE C., D'ALOIA L., CLEC'H P. Spalling tests on embedded cores and slabs: a comparative study. Concrete spalling due to fire exposure: proceedings of the 3rd international workshop, September 25-27, 2013, Paris, FRA, EDP Sciences, MATEC Web of conferences, 6, 2013, 8 p.
  24. PEL L., JASPERS S., PEREIRA F., PIMIENTA P., CARRE H. Combined NMR moisture, temperature and pressure measurements during heating. Concrete spalling due to fire exposure: proceedings of the 3rd international workshop, September 25-27, 2013, Paris, FRA, EDP Sciences, MATEC Web of conferences, 6, 2013, 8 p.
  25. COURBOIS A., BONNEFOY F., ROUSSET J.M., FERRANT P., TOULARASTEL J.L., FLAMAND O., LEGARE X. Essais en bassin du comportement dynamique d'une éolienne flottante sous l'action conjuguée de la houle et du vent. CFM 2013, 21e Congrès français de mécanique, 26-30 août 2013, Bordeaux, FRA, 6 p.
  26. BLANCHARD E., BOULET P., CARLOTTI P. Capability of a CFD tool for assessing a water mist system in a tunnel. ISAVFT 15, 15th International

- Symposium on aerodynamics, ventilation & fire in tunnels, September 18-20, 2013, Barcelona, ESP, p. 717-727
27. BASTOS F., CAETANO E., CUNHA A., CESPEDES X., ARQUIER M., FLAMAND O. Characterisation of the aerodynamic behaviour of the Grande Ravine viaduct from prototype monitoring. COMPDYN 2013, 4th International conference on computational methods in structural dynamics & earthquake engineering, June 12-14, 2013, Kos Island, GRC, 18 p.
  28. CARLOTTI P., LAMALLE D. Sensitivity to boundary conditions for simulations of fire plumes in enclosures. CFM 2013, 21e Congrès français de mécanique, 26-30 août 2013, Bordeaux, FRA, 6 p.
  29. MORLON R., BOULET P., PARENT G., LECHENE S., BLANCHARD E., REBUFFAT C., FROMY P., VANTELON J.P., BALAYRE C. Experimental and numerical studies of smoke/mist interactions in a corridor. Interflam 2013, 13th International fire science & engineering conference, June 24-26, 2013, Egham, GBR, p. 339-350
  30. PHAM D.T., DE BUHAN P., FLORENCE C., NGUYEN H.H. Analytical interaction diagrams for reinforced concrete sections in fire conditions. Interflam 2013, 13th International fire science & engineering conference, June 24-26, 2013, Egham, GBR, p. 1095-1106
  31. COURBOIS A., FLAMAND O., TOULARASTEL J.L., FERRANT P., ROUSSET J.M. Applying relevant wind generation techniques to the case of floating wind turbines. EACWE 2013, 6th European-African Conference on Wind Engineering, July 7-11, 2013, Cambridge, GBR, 8 p.
  32. FLAMAND O., DE OLIVEIRA F., STATHOPOULOS-VLAMIS A., PAPANIKOLAS P. Conditions for occurrence of vortex shedding on a large cable stayed bridge: full scale data from monitoring system . EACWE 2013, 6th European-African Conference on Wind Engineering, July 7-11, 2013, Cambridge, GBR, 8 p.
  33. DELIANCOURT F., SICOT C., AGUINAGA S., BOREE J., BOUCHET J.P. Simulation of details in wind tunnel testing: application to railway trains. 48th International symposium of Applied aerodynamics: Aerodynamics of small bodies and details, March 25-27, 2013, Saint Louis, FRA, 8 p.
  34. LAMALLE D., CARLOTTI P., SALIZZONI P., PERKINS R.J. Simulation aux grandes échelles de panaches. CFM 2013, 21e Congrès français de mécanique, 26-30 août 2013, Bordeaux, FRA, 6 p.
  35. MORLON R., LECHENE S., BLANCHARD E., FROMY P., BOULET P., PARENT G., VANTELON J.P., BALAYRE C., GUILLOU M. Etude expérimentale des interactions entre fumées et aspersion. SFT 2013, Congrès français de thermique, 28-31 mai 2013, Gérardmer, FRA, 8 p.
  36. PHAM D.T., DE BUHAN P., FLORENCE C., HECK J.V., NGUYEN H.H. Approche par la théorie du calcul à la rupture du dimensionnement au feu de panneaux de grande hauteur. CFM 2013, 21e Congrès français de mécanique, 26-30 août 2013, Bordeaux, FRA, 6 p.
  37. MORLON R., LECHENE S., BOULET P., PARENT G., BLANCHARD E., FROMY P., BALAYRE C. Experimental study of smoke/mist interactions in a

- configuration combining a corridor adjacent to a room. CFM 2013, 21e Congrès français de mécanique, 26-30 août 2013, Bordeaux, FRA, 6 p.
38. PINOTEAU N., PIMIANTA P., REMOND S., GUILLET T., RIVILLON P. Effect of heat on the adhesion between post-installed bars and concrete using polymeric mortars. Bond in concrete 2012: Bond, anchorage, detailing, 4th International symposium, June 17-20, 2012, Brescia, ITA, p. 573-580
  39. BOUDAUD C., HAMEURY S., FAYE C., DAUDEVILLE L. European seismic design of shear walls: experimental and numerical tests and observations. WCTE 2010, 11th World Conference on timber Engineering, June 20-24, 2010, Trentino, ITA, 6 p.
  40. AUDEBERT M., BOUCHAIR A., DHIMA D., TAAZOUNT M. Etude du comportement thermomécanique d'assemblages de structures bois. AUGC 2010, XXVIIIe Rencontres universitaires de génie civil, 'Ouvrages en service et développement durable', 2-4 juin 2010, La Bourboule, FRA, p. 1237-1246
  41. LE T.T.H., BOUSSA H., MEFTAH F., Modelling of the THM behaviour of concrete at the macroscopic and mesoscopic scale. EURO-C 2010, Computational modelling of concrete structures, March 15-18, 2010, Rohrmoos/Schladming, AUT, CRC Press , 2010, p. 519-528
  42. MOKRANI C., ABADIE S., GRILLI S., ZIBOUCHE K. Numerical simulation of the impact of a plunging breaker on a vertical structure and subsequent overtopping event using a navier-stokes VOF model. ISOPE 2010, Proceedings of the 20th international offshore and polar engineering conference, June 20-25, 2010, Beijing, CHN, ISOPE, 2010, p. 729-736
  43. AUDEBERT M., BOUCHAIR A., TAAZOUNT M., DHIMA D. Analysis and modelling of the thermo-mechanical behaviour of dowelled and bolted steel-to-timber joints. SEMC 2010, The 4th International Conference on Structural Engineering, Mechanics and Computation, September 6-8, 2010, Cape Town, ZAF, 5 p.
  44. PIMIANTA P., ANTON O., MINDEGUIA J.C., AVENEL R., CUYPERS H., CESMAT E. Fire protection of concrete structures exposed to fast fires. ISTSS 2010, Proceedings of the 4th international symposium on tunnel safety and security, March 17-19, 2010, Frankfurt, DEU, 13 p.
  45. LOVAS S., CARLOTTI P., DESANGHERE S., MOS A. Optimization of the repartition of extraction vents in transverse ventilation. ISAVT 14, Proceedings of the 14th international symposium on aerodynamics and ventilation of tunnels, May 11-13, 2011, Dundee, GBR, BHR Group Ltd, 2011, p. 199-209
  46. AUDEBERT M., BOUCHAIR A., TAAZOUNT M., DHIMA D. Thermal and thermo-mechanical behaviour of timber connections in fire. COST Action C26 International Conference "Urban Habitat Constructions under Catastrophic Events", September 16-18, 2010, Naples, ITA, p. 189-194
  47. BLANCHARD E., BOULET P., DESANGHERE S., CESMAT E. Use of Computer Modelling for the Interpretation of Midscale Tunnel Fire Test Results. Interflam 2010, 12th International Fire Science & Engineering Conference, July 5-7, 2010, Nottingham, GBR, 13 p.



48. LE T.T.H., MEFTAH F., BOUSSA H., ZIBOUCHE K. A 3D finite element meso-scale modelling of thermo-hydro-mechanical behaviour of concrete exposed to elevated temperatures. ECCM 2010, 4th European Conference on Computational Mechanics "Solids, structures and coupled problems in engineering", May 16-21, 2010, Paris, FRA, 2 p.
49. PIMIANTA P., PARDON D., MINDEGUIA J.C. Fire behaviour of high performance concrete: an experimental investigation on spalling risk. KODUR V., FRANSSSEN J.M. (Eds) Structures in Fire, Proceedings of the Sixth International Conference, SiF'10, Michigan State University, June 2-4, 2010, East Lansing, USA, DEStech Publications, Inc., 2010, p. 880-889
50. LE T.T.H., BOUSSA H., MEFTAH F. Effect of aggregates morphology on the THM behaviour of concrete at high temperatures. FRAMCOS-7, 7th International Conference on Fracture Mechanics of Concrete Structures, May 23-27, 2010, Jeju, KOR, 8 p.
51. MELHEM C., BOUSSA H., DUMONTET H. Modelling of polypropylene fibres effect on high performance concrete at high temperatures. ECCM 2010, 4th European Conference on Computational Mechanics "Solids, structures and coupled problems in engineering", May 16-21, 2010, Paris, FRA, 2 p.
52. SCHNEIDER U., ALONSO M.C., PIMIANTA P., JANSSON R. Physical properties and behaviour of high-performance concrete at high temperatures. KODUR V., FRANSSSEN J.M. (Eds) Structures in Fire, Proceedings of the Sixth International Conference, SiF'10, Michigan State University, June 2-4, 2010, East Lansing, USA, DEStech Publications, Inc., 2010, p. 800-808
53. BLANCHARD E., BOULET P., DESANGHERE S., CARLOTTI P. Energy balance in a tunnel fire: midscale tests and CFD simulations. ISAVT 14, Proceedings of the 14th international symposium on aerodynamics and ventilation of tunnels, May 11-13, 2011, Dundee, GBR, BHR Group Ltd, 2011, p. 349-362
54. BLANCHARD E., DESANGHERE S., BOULET P. Quantification of energy balance during fire suppression by water mist in a mid-scale test tunnel. Fire Safety Science, Proceedings of the 10th international symposium, June 19-24, 2011, College Park, University of Maryland, USA, p. 119-132
55. VIVET R., MINGUEZ M., BERHAULT C., JACQUIN E., PETRIE F., FLAMAND O. Flat buoy concept for free standing riser application: an improvement of the in-place hydrodynamic behaviour. OMAE 2011, Proceedings of the ASME 30th international conference on ocean, offshore and arctic engineering. Volume 7, "CFD and VIV; Offshore Geotechnics", June 19-24, 2011, Rotterdam, NLD, p. 223-232
56. MULLER A., DEMOUGE F., JEGUIRIM M., FROMY P., BRILHAC J.F. SCHEMA-SI: a hybrid fire safety engineering tool. MCS-7, Proceedings of the 7th Mediterranean Combustion Symposium, September 11-15, 2011, Chia Laguna, Cagliari, Sardinia, ITA, 12 p.
57. BLANCHARD E., BOULET P., CARLOTTI P., COLLIN A., JENFT A., LECHENE S. Modeling water spray: from laboratory scale to fire safety application. FireSeat 2011, "The Science of suppression", November 9, 2011, Edinburgh, GBR, p. 63-78

- PAPANIKOLAS P., STATHOPOULOS-VLAMIS A., PANAGIS A., GRILLAUD G., FLAMAND O. Wind induced cable vibration of Rion Antirion bridge "Charilaos Trikoupis". IBSBI 2011, Innovations on bridges and soil-bridge interaction, October 13-15, 2011, Athens, GRC, 16 p.
- 59. NGUYEN T.T.H., PINELLI X., RAGUENEAU F., LEBLOND P. Méthodologies d'analyses du comportement de bâtiments avec rupteurs thermiques sous sollicitations sismiques. AUGC 2010, XXVIIIe Rencontres universitaires de génie civil, 'Ouvrages en service et développement durable', 2-4 juin 2010, La Bourboule, FRA, p. 1134-1144
- 60. MINDEGUIA J.C., CARRE H., LA BORDERIE C., PIMIENTA P. Analyse expérimentale du risque d'instabilité thermique des bétons en situation d'incendie. AUGC-IBPSA 2012, XXXe Rencontres universitaires de génie civil 'constructions durables' : recueil des communications, présentations. Tome 1, 6-8 juin 2012, Chambéry, FRA, 11 p.
- 61. MOKRANI C., ABADIE S., ZIBOUCHE K. Lien entre la forme locale de la surface libre et les pressions d'impact générées par une vague déferlante sur un ouvrage. JNGCGC 2012, Actes des XIIèmes Journées Nationales Génie Côtier - Génie Civil, 12-14 juin 2012, Cherbourg, FRA, Editions Paralia, 2012, p. 109-116
- 62. FELICETTI R., LO MONTE F., PIMIENTA P. The influence of pore pressure on the apparent tensile strength of concrete. SIF'2012, Structures in fire, Proceedings of the 7th International conference, June 6-8, 2012, Zürich, CHE, Empa/ETH Zürich, 2012, p. 589-598
- 63. PINOTEAU N., REMOND S., PIMIENTA P., GUILLET T., RIVILLON P. Post installed rebars in concrete at high temperature. FIB Symposium 2011, Concrete engineering for excellence and efficiency, June 8-10, 2011, Prague, CZE, p. 1197-1200
- 64. PEREIRA F., PISTOL K., KORZEN M., WEISE F., PIMIENTA P., CARRE H., HUISMANN S. Monitoring of fire damage processes in concrete by pore and acoustic emission measurements. 2nd International RILEM Workshop on Concrete spalling due to fire exposure, October 5-7, 2011, Delft, NLD, p. 69-77
- 65. LEISSING T., SOIZE C., JEAN P., DEFRANCE J. Stochastic wave propagation of high-amplitude waves over urban environments. 14th LRSPS - Long Range Sound Propagation Symposium, March 17-18, 2011, Annapolis, USA, 13 p.
- 66. BERTHAUT J., BARRE C. Aerodynamic sensitivity of out-of-service tower cranes. ICWE13 - 13th International conference on wind engineering, July 10-15, 2011, Amsterdam, NLD, 7 p.
- 67. MINDEGUIA J.C., PIMIENTA P., HAGER I., CARRE H. Influence of water content on gas pore pressure in concretes at high temperature. 2nd International RILEM Workshop on Concrete spalling due to fire exposure, October 5-7, 2011, Delft, NLD, p. 113-121

68. FLAMAND O., DENOEL V. Influence of bridge deck shape on extreme buffeting forces. ICWE13, 13th International conference on wind engineering, July 10-15, 2011, Amsterdam, NLD, 9 p.
69. BLAISE N., GRILLAUD G., DE VILLE DE GOYET V., DENOEL V. Application of deterministic and stochastic analysis to calculate a stadium with pressure measurements in wind tunnel. Eurodyn 2011, 8th International Conference on Structural Dynamics, July 4-6, 2011, Leuven, BEL, 8 p.
70. MARCHAND D., COLBEAU-JUSTIN L., TAILLEFER N. Quelles vulnérabilités et résiliences urbaines face au risque sismique en France ? Le cas de Tarbes . AFPS'11, 8ème colloque de l'Association française 10/16 de génie parasismique "Vers une maîtrise durable du risque sismique", 6-8 septembre 2011, Marne La Vallée, FRA, 8 p.
71. COURBOIS A., FERRANT P., FLAMAND O., ROUSSET J.M. Wind generation on wave tank for floating offshore wind turbine applications. ICWE13, 13th International conference on wind engineering, July 10-15, 2011, Amsterdam, NLD, 8 p.

## **AUTRES COMMUNICATIONS**

1. BENIDIR A., FLAMAND O., GAILLET L. Galop sec des câbles inclinés (pont à haubans). Câbles 2012, "Des câbles performants et durables pour le génie civil", 27-28 novembre 2012, Nantes, FRA, 11 p.
2. KRUPPA J., DHIMA D., HENNETON N. Outcomes of a 6 year French research project on FSE. 9th International conference on performance-based codes and fire safety design methods, June 20-22, 2012, Hong Kong, CHN, 12 p.
3. VIGANO A., DELPECH P., AGUINAGA S., GUFFOND D., BOREE J. Wind tunnel assessment of atmospheric icing and wet snow accretions on structures. Snow Engineering 7, June 6-8, 2012, Fukui, JPN, 11 p.
4. DELPECH P., DUFRESNE DE VIREL M., TETARD Y. Snow load testing of smoke vents. Snow Engineering 7, June 6-8, 2012, Fukui, JPN, 11 p.

## **OUVRAGE**

1. GIVRY M., PETEUIL C. (dir) Construire en montagne : la prise en compte du risque torrentiel. MEDDTL, 2011, 124 p.

## **CHAPITRES D'OUVRAGES COLLECTIFS**

1. MARCHAND D., COLBEAU-JUSTIN L. Dynamiques individuelles et communautaires de résilience après Xynthia. Przulski V., Hallegatte S. (Coord.), Gestion des risques naturels : leçons de la tempête Xynthia, Quae éditions, Matière à débattre & décider, 2012, p. 57-72

2. MASSON V., VIGUIE V., ZIBOUCHE K., ADOLPHE L., LONG N., NOLORGUES L. Modélisation urbaine et stratégies d'adaptation au changement climatique pour anticiper la demande et la production énergétique (MUSCADE). Modélisation urbaine : de la représentation au projet, MEEDDM, Références, 2012, p. 174-184
3. SALAGNAC J.L. Global political initiatives and overtones. Booth C., Hammond F.N., Lamond J., Proverbs D.G. (Eds.), Solutions for climate change challenges of the built environment, Wiley-Blackwell, Innovation in the built environment, 2012, p. 45-56
4. RIVILLON P., PORTELATINE J., NICOLAS F. Museum of European and Mediterranean civilizations (MuCEM): Experimentation and modeling of straight and Y-shaped UHPFRC prestressed columns under the action of an off-centered vertical load. Toutlemonde F., Resplendino J. (Eds.) Designing and Building with UHPFRC: State-of-the-Art and Development, Wiley/ISTE, 2010, p. 501-528
5. PIMIANTA P., MINDEGUIA J.C., SIMON A., BEHLOUL M. Behavior of UHPFRC at high temperatures. Toutlemonde F., Resplendino J. (Eds.) Designing and Building with UHPFRC: State-of-the-Art and Development, Wiley/ISTE, 2010, p. 579-600

## **GUIDES TECHNICO-RÉGLEMENTAIRES**

1. CHENAF M., NGUYEN H.H., HECK J.V. Guide de dispositions constructives pour le bâti neuf situé en zone d'aléa de type fontis de niveau faible. 2012, 84 p.
2. CHENAF M., HENNO O., RUAUX N. Guide de dispositions constructives pour le bâti neuf situé en zone d'aléa de type affaissement progressif. 2011, 56 p.

## **RAPPORTS**

1. DHIMA D. Ingénierie de la sécurité incendie : comportement au feu des assemblages bois ; - identification des caractéristiques thermo physiques des matériaux de protection, 2013, 166 p.
2. CARLOTTI P. Éléments de mécanique des fluides pour la modélisation des incendies, 2013, 172 p.
3. MUSCADE, Modélisation urbaine et Stratégies d'adaptation au changement climatique pour anticiper la demande et la production énergétique. Compte-rendu de fin de projet. Masson V. (Coord.), avec la contribution de SALAGNAC J-L. Rapport du projet ANR- 09-VILL-0003, mars 2014, 45 p
4. BONHOMME M. Durabilité des performances de réaction au feu, 2012, 16 p.

5. DEMOUGE F. Caractérisation de la performance aéroulque des DENFC sous sollicitations climatiques dégradées : évaluation des effets du vent. Rapport intermédiaire, 2011, 55 p.
6. Projet EPICEA (Etude pluridisciplinaire des impacts du changement climatique à l'échelle de l'agglomération parisienne) : livrables et rapport final, 2011-2012, pag. mult.
7. LEISSING T. Vulnérabilité liée aux innovations. Rapport final, 2012, 37 p.
8. VINET J., COSSAVELLA M. Détermination de la charge de vent des panneaux photovoltaïques : campagnes 2010 et 2011, 2011, 71 p.
9. HECK J.V., PIMIENTA P., GUILLET T., RIVILLON P., LEMERLE C., PINOTEAU N. Etude des scellements chimiques en situation d'incendie : essai grandeur sur consoles en béton armé, aux armatures scellées chimiquement, soumises à l'action thermique normalisée ISO R 834, 2011, 52 p.
10. DANBON F. Modélisation numérique des tornades : état de l'art. Rapport intermédiaire, 2011, 21 p.
11. LOVAS S., CARLOTTI P. Smoke motion in large enclosures: comparison of experimental data with simulations, 2011, 43 p.
12. Opacimétrie, visibilité et rayonnement dans le cadre de l'utilisation des brouillards d'eau : interactions eau – feu – fumées et conséquences sur la visibilité, 2011, 25 p.
13. LANCE A., LYON F. Comportement structurel à haute température des colles nouvelles génération et des assemblages bois collés, 2011, 83 p.
14. PIMIENTA P., ANTON O., MINDEGUIA J.C., AVENEL R., CUYPERS H., CESMAT E. Protection incendie des structures en béton exposées à des feux à combustion rapide, Promat , 2011, 11 p.
15. HOGNON B. Feux naturels : exemples de séries d'essais réalisés sur la base feu du CSTB, 2012, 11 p.
16. DHIMA D. Comportement au feu des façades doubles peaux, 2011, 10 p.
17. NGUYEN H.H. Etat de l'art mondial sur la prise en compte des tornades dans la construction, les bâtiments neufs et le renforcement des bâtiments existants. Rapport intermédiaire, 2011, 52 p.
18. HALLEGATE S., VIGUIE V., MASSON V., LEMONSU A., PIGEON G., BEAULANT A.L., BUENO B., MARCHADIER C., SALAGNAC J.L. VURCA PROJECT, Cities vulnerability to future heat waves and adaptation strategies: project methodology and results, 2013, 57 p.
19. DREUMONT E., TALON A., FROMY P. Sécurité incendie et logique floue : évaluation du niveau de sécurité par des arbres probabilisés. Corpus et annexes, 2012, 77 p. + annexes
20. LOVAS S., CARLOTTI P., DESANGHERE S. Optimization of the repartition of extraction vents in transverse ventilation, 2011, 54 p.
21. DHIMA D., FROMY P., DUPONCHEL X. Impact de l'amélioration de l'isolation thermique sur le risque incendie : détermination des caractéristiques thermo-physiques des matériaux d'isolation et de protection, 2011, 13 p.

22. BERTHAUT J. Simulation physique des tornades : état de l'art, 2010
23. VINET J. Impact de la façade sur les coefficients aérodynamiques des éléments de type brise-soleil, 2010, 16 p.
24. LEISSING T. Modèle de propagation stochastique pour la prévision des risques industriels en milieu urbain. Rapport final, 2011, 77 p.
25. DEMOUGE F., FROMY P. CIFI2009 : application d'un modèle à deux zones gazeuses à l'étude de l'influence des caractéristiques d'un local sur l'activité d'un feu s'y développant. Rapport final, 2010, 67 p.
26. VINET J., TRAUB C., COSSAVELLA M. Détermination de la charge de vent des panneaux solaires, 2010, 33 p.
27. PIMIENTA P., ANTON O., MINDEGUIA J.C., AVENEL R., CUYPERS H., CESMAT E. Protection incendie des structures en béton exposées à des feux à combustion rapide, 2010, 16 p.
28. PIMIENTA P., MICHEL L., MINDEGUIA J.C. Comportement des bétons en situation d'incendie : étude expérimentale de l'effet d'un chargement mécanique, 2010, 25 p.
29. BLANCHARD E., DESANGHERE S. Utilisation de brouillard d'eau en tunnel : étude bibliographique et confrontation de simulations et d'essais à l'échelle 1/3, 2010, 165 p.
30. HOGNON B. Note sur l'essai LEPIR 2 et son application à deux ETICS, 2010, 31 p.
31. BOUTIN F., SARRE M. Etude expérimentale du collage des mortiers adhésifs sur béton : incidence des huiles de décoffrage sur l'adhérence des mortiers adhésifs. Rapport partiel, 2010, 23 p.
32. GRENIER C. Comportement des façades sous sollicitations sismiques : comportement des assemblages de panneaux sandwichs sous sollicitations quasistatiques, 2011, 47 p.
33. GRENIER C., THIRIET C. Comportement des façades sous sollicitations sismiques : comportement des façades légères sous sollicitations sismiques, essais expérimentaux, 2011, 60 p.
34. SABRE M. Impact des tornades vs tempêtes sur la vulnérabilité du bâti : caractérisation de l'aléa tornade, 2011, 21 p.
35. CARRE S., RIBARDIERE M. Vision dans les fumées : exploitation du lancer de photons ; exploitation de la cohérence spatiale dans le volume ; extension du cache d'éclairage ; modèle de diffusion des fumées ; comparatif visuels, 2011, 41 p.
36. COURBOIS A. Etude en bassin d'une série de deux ventilateurs dans la configuration divergent dissymétrique en position verticale : validation du montage et qualification du moyen d'essai, 2010
37. DELPECH P., DUFRESNE DE VIREL M., TETARD Y. Fonctionnement d'un exutoire de fumée sous chargement de neige naturelle, 2010, 30 p.
38. BOUSSA H. Modélisation des ancrages dans les BHP. Rapport final, 2011, 30 p.

39. DANBON F., GRILLAUD G. Charges de vent sur les bâtiments, des Règles NV65 à l'Eurocode 1 : sensibilisation au changement du cadre réglementaire du dimensionnement au vent, 2010
40. DELPECH P., VIGANO A., AGUINAGA S. Givrage atmosphérique par accréation de neige collante, 2010, 37 p.
41. VIGANO A. Experimental and numerical modeling of wet snow accretion on structures, Th. doct. Mécanique des milieux fluides, Ecole nationale supérieure de mécanique et d'aérotechnique, décembre 2012, xviii + 166 p.
42. SAHLAOUI R. Analyse par le calcul à la rupture des murs en maçonnerie en vue de leur renforcement par des composites collés, Th. doct. Structures et matériaux, Université Paris Est Marne la Vallée, juillet 2011, 207 p.
43. COURBOIS A. Etude expérimentale du comportement dynamique d'une éolienne offshore flottante soumise à l'action conjuguée de la houle et du vent, Th. doct. Mécanique des milieux fluides, Ecole centrale de Nantes, avril 2013, xviii + 226 p.
44. BOUDAUD C. Analyse de la vulnérabilité sismique des structures à ossature en bois : essais expérimentaux, modélisation numérique, calculs parasismiques, Th. doct. Matériaux, mécanique, génie civil, électrochimie, Université de Grenoble, décembre 2012, 213 p.
45. LE T.T.H. Étude multi-échelle du comportement thermo-hydro-mécanique des matériaux cimentaires : approche morphologique pour la prise en compte de la mésostructure, Th. doct. Génie civil, Université Paris Est Marne la Vallée, mai 2011, 217 p.
46. MULLER A. Développement d'une méthode de modélisation pour l'évaluation de la performance de stratégies de sécurité incendie, Th. doct. Génie des procédés, Université de Haute-Alsace, décembre 2010, 243 p.
47. BLANCHARD E. Modélisation de l'interaction entre un brouillard d'eau et un feu en tunnel, Th. doct. Mécanique et énergétique, Université Henri Poincaré - Nancy I, novembre 2011, 219 p.
48. DO T.T. Analyse expérimentale et modélisation du comportement non linéaire thermomécanique de cloison en plaques carton-plâtre-carton, vissées et soumises à des charges thermiques et mécaniques, Th. doct. Génie civil, Université Paris Est Marne la Vallée, décembre 2011, 158 p.
49. VELAR J. A study about fire spalling of concrete. Apprenti ingénieur, Arts et Métiers Paris Tech, Swedish National Testing and Research Institute March 2011, 29 p.
50. LANDER D. Vent et structures élancées : correction numérique des mesures de pressions. Master, Université de Sidney, décembre 2010, 50 p.
51. BAENA TERCERO A. Vent et structures élancées : développement des techniques d'étalonnage pour balances 6 composantes. Master Génie civil, Ecole Centrale de Nantes, décembre 2010, 65 p.

## **ANNEXES**



**ANNEXE 1 : THESES SOUTENUES**

<b>Nom</b>	<b>Titre</b>	<b>soutenance</b>
BAZZANA Manuel	Pérennité des performances : AMDEC assisté par ordinateur pour évaluer les produits de construction	oct-11
BLANCHARD Elisabeth	Modélisation de l'interaction entre un brouillard d'eau et un foyer : application à la sécurité contre l'incendie en tunnel	nov-11
BONHOMME Marion	Performance énergétique du cadre bâti et qualité des ambiances urbaines à l'échelle du quartier : vers des propositions d'aménagements durables	déc-13
BOUDAUD Clément	Analyse probabiliste de la vulnérabilité sismique des maisons à ossature bois	déc-12
COURBOIS Adrien	Simulation expérimentale de la houle et du vent sur des éoliennes offshores flottantes	avr-13
DO Thanh Trung	Modélisation probabiliste et validation expérimentale de la stabilité d'une cloison de grande hauteur soumise à un incendie naturel	déc-11
LABAT Mathieu	Chaleur - Humidité - Air dans les maisons à ossature bois	nov-12
LE T.T.H	Étude multi-échelle du comportement thermo-hydro-mécanique des matériaux cimentaires : approche morphologique pour la prise en compte de la mésostructure	mai-11
LE ROUX Nicolas	Etude par similitude de l'influence du vent sur les transferts de masse et de chaleur dans les bâtiments complexes	2011
MULLER GRAMLING Anne	Développement de méthodes de diagnostic et d'évaluation de la sécurité incendie	déc-10
NGUYEN Thi Thanh Huyen	Analyses du comportement de rupteurs thermiques sous sollicitations sismiques	mars-12
PINOTEAU Nicolas	Vulnérabilité des ancrages chimiques d'armatures dans le béton en situation d'incendie	juin-13
RIBARDIERE Mickaël	Simulateur pour l'étude de la visibilité dans les environnements enfumés	déc-10
SAHLAOUI R.	Analyse par le calcul à la rupture des murs en maçonnerie en vue de leur renforcement par des composites collés	juil-11
VIGANO Alexandro	Modélisation numérique et expérimentale des phénomènes de givrage par accrétion de neige collante	déc-12

**ANNEXE 2 : HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES**

<b>Nom</b>	<b>Titre</b>	<b>Soutenance</b>
DHIMA Dhima	Ingénierie de la sécurité incendie : comportement au feu des assemblages bois ; identification des caractéristiques thermo physiques des matériaux de protection	Avr- 2013
CARLOTTI Pierre	Éléments de mécanique des fluides pour la modélisation des incendies	Sept- 2013

**SIEGE SOCIAL**

84, AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2  
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX (33) 01 60 05 70 37 | [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

**CSTB**  
*le futur en construction*

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT | MARNE-LA-VALLÉE | PARIS | GRENOBLE | NANTES | SOPHIA-ANTIPOLIS