

# Séminaire Histoire de la construction



Bartolo di Fredi (vers 1330-1410), *Tremblement de terre dans la maison de Job*, 1367 © San Gimignano, Collégiale.

Organisé par

Le *Laboratoire de médiévistique occidentale de Paris* (LAMOP) UMR 8589, CNRS - Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

Le *Centre de théorie et analyse du droit* (CTAD) UMR 7074, CNRS - Université Paris Ouest Nanterre La Défense  
et

Le *Laboratoire Archéologie et Philologie d'Orient et d'Occident* (UMR 8546, ENS-CNRS-EPHE)

avec le soutien du *laboratoire d'excellence TransfersS*.

**Lundi 5 décembre 2016**

10h à 17h30

## Construire face au risque sismique à travers le monde

Lieu :

Paris Sciences et Lettres (PSL Research University)

salle de séminaire

60, rue Mazarine, 75006 PARIS  
métro : Saint-Germain des Prés,  
Mabillon ou Odéon

10h. *Introduction*

10h15 **Mirella Serlorenzi**, Soprintendenza Speciale per il Colosseo, il Museo Nazionale Romano e l'Area archeologica centrale di Roma et **Stefano Camporeale**, Università di Siena, Dipartimento di Scienze Storiche e dei Beni Culturali  
*Archéosismologie à Rome : nouvelles données sur l'Athenaeum d'Hadrien et la Domus Tiberiana*

11h15 **Andrea Arrighetti**, Università di Siena, Dipartimento di Scienze Storiche e dei Beni Culturali  
*Archaeoseismology for architecture in Tuscany (Italy). The archaeological approach to the analysis of the Cultural Heritage in seismic risk area*

**12h30-14h Déjeuner**

14h **Eric Calais**, Département de Géosciences de l'Ecole normale supérieure (Paris, France) et IUF.  
*1562-2010 : un voyage historique en Haïti, à travers la résilience urbaine face aux tremblements de terre.*

15h **Akio Sassa**, Ecole nationale supérieure d'architecture de Strasbourg.  
*Evolution des règlements et des pratiques de constructions parasismiques au Japon depuis la fin du XIXe siècle*

16h15 **Revue de publications récentes sur l'histoire de la construction**

**Atelier : Reprise des manuscrits d'Antoine D'Alleman**

## Résumés

**Mirella Serlorenzi**, directrice archéologue auprès de la Soprintendenza Speciale per il Colosseo, il Museo Nazionale Romano e l'Area Archeologica di Roma (SSCol) et directrice du Museo Nazionale Romano - Crypta Balbi

Laureata e specializzata in Archeologia Medievale presso la Sapienza - Università di Roma, si è formata nei grandi scavi urbani svoltisi a Roma tra gli anni '80 e '90.

In particolare ha partecipato alle indagini archeologiche della Crypta Balbi, dirette da Daniele Manacorda, e agli scavi delle pendici settentrionali del Palatino sotto la direzione di Andrea Carandini, dove ha rivestito il ruolo di responsabile del rilievo e della documentazione grafica.

Dal 2000 al 2006 è stata Archeologo Direttore presso la Soprintendenza per i Beni Archeologici di Ostia ed attualmente è Archeologo Direttore e Coordinatore presso la Soprintendenza Speciale per il Colosseo, il Museo Nazionale Romano e l'Area Archeologica di Roma (SSCol). È stata Direttore del Museo dell'Alto Medioevo (2013-2105) e da giugno 2015 è Direttore del Museo Nazionale Romano - Crypta Balbi.

Dal 2013 ha assunto la direzione archeologica della Domus Tiberiana coordinando il gruppo di lavoro che si occupa di un nuovo e complessivo studio per la ricostruzione della storia dell'edificio, finalizzato anche al restauro e alla riapertura al pubblico di alcuni settori del monumento

Attualmente è responsabile scientifico e coordinatore di importanti scavi archeologici a Roma, sia nell'area dell'Esquilino, come Piazza Vittorio Emanuele II e Piazza Dante, che in altre zone del centro storico quali l'Athenaeum e il complesso archeologico di Largo S. Susanna, per i quali sono previsti anche importanti progetti di valorizzazione e musealizzazione.

Partecipa attivamente a progetti europei, come ARIADNE, progetto "Atlas des techniques de construction dans le monde romain" dell'Ecole Normale Supérieure e progetto AREA (Archives of European Archaeology). Ha partecipato alle commissioni ministeriali, con nomina del Ministro, per la realizzazione del Sistema Informativo Archeologico delle città italiane e dei loro territori, per l'Archeologia preventiva e al tavolo tecnico del MiBACT sugli Open data.

Dal 2007 è responsabile scientifico per la SSCol del Sistema Informativo Territoriale Archeologico di Roma, il primo catasto archeologico digitale della città, di cui tutt'ora dirige e coordina il gruppo di lavoro. Il progetto ha dato vita ad un ciclo di incontri annuali giunti alla quarta edizione, sui temi dei sistemi informativi e dell'accesso aperto ai dati archeologici, dei quali ha curato l'organizzazione scientifica e la pubblicazione dei relativi atti.

In questi anni ha pubblicato una cospicua serie di articoli e volumi sui temi legati all'archeologia urbana, con particolare attenzione al periodo compreso tra tardoantico e altomedioevo, alla tutela e valorizzazione dei siti archeologici, all'open access. In particolare si è occupata di sistemi informativi in ambito archeologico e dello sviluppo del potenziale archeologico come strumenti fondamentali per la realizzazione di una pianificazione territoriale consapevole e condivisa.

**Stefano Camporeale**, professeur d'archéologie classique à l'Université de Sienne

Professore associato di archeologia classica all'Università di Siena dal 2016, ricercatore all'Università di Trento (2014-2016), Marie Curie Fellowship presso l'Ecole normale supérieure di Parigi (2011-2013), PhD all'Università di Siena (2006). I suoi interessi di ricerca si concentrano soprattutto sulle tecniche edilizie e sui cantieri edili di età romana. Ha svolto

diversi lavori sia in Italia sia in altri paesi europei e del Mediterraneo, soprattutto in Marocco dove ha condotto anche una ricerca dottorale sulle tecniche edilizie di tre abitati antichi (Thamusida, Banasa, Sala). Successivamente si è occupato dell'edilizia pubblica e privata e dei cantieri antichi di altri centri del Marocco (Lixus, Volubilis), di Hephæstia (Lemnos, Grecia), di Dionysias (Fayum, Egitto), di Mérida (Spagna). Fra i suoi studi e progetti più recenti si distinguono la ricostruzione del Capitolium di Sala (Marocco), la diffusione e utilizzo della tecnica dell'opus africanum nel Mediterraneo antico, lo studio tecnico-costruttivo del palazzo imperiale della Domus Tiberiana sul Palatino a Roma (in collaborazione con la Soprintendenza archeologica di Roma). È nel comitato organizzatore di un ciclo di incontri sui cantieri antichi promossi da un gruppo di istituzioni europee e svolti a Mérida (2007), Siena (2009), Parigi (2009), Padova (2012) e Oxford (2015) con pubblicazione regolare degli atti. Partecipa a un comitato internazionale diretto dalla ENS-Parigi per la creazione del database ACoR sulle tecniche edilizie in pietra e laterizi del mondo romano.

### **Archéosismologie à Rome : nouvelles données sur *Athenaeum* d'Hadrien et *Domus Tiberiana***

Le tracce dei terremoti e in particolare i loro effetti sugli edifici antichi non sono sempre facili da individuare archeologicamente. A parte i casi più noti, come quello di Pompei, in altri contesti devono essere riconosciute le conseguenze di un terremoto e le tracce che ci possono ricondurre a un evento sismico, non altrimenti noto da altre fonti, in particolare quelle scritte. I crolli di un edificio devono essere indagati nella loro dinamica, così come le lesioni che attraversano le murature antiche. I danni da sisma hanno infatti caratteristiche peculiari che li distinguono dalle normali dinamiche di crollo. Altra questione è quella delle tecniche edilizie realizzate in funzione antisismica. Come già sottolineato da altri studiosi (Cangi, Giuliani) per l'epoca romana è complicato distinguere tra quelle realizzate con questa funzione da quelle degli edifici costruiti per essere solidi e duraturi, poiché l'esigenza antisismica e quella di stabilità strutturale spesso coincidevano. Tuttavia dall'area centrale di Roma sono emersi nuovi dati da alcune ricerche recenti, compiute in collaborazione fra archeologi, sismologi e ingegneri strutturisti. Il primo caso è quello dell'Atheneum di Adriano (Piazza Venezia), le cui volte crollarono nel IX secolo, sicuramente per effetto di un sisma, quello che colpì Roma nell'847. Il secondo esempio è rappresentato dalla Domus Tiberiana, organismo strutturale e architettonico complesso e pluristratificato con notevoli problemi causati dai cedimenti strutturali che fin dall'antichità colpirono in particolare l'angolo nord-ovest del Palatino. Questa porzione del colle infatti era caratterizzata da un movimento rotatorio che determinò diversi interventi di consolidamento degli edifici: non un sisma, dunque, ma un movimento anomalo che determinò l'impiego di peculiari tecniche edilizie riscontrabili fino almeno dalle fasi flavie e poi soprattutto durante l'età severiana. Il terremoto dell'847 sembra aver interessato anche questa zona con il definitivo abbandono del palazzo. Grazie all'intervento degli ingegneri strutturisti, gli effetti dei crolli e del terremoto (o dei terremoti) sono stati riconosciuti sulle grandi costruzioni ad arcate della Domus Tiberiana. Una modellazione tridimensionale permette di comprenderne le dinamiche e di proporre nuove soluzioni di consolidamento per un'area del Palatino che ancora oggi pone problemi strutturali e di sicurezza.

### **Bibliographie de Mirella Serlorenzi :**

- M. Serlorenzi, G. Ricci, "Passeggiando nella produzione: un excursus diacronico (VI-XIV sec.) attraverso gli indicatori della produzione, provenienti dagli scavi della Metro C (piazza

Venezia, piazza Madonna di Loreto, via Cesare Battisti)”, in *Atti del Convegno L’archeologia della produzione a Roma (secoli V-XV), Roma 27-29 marzo 2014*, Roma, 2016.

- M. Serlorenzi V. Boi, “Archeologia preventiva, predittiva, potenziali archeologici. Una breve introduzione al panorama italiano”, in F. Stanco, G. Gallo (edd.). *Archeofoss. Free, Libre and Open Source software e open format nei processi di ricerca archeologica*, VIII edizione, Catania 2013, Oxford, Archaeopress, 2016.

- “Restituire e valorizzare i siti indagati: un dovere o un optional?”, in *Studi in onore di Clementina Panella*, 21 aprile 2014, Roma 2016.

- M. Arizza, M. Serlorenzi (a cura di), “La scoperta di una struttura templare sul Quirinale presso l’ex Regio Ufficio Geologico”. *Atti della giornata di studi 16 ottobre 2013*, Roma 2015.

- M. G. Filetici, M. Serlorenzi, R. Palombella, L. Traini, “La sistematizzazione dei dati della Domus tiberiana. Prospettive di ricerca”, in M. Serlorenzi, G. Leoni (a cura di), *SITAR. Sistema Informativo Archeologico di Roma. Il SITAR nella Rete della Ricerca italiana. Verso la conoscenza archeologica condivisa, Atti del III convegno (Roma, 23-24 maggio 2013)*, Archeologia e Calcolatori, suppl. 7, Roma 2015, pp. 253-270

- M. Serlorenzi, G. Leoni (a cura di), *SITAR. Sistema Informativo Archeologico di Roma. Il SITAR nella Rete della Ricerca italiana. Verso la conoscenza archeologica condivisa. Atti del III convegno (Roma, 23-24 maggio 2013)*, Archeologia e Calcolatori, suppl. 7, Roma 2015

- M. Serlorenzi, I. Jovine, G. Leoni, A. De Tommasi, A. Varavallo, *A retrospective on GIS and AIS platforms for Public Archaeology in Italy. Searching backward for roots and looking onwards for new methodological road-maps*, CAA 2014 Paris (22th-25th april), 2015

- M. Serlorenzi, R. Egidi (a cura di), L’Athenaeum di Adriano. *Storia di un edificio dalla sua fondazione al XVII secolo, Atti del Convegno, Roma, Palazzo Massimo, 22 settembre 2011*, BdA online, IV, 2013, 2-3-4, 2013

- M. Serlorenzi (a cura di), *Archeofoss. Free, Libre and Open Source Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica, Atti del VII Workshop (Roma, 11-13 giugno 2012)*, Firenze 2013.

- M. Serlorenzi, I. Jovine (a cura di), *SITAR. Sistema Informativo Archeologico di Roma, Potenziale archeologico, pianificazione territoriale e rappresentazione pubblica dei dati, Atti del II convegno (Roma, 9 novembre 2011)*, Roma 2013.

- M. Serlorenzi, S. Camporeale, “Analisi delle tecniche murarie e cronologia delle fasi”, in R. Cecchi (a cura di), *Roma Archaeologia. Terzo Rapporto*, Roma 2011, I, pp. 146-171.

- M. Serlorenzi (a cura di), *SITAR. Sistema Informativo Archeologico di Roma, Atti del I convegno (Roma, 26 ottobre 2010)*, Roma 2011.

- M. Serlorenzi, H. Di Giuseppe (a cura di), *I riti del costruire nelle acque violate, Atti del Congresso Internazionale di Archeologia e Storia delle Religioni (Roma 12-14 giugno 2008)*, Roma 2010.

- M. Serlorenzi, S. Laurenti, *Terme di Diocleziano e S. Maria degli Angeli*, Roma 2002.

#### **Bibliographie de Stefano Camporeale :**

- “I laterizi della Mauretania Tingitana: materiali per una tipologia”, *Archeologia dell’architettura* 20, 2015 [2016]: 145-157.

- “Opus Africanum e tecniche a telaio litico in Etruria e Campania (VII a.C.-VI d.C.)”, *Archeologia dell’architettura*, 18, 2013 [2015]: 192-209.

- “Concrete barrel vaults reinforced with stone voussoirs arches in the western provinces of the Roman empire (Mauretania Tingitana and Baetica)”, in Bowen, B., Friedman, D., Leslie, T., Ochsendorf, J. (a cura di), *Proceedings of the Fifth International Congress on Construction History* (Chicago, 3-7 giugno 2015), s.l.: Construction History Society of America, 2015: 341-

349.

- “Le unità di misura nella progettazione architettonica in Mauretania Tingitana”. In: Saliou, C. (a cura di), *La mesure et ses usages dans l’Antiquité: la documentation archéologique, Dialogues d’Histoire Ancienne* suppl. 12, Besançon: Presses Universitaires de Franche-Comté, 2015 : 79-100.
- “Archeologia dei cantieri di età romana”, *Archeologia dell’Architettura*, 15, 2010 [2011]: 171-179.
- “Military building techniques in Mauretania Tingitana: the use of mortar and rubble at Thamusida (Sidi Ali ben Ahmed, Morocco)”, in: Ringbom, Å., Hohlfelder, R. (a cura di), *Building Roma Aeterna. Current research on Roman mortar and concrete. Proceedings of the conference* (Rome, March 27-29 2008), *Commentationes humanarum litterarum* 128, Helsinki: Societas scientiarum Fennica, 2008: 169-186.
- Bonetto, J., Camporeale, S., Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción, 4. Las canteras en el mundo antiguo: sistemas de explotación y procesos productivos* (Padova, 22-24 de Noviembre de 2012), *Anejos de Archivo Español de Arqueología* 69, Madrid-Mérida: CSIC, 2014.
- Akerraz, A., Camporeale, S. Papi, E. (a cura di), *Sidi Ali ben Ahmed – Thamusida, 3. I materiali*, Roma: Quasar, 2013.
- Camporeale, S., Dessales, H., Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción, 3. Los procesos constructivos en el mundo romano: la economía de las obras* (Parigi, École Normale Supérieure, 10-11 de Diciembre de 2009), *Anejos de Archivo Español de Arqueología* 64, Madrid-Mérida: CSIC, 2012.
- Camporeale, S., Dessales, H., Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción, 2. Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y provincias orientales* (Siena, Certosa di Pontignano, 13-15 de Noviembre de 2008), *Anejos de Archivo Español de Arqueología* 57, Madrid-Mérida, 2010.
- Camporeale, S., Dessales, H., Pizzo, A. (a cura di), *Arqueología de la construcción, 1. Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y provincias occidentales* (Mérida, Instituto de Arqueología, 25-26 de Octubre de 2007), *Anejos de Archivo Español de Arqueología* 50, Mérida: CSIC, 2008.

**Andrea Arrighetti** est professeur sous contrat à l’Université de Sienne. Il y coordonne, depuis 2009, les activités et les projets de recherche du *Laboratorio di Archeologia dell’Architettura e Restauro*. Spécialiste des questions de relevés appliqués au bâti ancien et des effets et du traitement des risques sismiques en architecture. Il travaille essentiellement sur la période médiévale, en Italie et dans d’autres pays à partir des méthodes développées en archéologie du bâti.

### **Archaeoseismology for architecture in Tuscany (Italy).**

#### **The archaeological approach to the analysis of the Cultural Heritage in seismic risk area.**

The damage prevention and restoration of Cultural Heritage in seismic risk areas has been - and is still today- a complex and very discussed argument, related to a vast, heterogeneous and average seismic panorama as the Italian and European ones, rich of historical buildings to preserve. The researches conducted until now in Europe underline the necessity to adopt a holistic approach in the analysis of artefacts, by creating an interaction of the collectible data, through the use of both humanistic and scientific analysis. It is therefore imperative to

adopt a methodological approach which integrates the archaeological method with the ones of other disciplines (such as historical seismology, structural engineering, science of the earth, architecture). This approach consists in paying particular attention, in a first phase, to the analysis of the seismological catalogues and seismic maps; in the second phase, the archaeological data is integrated with a macro-element reading, in order to breakdown stratigraphically and read from a seismological point of view the buildings examined. This kind of approach, in specific contexts of study, permitted to reconstruct the building history of the edifices analyzed, in relation to the seismic history of their territory. The identification and characterization of instabilities and possible restoration or reconstructions, combined with the stratigraphic analysis of the buildings, have provided information on their chronology (both relative and absolute). Once verified the accuracy of the hypothesis formulated, the collapsing and restoration activities interpreted as signs of past earthquakes (if not due to other natural or human causes) have given the possibility to connect them to seismic episodes not known in history and to understand how the building reacted to them. The application of archaeoseismology to the study of historical architecture in seismic risk areas can therefore contribute in a significant and innovative way to the knowledge of cultural assets and their context. In addition, the results obtained from this kind of approach can provide useful information for a deeper study of past earthquakes. This data, if well interpreted, can potentially constitute useful elements for the preventive analysis on buildings and for the seismological knowledge of the territory.

**Bibliographie :** Andrea Arrighetti est l'auteur, dans le domaine qui intéresse la présente séance du séminaire, entre autres, de :

- « Archeosismologia, architettura e terremoti », in *Atti del VII Congresso Nazionale di Archeologia Medievale, Lecce 9-12 settembre 2015*, Vol. I, Florence, 2015, p.3-6
- « L'Archeologia dell'Architettura come forma preventiva di conoscenza del patrimonio edificato storico in aree a rischio sismico », in *Atti del II Convegno Internazionale ReUso. La cultura del restauro e della valorizzazione, 6-8 novembre 2014*, Florence, 2014, p. 151-157.
- avec M. Sessa, « Il contributo dell'archeologia allo studio delle aree a rischio sismico », in *Atti del XXXIII Convegno del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida (GNGTS), Bologna 25-27 novembre 2014*, Rome, 2014, p.5-11.
- « Building Archaeology and seismic risk in the Mugello: from the collection of data to the documentaton of historical buildings », in *Congreso Internacional sobre Documentación, Conservación y Reutilización del Patrimonio Arquitectónico, Madrid, 20-22 June 2013*, Madrid, 2013, p. 269-276.
- et Alii, « Sismicità e cinetiche di degrado strutturali. Il contributo dell'Archeologia dell'Architettura », in *Atti del Convegno Internazionale di Studi "Conservazione e Valorizzazione dei siti archeologici", 9-12 luglio 2013*, Bressanone, 2013, p. 551-560.
- « Archeologia dell'architettura e rischio sismico. Proposta di procedimento operativo per l'analisi archeologica del costruito storico », in *IV Convegno Nazionale "Il futuro nell'archeologia. Il contributo dei giovani ricercatori", Tuscania (VT) 12-15 maggio 2011*, 2012, p.61-71.

Téléchargeables sur <https://alegrafast.academia.edu/AndreaArrighetti/Conference-papers>

Et vient de faire paraître :

*L'archeosismologia. Per un manuale*, Florence, Firenze University Press, 2015, 214 p. ISBN 978-88-6655-813-2

---

**Eric Calais**, Professeur, Directeur du département de Géosciences de l'Ecole normale supérieure (Paris, France) et membre senior de l'Institut Universitaire de France.

Après un doctorat auprès de l'Université de Nice, en 1999, il est chercheur post-doctorant à la *Scripps Institution of Oceanography* (USA) jusqu'en 1995, puis chargé de recherche au CNRS (Nice), jusqu'en 2001 et professeur à Purdue University (USA) jusqu'en 2012. Nommé University Faculty Scholar à Purdue en 2005, il reçoit le prix Jacob de l'Académie des Sciences en 2008 (France) et le prix Frank Press de la Seismological Society of America en 2012. Son domaine de recherche concerne les cinématiques et dynamiques des processus tectoniques, qu'il étudie à partir de la géodésie spatiale et de la modélisation des déformations. Il a conduit de nombreuses missions de terrain à travers le monde (Caraïbes, Asie Centrale, Afrique orientale), afin d'étudier des tremblements de terre individualisés ou des événements volcaniques, la déformation et le mouvement des plaques tectoniques. Il a co-dirigé l'*United Nations Haiti Earthquake Task Force* suite au tremblement de terre qui a dévasté Haïti en janvier 2010 et a été consultant scientifique auprès des Nations Unies à Haïti de 2010 à 2012.

**1562-2010 : un voyage historique en Haïti, à travers la résilience urbaine face aux tremblements de terre.**

Résumé de l'expérience à Haïti : <http://www.geologie.ens.fr/~ecalais/research/the-january-12th-2010-haiti/the-haiti-experience.html>

**Bibliographie** : il est l'auteur de 124 publications, dont, sur le sujet :

- Craig, T.J., E. Calais, L. Fleitout, L. Bollinger, O. Scotti, "Evidence for the release of long-term tectonic strain stored in continental interiors through intraplate earthquakes", *Geophys. Res. Lett.*, 43, doi:10.1002/2016GL069359, 2016.

- Symithe, S., E. Calais, "Present-day Shortening in Southern Haiti from GPS Measurements and Implications for Seismic Hazard", *Tectonophysics*, 679, 117-124, 2016.

- Douilly, R., J.S. Haase, W.L. Ellsworth, M.P. Bouin, E. Calais, S. Symithe, J.G. Armbruster, B. Mercier de Lepinay, A. Deschamps, S.L. Mildor, M. Meremonte, and S. Hough, "Improving the resolution of the 2010 Haiti earthquake fault geometry using temporary seismometer deployments", *Bull. Seism. Soc. America*, 103, 2305-2325, doi: 10.1785/0120120303, 2013

- Voir, pour une bibliographie complète : <http://www.geologie.ens.fr/~ecalais/publications/>

---

**Akio Sassa**, né à Osaka en 1975, a obtenu le diplôme d'ingénieur civil à l'Université de Kyoto (1997), le master en Architecture à l'Université de Tokyo (1999), et le doctorat en Histoire des Techniques au Conservatoire National des Arts et Métiers (2009). Sa thèse, rédigée sous la direction d'André Guillerme et intitulée *Le béton armé au Japon (1903-1945)*, éclaire les transferts technologiques qui ont favorisé la genèse des structures parasismiques japonaises en béton.

Il pratique depuis 2004 le métier d'ingénieur structure au sein des bureaux d'étude RFR et AELICE. Parallèlement, depuis 2013, il enseigne la résistance des matériaux et la conception structurelle à l'ENSA de Strasbourg. Cela fait des années qu'il est passionné par la réalisation

des formes originales résultantes d'un équilibre des forces subtil, et les fruits de cette recherche font l'objet d'expositions artistiques et d'exploitations pédagogiques.

### **Evolution des règlements et des pratiques de constructions parasismiques au Japon depuis la fin du XIXe siècle**

Suite à l'ouverture du pays en 1854, les technologies de construction occidentale ont été introduites rapidement au Japon par des ingénieurs occidentaux invités par le gouvernement. Aucun japonais ne doutait de l'excellence des bâtiments en maçonnerie occidentale par rapport aux constructions traditionnelles en bois, vis-à-vis notamment des incendies et des séismes. Cette illusion s'effondre très tôt face aux séismes de Yokohama (1880), d'Ischia (1883), de Nobi (1891) et de Tokyo (1894).

Dès lors, les ingénieurs occidentaux invités ainsi que leurs disciples japonais cherchent à améliorer la résistance sismique des ouvrages de manière scientifique, en se basant sur les enregistrements des ondes, les observations des dégâts, les expériences physiques et les recherches théoriques. Les enquêtes effectuées lors du séisme de San Francisco (1906) ainsi que les recherches successives ont été significatives. Toshikata SANO, membre de l'équipe d'enquêtes, publie en 1915 le premier manuel de construction parasismique spécifiant une méthode de calcul complet. Il y préconise l'emploi de portiques à nœud rigide, constitués d'acier pour les grands immeubles et de béton armé pour les bâtiments ordinaires. Son disciple Tachu NAITO, quant à lui, crée en 1922 un nouveau système parasismique très efficace. Il s'agit d'un portique métallique recouvert de béton armé, comportant des planchers monolithiques et des murs de cisaillement en béton armé disposés de manière optimale selon une méthode de calcul relativement simple.

En 1923, le grand séisme de Kanto a ravagé Tokyo et ses alentours par la violence des secousses et par les incendies provoqués par ces premières. La majorité des ingénieurs et des architectes ayant participé aux enquêtes sur les dégâts arrivent à la conclusion que les structures « rigides » préconisés depuis quelques années par SANO et NAITO sont efficaces. Le siège de la Nihon Kogyo Bank, dont la structure est conçue par NAITO, est devenu une référence puisqu'il a bien résisté aux secousses et aux incendies. L'année suivante, SANO dirige l'institution du premier règlement parasismique spécifiant l'accélération horizontale à prendre en compte dans le calcul sismique statique :  $0,1g$ . Ce n'est qu'un tiers de l'accélération maximale observée à Tokyo, mais cette valeur est jugée convenable lorsqu'elle est associée au coefficient de sécurité de 3 appliqué à l'époque aux matériaux.

Depuis, en ce qui concerne les bâtiments ordinaires, le principe à respecter demeure pratiquement inchangé en dépit de multiples mises à jour du règlement. Les seuls changements significatifs ont été effectués en 1981 suite au séisme au large de Miyagi (1978), demandant un calcul de la limite plastique vis-à-vis des méga-séismes. Les mises à jour instituées en 2000 après le séisme de Kobé (1995) ne concernent pratiquement que les maisons en bois, et aucune mise à jour n'est effectuée après le séisme de Tohoku (2011).

En dehors des bâtiments ordinaires, depuis les années 1960, nous retrouvons des innovations qui ont permis de bâtir les gratte-ciels : le portique métallique « souple », l'isolation parasismique, le contrôle passif et actif par amortisseurs, etc. Il est intéressant de souligner que ces idées existent depuis la fin XIXe siècle sans qu'elles soient rendues



réellement efficaces, jusqu'à ce qu'une révolution dans les matières élastomères et dans les calculs numériques se soit produite.

### **Bibliographie :**

#### Publications sur les constructions parasismiques en béton et acier

- « Shiro Mitsuhashi (1867-1915), Japanese pioneer of ferrocement », in Gloria Bianchino et Dario Costi (édit.), *Cantiere Nervi*, Skira, Milan, 2013, p.329-336
- « The first earthquake-resistant structures in Japan: Forgotten lessons from the earthquake of Ischia [1883], Nobi [1891] and San Francisco [1906] », in R. Carvais et al. (dir.), *Nuts & bolts of construction history*, Picard, Paris, p. 503-513
- « La précontrainte : origines et avenir », *Bulletin de la Société franco-japonaise des techniques*, 2012, p. 18-24
- « Les poutrelles métalliques enrobées de béton au Japon », in R. Carvais et al. (dir.), *Edifice et artifice, Histoires constructives*, Picard, Paris, 2010, p. 609-622
- « Hisanori Numata (1875-1952) : promoteur japonais des ponts mixtes en fer et béton », in Françoise Bosman (édit.), *L'art du vide, pont d'ici et d'ailleurs*, AMNT, Roubaix, 210, p. 120-137.
- *Le Béton Armé au Japon (1903-1945)*, thèse de doctorat rédigée sous la direction d'André Guillerme, Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, 2009
- « Numata Hisanori to Taikobashi [La passerelle de Taikobashi et son concepteur Hisanori Numata] », in Katsuhiko Oki (édit.), *Kawachi suigenchi [Barrage de Kawachi]*, Kita-kyushu, 2007, p. 1-13

#### Contributions aux congrès au sujet des constructions parasismiques en béton et acier

- « An historical outline of Composite Structures in Japan », *TICCIH XIII International Congress, Terni-Rome*, 2006
- « Reinforced concrete shells in Japan », *Transactions of the TICCIH Intermediate Congress, Nagoya*, 2005, p. 78-83
- « Kyoryo bigaku no tanjo [La naissance de l'esthétique du pont au Japon] », *Transactions of the AIJ Annual Congress, Tokyo*, vol. F2, 2001, p.239-240
- « Meiji, Taisho ki niokeru tekkin concrete kyo no design nitsuite [Étude historique sur la conception des ponts en béton armé au Japon, 1925-1945] », *Transactions of the AIJ Annual Congress, Chiba*, 2000, vol. F2, p.62-63
- « Showa senzenki niokeru tekkin concrete kyo no design nitsuite [Étude historique sur la conception des ponts en béton armé au Japon, 1903-1925] », *Transactions of the AIJ Annual Congress, Hiroshima*, vol. F2, 1999, p.421-422
- « Shuju no zairyō wo juten shita kokan no kyōdo to henkeino nitsuite [Étude expérimentale sur la résistance et la ductilité des colonnes d'acier remplies de matériaux variés] », *JSCE Kansai branch meeting, Osaka*, 1997.