

La préservation des maisons de style gingerbread d'Haïti



Rapport de mission après le séisme de 2010

Un projet du World Monuments Fund / ICOMOS soutenu par le Prince Claus Fund et FOKAL

La préservation des maisons de style gingerbread d'Haïti

**Rapport de mission après le séisme de janvier 2010
Décembre 2010**

Directrice de projet
NORMA BARBACCI

Auteurs du rapport
RANDOLPH LANGENBACH
STEPHEN KELLEY
PATRICK SPARKS
KEVIN ROWELL
MARTIN HAMMER
OLSEN JEAN JULIEN

Rédactrice du rapport
ERICA AVRAMI

Traduit par
ALICE DUVIVIER
MICHELE D. PIERRE-LOUIS
LUCIE COUET





PHOTO 1 *En couverture:* Façade ouest de la Villa Castel Fleuri dans l'avenue Christophe, une grande maison en maçonnerie composée de briques et de moellons bruts. Au cours de son histoire, elle a été brièvement la résidence du Président d'Haïti. Lors du tremblement de terre, elle a subi des dommages considérables, principalement la tour d'escalier en porte-à-faux (côté est) et les porches (côté ouest). Les plaques qui retiennent les tirants en fer qui pénètrent dans la Villa sont visibles sur la façade.

PHOTO 2 *Ci-dessus:* La résidence de Patrice Pamphile au 4, rue Casséus. Ce type de maison est inhabituel et pourtant caractéristique du vernaculaire haïtien de l'époque *gingerbread*, où se mélangent en une seule combinaison maçonnerie de moellons et de briques avec colombage, pans de bois et des cloisons enduites. Les vastes portiques, les grandes ouvertures et les plafonds élevés sont tous des éléments caractéristiques du style *gingerbread*.

Copyright © 2011
World Monuments Fund
350 Fifth Avenue, Suite 2412
New York, New York 10118

ISBN-10: 0-9841732-1-8
ISBN-13: 978-0-9841732-1-1

Le présent rapport peut être diffusé librement dans son intégralité: cependant, les photographies qu'il contient ne pourront être utilisées individuellement sans l'autorisation préalable des photographes du World Monuments Fund.

Table des Matières

4	Remerciements
5	Introduction
6	Développement du projet: œuvrer à une réponse commune
10	Méthodologie d'évaluation
10	Photographies aériennes obliques
14	Prospection de terrain
15	Base de données et rapports
16	Histoire et typologies de construction
16	Histoire
21	Matériaux de construction
24	Techniques de construction
34	Conditions et comportements
34	Etats antérieurs au séisme
38	Comportements du système et pathologies
55	Recommandations
57	Interventions immédiates et à court terme
58	Recherches et analyses
59	Matériaux et industries
60	Interventions spécifiques selon les typologies
68	Education et formation
69	Politique de protection
69	Financement
70	Conclusions
72	Annexe A: Directives et fiches pour l'évaluation après-séisme des dommages (ICOMOS)
79	Annexe B: Stratégies après-séisme de protection d'urgence et d'atténuation (ICOMOS)
82	Annexe C: Contacts
83	Annexe D: Biographies des auteurs
84	Crédits photographiques

Remerciements



Prince Claus Fund for
Culture and Development



Le présent projet, ainsi que les contributions du WMF, ont été rendus possibles grâce aux efforts conjoints de plusieurs institutions, parmi lesquelles :

Fondation Connaissance et Liberté (FOKAL)

Prince Claus Fund (PCF)

IIInstitut de Sauvegarde du Patrimoine National (ISPAN)

Conseil International des Monuments et des Sites (ICOMOS)

Haitian Education and Leadership Program (HELP)

**Pictometry International Corporation et le GIS Corps of the
Urban and Regional Information Systems Association (URISA)**

La mission d'évaluation et le présent rapport ont également été rendus possibles grâce aux efforts conjoints des personnes suivantes:

EQUIPE INTERNATIONALE

Martin Hammer

Stephen Kelley

Randolph Langenbach

Kevin Rowell

Patrick Sparks

EQUIPE ET COLLABORATEURS LOCAUX

Patrick Amazan, FOKAL

Allenby Augustin, FOKAL

Marc Jean Baptiste, FOKAL

Conor Bohan, HELP

Thierry Chérizard, FOKAL

Lucie Couet, FOKAL

Eloïte Colas, ISPAN

Jean Denis Noël, Université d'Etat d'Haïti / Etudiant de l'Ecole de Génie

Sébastien Denis, FOKAL

Daniel Elie, Directeur général, ISPAN

Olsen Jean Julien, Consultant indépendant /Architecte /ancien Ministre de la Culture

Michèle Pierre Louis, Présidente, FOKAL

Frédéric Mangonès, Indépendant /Architecte

Lorraine Mangonès, Directrice exécutive, FOKAL

Bernard Millet, Consultant indépendant /Architecte

Jeannine Millet, Consultante indépendante /Architecte

Eric Toussaint, FOKAL

Louis Jean Marie Trompé, FOKAL

James Vangelis, FOKAL

Patrick Vilaire, Consultant indépendant / Ingénieur civil

EQUIPE DU WMF

Lisa Ackerman, Vice-présidente et Directrice générale

Erica Avrami, Directrice de la Recherche et de l'Education

Norma Barbacci, Directrice des Programmes pour l'Amérique Latine et les Caraïbes

Ken Feisal, Directeur artistique

Des remerciements particuliers vont également aux nombreux propriétaires et résidents des maisons de style *gingerbread* qui ont si généreusement donné de leur temps et de leurs connaissances à cette mission et qui ont gracieusement accueilli l'équipe chez eux et dans leurs quartiers en des moments si difficiles. Leur engagement et leur collaboration illustrent le formidable esprit de la communauté *gingerbread* et l'espoir partagé en son avenir.

Introduction

En octobre 2009, les maisons de style *gingerbread* d'Haïti ont été ajoutées à l'édition 2010 de la World Monuments Watch List pour sensibiliser l'opinion internationale à ce patrimoine architectural unique. Parmi ces constructions qui datent du début du siècle dernier, autrefois élégantes, décorées de panneaux de bois chantournés et de claustras ouvragées, nombreuses sont celles qui sont tombées en décrépitude. Alors que l'instabilité politique et les conflits d'ordre économique empêchent les efforts de préservation au cours des récentes décennies, le *Haitian Education and Leadership Program* (HELP) attira l'attention du World Monuments Fund (WMF) sur les maisons de style *gingerbread* dans l'espoir de susciter des efforts en vue de la préservation de ces importantes constructions et de la revitalisation des communautés les occupant.

Moins de trois mois plus tard, le tremblement de terre dévastateur du 12 janvier 2010 frappait la population haïtienne et les lieux qui lui sont chers. La réaction face au désastre, d'envergure mondiale, a été immense. Ainsi de nombreuses organisations de protection du patrimoine culturel se sont rapidement mobilisées pour participer au sauvetage et à la préservation du patrimoine haïtien. Dès les premiers jours du mois de février, Norma Barbacci, directrice du WMF pour l'Amérique Latine et les Caraïbes s'est rendue en Haïti, pour y travailler avec les institutions locales et internationales et coordonner les efforts d'assistance. De nombreuses maisons *gingerbread* ont certes subi des dommages importants, toutefois ce type de construction traditionnelle s'est révélé particulièrement apte à absorber le choc sismique et en conséquence rares sont celles à s'être effondrées. Le Gouvernement haïtien a donc souhaité que ces quartiers, dont l'architecture est emblématique, bénéficient en priorité de l'assistance internationale de préservation.

La Fondation Connaissance et Liberté (FOKAL), en partenariat avec le programme HELP, a alors lancé un vaste projet destiné à la revitalisation des quartiers *gingerbread*. S'associant à FOKAL, au Conseil International des Monuments et des Sites (ICOMOS) et à l'Institut de Sauvegarde du Patrimoine National Haïtien (ISPAN), le WMF a procédé à la mise en œuvre d'une première évaluation de l'état des maisons *gingerbread* pour fournir un état des lieux qui permettra l'engagement des efforts de réhabilitation.

Parallèlement, le WMF et le Prince Claus Fund (PCF) élaborèrent un autre accord de coopération destiné à sauvegarder des monuments et des sites du patrimoine culturel endommagés par les catastrophes naturelles ou par l'action de l'homme. Ce programme conjoint vise à fournir une assistance d'urgence là où elle fait le plus défaut tout en attirant l'attention sur la détresse des communautés au lendemain de la catastrophe et de la destruction de leur patrimoine. La crise en Haïti immédiatement a fait l'objet d'une aide concertée. Le WMF et le PCF, apportant des fonds d'une valeur égale, dépêchèrent en Haïti une équipe d'experts de l'ICOMOS, tandis que sur le terrain FOKAL fournissait support et financement aux équipes internationales et locales.

Le présent rapport expose les résultats de la mission d'évaluation et la première étape d'un long processus de revitalisation urbaine. Les données recueillies serviront à informer, à construire un programme de restauration complet des maisons des quartiers *gingerbread*, à encourager la poursuite de la coopération entre les institutions partenaires, et enfin à favoriser la participation de la communauté. La collecte de rapports techniques et la rédaction d'un manuel à l'intention des résidents et des propriétaires, afin de leur permettre de réparer et de conserver les maisons *gingerbread* tout en redonnant à leurs quartiers une nouvelle vitalité, constitue un des éléments clés voulus par le WMF pour la mise en œuvre phases futures. Cette évaluation est un travail préparatoire au partage d'informations pour la protection du patrimoine et au développement de la communauté. En mettant en exergue difficultés et opportunités auxquelles la communauté des maisons *gingerbread* est fréquemment confrontée, l'équipe du projet et les différents partenaires espèrent favoriser une coopération efficace tout en garantissant un soutien collectif au processus de relance.

Développement du projet: Œuvrer à une réponse commune

Le 12 janvier 2010, un séisme catastrophique d'une magnitude de 7,0 sur l'échelle de Richter, dont l'épicentre se situait à proximité de la ville de Léogâne, environ 25 kilomètres à l'ouest de Port-au-Prince, frappa Haïti.

Les pertes en vies humaines et l'ampleur des destructions, causés par la catastrophe ont bouleversé le monde entier. Le Gouvernement haïtien estime qu'environ 230 000 personnes ont perdu la vie, 300 000 ont été blessées et environ 1,5 millions se sont retrouvées sans abris lors de cette tragédie, cependant, ces chiffres ne pourront jamais être réellement confirmés. Par ailleurs 250 000 résidences et 300 000 immeubles commerciaux se sont effondrés ou ont été sévèrement endommagés.

La disparition du patrimoine culturel, pendant et après la catastrophe, est une autre conséquence « classique » de tels désastres. Si les secours apportés aux populations sont d'une importance primordiale, la sauvegarde du patrimoine n'en est pas moins un élément déterminant pour la préservation de la continuité culturelle et de l'identité collective. Des études rapides et superficielles sont effectuées pour évaluer la viabilité des immeubles endommagés à la suite de quoi de nombreux édifices historiques sont souvent démolis ou tout simplement abandonnés. L'évaluation rapide des dommages après une crise, ainsi que l'arrivée de l'aide internationale pour la reconstruction, conduisent fréquemment à la prise de décisions hâtives quant à la survie du tissu architectural antérieur. De telles décisions concernant ce qu'il faut sauver ou non du paysage bâti peuvent avoir des effets irréversibles pour la population et son environnement.

La communauté internationale de la conservation a rapidement réagi après le tremblement de terre en Haïti. Ayant déjà inscrit les maisons *gingerbread* dans l'édition 2010 de la World Monuments Watch List, le WMF a tissé des liens étroits avec des organisations locales haïtiennes au lendemain du tremblement de terre puis a été invité, lors d'une des toutes premières missions, du 3 au 6 février 2010, à inspecter les dommages subis par les édifices historiques. Dans le même temps, Gustavo Araoz, Président du Conseil International des Monuments et des Sites (ICOMOS), crée un Comité de Direction de l'ICOMOS pour Haïti composé de professionnels du monde entier ayant l'expérience dans la sauvegarde du patrimoine culturel suite à une catastrophe. Norma Barbacci, directrice du WMF pour l'Amérique Latine et les Caraïbes se rendit à nouveau en Haïti du 18 au 21 février 2010 en compagnie du Président du Comité de Direction de l'ICOMOS, Dinu Bumbaru. Cette mission engagea de nouvelles discussions avec les responsables de l'Institut de Sauvegarde du Patrimoine National (ISPAN) afin d'identifier les sites du patrimoine nécessitant le plus une aide internationale (Photos 5 et 6).

PHOTO 3 Le séminaire catholique au no. 110, rue de la Fleur-du-Chêne. On peut voir l'effondrement partiel de la tour d'angle de cette construction à palier console.



PHOTO 4 L'inscription peinte en rouge "MTPTC 6" indique que l'inspection par le Ministère des travaux publics, transports et communications estime dangereuse l'occupation de cette tour.



PHOTO 5 Dinu Bumbaru (ICOMOS), Herman van Hooff (UNESCO), Conor Bohan (HELP), Norma Barbacci (WMF), Olsen Jean Julien et Frédéric Mangonès (Equipe d'Evaluation), Monique Rocourt et Daniel Elie (ISPAN) devant le Palais National en février 2010.



PHOTO 6 Frédéric Mangonès et Olsen Jean Julien (Equipe d'Evaluation), Conor Bohan (HELP), Dinu Bumbaru (ICOMOS) et les religieuses de la Maison Bazin en février 2010.

Les maisons *gingerbread*, avec leurs ornements complexes et leurs toits effilés en forme de flèche, constituent une période importante du style postcolonial et sont les emblèmes d'un patrimoine architectural typiquement haïtien. Les maisons *gingerbread* sont des icônes du passé d'Haïti riche et animé et représente un symbole capital pour la reconstruction du pays. La réparation et la revitalisation de ces maisons sont considérées comme étant des éléments clés dans le processus de refondation. Le WMF a donc accepté d'aider à la mise en place d'un projet commun dont l'objectif est la conservation des maisons des quartiers *gingerbread* de Port-au-Prince.

La Fondation Connaissance et Liberté (FOKAL), institution à but non lucratif, basée en Haïti et financée par l'Open Society Foundations créé par Georges Soros, a également compris que les maisons *gingerbread* représentaient une importante opportunité pour aider à la revitalisation de la communauté urbaine et de son héritage. Le 12 mars 2010, la présidente de FOKAL, Michèle D. Pierre-Louis, et la directrice exécutive, Lorraine Mangonès, ont rencontré à New York Bonnie Burnham, présidente du WMF et Lisa Ackerman, vice-présidente et directrice générale, afin d'évoquer la proposition de FOKAL de réhabiliter des quartiers *gingerbread*. Il a notamment été fait état des avantages sociaux, économiques et environnementaux découlant de la préservation de ce patrimoine unique, préservation qui, en outre, offrirait aux résidents l'opportunité d'être des acteurs de la reconstruction. L'investissement du WMF, de FOKAL et de l'ICOMOS, et l'appui financier du Prince Claus Fund, ont abouti à une mission technique d'évaluation de l'état des maisons *gingerbread*.



PHOTO 7 Madame Jacqueline Mathon, propriétaire du 9, rue du Travail Première (Photo 137). Le père de son mari a conçu cette maison et une autre élégante résidence, la maison Bazin, qui se trouve à proximité.

Les membres du Comité de Direction de l'ICOMOS pour Haïti et le Comité international de l'ICOMOS pour l'Analyse et la Restauration des Bâtiments du Patrimoine Architectural (ICOMOS—ISCARSAH) ont créé une équipe chargée d'une mission commune et ont élaboré une méthodologie d'évaluation des dommages et de l'état des maisons *gingerbread* après le séisme comprenant les points suivants:

- Un inventaire des maisons *gingerbread* des quartiers de Port-au-Prince du Bois-Verna, de Pacot et de Turgeau, basé sur des données recueillies à partir de photographies aériennes obliques;
- Une évaluation préliminaire des dommages et de la faisabilité des réparations des maisons touchées par le séisme à partir de photographies aériennes et d'inspections sur le terrain;
- Une documentation systématique basée sur les photographies des dommages causés aux quartiers par le séisme;
- Le développement d'une base de données « open source », permettant de gérer toutes les informations relatives aux maisons *gingerbread* (techniques, historiques, droits de propriété, etc.);
- Une compilation de la documentation et des matériels analytiques préexistants qui favorisent la rédaction des manuels (phase ultérieure du projet) destinés à la réparation et la conservation du style *gingerbread* en Haïti.

L'équipe de la mission internationale comprend:

- Randolph Langenbach, conservateur en architecture, photographe documentaire, membre de l'ICOMOS—ISCARSAH (chef de mission);
- Stephen Kelley, architecte, ingénieur-contracteur principal de la firme Wiss, Janney, Elstner et Associés, Inc., Chicago, Illinois, président et Co-président de l'ICOMOS—ISCARSAH;
- Patrick Sparks, ingénieur-contracteur, principal et fondateur de la firme Sparks Engineering, Inc., Texas; membre de l'ICOMOS—ISCARSAH;
- Kevin Rowell, constructeur, Natural Builders, Inc., El Cerrito, Californie;
- Martin Hammer, architecte, Berkeley, Californie.

L'inventaire susmentionné des maisons *gingerbread* commença en amont de l'arrivée de l'équipe en Haïti. Grâce aux efforts de Monsieur Randolph Langenbach, l'équipe a pu disposer de photographies aériennes obliques détaillées fournies par Pictometry International Corp. de Rochester, New York. Pictometry a offert ces données indispensables à l'ICOMOS par l'intermédiaire du Corps GIS de l'Urban and Regional Information System Association. Le Corps GIS assure bénévolement des services SIG (Système d'Information Géographique) aux communautés touchées par des catastrophes. Ces photographies aériennes obliques ont permis à l'équipe de réaliser une enquête préliminaire sur les dégâts occasionnés par le tremblement de terre sur les maisons des quartiers *gingerbread*. (Voir la « Méthodologie d'évaluation » pour plus d'informations).

L'équipe a séjourné en Haïti du vendredi 16 au mercredi 28 avril 2010, où elle a effectué, en collaboration avec des équipes de l'ISPAN et de FOKAL, les travaux sur le terrain. Au cours de cette enquête chaque membre de l'équipe internationale a été associé à un membre de l'équipe nationale. Un élément clé du processus d'évaluation a été de faciliter le plus d'échanges possibles entre l'équipe internationale, l'équipe nationale et les propriétaires des maisons, en sorte que toutes les parties puissent bénéficier de cette collaboration (Photo 7). A deux reprises au cours de la mission, l'équipe et les propriétaires des maisons *gingerbread* se sont réunis pour faire l'état des progrès et discuter de leurs interrogations et préoccupations. Organisées par FOKAL, ces séances ont permis à la fois un dialogue efficace entre la communauté et les professionnels et une présentation immédiate des résultats préliminaires (Photo 8). Plus de 200 propriétaires et résidents ont participé à ces réunions qui ont eu pour mérite de rapprocher les membres de la communauté et de donner aux propriétaires l'occasion de prendre une part active au processus de discussion relatif à la réparation et la réhabilitation.

- Les principaux résultats de la mission d'évaluation sont résumés dans le présent rapport et comprennent:

- L'identification et la cartographie des ressources du patrimoine dans le district *gingerbread*;
- Le développement d'une base de données en ligne des enquêtes sur les dégâts subis par les *gingerbread* (accessibles sur le site suivant: <http://www.wmf.org/project/gingerbread-houses>);
- Une analyse préliminaire des dégâts et de la faisabilité des réparations des maisons *gingerbread*;
- Des recommandations pour la mise en place de mesures immédiates de protection et de stratégies à long terme pour des réparations et la restauration permanentes des bâtiments du patrimoine.

Dans l'attente d'un financement additionnel, le projet se poursuivra grâce à la collaboration des institutions. Les grandes priorités sont:

- 1) **Rapports techniques:** Une série de rapports détaillés sur la réparation des dégâts et la restauration seront élaborés et pourront être distribués aux propriétaires des maisons, aux architectes, ingénieurs et entrepreneurs. Ils pourront se baser sur les résultats de l'évaluation et détermineront les meilleures procédures de réparation des différents systèmes de construction et les différents degrés des dégâts;
- 2) **Base de données:** La base de données en ligne mentionnée plus haut devra être élargie de sorte à inclure des informations historiques supplémentaires, des estimations de coût et les résultats sur des études techniques d'évaluation de l'indice de vulnérabilité;
- 3) **Exposition:** Une exposition des maisons *gingerbread* pourrait être organisée avec des photographies provenant de l'évaluation et autres informations pour attirer l'attention sur l'importance des efforts de ces quartiers pour restaurer et protéger ces constructions;
- 4) **Formations:** Le WMF et FOKAL travaillent au développement d'un programme de formation aux métiers de la réparation et de la conservation de l'architecture historique haïtienne.

PHOTO 8 Des propriétaires repèrent leurs maisons sur les images cartographiques de la firme Pictometry au cours d'une des réunions de la communauté.



Méthodologie d'évaluation

Le champ d'action de cette évaluation a couvert les dégâts occasionnés par le tremblement de terre dans une zone centrale du district *gingerbread* de Port-au-Prince (Photo 10).

Les équipes d'évaluation ont focalisé leur travail sur les quartiers de Bois-Verna, Pacot et Turgeau, qui concentrent le plus de maisons *gingerbread*. La mission du mois d'avril couvrait plus de 200 maisons *gingerbread* dans un quartier en possédant au moins 300. L'évaluation impliquait un inventaire initial et un premier repérage des maisons *gingerbread* par l'utilisation de photographies aériennes obliques. Ce travail préliminaire a été suivi par une enquête de terrain de photo-documentation systématique, d'évaluation des dégâts et de faisabilité des réparations. Le travail post-mission impliquait le développement de la base de données sur les dégâts causés aux *gingerbread* et des rapports sur les résultats et les recommandations.

Photographies aériennes obliques

Peu de temps après le séisme de janvier, le *Earthquake Engineering Research Institute* (EERI) procédait à une évaluation préliminaire des dégâts par télédétection (EPD) en utilisant des photographies aériennes perpendiculaires de haute résolution, empruntées à Google Earth. La société internationale de gestion des risques ImageCat, Inc., située à Los Angeles, a coordonné l'EPD par le biais du *Global Earth Observation Catastrophe Assessment Network* (GEO-CAN). De nombreux ingénieurs dans le monde entier ont participé depuis leurs bureaux à l'EPD et les résultats ont été publiés par la Banque Mondiale. Ceci s'est avéré utile pour les premières phases de la réponse au désastre et des efforts de sauvegarde. La méthodologie d'utilisation de ces données en image pour l'EPD exige une analyse méticuleuse des données en question pour détecter l'éparpillement des débris. On pouvait à peine deviner la hauteur des édifices endommagés à partir des ombres projetées dans les images captées en plein soleil et les étages effondrés n'étaient pas toujours visibles, ni même faciles à détecter.

Les images perpendiculaires de ce type ont une valeur encore plus limitée lorsqu'il s'agit d'évaluer les dégâts causés aux monuments historiques. Ces évaluations supposent de pouvoir distinguer les édifices appartenant au patrimoine pour ensuite mesurer les effets du séisme. Ceci est particulièrement vrai en Haïti où il existait une documentation limitée sur les bâtiments historiques qui n'avaient pas été détruits par le séisme. C'est ainsi que les photographies aériennes obliques de Port-au-Prince, Jacmel et d'autres régions qui ont été affectées par le séisme, dont généreux de *Pictometry International Corp.*, sont d'une valeur inestimable.

Les équipements patentés de Pictometry utilisés pour les prospections aériennes captent automatiquement des images obliques aux quatre points de repère géographique, le nord, le sud, l'est et l'ouest et une cinquième caméra est pointé directement vers le bas (Photo 9). La résolution des images est suffisamment haute pour distinguer soit les personnes dans la rue soit les détails architecturaux jusqu'aux per-

PHOTO 9 Vue aérienne perpendiculaire du Palais National après le tremblement de terre et vue aérienne oblique du côté Nord.

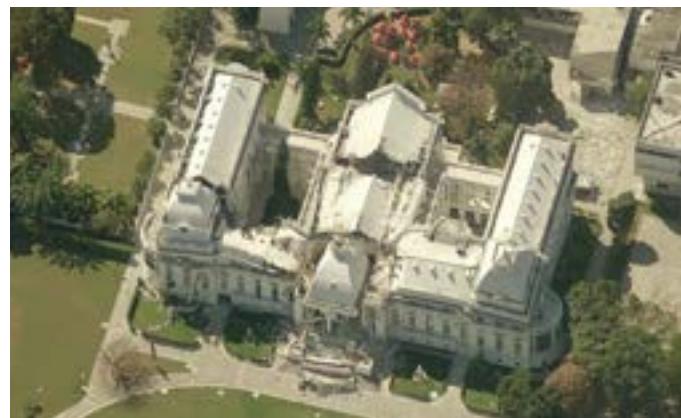




PHOTO 10 Carte du district
gingerbread avec les zones
prioritaires de Picometry.

siennes et parfois même aux meneaux des fenêtres. Les sections effondrées des immeubles, la perte de plâtre et les importantes fissures des bâtiments encore debout sont aussi visibles. C'est un procédé relativement fiable pour détecter les matériaux et les méthodes de construction de nombreux édifices du patrimoine dans le district endommagé.

En utilisant l'interface web de Pictometry, les images des constructions individuelles ont pu être sélectionnées et téléchargées, permettant ainsi la création d'un inventaire complet de toutes ces constructions dans le district *gingerbread*—avant même d'arriver en Haïti. Cette méthode s'est révélée de loin plus détaillée et beaucoup plus simple à mettre en œuvre qu'un travail identique mené sur le terrain. En téléchargeant les images à haute résolution et en les retouchant avec le logiciel Adobe Photoshop, les photographies peuvent également être organisées en une mosaïque unique couvrant des quartiers entiers de la ville, y compris tout le district des maisons *gingerbread*. Il était alors possible de créer une série de cartes aériennes—tout comme les perspectives axonométriques—du district à partir de chacun des quatre repères géographiques, plus la perpendiculaire. Elles pouvaient alors être imprimées et exposées et même emportées sur le terrain par les équipes effectuant les inspections de chaque bâtiment (Photo 12).

La réalisation de ce travail avant même l'arrivée de l'équipe en Haïti a constitué un avantage déterminant. Non seulement cela a permis d'être informés à l'avance sur le développement des champs d'action de l'évaluation, mais ceci a également instruit les membres de l'équipe sur les types d'immeubles, de matériaux et sur les conditions qui les attendaient sur le terrain. Une fois en Haïti, ces images ont représenté une ressource précieuse pour localiser les édifices dans la mesure que la plupart des maisons *gingerbread* sont masquées par de grandes barrières et des murs de clôture qui obstruent la vue à partir de la rue.

Au cours de la mission, une exposition de ces cartes-mosaïques s'est tenue au siège de FOKAL à Port-au-Prince à l'occasion de la première réunion des propriétaires des maisons (Photo 11). Lors de cette séance, les propriétaires et les résidents ont été invités à identifier leurs maisons sur les cartes. Cet exercice a suscité un vif intérêt auprès de la communauté. Cette action, a renforcé l'idée que les quartiers *gingerbread* constituent un élément de cohésion pour la communauté et un district historique. Elle a permis aux propriétaires de replacer leurs maisons et les dégâts subis dans la perspective plus large de la communauté toute entière.



PHOTO 11 La première réunion des propriétaires et l'exposition de la mosaïque de Pictometry des vues aériennes du district *gingerbread* et du centre-ville de Port-au-Prince ont eu lieu le 20 avril 2010 à FOKAL. Ici, un propriétaire repère sa maison sur une des images.



PHOTO 12 Séquence d'analyse utilisant les photographies aériennes obliques de Pictometry. Elle commença avec l'accès fourni par Pictometry, grâce à leur interface en ligne, qui ne couvre qu'une surface équivalente environ à un pâté de maison. Cette même interface permet de télécharger chaque image telle qu'elle a été prise de l'avion qui couvre une zone d'un peu moins de 250 hectares. La mosaïque des images de Pictometry du district *gingerbread* couvrait une zone d'environ quatre km²—16 fois la zone couverte par une seule image. Les maisons individuelles figurant sur ces cartes étaient suffisamment visibles pour distinguer les dégâts extérieurs de plusieurs d'entre elles. Celle qui figure ici, le 9, rue du Travail Première, n'est pas visible de la rue parce que située derrière une grande clôture et partiellement dissimulée par des arbres et des constructions avoisinantes. En revanche, elle peut être clairement reconnue sur les vues aériennes. La photo en bas à droite fournie par la propriétaire montre la maison avant le tremblement de terre, confirmant que les dégâts avaient été occasionnés par l'effondrement d'un lourd porche en béton armé qui avait été ajouté.

Photos aériennes par Pictometry. Mosaïque créée par Randolph Langenbach avec le logiciel Adobe. Photo du milieu en bas de page par Randolph Langenbach et à droite en bas de page, courtoisie de la propriétaire.

Prospection de terrain

La Méthodologie d'Evaluation des Constructions et d'Atténuation a été spécifiquement développée pour Haïti par l'ICOMOS. Les principaux concepteurs de cette méthodologie sont Stephen Kelley et Patrick Sparks, tous deux membres de l'ICOMOS—ISCARSAH (Photo 13). Les évaluations ont été effectuées par des équipes utilisant les Directives et fiches pour l'évaluation après-séisme des



PHOTO 13 Stephen Kelley et Patrick Sparks inspectant une des maisons.

Building Information		Quarter	Bors Verne	Damage Rating*	
Address*		Lat/long		Surveyor*	Trimpé
Owner		Occupied?	Non	Accuracy of Inspection	Partial - Exterior
Source*	1	Footprint Area		Attachments: Photo and field survey form	
1st Story Type*	Briques - pierre	Rapport aux autres Bâtiments	Enclavé	Image 1	Choose File
Add another				Image 2	Choose File
Morphologie du site	Pente douce	Forme Bâtiment - Plan	Régulier	Fiche	Choose File
Dommages du site	Liquéfaction	Forme Bâtiment - Façade	Irégulier	Image from Photometry	
Adéquation des liaisons	Égaré	Dépôts préexistants	Séchés	Image 1	Choose File
Décrire liaisons		Actions Prévues	Inspection détaillée	Image 2	Choose File
		Measures d'urgence existantes	Tampons	Fiche	Choose File
Surveyor's remarks					

PHOTO 14

dommages de l'ICOMOS, élaborés dans le cadre de la méthodologie pour une évaluation rapide. Les formulaires sont établis d'après le protocole italien d'évaluation des dégâts occasionnés par un tremblement de terre, et d'après le formulaire ATC-20 consécutif à un désastre. Ils ont également été adaptés aux typologies traditionnelles des constructions *gingerbread*. Les directives et formulaires (en versions anglaise et française) sont inclus dans l'annexe A du présent rapport.

Un élément clé du processus d'évaluation sur le terrain a été de regrouper les membres de l'équipe internationale et leurs alter ego locaux, favorisant ainsi d'importants échanges d'informations concernant le style *gingerbread* et les propositions d'évaluation. Les formulaires mentionnés ont été remplis par ces équipes permettant la collecte rapide et efficace des données sur chaque maison: méthode de construction; niveau des dommages aux structures; mesures recommandées. Des informations complémentaires ont été également échangées et recueillies au cours des deux réunions avec les résidents.

Base de données et rapports

Les données recueillies ont été saisies dans une base de données « open source » (Photo 14) pour gérer toutes les informations relatives aux maisons *gingerbread*, qui peut être consultée à l'adresse: <http://www.wmf.org/project/gingerbread-houses>

Des observations, analyses et recommandations ont également été préparées par chaque membre de l'équipe. Ces contributions individuelles ont été compilées et intégrées pour produire le présent rapport.

Histoire et typologies de construction

Histoire

Les maisons *gingerbread* ne forment qu'une fraction du riche patrimoine culturel d'Haïti. Si des maisons de ce style existent dans plusieurs régions du pays, y compris Pétion-Ville et plus loin dans les villes de Jacmel et du Cap-Haïtien, la plus grande concentration et quelques-uns des plus beaux exemples se concentrent dans une zone d'environ 1,5 Km² au sud-est du centre-ville de Port-au-Prince, englobant cinq quartiers: Bois-Verna, Turgeau, Babiole, Pacot et Desprez. Se développant à partir de ce que Georges Corvington a appelé « la colline verte » et caractérisés par des résidences traditionnelles de l'élite haïtienne¹, ces quartiers présentent ensemble un niveau élevé d'intégrité en milieu urbain et peuvent donc être considérés comme un district historique cohérent.

L'expression « *gingerbread* » a été adoptée dans les années 1950 lorsque des touristes américains venus visiter Haïti ont comparé ce style à celui proche des édifices de l'ère victorienne des Etats-Unis (Photos 15 et 16). Toutefois, ce style est à la fois un mélange d'influences internationales et typiquement haïtien. L'importance de ces résidences a été reconnue dans la littérature architecturale² et bien résumée lors de leur inscription à l'édition 2010 du World Monuments Watch List:

Le mouvement *gingerbread* commença à Haïti en 1881, pendant le gouvernement de Lysius Salomon, par la construction du Palais National. Il a 'servi de modèle et établi de nouvelles normes de construction à Port-au-Prince: une charpente en bois, garnie de briques et décorée de bois sculpté sur les façades et les bords des toitures, avec de hauts plafonds et de grandes baies ouvrant sur de vastes galeries'.³ En 1887, l'immeuble abritant actuellement le fameux Hôtel Oloffson avait été commandé par le fils du Président Tirésias Simon Sam. Construit par l'architecte français Brunet, l'hôtel était à l'origine une villa privée à l'architecture inspirée des lieux de villégiature européens. Cet immeuble est un symbole de l'architecture haïtienne de renommée internationale et a servi de cadre au célèbre roman *Les Comédiens* de Graham Greene paru en 1966 (Photo 17).

En 1895, trois jeunes Haïtiens se rendirent à Paris pour y étudier l'architecture et revinrent en Haïti décidés à tirer parti de ce mouvement architectural naissant en adaptant le style contemporain des maisons de villégiature françaises au climat tropical d'Haïti. Georges Baussan, Léon Mathon et Joseph-Eugène Maximilien comblèrent le vide de l'architecture haïtienne en dessinant des plans de maisons associant le goût des Haïtiens pour les motifs élaborés et les couleurs vives à la grandeur de l'architecture des maisons de villégiature françaises, créant ainsi un style purement haïtien de maisons en treillis. Ces trois hommes lancèrent un mou-

¹ « La zone périphérique que la ville va peu à peu absorber est encore constituée de grandes propriétés appartenant à des personnalités qui se sont enrichis dans la politique, le négoce ou l'agiotage. C'est sur ce site champêtre, éloigné des rumeurs de la cité, à l'abri des funestes incendies, que la bourgeoisie jette son dévolu. Pour tous bourgeois qui se respecte et tient à son prestige économique, la grande mode sera de posséder une villa à Turgeau, à Peu-de-Chose ou à Desprez. Se trouvera dès ce moment fixé le dessin aristocratique de ces zones suburbaines. Zone résidentielle déjà en pleine évolution, Turgeau, grâce à la situation sociale de ses habitants, tous, hommes politiques influents, barons de la finance, membres de l'élite du commerce haïtien et étranger, voit se consacrer sa réputation de quartier d'élégance et de luxe. A partir du Petit-Four, commencent à s'échelonner de coquettes et riantes villas, celles d'Eugène Poulle, de Mme Messac, de Frédéric Carvalho, Edouard Caze, des héritiers Gateau. Plus on se rapproche de la montagne, plus s'accentue la rectitude des lignes, le fini des maisons. Au milieu d'une abondante végétation tropicale se dresse l'imposant chalet des époux Ed. Pinckcombe, Babiole. Un peu plus loin, on admire la gentille villa des Godefroy, celles de Frédéric Marcelin, la maison Tranquille, de Tracy Riboul, de Louis Horelle, d'Eugène de Lespinasse, le chalet du président Solitude-Villa, et là-haut, dans la fraicheur et la verdure, à la limite des propriétés bâties, le domaine des Bambous, appartenant à la famille Soulouque. On y distingue deux confortables demeures, celle où loge le ministre des Etats-Unis, construite en 1849 et celle plus vaste et à étage des Soulouque. L'impératrice déchue y coule une paisible retraite en compagnie de sa fille, Mme Amitié Lubin, ex-princesse Olive, femme cultivée et de haute distinction. » Georges Corvington, *Port-au-Prince, Au Cours des Ans*, Tome II, 1804-1915, Editions Cidhica, 2007. Pages 342-344.

² Plus particulièrement, Anghelen Arrington Phillip, *Gingerbread Houses: Haïti's Endangered Species* (1975) et Suzanne Slesin, *Caribbean Style* (1985).

³ *Guides Panorama Haïti, L'Art de vivre en architecture dans les Tropiques*, p. 8.



PHOTO 15 La maison Peabody à Pacot datée de 1912. Cette maison à colombage et charpente en bois n'a pratiquement pas été endommagé par le séisme.



PHOTO 16 Une importante maison *gingerbread* au 32, av. Lamartinière construite par l'ancien président Tancrede Auguste, figurant également sur les Photos 59, 120, 124 et 140.



PHOTO 17 Vue de la terrasse supérieure de l'Hôtel Oloffson.
Voir aussi les Photos 19, 99 et 100.

vement qui a produit des dizaines de maisons élégantes dans les quartiers chics de Port-au-Prince. Malheureusement, cette grande période de l'architecture haïtienne a pris fin en 1925 avec la décision du maire de la ville d'ordonner que toutes les nouvelles constructions soient en maçonnerie, béton armé ou en fer pour éviter les incendies.

Les maisons *gingerbread* ont connu une période de prospérité lorsqu'Haïti, partenaire dynamique de la communauté internationale, accueillit l'Exposition de Paris en 1900 en y adaptant et intégrant des influences étrangères à l'art populaire et à l'architecture haïtiennes. Les couleurs vives des ouvrages à clairevoie, les balustrades richement ornées et les découpes décorant les portes et les fenêtres sont emblématiques de la culture de l'époque. Les motifs complexes que l'on retrouve partout dans ces maisons sont, semble-t-il, représentatifs des dessins traditionnels « vèvè » tracés sur le sol pour appeler les esprits lors des cérémonies vaudou. Ces maisons, avec leur style haïtien unique et leurs architectes natifs d'Haïti sont les symboles de l'indépendance durement obtenue de ce pays. Bien que cette architecture intègre des éléments provenant de l'étranger, elle doit être considérée comme une véritable architecture nationale à la différence de l'architecture principalement coloniale du reste de la Caraïbe.

En raison du climat tropical d'Haïti, les maisons *gingerbread* ont été conçues pour tirer le meilleur parti de la ventilation et de l'ombre, tout en limitant l'humidité.

Les hauts plafonds et les vastes greniers pourvus de volets d'aération permettent à l'air chaud de monter avant d'être expulsé. Les grandes galeries qui s'étendent de la façade principale jusqu'aux murs latéraux fournissent ombrage aux fenêtres et permettent de prolonger l'espace de la maison au-delà de ses murs. Les lourds volets posés aux fenêtres peuvent être fermés rapidement et hermétiquement en cas de tempête tropicale ou de cyclone. Le rez-de-chaussée surélevé contribue à empêcher que l'humidité n'atteigne les encadrements en bois et les espaces intérieurs et protège contre les insectes. Les toits en pente permettent à l'eau de pluie de s'écouler facilement lors des fréquentes averses.

PHOTO 18 Un modèle plus petit et plus modeste de maison *gingerbread* au 26 de la rue 7.





PHOTO 19 Utilisation à des fins non résidentielles de maisons *gingerbread*. *Ci-dessus* le Collège des Jeunes Filles au 10 de la rière Impasse Lavaud; *en haut à droite* l'Hôtel Oloffson, hôtel depuis 1936, a été un hôpital militaire américain de 1915 à 1935; *à droite* le 84 av. Lamartinière, en cours de rénovation pour être réaménagé en restaurant; *en bas* deux immeubles typiques en bois situés dans l'avenue John Brown, avec espaces commerciaux au rez-de-chaussée. Tous ces modèles sont emblématiques de l'architecture vernaculaire haïtienne dérivant des maisons style « fusil de chasse » longilignes et étroites, avec murs à pignons et des pièces de la largeur du bâtiment.



A l'origine et presque exclusivement, les maisons *gingerbread* étaient destinées à servir de résidences familiales (avec parfois logement pour serviteurs), pour les Haïtiens fortunés. Cependant, de nombreuses maisons, plus petites et plus modestes furent également construites, toujours existantes principalement dans les parties nord et ouest du district, présentent un style *gingerbread* simplifié, mais avec des normes de constructions similaires (Photo 19).

La majorité des bâties *gingerbread* dans la zone évaluée servent toujours de résidences et beaucoup d'entre elles sont habitées et appartiennent encore à des résidents descendant directement des premiers propriétaires. Certaines de ces maisons sont aujourd'hui habitées par des familles élargies ou par plusieurs familles, d'autres enfin ont été divisées en appartements. Toutefois, de nombreux immeubles *gingerbread* à utilisation mixte ont été adaptés à des fins non résidentielles pour héberger, entre autres, des institutions religieuses, des bureaux, de nombreuses



PHOTO 20 Une maison *gingerbread* grande et élaborée entourée encore aujourd'hui de sa spacieuse propriété d'origine au 9 rue Bellevue.



écoles et un hôtel de premier plan. Une des maisons est actuellement en cours de réparation pour être aménagée en restaurant (Photo 19).

Les résidences *gingerbread* originales étaient construites sur de grandes propriétés (Photo 20). Des décennies de pression urbaine, à proximité du centre-ville en particulier, ont souvent entraîné le morcellement des propriétés en un ou plusieurs lots en vue d'y construire des habitations résidentielles ou non. Depuis le milieu du vingtième siècle, la plupart des nouveaux bâtiments ont été construits avec des charpentes en béton et/ou des murs en blocs de ciment avec plancher et toiture en dalles de béton armé. L'urbanisation croissante du district *gingerbread* et les préoccupations de sécurité ont conduit à l'érection de hautes clôtures et de barrières de protection autour des propriétés. Ces murs de sécurité, ainsi que les bâtiments intercalaires et les adjonctions que l'on voit généralement en ciment et béton armé, ont tout simplement masqué la plupart des maisons *gingerbread* à la vue du public (Photos 21 et 22).



PHOTO 21 Un mur de sécurité et une résidence moderne près de la chaussée dissimulent presque entièrement à la vue du public une maison *gingerbread* vétuste.



PHOTO 22 Un ajout en ciment au no. 4 de l'av. Christophe dissimule complètement cette bâtie qui perd ainsi son identité originale de maison *gingerbread*.



PHOTO 23 Vue des montagnes entre Port-au-Prince et la côte sud. Les montagnes d'Haïti étaient autrefois couvertes de feuillus et de conifères. Depuis 1988, la couverture végétale du pays est seulement de deux pour cent.



PHOTO 24 Dépôt de pierres calcaires dans les montagnes entre Port-au-Prince et la côte sud.

Matériaux de construction

Le bois: Haïti était autrefois une île à la végétation luxuriante, recouverte de conifères et d'arbres à feuilles larges comme le noyer et l'acajou. La surexploitation des forêts pour l'exportation du bois vers l'Europe et l'Amérique du Nord a entraîné leur disparition dès la fin du XIXe siècle (Photo 23). Les éléments de charpente inspectés au cours de la mission étaient en bois de cœur provenant de variétés de conifères comme le pin des Caraïbes et le sapin ou, parfois, en bois dur des Tropiques. Le bois utilisé en construction n'est plus disponible localement et doit être importé.

L'argile (briques, torchis, plâtre et stuc⁴): Il existe des sédiments d'argile relativement pure à Port-au-Prince et dans ses environs. Tout au début du vingtième siècle, des sédiments d'argile calcaire étaient utilisés pour la fabrication des briques de couleur ocre et les sédiments d'argile ferrugineuse pour la production des briques de couleur rouge. Il existait autrefois plusieurs fours à briques dans la région de Port-au-Prince. Les briques de couleur ocre et rouge qui y étaient fabriquées étaient largement utilisées en construction comme on peut le constater dans les maisons *gingerbread*. Ces briques et tuiles creuses existent sous forme rectangulaire et décorative à fin à créer des ornements architecturaux tels que rejéteaux et corniches. Selon des sources orales, il y aurait aussi eu une production de tuiles de toiture en argile. Toutefois la présence de telles tuiles n'a pas pu être confirmée au cours de la mission. L'industrie de fabrication de tuiles a cessé en Haïti depuis longtemps.

L'argile a également été largement utilisée pour la fabrication des mortiers destinés à la construction des parties maçonnerie — avec une préférence pour les moellons plutôt que pour les briques dans les maisons *gingerbread*. Les tests ont démontré la présence de chaux dans les argiles. On ignore si elle a été ajoutée à l'argile ou s'il s'agit d'une présence naturelle de calcium dans l'argile calcaire.

La chaux (torchis, plâtre et stuc): La chaux est un ingrédient essentiel dans la fabrication du sucre, et en Haïti, la matière première pour fabriquer des torchis de chaux existe en abondance. Cependant, la fabrication de la chaux vive, avec laquelle les torchis de chaux sont préparés, a disparu depuis quelques années avec l'introduction du ciment. Les découvertes archéologiques ont mis au jour des fours à chaux construits au dix-septième siècle à la Martinique et en Jamaïque. Les sédiments de pierres calcaires présents sur les versants des montagnes haïtiennes, comme le montre la Photo 24, ont été profondément détériorées en raison d'une complète déforestation ayant entraîné une forte érosion et un ravinement des sols aux pluies torrentielles. En outre, il était facile d'obtenir de la chaux calcique par combustion de coraux et de coquillages. Les torchis de chaux étaient fréquemment utilisés dans la pose des briques des maisons *gingerbread*.

⁴ Dans le présent rapport, le mot « plâtre » se réfère aux badigeons intérieurs et extérieurs. Le mot « stuc » se réfère uniquement aux badigeons extérieurs.

A Port-au-Prince, les maçonneries des constructions contemporaines sont presque entièrement en blocs montés avec du mortier de ciment Portland, utilisé le plus souvent comme hourdage pour le coulage sur place d'une structure en béton armé. A notre connaissance, les torchis de chaux ne sont plus utilisés en construction. De nos jour en Haïti l'exploitation des carrières est limitée aux pierres calcaires (principalement pour la fabrication du ciment, une industrie de pointe en 2002) et aussi aux différents types d'argile, au sable, au gravier et au marbre.

Les moellons: basé sur une expérimentation visuelle et un test initial à l'acide, l'élément principal des moellons de la maçonnerie dans les maisons *gingerbread* est en sédiments calcaires, dont la plupart semble provenir de la remontée des dépôts océaniques. A l'hydratation, ces moellons sont devenus très friables et se sont révélés être également composés d'argile. Ceci confirme l'hypothèse, restant à prouver par des tests scientifiques, que la pierre était plus dure et résistante au moment de son extraction et qu'une fois exposée à l'air et utilisée en construction, elle perdait de sa solidité avec la perte de la masse dont elle est revêtue. Ceci est peut-être dû au fait qu'elle était géologiquement trop jeune pour se transformer en roc naturel avant d'être extraite. D'où la faiblesse presque uniforme des pierres utilisées à Port-au-Prince, qu'elle que soit l'exposition ou la distance de la surface. Par comparaison, les pierres utilisées pour le moellonnage brut à Léogâne et à Jacmel sont beaucoup plus dures parce que ces deux localités ont eu accès à des roches ignées et non pas seulement à des pierres calcaires de faible densité (Photo 25 et les Photos 94-96).



PHOTO 25 *A gauche* Grange à Léogâne. Exemple de colombage à moellons renforcé avec des roches ignées plus solides que celles utilisées à Port-au-Prince, et sans stuc. *A droite* Un pan de bois très endommagé de cette maison à colombages fait apparaître le hourdage de moellons caractéristique de Port-au-Prince. Voir aussi la Photo 86.



PHOTO 26 Vue des plaques de fond décoratives dans un angle de cette construction en briques dénotant la présence d'entretoises horizontales dans les encoignures le long de chaque mur.



PHOTO 27 Un exemple de motifs artistiques en fer forgé sur les balcons du deuxième étage du Manoir. Ce travail en fer forgé est masqué par des parois extérieures en bois.



PHOTO 28 Le Palais National, construit en 1918, donne un exemple de l'utilisation précoce du béton armé en Haïti. Ces constructions se sont tout ou partie effondrées.

Le fer et l'acier de construction: les charpentes en fer et en acier, qui furent importées de France et de Belgique, sont formées de plaques latérales visibles dans les murs de soutènement en maçonnerie des constructions des maisons *gingerbread* (Photo 26). Le Manoir est l'unique édifice *gingerbread* de Port-au-Prince ornées de nombreux motifs décoratifs en métal sur les balcons (Photo 27), quoique ces ornements aient été masqués par des cloisons ajoutées.

Le béton: le béton armé a été introduit en Haïti au début du vingtième siècle. Il a été utilisé pour certains édifices imposants de cette époque comme la Cathédrale Notre-Dame (1912) et le Palais National (1918) (Photo 28). Des dalles en béton ont été intégrées dans la structure originale de certaines maisons *gingerbread*, comme, par exemple, le second étage de la tour principale de la Villa Castel Fleuri (Photo 29) et tout le second étage du Manoir. En outre, béton, blocs de béton et mortiers en ciment Portland ont été utilisés pour la réparation et les ajouts de nombreuses maisons *gingerbread*, subissant typiquement les effets destructeurs du tremblement de terre, à quelques exceptions près (Photo 30).

Vers le milieu du vingtième siècle, l'usage du béton armé et des blocs de béton ont prévalu pour trois raisons principales: a) l'interdiction d'utiliser le bois pour la construction à partir de 1925 de en raison de plusieurs incendies ayant dévasté la ville; b) après les années 1940, le béton et les blocs de béton étaient considérés comme des matériaux de choix en Haïti parce que plus résistants, plus avancés technologiquement et plus modernes, devenant même un symbole de statut élevé dans la société; et c) le béton et les blocs de béton résistent aux vents violents et aux pluies torrentielles qui accompagnent les cyclones.



PHOTO 30 Maison à charpente en maçonnerie masquant le style *gingerbread*. Unique variation remarquée de ce style qui n'a subi aucun dommage.



PHOTO 29 Elévation de la partie est (l'arrière) de la Villa Castel Fleuri dans l'avenue Christophe, une majestueuse maison en briques et en maçonnerie de moellons. Cette maison a été brièvement occupée par le Président d'Haïti au cours de son histoire. Elle a subi des dommages très importants pendant le tremblement de terre, principalement l'escalier en porte-à-faux de la tour est et les galeries du côté ouest. Les plaques qui retiennent les tirants en fer qui pénètrent dans la structure sont visibles sur la façade. Voir aussi la Photo 47.

Techniques de construction

La nature et la qualité du patrimoine des maisons *gingerbread* haïtiennes sont les produits d'une conception et d'un art exécutés à partir de techniques et de matériaux de constructions différents. Il existe en Haïti trois principales techniques de construction des maisons *gingerbread*:

- Charpentes en bois entretoisé;
- Colombages (charpentes en bois entretoisé avec hourdage en maçonnerie);
- Murs porteurs en maçonnerie.

Il est important de noter que l'utilisation exclusive d'une seule technique de construction des *gingerbread* est rare. De façon générale, toutes les méthodes de construction ont été combinées pour former des typologies hybrides. Après la description des trois techniques de construction les plus habituelles, ce chapitre étudiera également les ajouts, les types de fondations, les toitures, les planchers et les finis intérieurs.



PHOTO 31 Dessin de la charpente d'une structure entretoisée avec semelles, clous à grosse tête et des diagonales qui sont assemblées en tenons et mortaises et retenues ensemble avec des chevilles en bois.

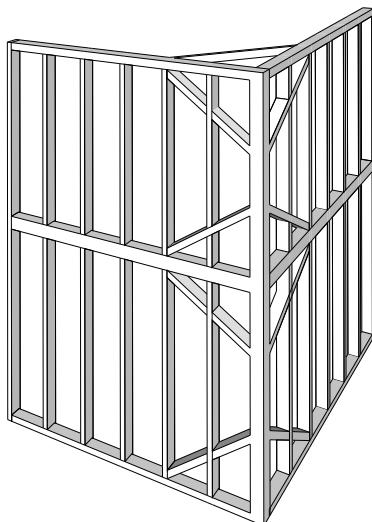


PHOTO 32 *En haut* Intérieur d'une pièce construite au-dessus de ce qui reste de la galerie de la maison Pamphile au 4 de la rue Casséus qui figure sur la Photo 2. L'intérieur montre les caractéristiques typiques en Haïti d'une construction en bois de charpente qui se situe quelque part entre les charpentes lourdes assemblées en tenons et mortaises comme dans les constructions en France de l'époque médiévale et de la Renaissance et les charpentes « à pans » de bois sciés plus légers des constructions américaines du dix-neuvième siècle. *En bas* Cet exemple de mortaise et tenon avec chevilles en bois provient de la maison Bazin, 8 rue du Travail Deuxième.



Photo 33 Certaines maisons *gingerbread* sont dotées de panneaux extérieurs en planches ainsi qu'un revêtement intérieur en bois.

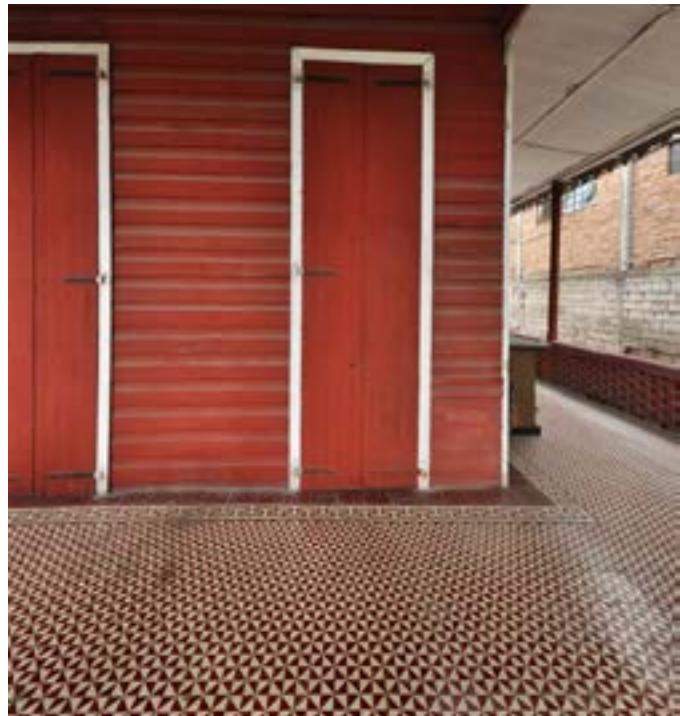


PHOTO 34 La maison sise au 24 avenue Lamartinière montre les caractéristiques des panneaux de contreplaqué superposées des *gingerbread* à charpente en bois entretoisé, ainsi que la simplicité des portes dénuées de décosations répandues dans toutes les techniques de constructions, et le carrelage très voyant de la galerie du rez-de-chaussée.

Les charpentes en bois entretoisé: Les charpentes en bois entretoisé sont composées de membrures équarries d'environ quatre pouces—qui sont mortaisées en semelles de bois et pannes sablières à chaque étage et assemblées mécaniquement avec des chevilles en bois appelées fentons. Les bois en écharpe sont placés dans les angles et autres endroits pour entretoiser l'assemblage de la charpente (Photo 31). Plus tard, les assemblages des charpentes en bois ont été retenus avec des clous en lieu et place de la mortaise et du tenon fixés avec des chevilles en bois. Cependant, dans son ensemble la composition est la même.

Il s'agit là d'une technique européenne qui a été exportée dans les Amériques au temps de la colonie. En Amérique du Nord, cette méthode de construction avait été entièrement remplacée vers le milieu du dix-neuvième siècle par des charpentes à pans de bois. Toutefois, au vingtième siècle cette technique était toujours employée en Haïti, longtemps après qu'elle ait été supplantée par d'autres techniques, même en Europe (Photo 32).

Il existe un certain nombre de logements construits avec des charpentes en bois entretoisé, avec un hourdage en maçonnerie entre les éléments de la charpente (voir les colombages ci-dessous). Lorsqu'il n'y a pas de hourdage entre les éléments de la charpente, la construction composée entièrement en bois de charpente est revêtue extérieurement de panneaux de contreplaqué superposé, posés horizontalement, connus également sous le nom de lambris extérieurs (voir aussi les Photos 33, 34 et 35).⁵ Il existe aussi des maisons où le rez-de-chaussée est en colombage et l'étage du dessus en bois avec lambris superposés.

Dans les exemples de constructions composées à cent pour cent de bois de charpente, en plus des lambris superposés, les murs intérieurs sont également revêtus de panneaux de contreplaqué (mesurant généralement 1" x 8"). Sur les faces intérieures des murs extérieurs entretoisés, ce revêtement en planches est presque toujours posé horizontalement. Des clous découpés fixent les planches sur la face intérieure de la charpente et elles sont chacune retenues par deux clous à chaque poteau. Les cloisons intérieures sont parfois montées sans colombage et avec le revêtement posé verticalement (d'un seul tenant, du bas de la maison vers le haut), avec des bois entretoisés

PHOTO 35 La maison du 24 avenue Lamartinière en bois de charpente, figurant déjà sur la Photo 34.



⁵ Le revêtement en lambris superposés (appelé également bardage) consiste en des panneaux de contreplaqué posées de manière à ce que le côté tenon de chaque panneau soit dirigé vers le haut et chevauche le panneau placé plus bas; les planches seront profilées et rainées pour leur permettre d'être posées à plat de l'autre côté des clous à grosse tête. Cette technique diffère du revêtement de bardage où les planches sont superposées sans biseaux ni rainures de manière à être posées en oblique.



PHOTO 36 Le 79 de l'avenue Christophe en colombage avec hourdage de briques.

PHOTO 37 Détail d'une maison à colombage. La charpente en bois est retenue avec une cheville de bois et les cavités des parois sont remplies de pierres et d'un torchis de chaux. Le remblai de gauche composé d'argile et de stuc est toujours en place. A noter la marque du menuisier gravée dans les bois de la charpente.



PHOTO 38 Colombage avec hourdage de briques et de torchis de chaux au 30 de l'avenue Lamartinière.



PHOTO 39 Colombage au 5 de la rue José Martí avec hourdage de pierres calcaires et torchis de terre et un enduit composé de plâtre et de chaux. On remarque le revêtement intérieur en planches.

montés en surface pour maintenir en place la mince paroi en planches. Il ne semble pas y avoir d'utilisation systématique de ce que l'on appelle des « coupe-feu » où des séparations horizontales sont installées pour réduire la longueur des cavités verticales des sections de bois.

Le colombage: le colombage est une technique de construction qui utilise une charpente en bois entretoisé dont les espaces entre les éléments de la charpente sont remplis avec une maçonnerie⁶ (Photo 36). Les charpentes en bois sont constituées de pannes sablières et de plaques de fond, de poteaux et d'entretoises diagonales. Là encore, la construction de la charpente requiert généralement un assemblage à tenons et mortaises. Les tenons sont souvent fixés avec des chevilles en bois taillées à la main ou avec des clous. La plupart des éléments de la charpente portent des marques évidentes pour leur assemblage, ce qui pourrait suggérer qu'ils auraient été préfabriqués (Photo 37).

Le hourdage en maçonnerie destiné aux maisons *gingerbread* est généralement fait de moellons⁷ posés avec un torchis d'argile ou de briques posées avec un torchis de

⁶ Colombage et Pans de Bois sont des expressions françaises se référant aux charpentes en bois dans lesquelles une maçonnerie est utilisée pour remplir les cavités entre les poteaux et les entretoises de la charpente. Dans certains cas, ces deux expressions sont interchangeables et dans d'autres elles ont une signification différente. Cette manière de construire date de la préhistoire et on la retrouve dans la Rome antique. Depuis lors, des variations ont été remarquées dans la plupart des régions d'Europe et d'Asie à des périodes différentes de leur histoire. Les Anglais l'appellent « *half-timber* », les Allemands « *fachwerk* », les Turcs, « *himis* », les Perses et Kashmiri « *dbaiji dewari* ».

⁷ Moellons ou pierres brutes sont des expressions utilisées pour décrire les maisons en maçonnerie dans lesquelles les moellons sont de tailles irrégulières et ne sont pas posés par couches horizontales, mais d'une manière irrégulière. Le problème avec l'absence de couches horizontales et de pierres de formes régulières est que, dans un tremblement de terre les moellons ont tendance à se détacher et tomber déclenchant un effet de coinçement qui peut progressivement faire dilater et éclater le mur, entraînant l'effondrement de la maison.

chaux (Photos 38 et 39). Dans de nombreux cas, le hourdage en briques était utilisé sur les façades principales et le hourdage en moellons utilisé pour les étages supérieurs.

Là où les pierres sont utilisées, les parois extérieures sont ordinairement enduites de chaux et parfois peintes. Très souvent, deux ou trois couches de lait de chaux sont appliquées sur les murs extérieurs de ces édifices; dans certains cas, un pigment est ajouté à la chaux pour la couche finale (Photo 44).

Que le hourdage soit en briques ou en moellons, l'extérieur de la maison est mis en évidence par les bois et les briques ou le plâtre, donnant ainsi un vocabulaire architectural particulier aux maisons à colombage (Photo 42).

Là où le hourdage en moellons était utilisé, il était souvent renforcé par des fils de fer barbelé posés au hasard dans l'espace à remplir et lié à la charpente par des clous des deux côtés de l'espace (Photos 40 et 41). Dans presque tous les cas, le revêtement en bois posés horizontalement était cloué à l'intérieur des cadres, puis le hourdage en terre crue et en moellons était versé dans le mur entre les éléments de



PHOTO 42 Maison située au 32 avenue Lamartinière. La charpente en bois entretoisé et briques de hourdage est un élément important de l'architecture vernaculaire.



PHOTO 40 Dans cette maison à colombage, le hourdage en moellons s'est effondré pendant le tremblement de terre, révélant le renforcement en fil de fer barbelé. Il s'agit là d'un exemple de matériaux mal adaptés à la construction utilisés à cause de leur disponibilité apparente. Le fil de fer barbelé était galvanisé et est encore en bon état.



PHOTO 41 Maison au 15 rue M montrant un hourdage de moellons. A gauche, une paroi s'est écroulée pendant le tremblement de terre, révélant qu'elle avait été renforcée avec du fil de fer barbelé intégré en zigzag dans les entrevoûts.



PHOTO 43 Des clous aident à contenir le hourdage en terre crue.

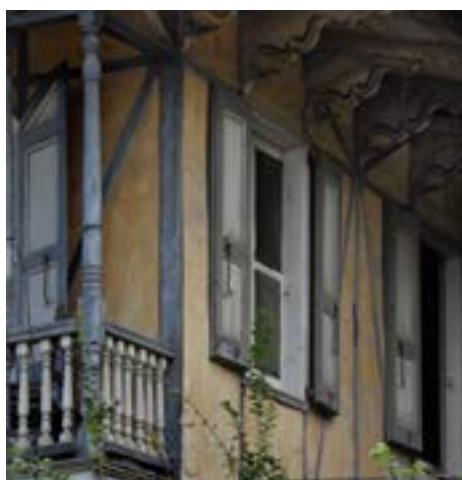


PHOTO 44 Maison au 15 de la rue M montrant le revêtement intact du deuxième étage enduit de lait de chaux avec pigment, donnant une patine attrayante à la surface en stuc.



PHOTO 45 *A gauche* Mur d'un immeuble commercial de l'avenue Lamartinière montrant l'agencement caractéristique d'une maçonnerie en briques et moellons retrouvé dans plusieurs maisons *gingerbread* de Port-au-Prince. Les piliers en briques et les lits horizontaux de briques sont cruciaux pour empêcher les murs de s'effondrer complètement. *A droite* Vue intérieure de la Villa Castel Fleuri (voir Photo 1) montrant un pan de mur en moellons qui s'est totalement effondré entre les piliers en maçonnerie de briques. A remarquer les agrafes en briques qui s'étaient enfoncées dans les parois en moellons.



la charpente. Dans plusieurs bâtiments, des clous étaient plantés à intervalle de six pouces environ pour maintenir le hourdage en place (Photo 43).

Alors que le revêtement en bois posés horizontalement est typique sur la face intérieure d'une charpente à remblai de moellons, il est utilisé dans certains cas uniquement sur la face intérieure des charpentes à remblai de briques. Les murs porteurs intérieurs et les murs portants à faux intérieurs utilisent la même technique de revêtement en bois sur une ou les deux faces de la charpente ou utilisent un boisage unique centré entre les charpentes avec des arrêts en bois biseauté pour le maintenir en place.

Le colombage est utilisé non seulement pour les maisons *gingerbread* de grand style, mais également dans de nombreux bâtiments plus modestes. Beaucoup de ces derniers ne possèdent pas les détails ornementaux des maisons *gingerbread* classiques, mais ils sont néanmoins importants car résistants aux séismes et financièrement plus abordables.

Les murs porteurs en maçonnerie: les murs porteurs en maçonnerie sont principalement les murs extérieurs. Toutefois, pour les grandes constructions, des murs intérieurs sont parfois utilisés comme murs porteurs. Il existe trois types de murs porteurs en maçonnerie: en briques et torchis de chaux, en moellons et torchis d'argile ou de chaux et enfin une combinaison des deux méthodes.

Dans certaines constructions, une maçonnerie de briques est utilisée sur les façades principales et une maçonnerie de moellons utilisée pour les étages supérieurs. Il existe aussi des exemples d'utilisation de maçonnerie en briques pour former des pièces d'angle, des ouvertures de fenêtres et portes et des corniches—créant une



PHOTO 46 Maison typique à « charpente en briques » avec hourdage de moellons.

8 Dans les techniques de construction similaires que l'on retrouve en Europe, le moellonnage est dissimulé à l'intérieur du mur derrière des parois de briques pleines ou moellons d'appareil pleins, tandis qu'en Haïti, un modèle de construction a été développé où la partie en moellons du mur est dans les entre-deux entourés de pilastres en briques qui forment les bordures des angles et des fenêtres.

9 Cette utilisation des lits de briques dans les murs en moellons poursuit une tradition de construction que l'on retrouve dans de nombreuses autres régions, y compris dans les constructions de la Rome antique, du Moyen Age et de la Renaissance. En Haïti, cette pratique de construction en maçonnerie a probablement été importée de celles datant de l'époque médiévale et de la Renaissance en France.

«charpente» de piliers, de lits horizontaux et de voûtes en briques—avec les panneaux de hourdage construits en maçonnerie de moellons⁸ (Photo 46). Ces panneaux de hourdages étaient souvent croisés à des niveaux d'un mètre avec deux lits en briques sur les faces intérieures et extérieures du mur⁹ (Photo 45). Ces lits en briques croisant un panneau en maçonnerie de moellons pourraient avoir été destinés à combler des cavités et aider à stabiliser et limiter le maçonnerage en moellons.

Là où les briques sont utilisées, il s'agit en général de briques à couches multiples, d'une épaisseur d'environ 45 centimètres, contenant parfois un hourdage de moellons dans la couche intérieure. Les briques crues elles-mêmes semblaient régulières et de bonne résistance. Le torchis entre chacune d'elles n'était pas, dans la plupart des cas, composé du mélange original de chaux et de sable. La qualité de la construction était supérieure, indiquant une bonne supervision et une bonne formation des ouvriers. Le torchis utilisé dans les structures porteuses était quelquefois mélangé avec un ciment de jointolement plus solide. Dans certains cas, des maisons qui avaient été rejoignoyées avec du ciment ont montré des signes d'usure dans les joints de la maçonnerie, probablement liés à l'incompatibilité entre le ciment et le torchis de chaux et de sable.

Dans les cas où des briques sont utilisées, plusieurs bâtiments inspectés possédaient encore l'enduit original de stuc à chaux sur les murs extérieurs. Ces résidences étaient fréquemment blanchies à l'aide de plusieurs couches de chaux, la couche finale conte-

PHOTO 47 Vue de l'élévation arrière du Castel Fleur. Utilisation d'une maçonnerie en briques autour des fenêtres, dans les angles et à la base du plancher, en tandem avec le stuc à la chaux qui recouvre ailleurs la maçonnerie de moellons, crée une attrayante composition. A noter les plaques de fond en X des tringles en fer visibles sur la façade qui, dans ce cas, n'ont cependant pas été installées dans les angles de l'édifice. Voir aussi la Photo 108.





PHOTO 48 Des ajouts en ciment sont souvent insolites ou compromettent l'architecture des bâtiments *gingerbread* comme dans cette maison au 51 de l'avenue Christophe.

nant souvent un pigment ocre. La qualité du liant entre les strates du plâtre indique la grande pureté des matériaux et les techniques adéquates de construction entre chaque couche. Là où une pierre ou une combinaison de pierres et de maçonnerie de briques est utilisée, la pierre est généralement recouverte à l'extérieur comme à l'intérieur d'un enduit de finition d'argile ou de chaux avant d'être peinte. Lorsque briques et maçonnerie de moellons sont utilisées de pair sur une façade, l'évolution des motifs des briques et de plâtre peint offre une esthétique similaire à celle obtenue dans les constructions à colombages (Photo 47). Les murs en maçonnerie sont généralement renforcés grâce à des tringles en fer placées horizontalement à travers la section de la paroi, en général à chaque étage et au niveau du toit. Ces tringles en fer peuvent être simples ou couplées et avoir des plaques de fond apparentes ou des attaches encastrées dans les murs. Ces tringles jouent un rôle capital de renforcement et ont pu empêcher un effondrement total dans beaucoup de cas. Là où elles étaient présentes, elles étaient installées dans tous les murs extérieurs et parfois à travers le bâtiment dans les murs de refend intérieurs. Les emplacements de ces attaches sont facilement repérables par les plaques de fond décoratives (par exemple en fleur de lis) sur les murs extérieurs et sont parfois encastrées dans l'architecture vernaculaire de la façade (voir aussi la Photo 101).

Les hybrides: comme nous l'avons mentionné précédemment, il est très courant qu'une même maison *gingerbread* présente deux voire trois styles différents de murs extérieurs. Les constructions à architecture hybride utilisent en général une technique différente pour chaque étage, la plus lourde étant réservée aux murs du rez-de-chaussée et la plus légère, à ceux du premier étage ou des combles. Par exemple, certaines d'entre elles ont des murs porteurs en maçonnerie aux étages inférieurs et un colombage aux étages supérieurs (Photo 49). D'autres ont le colombage au rez-de-chaussée et une charpente en bois entretoisé au-dessus. Et, dans certains cas, le colombage a



PHOTO 49 Les architectures hybrides sont très courantes. Cette maison *gingerbread* au 59 de la troisième Impasse Lavaud utilise les trois techniques de constructions de murs:
Murs des Combles—Charpente en bois
Premier étage—Colombage
Rez-de-chaussée—murs porteurs en maçonnerie
A noter également l'ajout d'un étage en béton au coin arrière gauche de la maison.



PHOTO 50 Effritement de la finition extérieure en plâtre de cette maison sise au 84 avenue Lamartinière qui révèle deux segments contigus de la souche d'un mur de fondation. L'un est en pierres calcaires irrégulières, à gauche et l'autre en briques, à droite.

été combiné avec la maçonnerie dans la construction d'une partie du rez-de-chaussée et du premier étage.

Les ajouts: les ajouts en béton et blocs de ciment aux bâtiments *gingerbread* sont très courants, particulièrement ceux situés à proximité du centre-ville (Photo 48). Les ajouts en maçonnerie de moellons et de briques non renforcée sont eux moins fréquents et plus anciens. Les ajouts en maçonnerie de moellons et de briques non renforcée sont eux moins fréquents. Les ajouts en béton et blocs de ciment étaient occasionnellement construits pour remplacer une partie d'un bâtiment qui avait subi des dommages, ou encore pour le moderniser. Ces ajouts consistaient souvent en de nouvelles cuisines ou salles de bains et étaient de ce fait construits en dur avec une finition intérieure en céramiques. Lorsque des salles de bains étaient ajoutées au premier étage, leur construction reposait parfois sur des jambes en béton armé, leur poids sous des charges latérales exerçant ainsi une pression sur l'édifice historique.

Les fondations: l'évaluation de quelques fondations et de parties facilement visibles révèle des murs continus en moellons et briques ou des colonnes en briques crues avec un mortier de chaux et un hourdage entre les colonnes composé de terre crue et de moellons (Photo 52). On peut supposer que toutes les fondations originales sont sans armatures. Cependant, la profondeur, la largeur des fondations avec (ou sans) armatures, ainsi qu'une analyse systématique de la composition des matériaux, nécessitent une étude plus approfondie. Les fondations elles-mêmes semblent avoir très bien résisté, présentant peu de signes de déplacement direct qui seraient dus à la pression horizontale, la liquéfaction ou le tassement du sol.

Pratiquement aucune maison *gingerbread* ne possède de sous-sols et le rez-de-chaussée est généralement surélevé d'au moins un mètre. Plusieurs parmi les maisons *gingerbread* plus petites construites en bois ont été à l'origine rehaussées sur des piliers en maçonnerie plutôt que d'avoir été érigées sur murs continus de fondations. Cette pratique d'ériger des constructions sur des piliers en maçonnerie était courante dans la Caraïbe pour remédier aux problèmes causés par les insectes et par l'humidité chronique. Même si ces piliers sont parfois encore visibles (Photo 50), les espaces entre eux ont été comblés par de la maçonnerie (Photo 51).



PHOTO 51 Le pilier de soutènement original en maçonnerie de briques est visible avec son hourdage composé de stuc et de moellons. L'humidité provenant du sol a causé une détérioration considérable à la maçonnerie de moellons exposée. Ceci est le résultat de la migration de sels solubles à la surface où ils se dilatent en séchant, causant l'effritement de la couche de maçonnerie.



PHOTO 52 Un espace sanitaire creusé au 84 de l'avenue Lamartinière laisse voir un ancien pilier hors sol en briques et son socle non enduit fait d'un mortier constitué de pierres calcaires et de terre crue.



PHOTO 53 Charpente des combles en bois assemblée en mortaise et tenon retenus par de chevilles en bois.



PHOTO 54 Un toit en feuilles de tôles ondulées au-dessus des pannes sablières et de la charpente en bois entretoisé.



PHOTO 57 Toiture originale en ardoises minces au 14 de l'avenue John Brown.

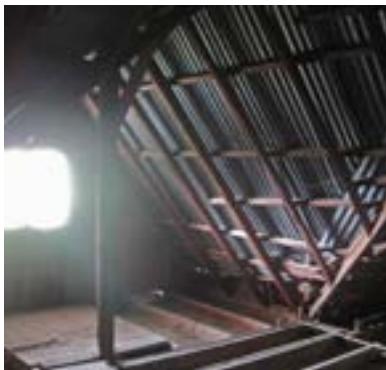


PHOTO 58 La charpente en bois et l'espacement des pannes sablières de ce grenier ne peut soutenir qu'une toiture en feuilles de tôles ondulées, indication que les matériaux de ce toit sont des originaux.

Les types de toitures: les toitures inclinées en pente raide (d'un angle souvent supérieur à 1:1), avec leurs flèches et leurs tourelles, sont caractéristiques des maisons *gingerbread*. Leurs charpentes sont en bois entretoisés, assemblés par mortaise et tenons et retenus grâce à des chevilles en bois (Photo 53). Dans presque tous les cas observés, les toitures étaient habillées de feuilles de tôles ondulées au-dessus des pannes sablières (Photos 54 et 55). Dans un des cas, le Manoir, le toit était couvert de tôles décoratives embouties (Photo 56). Quelques-unes des maisons inspectées possédaient encore leurs anciennes toitures en bardeaux d'ardoise sur un revêtement en bitume (Photo 57). L'évaluation des greniers accessibles a révélé que la solidité et la configuration de la charpente originale semblaient avoir été conçues pour supporter uniquement une toiture en matériau léger comme les feuilles de tôles, plutôt que des matériaux plus lourds, comme l'ardoise ou les tuiles. Il est donc possible que les feuilles de tôles constituèrent le matériau original utilisé pour recouvrir les toitures de la plupart des maisons (Photo 58).



PHOTO 55 Les toits en métal ferreux sont très courants dans les maisons *gingerbread*. Cette maison a également une crête en métal sur la corniche.



PHOTO 56 Les toits des tourelles du Manoir ont été faits en bardeaux décoratifs de métal embouti.



PHOTO 59 Charpente en bois sans les planches du parquet au 32 avenue Lamartinière.

PHOTO 61 Intérieur typique d'une maison *gingerbread* avec plancher en bois, murs revêtus de planches horizontales et plafonds en panneaux de contreplaqué.

Les types de planchers: la plupart des planchers des maisons *gingerbread* ont une charpente en bois formée de madriers perpendiculaires (souvent avec rainure et languette). Ce type de plancher est situé habituellement au rez-de-chaussée, au-dessus d'un espace sanitaire peu profond, ou au premier ou second étage (Photo 59). Dans certains cas, un mortier (ou du béton) recouvre la surface du rez-de-chaussée, complété par un revêtement de carreaux pour la finition (Photo 60). Au Manoir, par exemple, le plancher du premier étage a une dalle de béton d'origine.

Les finitions intérieures: la finition des murs intérieurs consiste généralement en un revêtement de planches peintes (Photo 61), sauf lorsqu'il s'agit de murs porteurs en maçonnerie. Dans ces cas précis, les briques peintes ou les moellons enduits de plâtre servent de finition, avec de rares exemples de revêtements en planches. Les plafonds sont eux-aussi revêtus de planches. C'est là un détail important, car les finitions intérieures entièrement en bois sont suffisamment souples pour résister aux séismes.



PHOTO 60 Un revêtement de carreaux sur une dalle de terre-plein au 5 de la première Impasse Lavaud.



Conditions et comportements



PHOTO 62 Les termites abondent à Port-au-Prince et de nombreuses constructions en bois sont sérieusement endommagées par leurs attaques.

Etats antérieurs au séisme

Les maisons *gingerbread* de Port-au-Prince présentaient des niveaux de détérioration variables avant le tremblement de terre de janvier, principalement en raison de la qualité (ou son l'absence) d'entretien régulier. Une série de conditions préalables à la catastrophe ont rendu ces maisons encore plus vulnérables aux dommages sismiques. Ces causes sont tout particulièrement:

Le délabrement causé par les insectes et les attaques fongiques: principalement l'attaque du bois par les termites (Photo 62). Les dommages causés par les termites et, à un niveau moindre, la pourriture du bois, avaient été fréquemment observés dans les maisons à colombages et charpentes en bois et ont pu jouer un rôle important dans l'étendue des dégâts causés par le tremblement de terre, particulièrement dans les joints entre parois et plancher ou à un angle entre deux parois (Photo 63). Par exemple, les plaques de fond complètement pourries ou largement rongées par les termites, ont parfois affaibli la structure et ont entraîné sous leurs poids la chute des panneaux entiers en maçonnerie (Photo 64). Les éléments de charpente directement exposés aux intempéries ou aux infiltrations dans l'enceinte des maisons ont pourri (Photo 65). Ceci est particulièrement vrai aux endroits qui favorisent l'accumulation

PHOTO 63 Cette maison de l'avenue Lamartinière, dans un état de pourriture très avancée et sérieusement ravagée par les termites, s'est partiellement effondrée dans le tremblement de terre.



PHOTO 64 Le tenon du poteau est toujours présent; la semelle, pourrie, s'est effritée.



PHOTO 65: La maison de Patrice Pamphile (voir aussi les Photos 2 et 32) où l'on peut remarquer l'état de détérioration de la partie en bois de la construction qui a probablement été à un moment une galerie ouverte.



PHOTO 66 Une mauvaise construction et un mauvais appareil ont causé le délabrement de beaucoup de balcons et les ont rendus structurellement dangereux. Dans le cas des balcons en porte-à-faux soutenus par des solives, la détérioration peut se propager à la maison, mettant en danger et le balcon et l'intérieur de l'étage.



PHOTO 67 Eléments de charpente en bois dans un angle de cette maison à colombage au 32 de l'avenue Lamartinière.



PHOTO 68 Dégâts causés par les termites aux solives du premier étage.

de l'eau de pluie (les plaques de fond, les joints en diagonal/vertical en forme de V, la base des poteaux de galeries) et aux endroits humides (ombre constante et/ou déplacement d'air limité).

Les termites sont extrêmement agressives en Haïti et leurs attaques ont fragilisées de nombreux balcons et parquets les rendant dangereux (Photo 66). Les dégâts causés par les termites se constatent le plus souvent aux niveaux suivants: charpentes des murs en colombage, charpentes de cloisons, plancher en madrier (rez-de-chaussée et premier étage), lambourdes de plancher et poteaux de galeries (Photos 67 et 68). Les éléments en bois dans une construction à colombage et dans la construction d'une charpente comportant des cavités dans les murs, favorisent la propagation, difficile à détecter, des termites aux étages supérieurs grâce aux bois insérés dans la maçonnerie ou appliqués à l'intérieur comme à l'extérieur.

En outre, la présence du ver à bois a été observée dans quelques-unes des maisons inspectées, mais les dommages causés par cet insecte sont plus lents que ceux causés par les termites qui éclipsent les effets destructeurs du ver à bois.



PHOTO 69 Un trou dans le mur en maçonnerie du Castel Fleuri causé par une voute en béton construite du côté extérieur et adjacente à ce mur.

Les réparations et transformations inadéquates: plusieurs types de réparations et de modification inadéquates effectuées avant le séisme ont contribué aux dégâts subis par les maisons *gingerbread*:

Les ajouts en béton: L'utilisation du béton armé et/ou de blocs de ciment pour la construction des ajouts aux maisons *gingerbread* représentent le premier genre de modifications effectuées. Ces ajouts constituent une préoccupation majeure en cas de tremblement de terre (Photo 69). Les maisons à charpente en bois entretoisées ou à colombages possèdent une relativement bonne capacité de déformation comparées au béton, de telle sorte que pendant un tremblement de terre, la construction originale et l'ajout en béton agissent indépendamment l'un de l'autre et s'entrechoquent. Ces chocs ont occasionné des dégâts aux maisons *gingerbread* au niveau de jointements entre ajouts et éléments primitifs, allant, dans certains cas, jusqu'à entraîner l'effondrement de l'ajout (Photo 70).

Les planchers en dalles de béton: le béton a également été utilisé dans de nombreux cas pour remplacer un rez-de-chaussée pourri ou détérioré par les termites. La procédure consistait à ôter le parquet et les lambourdes de planches, remplir l'espace sanitaire sous le sol avec un torchis non compact de remblais puis verser la dalle de béton sur le torchis. Cette transformation soumettait les murs de soutènement à une poussée latérale qui n'était pas prévue lors de leur érection, les faisant ainsi pivoter vers l'extérieur (Photo 71). Pendant le tremblement de terre, le hourdage sous la dalle a dû se tasser et les dalles s'enfoncer et se fendre, faisant pivoter encore plus les murs de soutènement.

Une autre catégorie de dégâts provient du remplacement des vérandas des premiers et seconds étages, construites à l'origine en bois, par des dalles de béton plus lourdes et moins flexibles. Ces dalles se prolongeaient en général de trois ou quatre pieds hors des bâtiments et étaient mal fixées à la structure du bâtiment. Ceci a eu



PHOTO 70 Cette salle de bains en béton ajoutée au premier étage du 5 de l'avenue Lamartinière a atterri sur le sol lorsque les colonnes en béton qui la soutenaient céderent alors qu'elles se détachaient de la maison *gingerbread* mère. A noter les tuyaux de canalisation au milieu des barres de fer des colonnes distordues.



PHOTO 71 Une partie du mur de fondation de cette maison située au 2 de l'avenue N s'est effondrée, révélant que l'espace sanitaire au-dessous du rez-de-chaussée avait été comblé de remblais et que le plancher en bois avait été remplacé par une dalle sur terre-plein. Des surcharges latérales sur le mur par le hourdage ont provoqué son effondrement. Ce qui reste de la fondation de ce mur a pivoté vers l'extérieur.



PHOTO 72 Un mur latéral de remplacement en blocs de ciment au 19 de l'avenue Lamartinière s'est effondré en partie.



PHOTO 73 Exemples de colombages où le hourdage en remblais a été remplacé par du béton. Cette procédure a accéléré le pourrissement de la charpente en bois qui s'est alors cassée pendant le séisme provoquant l'effondrement du lourd hourdage en béton.



pour résultat de séparer le mur parallèle des murs perpendiculaires. Dans certains cas, le mur se serait surélevé par rapport au bâtiment à la jonction entre le mur et la galerie.

Les murs de remplacement et cloisons intérieures en béton: certains murs extérieurs de remplacement et de nouvelles cloisons intérieures ont été construits en blocs de ciment. Les murs en maçonnerie de terre, plus flexibles, avaient la capacité de plier selon les mouvements sismiques, contrairement aux murs en béton qui sont rigides (Photo 72). Les murs en béton ont provoqué un effet de martèlement contre les murs d'origine et ont causé l'effondrement de certaines parties. Dans la plupart des cas, les murs en béton ont complètement cédé, s'écroulant contre les bâtiments et occasionnant souvent davantage de dégâts.

L'utilisation du ciment et du béton pour réparer/remplacer le hourdage de moellons: en de nombreux endroits où les panneaux de hourdage de moellons sur les murs à colombages avaient été préalablement endommagés ou nécessitaient des réparations, ceux-ci étaient soit consolidés avec un mortier de ciment Portland ou le remblayage était carrément enlevé et reconstitué avec un hourdage composé d'un mortier de béton ou de blocs en ciment (Photo 73). Ce genre de réparations implique l'utilisation d'un remblai beaucoup plus dur et plus lié que ceux composés de matériaux traditionnels, entraînant ainsi une poussée néfaste sur le système au cours d'un séisme (Photo 74). Dans certains cas, des maisons qui avaient été rejoignoyée avec du ciment ont montré des signes d'usure dans le rejoignement, probablement liée à son incompatibilité avec le torchis sous-jacent de chaux et de sable.

La taille des bâtiments (le nombre d'étages) et les hauts et minces murs de soutènement sur pilotis constituent également des indicateurs apparents de vulnérabilité au séisme.

PHOTO 74 Procédure inadéquate de réparation du hourdage en moellons de ce colombage par l'utilisation de béton. Ces réparations constituent un remblayage beaucoup plus dur et mieux lié que le hourdage qu'il a remplacé.



Comportements du système et pathologies

Le comportement général des immeubles de Port-au-Prince lors du tremblement de terre peut être classé du meilleur au pire de la manière suivante: les constructions en bois, les constructions en maçonnerie et les constructions en béton. Les observations de la mission ont révélé que ceci s'appliquait également aux maisons *gingerbread* (Photos 75 et 76). Les charpentes en bois entretoisés de même que les colombages, avec leurs techniques de dispersion d'énergie, et en étant plus flexibles, ont mieux tenu.

Les charpentes en bois entretoisés: les constructions maintenues en bon état de réparation se sont, dans l'ensemble, bien comportées et peuvent être réparées là où elles ont été endommagées. Les dégâts les plus importants occasionnés par le séisme sont, pour la plupart, liés à détériorations intérieures dues aux termites et, dans certains cas, à d'autres types de pourrissement du bois, tels que:

- L'effondrement de la charpente des galeries qui avait été sérieusement atteintes par les infestations non contrôlées des termites (Photo 78).
- L'écrasement des seuils entraînant l'affaissement des structures supérieures sur les fondations et rendant difficile, sinon impossible, l'ouverture des portes (Photo 79).
- L'effondrement des murs extérieurs, principalement non porteurs et ne faisant pas partie de l'ensemble de la structure.

Des nombreux cas de charpentes profondément rongées par les termites qui se sont complètement effondrées ont également été observés. Ces maisons étaient dès avant



PHOTO 75 Un immeuble en béton complètement aplati, à gauche, et une maison à colombage à droite, montrant la résistance comparée de ces deux techniques de construction face au tremblement de terre.



PHOTO 76 Maison *gingerbread* qui a survécu au milieu de plusieurs autres constructions en béton qui se sont effondrées. Les propriétaires ne veulent pas la démolir. Elle devra, cependant, être stabilisée avant de subir des réparations plus importantes.



PHOTO 77 La maison Dufort, une construction hybride, a subi des dégâts importants dans la maçonnerie des murs du rez-de-chaussée, y compris ses panneaux en pierres calcaires et piliers en briques avec, cependant, beaucoup moins de dommages au colombage et aux murs en bois du second étage. Nonobstant les charges sismiques croissantes sur les murs du premier étage, la différence dans la résistance des systèmes est une indication d'une tendance observée dans tous les bâtiments inspectés.

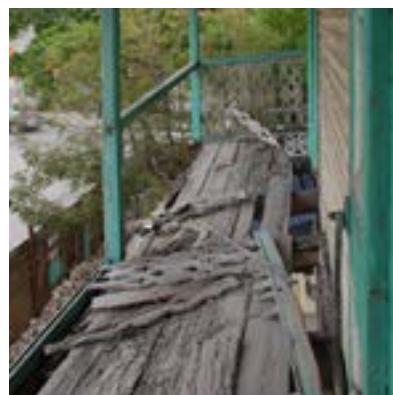


PHOTO 78 Balcon du premier étage rendu dangereux par les ravages causés par les termites.



PHOTO 79 Le seuil en bois déjà ravagé par les termites s'est écrasé pendant le tremblement de terre. La structure complète s'est alors tassée sur ses fondations. En conséquence, presque toutes les portes de sortie ne peuvent ni s'ouvrir ni se fermer.

le tremblement de terre détériorées à tel point que les dégâts ont semblé se concentrer et être plus graves là où les termites ont fait le plus de ravages.

La mission a observé le cas de deux tourelles dans la charpente d'une maison qui se sont déplacées pendant le tremblement de terre (Photo 80). Il n'était pas possible de déterminer, l'accès étant difficile, si les infestations de termites en ont été en partie responsables ou si le plan de la structure était la cause des dégâts.

Certaines maisons à charpente en bois n'étaient pas bien rattachées le long des côtés parallèles aux solives. Ces murs n'étaient donc pas porteurs des charges du palier, en conséquence, ils n'étaient pas non plus fixés au reste de la charpente. Ils ont montré une nette tendance à se séparer du bâtiment et s'écrouler. Tout porte à croire que quelques-unes des maisons plus modestes ne furent pas aussi bien jointes pendant leur construction que certaines maisons *gingerbread* plus importantes.

Plusieurs maisons à charpente en bois ont été construites avec des clous découpés plutôt qu'avec des clous en fil métallique, contribuant ainsi à un certain nombre de conditions:

- Avant la large distribution des clous en fil métalliques plus rentables, les clous découpés étaient utilisés. Parce que ces derniers coûtaient plus cher, ils étaient utilisés en petite quantité dans les constructions. Cependant, pour une meilleure résistance aux tremblements de terre, plus on utilise de clous, mieux cela vaut.
- Les clous découpés sont rarement excessivement rouillés (Photo 81). Ce fait peut être attribué à la surélévation des terrains (loin des effets directs du sel), aux vents dominants soufflant d'est au sud-est et aussi au climat relativement sec de l'extrême-ouest de la partie ouest de l'île d'Hispaniola. Toutefois, les oxydes ont tendance à élargir les trous des clous dans le bois, affaiblissant le raccordement cloué. L'oxyde de fer (la rouille) des clous en acier nus peut également avoir une réaction à la cellulose du bois, augmentant ainsi après un certain temps le diamètre du trou et réduisant la force de frottement du clou.
- Les clous découpés, en forme de coin, sont plus rigides et cassants. Ils peuvent facilement se casser sous la pression, particulièrement s'ils sont rouillés. Parce qu'ils sont en forme de coin, dès qu'ils sont lâches, ils se détacheront sans causer trop de frottement (dispersion d'énergie) au système. La tige cylindrique des clous modernes en fil métallique provoque des frottements y compris lorsqu'ils sont particulièrement extraits, ce qui leur permet de conserver une certaine force même en ce cas.



PHOTO 80 Les deux toitures en flèches de cette maison *gingerbread* se sont déstabilisées avec les secousses du tremblement de terre.



PHOTO 81 Les clous découpés en fer ou en acier sont courants dans les maisons *gingerbread*. Plusieurs de ces clous d'origine montrent étonnamment très peu de signes de corrosion.



PHOTO 82 Charpente en bois d'un bâtiment *gingerbread* abritant l'Université de l'Eglise épiscopale au 14 de la rue Légitime, à côté du site où se trouvait un immeuble en béton qui s'est effondré.



PHOTO 83 Marie Céleste Florence Jacob, que l'on voit sur la photo, vit encore dans cette maison à charpente en bois, sise au 14 de la rue Marcelin, construite il y a un siècle. Cette maison était infestée de termites avant le tremblement de terre qui l'a encore plus endommagée. Même dans cet état avancé de délabrement, cette structure est restée debout après le tremblement de terre, à quelques blocs à peine du Palais National et de nombreux autres édifices en béton qui se sont écroulés.



PHOTO 84 Malgré l'infestation massive de termites, ce poteau est dur et solide, retenant encore fermement des clous.

Dans l'ensemble, les maisons en bois bien entretenues ont mieux résisté au séisme que celles peu ou pas du tout entretenues, particulièrement en cas d'infestations massives de termites. Cependant, même en présence d'infestations de termites et d'une détérioration considérable (Photo 82), elles ont mieux résisté que les immeubles en béton. Ceci est dû à la redondance naturelle, à la légèreté, à la flexibilité et à la résistance latérale des charpentes revêtues de planches. En général, les immeubles en bois ont prouvé une résistance supérieure au séisme, comparés aux autres types de constructions. C'est dans l'ensemble exact, à l'exception des constructions utilisant poteaux et poutres de bois lourds ne disposant ni d'attaches solides, mais aussi flexibles, ni d'un revêtement en bois cloué et autres éléments de charpente qui fournissent une certaine redondance à la structure même du bâtiment. Avec les constructions en bois denses, les bois peuvent facilement se séparer, entraînant l'effondrement de la structure, comme cela s'est produit, par exemple, pour les maisons japonaises lors du tremblement de terre de Kobe.

Les constructions à charpentes clouées, possédant un niveau raisonnable de redondance structurelle, ont manifesté une bonne résistance face aux tremblements de terre comme aux cyclones. Les constructions traditionnelles haïtiennes du district *gingerbread* possèdent généralement un bon degré de redondance, spécialement parce que beaucoup de murs sont revêtus intérieurement de panneaux de contreplaqué encastrés en lieu et place du plâtre, en plus du colombage ou des parois en planches qui recouvrent l'extérieur.

Certains bâtiments inspectés, ravagés par des infestations de termites, sont dans un état de détérioration si avancé qu'ils devraient raisonnablement être considérés comme irréparables. Toutefois, même pour les maisons où cela a été le cas (Photo 83), l'effondrement des charpentes en bois pendant le séisme a été extrêmement rare. Cependant, les dégâts localisés occasionnés par le séisme ont révélé, dans beaucoup de cas, combien les bois des maisons avaient été rongés par les termites (Photo 84).

Le colombage: la construction à colombages à charpente contreventée, se comporte de la même manière que la maison à charpente de bois contreventés et présente des conditions et des pathologies similaires à celles mentionnées ci-dessus (Photo 85). Cependant, avec le colombage, le hourdage qui forme les murs (hourdage composé de briques crues ou de moellons), dans plusieurs cas, s'est détaché ou s'est complètement écroulé (Photo 86 et 87). Ceci ne doit cependant pas être considéré comme étant un échec de la technique du colombage, dans la mesure où le hourdage s'est comporté en absorbeur d'énergie et a ainsi protégé la charpente du bâtiment dans son ensemble en amortissant les mouvements latéraux.

Dans les endroits où le hourdage en maçonnerie avait été remplacé par des mortiers de ciment ou des blocs de béton, le hourdage s'est écroulé en masses compactes qui en s'effondrant, ont endommagé les structures des revêtements inférieurs (Photo 88). Ceci a également mis en danger les personnes se trouvant en contrebas. En général, les hourdages souples comme les torchis de moellons et de boue se comportent mieux que les hourdages en dur (briques et mortier de ciment) en absorbant l'énergie. Les hourdages en dur se détachent et tombent en masse, plutôt que de s'effriter (Photo 89).

Alors que le tremblement de terre a provoqué l'effondrement de beaucoup de pans de hourdage, l'intégrité de l'ensemble des structures de bois n'ont pas, dans aucun des cas, dépendre de la présence du hourdage en maçonnerie. Le type de colombage est inhabituel en Haïti, parce que dans la plupart des cas, les faces intérieures sont revêtues de panneaux de contreplaqués horizontaux. Il en résulte essentiellement une

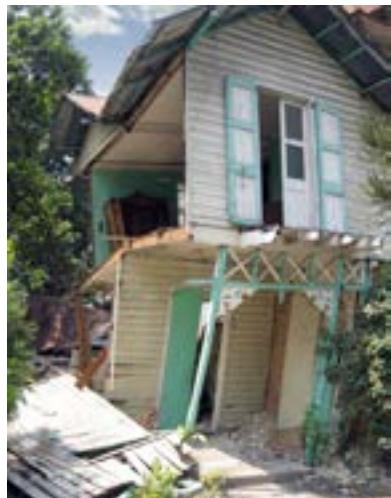


PHOTO 85 Malgré des dégâts importants, ce bâtiment à charpente de bois ne s'est pas totalement effondré. A noter que le mur latéral qui s'est écroulé est parallèle aux solives, n'ayant de ce fait aucune attache consistante avec le sol.



PHOTO 86 Une grande partie du moellonnage de ce colombage s'est détachée des parois du premier étage pendant le séisme.



PHOTO 87 Gros plan du moellonnage raté de ce colombage. Ce hourdage, s'il était en argile, se serait effrité sans compromettre l'intégrité de la charpente en bois entretoisés.



PHOTO 88 Un hourdage de moellons qui a été posé une seconde fois avec des mortiers de ciment s'est détaché par morceaux énormes des cavités dans le bois pendant le séisme occasionnant des dégâts et représentant un risque pour la sécurité.



PHOTO 89 Un torchis de briques qui avait été posé à nouveau avec un mortier de ciment s'est détaché par morceaux énormes pendant le séisme, occasionnant des dégâts à la construction du dessous.

structure en bois (Photo 90). Lors du tremblement de terre, le revêtement intérieur en bois aura été capital parce qu'il a empêché le hourdage en maçonnerie—particulièrement les torchis souples en moellons—de s'écrouler vers l'intérieur dont les débris risquaient de mettre en danger les occupants de la maison.

Il est difficile de répondre à la question de savoir si en Haïti le hourdage en maçonnerie (comparé au *himis* en Turquie lors du tremblement de terre de 1999 et au *dhajji dewari* au Cachemire lors du séisme de 2005) a contribué à éviter l'effondrement des bâtiments, dans la mesure où le revêtement intérieur en bois aurait également résisté sans l'aide du hourdage en maçonnerie. Cependant, si on considère les effets destructeurs des termites, il est possible que le colombage avec maçonnerie de moellons puisse avoir réduit la progression des dégâts occasionnés par les infestations de termites grâce à sa forte teneur en chaux.

A cause des frottements avec les revêtements intérieurs, le colombage pourrait avoir affaibli les effets des vibrations du tremblement de terre sur les structures, ré-

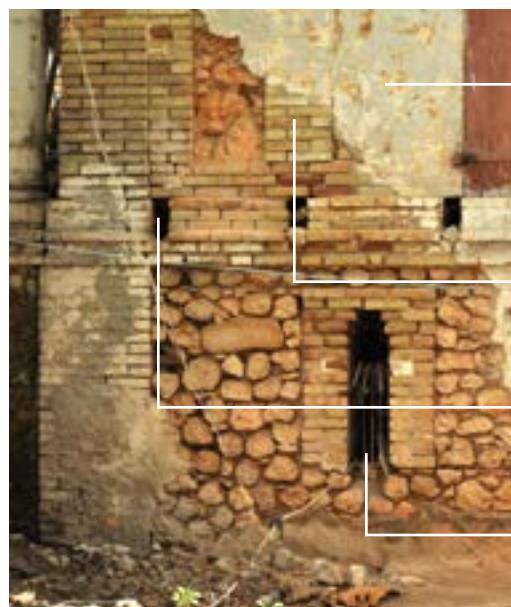


PHOTO 91 Etude des structures de maçonnerie

L'enduit en plâtre couvrant la surface du mur dissimule le matériau de la couche inférieure. Des années d'intempéries et d'absence d'entretien ont causé l'usure du bâtiment révélant ainsi sa charpente.

A noter la colonne porteuse en briques qui chevauche les solives du sol et soutient des deux côtés la maçonnerie.

Cavités dans les poutres de plancher; dans beaucoup de cas, les extrémités des poutres ont révélé un pourrissement extrême.

Ventilation en sous-sol.

PHOTO 92 Erosion à la surface et à la base du mur.





PHOTO 93 Les murs porteurs en maçonnerie du rez-de-chaussée de la Maison Dufort dans la rue du Travail Deuxième sont très endommagés et se sont partiellement effondrés, alors que le premier étage à charpente de bois n'a subi presque aucun dommage. Les attaches horizontales en fer, visibles ici et sur la Photo 95, ont permis d'éviter l'effondrement de ce pilier d'angle malgré les importants dégâts causés à la maçonnerie. Sans ces attaches, il est possible que le bâtiment se soit entièrement écroulé.

duisant ainsi les risques d'effondrement. La mission du mois d'avril est arrivée trop tard après le tremblement de terre pour effectuer une analyse intégrale des causes de l'effondrement du petit pourcentage de maisons *gingerbread*. Il apparaît que les bâties totalement en bois et autres constructions mixtes, à colombages et maçonnerie ont été touchées par le séisme.

Cependant, l'étude des images aériennes de la firme Pictometry indique que le nombre d'effondrement de ce type de construction s'est révélé très faible—puisque il ne concerne que moins de trois pour cent du total.

Dans les bâties à murs porteurs en maçonnerie sous un niveau en colombage, comme par exemple dans la maison Dufort, le surplus du poids du hourdage en maçonnerie pourrait avoir été capital dans le pré-compactage de la maçonnerie du dessous, ce qui a contribué à la faire résister sans s'effondrer (Photos 93, 94 et 95). Le colombage peut aussi avoir permis de réduire les dégâts occasionnés par les cyclones pouvant être extrêmement violents en Haïti. En effet il renforce considérablement la solidité d'une maison qui autrement aurait été une simple structure revêtue de bois léger.

Les murs porteurs en maçonnerie: les bâtiments à murs porteurs en maçonnerie, ont manifesté une meilleure résistance que les bâtiments en béton et blocs de ciment dans les mêmes zones, inférieure cependant à ceux utilisant les techniques de construction à colombages et charpentes en bois (à l'exception notable de l'Hôtel Oloffson décrit à la page 48). Les dégâts importants occasionnés par le séisme aux murs en maçonnerie sont courants, même si beaucoup d'entre eux montraient des signes de détérioration antérieurs à la catastrophe (Photos 91 et 92). Les murs en maçonnerie—qui sont rigides—se sont fissurés immédiatement, ont parfois fléchi et certains se sont totalement effondrés. Dans plusieurs maisons où le rez-de-chaussée est en maçonnerie et les étages supérieurs à charpente de bois, le rez-de-chaussée a subi des dommages qui ont presque entraîné son effondrement, tandis que les autres étages demeuraient intacts, ne subissant que quelques dégâts marginaux (Photo 93).

Là où une maçonnerie de moellons et de briques fut utilisée, le maçonnage a été encore plus endommagé que le briquetage. Les faibles panneaux en maçonnerie de pierres calcaires (avec torchis de terre crue et de chaux) entre les piliers de briques, ont couramment présenté des fissures capillaires. Les panneaux ont souvent souffert de la perte de matériaux suffisamment significative pour soumettre les colonnes en briques à une augmentation de l'effort de cisaillement ou de flexion et ont également eu tendance à provoquer l'effondrement des « poutres de rive » horizontales en briques. Ces deux assises de briques sur les faces intérieures et extérieures du mur, croisant les panneaux de hourdage à des niveaux d'un mètre environ (comme vu précédemment sur la Photo 46 de la page 28), pourraient avoir été destinées à servir de bouche-trou et aider à stabiliser et retenir le maçonnage en moellons.

Malheureusement, on a pu observer dans les endroits bouleversés, que les couches



PHOTO 94 Intérieur du rez-de-chaussée de la maison d'Albert Dufort à la deuxième rue du Travail montrant un bouleversement total des panneaux en moellons. La paroi intérieure à gauche sur la photo, qui n'était pas renforcée avec des piliers en briques parce que n'ayant pas d'ouvertures pour fenêtres ni portes, s'est complètement effondrée.

des briques n'étaient pas liées à travers le mur. Au contraire, elles se prolongeaient le long des faces intérieures et extérieures seulement—procédé qui n'est pas aussi efficace que celui des assises de briques bien liées.

Les dégâts causés par le tremblement de terre aux murs en maçonnerie de briques et de moellons semblent appartenir à deux catégories distinctes: (1) endommagés, mais pas totalement ébranlés, avec écroulement de l'enduit de plâtre et chute de quelques petites parties du maçonnerie en moellons, et (2) entièrement ébranlés et sur le point de s'écrouler, avec chute de la presque totalité du maçonnerie en moellons et déplacement et effondrement partiel des piliers en briques (voir Photo 94). En d'autres termes, la plupart des murs étaient soit légèrement soit fortement endommagés, sans gradation de gravité des dégâts. Ces observations démontrent la probabilité, alors que les murs se dégradèrent rapidement, que la réponse en fréquence des bâtiments a rejoint celle du tremblement de terre—résultant en une dégradation encore plus rapide menaçant l'effondrement. Ceci s'accorde avec le fait que la distance à partir de l'épicentre signifie que les vibrations sur le site ont été d'une assez longue durée. Ceci rejoint également l'opinion que la maçonnerie en moellons dans les bâtiments du patrimoine de la ville de Port-au-Prince était extrêmement vulnérable, conduisant à une dégradation rapide une fois engagé le comportement inélastique dans les panneaux en moellons mêmes.

Dans de nombreux cas où les panneaux en moellons se sont dégradés ou effondrés, les bâtisses (comme la maison Dufort et Le Manoir) ont échappé à l'effondrement



PHOTO 95 *En haut, à gauche* La maison Dufort montrant l'effondrement des panneaux en moellons, laissant debout les piliers retenant l'étage supérieur presque intact. L'énorme amas devant la maison montre le volume de la maçonnerie de moellons qui a été enlevé de la maison après son effondrement. *En haut, à droite* L'intérieur de la maison Dufort, vu aussi sur la Photo 77, montre comment l'écroulement des panneaux en moellons a laissé la maison sur les piliers en briques qui sont restés debout ressemblant à des colonnes libres. *A gauche* cette maison était également renforcée par des chaînes en acier et en fer forgé faites de tiges d'ancrage accrochées ensemble tout le long des murs extérieurs et des principaux murs intérieurs. Dans ce cas, au lieu d'utiliser des plaques extérieures pour les retenir, leurs ancrages au mur étaient enfouis sous la paroi extérieure de la maçonnerie. Les tiges d'ancrage sont également visibles là où elles s'entrecroisent dans le pilier d'angle qui est toujours debout et que l'on peut voir plus clairement sur la Photo 93.

PHOTO 96 *En haut* Vue extérieure du Manoir sur l'avenue John Brown. *Au milieu* Vue intérieure du Manoir montrant un mur de rez-de-chaussée endommagé où les panneaux en moellons se sont écroulés, mais la maison est restée debout sur les piliers en briques (la vue est une mosaïque de plusieurs photos réunies). *En bas* Maison au 65 de l'avenue N qui montre des panneaux de hourdage révélant les premiers signes des dégâts, mais aussi un déplacement minime pendant le séisme.





PHOTO 97 Maison de deux étages au 46 de l'avenue Christophe. Pendant le séisme, une partie du premier étage s'est écroulée, suivie par le reste de l'étage. Ces photos montrent le rez-de-chaussée, resté debout mais avec d'énormes cassures dans les murs de maçonnerie, particulièrement dans les angles. *A droite* La tige d'ancre en fer qui retenait ensemble le bâtiment au niveau du plancher est visible là où elle a cédé en raison de la corrosion. Cette photo montre aussi comment la paroi intérieure du briquetage n'était pas liaisonnée avec les couches extérieures des moellons. Une couche de briques forme l'angle intérieur de la pièce, alors qu'au milieu de la pièce, le panneau en moellons pénètre dans toute l'épaisseur du mur.





PHOTO 98 Maison à Léogâne où le mur en moellons durs s'est partiellement effondré, alors que le côté avec les ouvertures à deux battants, piliers en briques et panneaux en moellons vus à travers l'effondrement sont restés debout avec beaucoup moins de dégâts.



complet grâce aux piliers en briques qui entourent et retiennent les moellons (voir les Photos 95 et 96). Malheureusement, ce briquetage n'étant pas joints d'une paroi à l'autre; les piliers se sont donc déplacés aux endroits où le moellonnage a été profondément bouleversé et s'est effondré (voir la Photo 97). Cependant, en raison de la couche horizontale de la maçonnerie, ils sont restés stables. Les murs qui ont éclaté devront être reconstruits et lorsqu'ils le seront, une maçonnerie plus ferme devra être substituée à la maçonnerie en moellons. Etant donné que les moellons se trouvaient toujours dans des panneaux encastrés et enduits de plâtre, la substitution avec un meilleur matériau ne devrait pas être apparente.

Une étude comparative a été réalisée à Léogâne sur la résistance des murs avec piliers en briques, comparés aux murs pleins en maçonnerie de moellons. Là-bas une maison avait un mur plein en moellons du côté est sans aucunes ouvertures. A l'inverse, du côté nord, le mur était percé de deux grandes portes représentant au moins quarante pour cent de sa largeur, le reste de la surface étant constitué de trois piliers plutôt étroits (Photo 98). Selon toute vraisemblance le mur sud était sensé mieux résister à un tremblement de terre et éviter un effondrement complet de la structure. Pourtant, c'est le mur sud qui a cédé pendant le tremblement de terre, causant presque l'écroulement du premier étage en bois. Au contraire le mur nord n'a subi que des dégâts dans les panneaux en maçonnerie de moellons, entre les piliers en briques dans les angles et autour des portes. Ceci renforce les conclusions observées sur les maisons *gingerbread* de Port-au-Prince comportant des ouvertures de fenêtres et de portes sur toutes les façades: les piliers en briques revêtent une importance capitale pour éviter l'effondrement, alors que les moellons les rendent particulièrement vulnérables aux vibrations d'un séisme. La vulnérabilité de la structure étant proportionnelle aux dimensions des panneaux.¹⁰ Ceci est également directement lié au manque de cohésion des matériaux utilisés, combiné à la tendance des couches non horizon-

¹⁰ Cette observation est cohérente avec ce qui avait été constaté après le tremblement de terre de Bam en Iran en 2003 où d'épais murs pleins en argile de construction crue de l'ancienne ville d'Arg-e-Bam se sont écroulés, alors que des parties de murs beaucoup plus minces ont mieux résisté.

tales de la maçonnerie à faible résistance à subir un effondrement vertical suite au tassement interne et aux forces de dilatation horizontale significative dans la partie centrale du mur, occasionnés par les vibrations du tremblement de terre.

Tout comme le hourdage de moellons dans les constructions à colombage, la maçonnerie de hourdage à l'intérieur de la charpente en briques a absorbé l'énergie du tremblement de terre. La transmission d'énergie à travers la surface plane du mur était destinée à détacher les pierres et la nature souple de l'agent de liaison a permis à la rupture de se produire par étapes. En conséquence, les oscillations de la structure causées par les vibrations du tremblement de terre ont eu pour résultat l'effondrement des moellons entre les piliers, laissant les immeubles perchés sur les piliers comme sur une série de jambes. Il est clair que certains immeubles ont dû vaciller considérablement alors que le tremblement de terre se déchaînait et que les panneaux de hourdage se dégradaient. La cassure de la maçonnerie a sans aucun doute servi à dissiper beaucoup d'énergie et peut avoir ainsi évité, en fin de compte, aux structures de s'effondrer, même si la faiblesse de ce matériau assurait un seuil extrêmement bas pour les premiers signes de dégâts importants.

Ceci est en opposition totale avec beaucoup des structures en béton où les murs en blocs de ciment se sont comportés en structures rigides, en grande partie à cause de la solide adhérence des couches de mortier en ciment. Ils ont eu tendance à résister au balancement de la charpente jusqu'au moment où les colonnes trop petites de cette charpente en béton armé ont fini par céder complètement, entraînant souvent la structure à s'affaisser comme une crêpe.



PHOTO 99 L'Hôtel Oloffson. Cette bâtisse a été construite en maçonnerie de briques, sans les panneaux en moellons. Les murs en maçonnerie sont dissimulés sur la façade par de grandes galeries en bois de style *gingerbread*, mais sont visibles en-dessous.

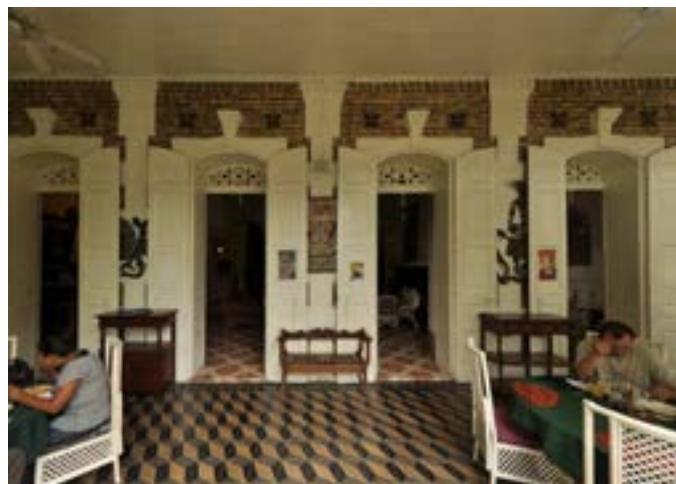


PHOTO 100 *A gauche* La galerie du rez-de-chaussée de l'Hôtel Oloffson montrant sa façade en briques avec les nombreuses ouvertures de portes qui entourent la bâtisse de toutes parts. *A droite* Briquetage typique visible sans les galeries.





PHOTO 101 Chaînes en fer typiques dans de nombreux murs en maçonnerie des maisons *gingerbread* de Port-au-Prince. *En haut* on peut apercevoir la première partie de la chaîne avec la plaque de métal en forme d'étoile. *A gauche*, on peut voir les plaques de métal là où elles retiennent encore le mur en place au niveau du plancher de l'étage, stoppant ainsi la séparation additionnelle des murs dans les angles. Si ces anneaux de renforcement n'avaient pas été installés au niveau du plancher de cet étage, les murs de l'étage du dessous se seraient très probablement effondrés aussi.

L'Hôtel Oloffson (Photo 99 et 100) représente un élément important de comparaison. Ce bâtiment est unique parmi les maisons *gingerbread* en maçonnerie dans la mesure où il est doté d'une maçonnerie portante, mais sans les panneaux de moellons. Les murs semblent avoir été entièrement composés de briques. Les murs sont de la même épaisseur (environ 20 pouces ou 50 centimètres) que ceux d'autres bâtiments et l'édifice est à deux étages sur une crypte haute, de telle sorte que les charges ont été en comparaison significativement plus élevées que dans la plupart des autres maisons. Pourtant elle n'a pratiquement subie aucun dégât. Derrière l'Oloffson, il y avait un hôtel de plusieurs étages qui s'est complètement effondré, témoignage de la violence du séisme dans cette zone. La survie de l'Hôtel Oloffson, sorti presque indemne du désastre, fournit des données précises; elle corrobore l'hypothèse que les plus importants dommages subis par les autres bâtiments en maçonnerie ont été occasionnés en grande partie par la tendance des panneaux en maçonnerie de moellons à éclater et à se détacher.

Alors que certains immeubles avec murs de soutènement en maçonnerie accusaient des dommages importants, peu de maisons construites en maçonnerie se sont en fait écroulées, ce qui n'est pas typique des structures en maçonnerie non renforcée dans d'autres quartiers endommagés par le séisme. Les dégâts les plus fréquemment constatés dans les immeubles en maçonnerie porteuse se produisent en général au sommet de la structure où les accélérations sont plus fortes à cause de la résonance de la structure et où la surcharge de poids qui comprime la maçonnerie, lui donnant force, est moindre. Dans les maisons *gingerbread*, les dégâts se sont concentrés le plus souvent sur le rez-de-chaussée, les étages supérieurs étant nettement moins endommagés.

Une mesure de protection capitale pour les *gingerbread* à murs de soutènement en maçonnerie réside dans l'utilisation des « chaînes en fer »—ces tirants en fer ou en acier posés au niveau des planchers ou des toitures qui retiennent ensemble les murs (Photo 101).



PHOTO 102 Dans ce cas particulier, les attaches en métal n'ont pas réussi à empêcher l'écroulement des murs en maçonnerie, mais ont peut-être sauvé de l'effondrement le reste de l'immeuble.

La plupart des tirants qui ont été vérifiés au cours de l'enquête semblaient intacts. Là où les dégâts occasionnés par le tremblement de terre les ont exposés à l'air, ils n'étaient pas toujours fortement corrodés, mais dans certains cas, ils ont semblé rouillés. Parmi ces exemples, beaucoup de tirants enveloppés de maçonnerie étaient, à l'origine, recouverts de ciment; certains d'entre eux ont présenté une détérioration rapide à cause de la rouille, peut-être en raison du faible taux de désorption des ciments à faible porosité.

Tel que l'ont noté plusieurs membres de l'équipe, le rôle de ces attaches métalliques latérales dans la prévention de dégâts encore plus importants est évident. Les bâtiments en maçonnerie se sont mieux comportés grâce à la présence des tirants en fer placés en haut des murs extérieurs (voir les Photos 93, 102, 103, 104, 105 et 106). Ces tirants étaient retenus ensemble pour former des chaînes et ont été enfouis dans les murs en maçonnerie, courant normalement tout au long du mur, en général au niveau du plancher ou du toit. Plusieurs d'entre eux ont des plaques ornementales en forme d'étoile à l'une ou l'autre extrémité ou un motif ressemblant à une fleur de lis à double extrémité, alors que les autres sont simplement encastrés dans la maçonnerie. Parfois, les extrémités encastrées ne se chevauchent pas complètement dans les angles.

Pour les exemples où les plaques ont cédé à cause de la rouille où n'étaient pas installées lors de la construction du bâtiment, leur défaillance/absence a été associée



PHOTO 103 Des tirants encastrés traversent les angles, ancrés par des barres de fer. A noter également le hourdage de moellons entre les faces internes et externes de la maçonnerie en briques.



PHOTO 104 L'effondrement total dans ce bâtiment en maçonnerie très endommagée fut évité grâce aux tirants en fer en haut des murs, avec des plaques de fond exposées.



PHOTO 105 Voûte très endommagée et charpente en bois au-dessus, déplacée. Absence de tirants, combinée à la détérioration des semelles en bois, ont rendu cette bâtie encore plus vulnérable.



PHOTO 106 Barres de tension en fer exposées après que le panneau de hourdage en pierres calcaires se soit détaché. Les tirants ont peut-être empêché l'effondrement total du mur.



PHOTO 107 Le 112 de la rue La Fleur-du-Chêne, montrant les plaques de métal à l'extrémité des chaînes en fer qui sont placées dans les murs au niveau du plancher. L'extrémité du mur de gauche du premier étage a subi des dommages parce que la plaque à l'angle gauche est tombée. Le tirant étant probablement rouillé, tandis que la plaque de droite sur le même mur, que l'on aperçoit à droite, est restée intacte, le séisme n'ayant donc pas endommagé cette extrémité du mur.



PHOTO 108 La Villa Castel Fleuri montre les effets de l'absence des chaînes en fer au niveau des angles du premier étage. Le pilier de droite a été légèrement déplacé vers la droite au premier étage. Il est possible de le réparer sans avoir à le reconstruire, mais la déviation restera visible. Une restauration de meilleure qualité et plus résistante nécessitera un étalement et une nouvelle couche de maçonnerie dans les angles du bâtiment avec d'autres éléments de maçonnerie pour remplacer les moellons. La maçonnerie de reconstruction ne sera nécessaire que pour une partie de la voûte jusqu'environ à son milieu.

à un plus grand nombre de dégâts et de bouleversements dans la maçonnerie (Photo 107). La Villa Castel Fleuri est un exemple probant, où, pour des raisons inconnues, les tirants métalliques n'étaient pas installés dans les angles du premier étages, mais ancrés dans les travées du rez-de-chaussée et au niveau de la toiture. Dans ce cas particulier, pendant le tremblement de terre, les angles du premier étage se sont plus déplacés que les autres parties du bâtiment où se trouvaient des tirants (Photos 108 et 47).

Les ajouts & transformations en béton: dans un grand nombre de maisons *gingerbread* des parties ont été ajoutées ultérieurement à la période *gingerbread*. Ils sont généralement en béton armé ou en blocs de ciment. Comme observé plus haut, les ajouts et les transformations attenants aux maisons *gingerbread* et effectués avec des blocs de ciment, en béton armé ou avec une combinaison de ces matériaux, sont responsables des dommages qu'elles ont subis. Lorsque le séisme produit des mouvements laté-

raux, les ajouts se comportent comme une structure distincte, plutôt qu'en symbiose avec la structure originale (Photo 109). Mis à part leur performance indépendante, les ajouts ont souvent directement provoqué les dégâts des bâtisses *gingerbread* en les martelant ou en ajoutant une charge latérale additionnelle. Ceci revient à dire que la structure originale et l'ajout ayant des capacités de déplacement et des fréquences divergentes, déterminées par les matériaux qui les composent, ils s'entrechoquent. Il en résulte des dégâts causés à la structure originale (Photo 110). Sans charpente en bois entretoisés ni structures en colombage, il y a maintenant un trou à l'emplacement où se trouvait l'ajout en béton. Dans les structures en maçonnerie, les ajouts en béton ont provoqué en plus les effondrements des murs en maçonnerie. Il a également été observé que lorsque des effondrements partiels se produisaient, il s'agissait le plus souvent des ajouts en béton et non des bâtiments originaux en bois, à colombage ou en maçonnerie (Photos 111 et 112).



PHOTO 109 Intérieur et extérieur du 51 de l'avenue Christophe montrant l'ajout en béton armé attenant à la maison en bois et à colombage. Les deux parties se sont écarté l'une de l'autre pendant le séisme.



PHOTO 111 La partie en bois de ce bâtiment est restée debout, tandis que l'ajout de deux étages s'est complètement aplati. Cette maison figure aussi sur la Photo 136 droite.

PHOTO 110 L'ajout en béton à la droite de cette maison *gingerbread* au 34 de l'avenue Lamartinière s'est effondré, entraînant avec lui le mur adjacent du premier étage de la maison.



FIGURE 112 Petite maison à colombage accueillant une école au 16 de l'avenue Lamartinière et un immeuble de deux étages derrière elle. De grosses portions de cet ajout se sont effondrées complètement, mais le bâtiment original est intact et toujours en service.



PHOTO 113 Le propriétaire du 5 rue José Martí montre du doigt une école voisine en béton et blocs de ciment effondrée.



PHOTO 114 La maison Bazin dans la rue du Travail Deuxième. Une salle de bains en béton armé et blocs de ciment revêtue de bois au premier étage et visible au milieu de la photo de gauche a presque provoqué l'effondrement de toute la maison, parce qu'elle reposait sur de minces poteaux en béton fortement détérioré avec des barres d'armature rouillées. Elle était lourde, faisant osciller toute la maison, arrachant presque l'aile où se trouve la salle de bains, et a ensuite probablement entraîné dans sa chute une partie de la maison.

Ces ajouts étaient souvent des cuisines ou des salles de bains construites en dur à revêtements en céramiques. Lorsque des salles de bains sont installées au niveau du premier étage, elles sont parfois soutenues par des poteaux en béton armé, imposant latéralement leurs poids à ces maisons historiques. Les installations ont entraîné des dommages et du côté de l'ajout et du côté de la maison principale. La maison Bazin en est un exemple. Ces ajouts, étaient parfois anciens et les armatures avaient sérieusement été détériorées par la corrosion. Dans la maison Bazin, les poteaux qui soutenaient le plancher du premier étage se sont fracturés pendant le tremblement de terre, montrant des barres de renforcement totalement corrodées, affaiblissant la structure. Cette salle de bains ajoutée a été très près de s'effondrer et la maison gravement endommagée et hors d'aplomb (Photo 114).

Le Manoir, encore une fois, démontre l'erreur d'introduire du béton dans une maison *gingerbread*. Comme précédemment mentionné, cette construction était unique en raison d'une dalle de béton coulée dès l'origine pour réaliser le plancher de son premier étage. Même si la dalle, par nature, fournissait un diaphragme permettant d'attacher ensemble les murs porteurs en maçonnerie, elle a aussi augmenté le centre de gravité de toute la structure, intensifiant ainsi les charges latérales sur les murs porteurs pendant le séisme. Il en a résulté que les murs inférieurs en maçonnerie de moellons ont été très endommagés et portent des fissures en X, typiques des structures à charpente en béton, plutôt que ce qui est habituellement remarqué dans les murs porteurs en maçonnerie (Photos 115 et 96, au milieu de la page). Si les étages supérieurs en bois d'autres maisons *gingerbread* avec murs porteurs en maçonnerie étaient remplacés par du béton, comme c'est souvent le cas, des dégâts similaires menaceraient les édifices en cas de nouveau tremblement de terre.

Dans certains cas, lors de l'effondrement des immeubles en béton avoisinants, des murs ou des dalles de béton furent projetés contre des bâtisses *gingerbread*, causant la majeure partie des dégâts (Photo 116). Cependant, en de rares occasions, des ajouts en béton bien conçus et bien exécutés ont traversé le tremblement de terre sans dommages importants et ont probablement parfois aidé les structures *gingerbread* adjacentes à résister également aux secousses.



PHOTO 115 Les fissures caractéristiques en X sur les murs à hourdage de maçonnerie des charpentes en béton peuvent être également remarquées au Manoir. Elles ont été causées par la dalle de béton armé du premier étage (au-dessus du mur endommagé, sur cette photo).

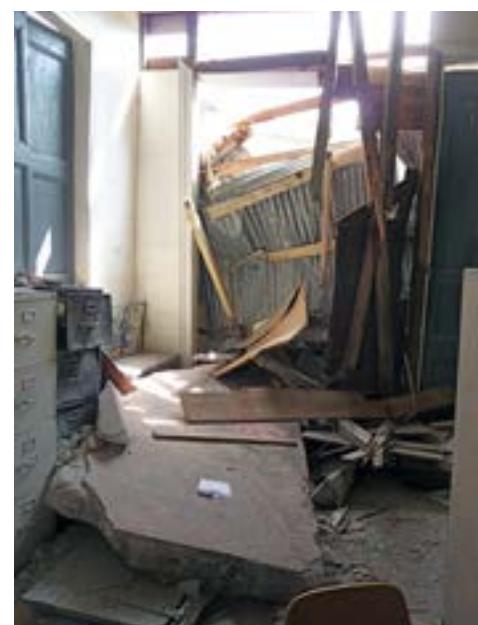


PHOTO 116 Les plus importants dégâts dont a souffert cette *gingerbread* proviennent d'une dalle de béton catapultée à travers la porte arrière pendant l'effondrement du bâtiment en béton située derrière elle. La toiture de la galerie a également été endommagée par l'effondrement d'un immeuble en béton attenant (voir aussi la Photo 82).

Recommandations

Un des membres de l'équipe a donné ce témoignage poignant au cours de la mission du mois d'avril:

Trois hommes se tenaient debout sur le toit d'un immeuble en béton armé de plusieurs étages complètement aplati, utilisant de petites masses pour casser le béton de son armature, de manière à démolir les ruines de l'immeuble. Les masses elles-mêmes étaient trop petites pour parvenir à cette tâche comparable au mythe grec de Sisyphe. Sans équipements lourds, ils progressaient si lentement et la tâche était si énorme qu'il leur faudrait des années pour la terminer (Photo 117).

Ce spectacle m'a permis de repenser la question à savoir quel est le seuil entre un immeuble réparable et un immeuble qui ne l'est pas. J'ai été amené à comprendre qu'aussi longtemps qu'un immeuble est debout et a une valeur culturelle, il peut-être réparable. J'ai alors réalisé qu'un effort de ce genre serait de loin plus productif que de démolir à la main—d'autant plus que cela pourrait contribuer à la formation d'artisans et la poursuite d'activités créatrices plutôt que d'entreprendre un travail de destruction.

PHOTO 117 Démolition d'un immeuble en béton armé avec de petites masses.



PHOTO 118 Spectacle typique, une *gingerbread* debout intacte derrière ce qui reste d'un bâtiment moderne en béton qui s'est effondré.



Une révision des vues aériennes obliques de tout le district par la firme Pictometry, prises une à deux semaines après le tremblement de terre, a confirmé que du total des maisons *gingerbread*, seules quelques-unes—peut-être moins de cinque pour cent—se sont partiellement ou totalement effondrées. Port-au-Prince a subi une catastrophe et des pertes énormes. Mais, au milieu de cette immense zone de destruction, il a été immédiatement évident que les constructions à colombage et à ossature en bois avaient mieux résisté au séisme que les immeubles en béton (Photo 118). De plus, même la maçonnerie traditionnelle sans armature a mieux tenue que certains immeubles modernes en béton armé et blocs de ciment.

A plusieurs occasions au cours de la mission, des propriétaires ou des occupants ont évoqué cette différence, soulignant que leurs maisons étaient « meilleures parce qu'en bois », et qu'ils ne désiraient nullement qu'elles soient démolies. Cette position étaye clairement l'idée que les constructions traditionnelles ont quelque chose « d'humain »: elles sont accessibles et inspirées. En comparaison, le béton armé n'est pas du tout inspiré. Dans le béton, les éléments qui donnent la force de traction (les barres d'acier) ne sont pas visibles et sa conception correcte exige un niveau de calcul, une analyse et des connaissances en construction dont la plupart des gens ne disposent pas. Une maison en bois ou même en briques avec plancher en bois peut être construite par peu d'ouvriers, de façon à résister aux tremblements de terre, uniquement en respectant les principes de base de construction.

Les recommandations suivantes ont donc été proposées pour faire avancer les travaux de réparation des maisons *gingerbread* et d'en améliorer les capacités de résistance. Les recommandations sont présentées sous les rubriques suivantes:

- Interventions immédiates et à court terme
- Recherches et analyses
- Matériaux et industries
- Interventions spécifiques selon les typologies
- Education et formation
- Politique de protection
- Financement

Interventions immédiates et à court-terme

Décourager la démolition des bâtisses gingerbread: identifier les édifices où la démolition est envisagée. Sensibiliser les propriétaires sur les possibilités de réparation et de restauration de leurs bâtiments. Il faudrait pouvoir procéder à une évaluation approfondie (voir *Evaluations complètes des diagnostics* ci-dessous), des coûts de réparations et faire connaître aux propriétaires les possibilités de financement.

Mesures temporaires de protection contre les intempéries: encourager ou aider les propriétaires à protéger leurs bâtiments déjà endommagés par le tremblement de terre contre tous dommages additionnels que pourraient occasionner la pluie et les cyclones, et ce jusqu'à la réparation et la protection totales des bâtiments. De simples bâches peuvent suffire à les protéger de l'infiltration de l'eau, mais devront être bien arrimées pour ne pas s'envoler et causer d'autres dégâts en cas de forts vents.

Matériaux de récupération: lancer une campagne de récupération de matériaux des bâtiments *gingerbread* qui peuvent éviter d'être partiellement ou totalement démolis. Encourager leur démantèlement afin de récupérer tous les matériaux susceptibles d'être réutilisés dans la réparation et la restauration des maisons *gingerbread*. Les matériaux qui ont une valeur particulière sont les briques crues, les charpentes en bois en bon état, les portes et les volets et les assemblages de finition ornementale en menuiserie. Identifier un espace pour l'entreposage commun de ces matériaux que les propriétaires seraient réticents ou incapables de garder chez eux. Un travail génératrice de revenus pourrait être créé pour faciliter l'achat, la collecte, l'entreposage et la vente des matériaux de récupération pour les maisons *gingerbread* (le stockage pourrait se faire au « Centre de Formation », voir *Education et formation* ci-dessous).

Etalement: élaborer des directives et les distribuer pour sensibiliser les propriétaires et les constructeurs aux méthodes sûres d'étalement pour la protection contre les effondrements occasionnés par l'usure ou les répliques. Etudier les formulaires de reconnaissance pour déterminer quels sont les bâtiments inspectés ayant besoin d'être étayés de façon urgente. Mener une enquête plus générale et plus approfondie pour identifier pleinement ces bâtiments.

L'étalement est d'une importance capitale pour deux raisons: (1) il peut limiter les risques d'effondrement des structures étant déjà dans un état critique, et (2) il peut apporter un réconfort psychologique aux propriétaires ou aux locataires afin qu'ils puissent réintégrer leur demeure sans crainte, améliorant ainsi leurs conditions d'existence et protégeant leur maison contre les effets dommageables d'un abandon temporaire.

Les membres de l'équipe ont observé que les étalements mis en place lors de la mission du mois d'avril, étaient souvent sous-structurés et mal placés pour assurer la meilleure protection, à cause d'un manque de ressources ou de connaissances (Photos



PHOTO 119 Les mesures temporaires sont importantes: cet étançon est une bonne idée, mais il est trop mince et il n'y en a qu'un.

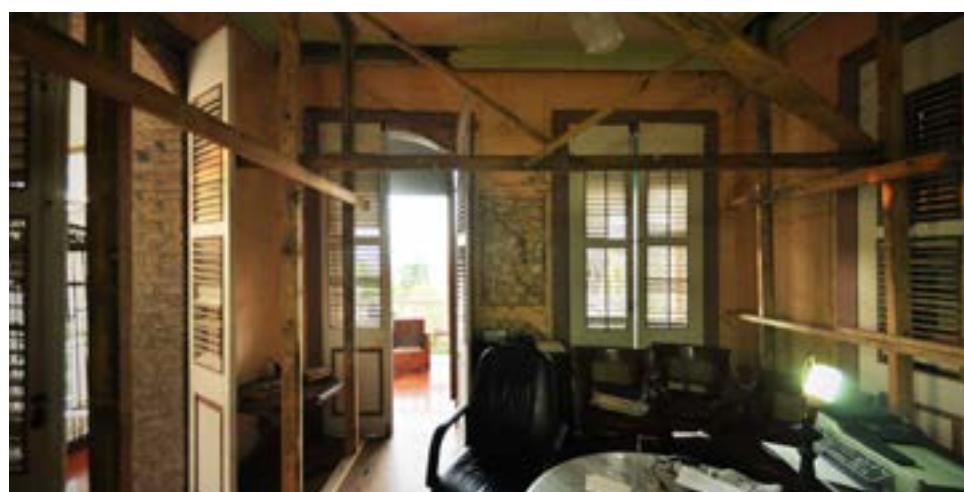


PHOTO 120 Echafaudage et étalement au 32 de l'avenue Lamartinière et étalement intérieur au 33 rue Pacot.





PHOTO 121 Exemples d'étalement en Italie après le tremblement de terre de Molise, montrant les étançons en bois lourds installés en diagonale sur la photo de gauche, et les bandes en polypropylène faisant tenir l'immeuble sur la photo de droite.



119 et 120). Ceci semble particulièrement vrai de l'étrésillonnage latéral qui pour la plupart des gens est moins adapté que l'étalement vertical. La formation devra améliorer la sécurité de ce travail. En outre, il sera très utile de former un groupe d'entrepreneurs de bâtiments et les aider à bien fixer le matériel et les équipements d'étayage. En général, l'équipe pense qu'un étalement devrait consister en des éléments de bois (ou un autre type de matériau) placés en treillis contre un mur vertical pour contrebalancer l'action de renversement ou placés verticalement sous une structure où les appareils ou murs avaient été exposés. D'autres matériaux qui font défaut ou qui sont rares sont les colonnes ajustables en acier avec tiges en acier taraudées et des bandes en polypropylène que l'on peut attacher autour d'une structure. Pour consulter des exemples d'étalement en Italie, voir la Photo 121 et visiter: <http://haiti-patrimoine.org/wp-content/uploads/2010/02/ItalianShoring-MoliseEQ.pdf>

Des informations complémentaires sur les interventions immédiates et à court terme peuvent être consultées dans l'Annexe B: Stratégies après-séisme de protection d'urgence et d'atténuation (ICOMOS)

Recherches et analyses

Pendant le processus d'évaluation, l'équipe a constaté une carence d'informations sur le patrimoine construit haïtien en général et sur les maisons *gingerbread* en particulier. Le tremblement de terre, s'il fût une terrible catastrophe, a offert des opportunités de voir de nombreux exemples de techniques de construction avec murs et ajouts décollés comme des pelures d'oignon. Port-au-Prince a, par la suite, servi de laboratoire pour passer en revue les matériaux et les techniques traditionnels de construction et pour permettre de comprendre comment ils se comportent dans des conditions normales aussi bien que sous la pression d'un tremblement de terre. Cependant, beaucoup de recherches restent encore à accomplir.

Recherches historiques: les dessinateurs des maisons en *gingerbread* devraient faire l'objet de recherches dans les archives des bibliothèques. Dans le cas de la maison au numéro 7 de la rue Pacot, par exemple, chacun sait que l'architecte et le constructeur furent, respectivement, Gustav Keitel et Léon Mathon, et qu'elle fut achevée en 1912. Un grand nombre d'architectes haïtiens de cette époque ont étudié en France et auraient importé des technologies françaises. Cependant, il y a très peu d'informations sur les dates, les dessinateurs, ou les constructeurs de la grande majorité des *gingerbread* encore existante. Comprendre, pour le moins, la chronologie de l'évolution de ces bâtiments, serait d'un atout considérable pour saisir l'importance de ce style de construction. Une meilleure compréhension de l'évolution historique de la ville de Port-au-Prince grâce à des plans de la ville serait également extrêmement utile pour mieux déterminer le développement chronologique des maisons *gingerbread*.

Evaluations complètes des diagnostics: il est recommandé que les propriétaires des *gingerbread* fassent examiner et évaluer en profondeur leurs bâtiments. Les évaluations de la mission du mois d'avril ont été menées dans le but de fournir une compréhension

générale du comportement des bâtiments, et non de procéder à une évaluation systématique et faire des recommandations sur n'importe quel type de construction. Ce type d'évaluations de suivi devraient être réalisées par un professionnel expérimenté (par exemple, un architecte, un ingénieur, un constructeur qualifié). Les formulaires d'évaluation peuvent être consultés pour déterminer quels sont les bâtiments inspectés qui ont reçu la garantie d'une inspection plus approfondie, mais il est certain que l'ensemble des maisons nécessite une évaluation plus fine.

Analyses des matériaux: en laboratoire, les analyses des briques, des moellons, de l'argile et des torchis de chaux et des métaux soigneusement sélectionnés, provenant de divers bâtiments pourront fournir des indications sur les origines et les périodes d'utilisation de ces matériaux de construction. De plus, la documentation minutieuse sur les techniques d'assemblage des charpentes en bois, les types de clous, la taille des bois et les plans de coupe, la taille des revêtements de contre-plaqué intérieurs et extérieurs, les styles de portes, les styles de fenêtres, les styles de garnitures, et autres, aidera à développer des catégories de style architectural et de construction qui à leur tour permettront d'interpréter l'architecture vernaculaire des premiers constructeurs.

Matériaux et industries

Le tremblement de terre a révélé que les techniques traditionnelles de construction sont de grande valeur en termes de résistance à ce genre de catastrophe. La réutilisation de ces techniques devrait être fortement encouragée. Cependant, pour ce faire, il faut des matériaux traditionnels, comme le bois, les briques, les pierres, l'argile et les torchis de chaux. En conséquence, la réparation des maisons *gingerbread* devrait aussi être considérée comme une opportunité susceptible de soutenir d'importantes initiatives pour le développement de l'agriculture et de l'industrie en Haïti. Il faudrait envisager de revitaliser les industries de fabrication de bois, de briques, de torchis de chaux et de torchis d'argile en Haïti. La clé du succès d'une telle entreprise serait de rendre l'industrie accessible à la population plutôt que de créer une sorte de travail artisanal à domicile qui ne permettrait de restaurer qu'un petit nombre de bâtiments

Des efforts devront être entrepris pour réactiver ou installer de nouveaux fours à chaux dans le pays. De la chaux hydratée et de la chaux hydraulique de bonne qualité sont des matériaux importants et indispensables pour la réparation et la restauration des bâtiments *gingerbread*, pour la préparation des torchis, des mortiers liquides et les enduits de plâtre. D'autres industries seraient consacrées au traitement sous pression des produits dérivés du bois, à la fabrication des briques et à l'installation soit d'un système d'immersion à chaud ou de galvanisation mécanique des connecteurs, des tirants, boulons, attaches et clous métalliques. Une des initiatives certainement la plus importante et peut-être la plus difficile est de restaurer la sylviculture en plantant des arbres appropriés à la construction de bâtiments (Photo 122). Dès que ce sera fait, la coupe de ces arbres devra être différée jusqu'à ce qu'il y ait suffisamment de bois de cœur pour la production commerciale des bois de construction résistants aux insectes et à la dégénérescence.



PHOTO 122 Montagne entre Léogâne et Jacmel qui montre la tragique beauté d'un paysage dépourvu de sa couverture végétale historique.



PHOTO 123 Vulnérabilité typique: les murs se détachent sur le côté parallèle à la charpente du plancher par manque de lien entre le plancher et le mur. Cet état de choses est simple à réparer dans la plupart des maisons.



PHOTO 124 Maison au 32 de l'avenue Lamartinière en train d'être restaurée, montrant l'état de pourriture des extrémités des solives.



Interventions spécifiques selon les typologies

Eléments de charpente en bois entretoisés et de colombage en bois:

- Améliorer les liens entre les différents éléments de construction. Joindre mécaniquement les structures en bois à leurs fondations, les planchers aux murs, entre tous les éléments de la charpente, et la toiture au bâtiment en-dessous (Photo 123).
- Remplacer les bois endommagés ou détériorés (Photo 124). Tous les nouveaux bois ajoutés doivent être soit en bois de cœur d'une variété d'arbre réputée pour sa résistance aux insectes locaux soit traités sous pression (Photo 126). A cause de la présence de produits chimiques toxiques, les bois traités sous pression devront être peints lorsqu'ils sont utilisés pour le revêtement des surfaces intérieures d'une maison et ne devront jamais être utilisés pour les buffets et les comptoirs de cuisine.
- Lorsqu'une partie de la charpente en bois d'une construction est dévorée par les termites et doit donc être remplacée, la pièce de bois devra être remplacée en totalité et pas seulement la partie attaquée. Même dans le cas des constructions à colombages, les tourillons, les entretoises et les croisillons doivent être continus, d'une intersection à l'autre, pour rendre son intégrité structurelle à la charpente.
- Recloquer le revêtement et les jonctions des bois à travers toute la maison avec des clous galvanisés renforcera considérablement la charpente en bois et la résistance des structures aux secousses sismiques, principalement si les clous existants sont rouillés et/ou sont des clous découpés au lieu de clous en fil métallique. Il est hautement recommandé que tous les clous soient galvanisés. Il ne sera pas nécessaire d'enlever les clous existants. La tête des clous sera enfoncee à fleur de bois. (Avec

le revêtement en panneaux de feuilles en bois, si les clous sont placés trop loin les uns des autres, un en haut et un en bas de chaque panneau, le gonflement et le rétrécissement normaux du panneau risquent de le fendre. La distance qui sépare un clou nouveau et un clou déjà existant ne devrait pas excéder la moitié de la largeur du panneau).

- Le revêtement intérieur peut également être recloué s'il s'est relâché ou si les clous existants sont rouillés ou peu nombreux. Ce revêtement intérieur contribuera de façon significative à la résistance de la maison aux secousses sismiques.
- Réinstaller des planchers en bois là où ils avaient été remplacés ou masqués par du béton.

Colombage:

- Le colombage devra être remis en place au milieu des travées de bois d'où il s'était détaché. S'il s'était desserré, sans toutefois tomber, il sera nécessaire de prendre soin d'évaluer l'état dans lequel il se trouve, avant de décider de le maintenir plutôt que de reconstruire les panneaux avec les mêmes matériaux. Il sera recommandé d'assurer un lien solide entre le hourdage et la charpente, ce qui est plus difficile à réaliser sans poser à nouveau la maçonnerie.
- Eviter d'utiliser un mortier de ciment pour reconstruire le colombage. Il y a beaucoup de cas où des panneaux qui avaient été reconstruits avec un mortier de ciment se sont détachés des charpentes par gros morceaux mettant la vie des habitants en danger, naturellement plus encore pendant le récent tremblement de terre. Utiliser un torchis de même composition et de même résistance que celui qui avait été utilisé à l'origine, un torchis suffisamment mou pour les moellons.
- Des indications, dans certaines maisons, prouvent que la maçonnerie en moellons avait été renforcée avec du fil de fer barbelé au moment de leur construction. Il est donc recommandé de perpétuer cette tradition lors du reconditionnement du hourdage de moellons (Photo 125). D'autres types de treillis, y compris le géotextile en plastique pourraient être envisagés comme moyens de renforcement, mais le fil de fer barbelé semble être idéal pour les raisons suivantes: (1) il est disponible partout en Haïti et utilisé en agriculture et comme clôture de sécurité, (2) il est presque toujours galvanisé, ce qui est primordial s'il doit être utilisé dans les constructions permanentes, (3) il peut facilement être installé avec la pose de la maçonnerie. Il est toutefois recommandé qu'une configuration différente soit utilisée pour son installation de manière à améliorer sa capacité de renforcement. Traditionnellement, un schéma d'installation en zigzag avait été utilisé. S'il est installé principalement en renforcement des couches horizontales avec quelques branches traversant la façade extérieure exposée de la maçonnerie (derrière l'en-duit de plâtre), il peut alors mieux retenir la maçonnerie en place.



PHOTO 125 Du fil de fer barbelé est souvent observé dans les cavités des murs pour retenir le hourdage de moellons. Il s'agit là d'une bonne pratique qu'il est important de poursuivre.



PHOTO 126 L'architecte Gilbert Mangonès explique les travaux de réparation en cour de sa maison au 24 de l'avenue Lamartinière, que l'on voit aussi sur les Photos 34, 35 et 134. Le nouveau revêtement est composé de panneaux de bois importé, traité sous pression. Le numéro de classement du bois paraît ci-dessous.



Murs portants en maçonnerie:

Plusieurs recommandations d'ordre général peuvent être proposées quant aux murs portants en maçonnerie afin d'augmenter leur solidité, y compris:

- Là où ils manquent ou sont endommagés, installer des tirants de fer en haut des murs, attachant les bâtières dans les deux directions et renforçant les voûtes et autres ouvertures au besoin (Photo 127). Reconstruire les endroits très endommagés. Injecter du lait de chaux dans les cavités des murs. Utiliser un torchis de chaux uniquement, et non pas de ciment.
- Renforcer les murs intérieurs existants avec du contreplaqué bien cloué de manière à servir de traverses structurelles, ou ajouter des clous au revêtement intérieur en planches horizontales déjà existants sur les murs intérieurs. En l'absence de murs intérieurs adéquats, ajouter de nouvelles traverses intérieures revêtues intérieurement de contreplaqué.
- L'assemblage de murs à couches multiples de feuilles non liées peut s'avérer utiles dans certains cas.
- Restaurer les planchers en bois qui avaient été remplacés par du béton.

Recommandations plus spécifiques pour les systèmes de murs portants en maçonnerie et conditions:

A. Réparation des murs en maçonnerie avec des panneaux de moellons et des piliers en briques aux endroits où le moellonnage a été exposé suite à l'effritement de portions des couches de plâtre, mais où le moellonnage est toujours entier et enfermé dans sa charpente en briques, et les piliers en briques ne montrent aucun signe de déplacement. Des fissures dans le moellonnage et dans les bandes en briques peuvent être visibles.

- Pour les murs dont le moellonnage n'est pas perturbé de façon significative, ce dernier peut être réparé sur place (Photo 128). Des réparations minimes consisteront en un replâtrage des panneaux en moellons sur les faces intérieures et extérieures des bâtiments. Un moyen facile de réaliser un renforcement minimal de ces panneaux, consiste en l'installation d'un treillis métallique galvanisé ou d'une latte métallique dilatée des deux côtés du panneau. Pour augmenter l'efficacité de ce procédé en retenant la maçonnerie contre sa compression verticale et son expansion latérale, ces deux pellicules en plâtre armé peuvent être fixées d'un côté à l'autre par des tiges galvanisées ou des tirants taraudés percés et insérés dans le mur et fixés avec des rondelles, des écrous ou tous autres d'at-

PHOTO 127 Charpente en briques typique avec construction en hourdage de moellons. A noter les dessins des fissures/l'absorption d'énergie dans le hourdage en moellons. L'ajout d'attaches devant servir à résister à l'écartement des voûtes au-dessus des ouvertures, pourra contribuer à augmenter la résistance aux secousses d'un séisme, particulièrement lorsque la voûte est située à proximité de l'angle du bâtiment, comme sur la photo de gauche.





taches de sécurité. *D'autres procédures de réparation et de renforcement des panneaux en moellons feront l'objet de recherches et seront présentées dans de plus amples détails après la publication du présent rapport.*

- Dans tous les travaux de réparation, il faudra prendre soin d'éviter l'utilisation de mortiers de ciment Portland qui sont trop durs. On lui préférera, la chaux hydratée (devant probablement être importée). Si des torchis de chaux ne sont pas disponibles, il serait sans doute préférable d'utiliser des torchis d'argile plutôt que des mortiers de ciment Portland, si le torchis existant du briquetage environnant possède la même solidité et la même consistance que le torchis d'argile. Deux raisons principales expliquent cette approche: (a) les mortiers de ciment Portland sont trop durs, rigides et cassants, de telle sorte que la partie du mur réparée se comportera comme un tampon raide, attirant toutes les forces de cisaillement non seulement des tremblements de terre, mais également du vent, de la dilatation thermique et du tassement différentiel créant des fissures dans le mur, et (b) le ciment Portland peut imprégner la maçonnerie en briques crues environnante de sels solubles entraînant sa corrosion et son exfoliation.
- L'intégrité de la technique des chaînes en fer ou en acier qui étaient installées à l'origine au niveau du plancher et de la toiture de plusieurs de ces bâtiments devrait être vérifiée et réparée aux endroits où ces chaînes feraient défaut ou seraient cassées. Si elles font défaut (comme, par exemple, aux angles du premier étage de la Villa Castel Fleuri), ou si elles sont cassées (comme, par exemple, à l'angle nord-est du premier étage du numéro 112 de la Fleur-du-Chêne), il est recommandé qu'un équivalent soit conçu et installé en surface pour remplir la même fonction. Les bâtiments devront être liés dans les deux directions. Certains d'entre eux auront besoin d'attaches supplémentaires le long de la ligne des voûtes pour éviter l'écartement.

B. Réparation des murs en maçonnerie avec panneaux en moellons et piliers en briques où le moellonnage est endommagé et perturbé, mais toujours largement en place et où les piliers en briques n'ont subi que des déplacements mineurs. La réparation de ce type de construction présente des problèmes qui exigent des

PHOTO 128 Exemples de dommages de faible intensité causés aux panneaux en moellons de murs extérieurs et intérieurs en maçonnerie.

PHOTO 129 L'entrée arrière effondrée de la Villa Castel Fleuri dans l'avenue Christophe qui a subi de gros dommages pendant le séisme.



PHOTO 130 En bas, à gauche Un panneau en moellons au premier étage de la Villa Castel Fleuri qui s'est effondré montrant le déplacement de la base du pilier en briques vers la porte, résultat des forces d'expansion du panneau. En bas, à droite Le Manoir dans l'avenue John Brown montrant le degré des perturbations des murs en maçonnerie, causés par la dégradation rapide des panneaux en moellons pendant le séisme.



recherches complémentaires pour élaborer les meilleures stratégies, mais, à partir des analyses préliminaires, on peut déclarer ce qui suit:

- Pour les cas où le moellonnage à l'intérieur d'un panneau particulier est très perturbé, présentant des interstices en haut et dans certaines parties du panneau, et une boursoufflure paraissant au milieu du panneau dû à la dilatation du mur, la meilleure chose à faire serait probablement de le démanteler et de le remplacer. Dans des cas pareils, lorsqu'il s'agit d'envisager de « réparer » (plutôt que de « restaurer »)—c'est à dire effectuer des travaux adaptés au besoin d'une maison particulière et non à ceux destinés à des musées—le remplacement du panneau en moellons par d'autres matériaux est peut-être la meilleure solution. Parmi les choix de matériaux de maçonnerie que l'on retrouve en Haïti, les petits carreaux de briques creuses en argile semblent être la meilleure alternative parce qu'ils sont plus légers que les briques pleines. Leur assise horizontale et leur compatibilité avec les piliers en briques pleines, leur permettent de se comporter bien mieux que les moellons pendant un tremblement de terre.
- Ce travail de reconstruction devra s'étendre sur une assez grande surface pour assurer l'uniformité des couches d'enduit qui recouvrent les panneaux en moellons.
- Comme pour les murs légèrement endommagés du paragraphe « A » mentionné précédemment, dans tous les travaux de réparation, il faudra éviter à tout prix d'utiliser des mortiers de ciment Portland qui sont trop durs. Le choix devra se porter sur la chaux hydratée (qui devra probablement être importée). Si des torchis de chaux ne sont pas disponibles, il serait sans doute mieux d'utiliser des torchis d'argile plutôt que d'utiliser des mortiers de ciment Portland, si le torchis existant du briquetage environnant possède la même solidité et la même consistance que le torchis d'argile. Il y a deux raisons principales à cette approche: (a) les mortiers de ciment Portland sont trop durs, rigides et cassants, de telle sorte que la partie du mur réparée se comportera comme un tampon raide, attirant toutes les forces de cisaillement non seulement des tremblements de terre, mais également du vent, de la dilatation thermique et d'un tassement différentiel créant des fissures dans le mur, et (b) le ciment Portland peut imprégner la maçonnerie en briques crues environnante de sels solubles qui occasionneront sa corrosion et son exfoliation.
- Comme pour les murs légèrement endommagés du paragraphe « A », l'intégrité de la technique des chaînes en fer ou en acier qui étaient installées à l'origine au niveau du plancher et de la toiture de plusieurs de ces bâtiments devra être vérifiée et réparée aux endroits où ces chaînes feraient défaut ou seraient cassées.

C. Concernant les bâtiments encore debout dont les murs en maçonnerie sont gravement endommagés ou se sont effondrés.

- Les critères déterminants si un édifice sera conservé ou non devront faire l'objet d'analyses et de discussions complémentaires. Cependant, comme mentionné plus haut, en raison du manque d'équipements et du temps nécessaire pour procéder à la démolition et au ramassage des déblais à la main, il faudra évaluer avec attention ce qui sera considéré comme « dommage irréparable ». La question est clairement soulevée par deux bâtiments où les dégâts sont considérables: la maison Dufort et le Manoir. D'après les membres de l'équipe, la Villa Castel Fleuri entre également dans la catégorie des bâtiments « possibles à réparer », malgré l'effondrement de portions de ses deux porte-à-faux, de la terrasse avant du premier étage, d'un côté, et de la tour en escalier de l'autre côté (Photo 129).
- Dans le cas de la Villa Castel Fleuri, les deux porte-à-faux effondrés peuvent être reconstruits (et consolidés). La préoccupation majeure concerne les murs principaux où, à certains endroits, les panneaux en moellons ont été sérieusement endommagés et se sont partiellement écroulés, mais ceux-ci peuvent être réparés suivant la stratégie du paragraphe « A » ci-dessus. Certaines parties où les piliers en briques se sont déplacés devront plutôt être démantelées pour être reconstruites, mais la valeur culturelle et économique du bâtiment, dans son ensemble, comparée au montant estimatif du volume de travail à réaliser pour sa réparation, rend possible sa reconstruction.

- En ce qui concerne la maison Dufort et le Manoir (Photo 130), les dégâts consistent en la perturbation des murs en maçonnerie au niveau du rez-de-chaussée, y compris la dislocation des piliers en briques, ainsi que l'effondrement des panneaux en maçonnerie de moellons. Les effondrements partiels des murs ont révélé que les piliers en briques eux-mêmes n'avaient pas été bien reliés lors de leur construction et que le torchis était devenu anormalement faible et poudreux. En termes de réparation, il faudra replacer et reconstruire presque tous les murs du rez-de-chaussée de ces bâtiments. Pour y parvenir, un système d'étayage méticuleusement assemblé et érigé devra être posé et les murs, section par section, pourront alors être reconstruits. Considérant l'exemple de l'Hôtel Oloffson (Photos 99 et 100), la meilleure technique de reconstruction sera de construire tous les murs en maçonnerie de briques, sans les piliers en briques et la configuration de panneaux en moellons. L'architecture peut être restaurée en encastrant les parties où se trouvent les panneaux et en les recouvrant de plâtre. Tous les travaux de briquetage devront être liaisonnés de façon à ce que toutes les parois soient interconnectées à travers les joints à collerette, dont l'absence a contribué à amplifier les dégâts lors du tremblement de terre.
- La question de savoir s'il faut ou non utiliser des mortiers de ciment Portland et une armature métallique dans la reconstruction de ces murs devra être soulevée parce que les murs replacés formeront pour l'essentielle une nouvelle construction. Cette question soulève un débat intéressant, mais pour les raisons énumérées plus haut, le mortier de ciment Portland est incompatible avec les briques crues utilisées dans ces bâtiments historiques, qui seront probablement réutilisés pour reconstruire les murs. Les torchis de chaux utilisés, devront être composés de chaux hydratée importées si nécessaire (de toute façon, le ciment est maintenant importé), dont l'utilisation sera enseignée aux maçons. L'installation du type d'armature au niveau des planchers historiquement présents dans ces bâtiments devra être encouragée, au lieu de l'installation d'une armature moderne, conventionnelle, placée verticalement et horizontalement dans les murs en maçonnerie plus susceptible d'être détériorée par la corrosion, tel que remarqué dans les immeubles en ciment et béton armé partout à Port-au-Prince après le tremblement de terre.
- Une armature en acier disposée en surface, comme celle de la Chapelle de Saint-Louis de Gonzague et de la petite chapelle adjacente à la Cathédrale (Photos 131, 132 et 133), s'accorde bien à l'environnement haïtien, probablement à cause de couches d'un revêtement protecteur et de peintures. Ce genre de stratégie



PHOTO 131 Intérieur de la Cathédrale Notre-Dame de l'Assomption après le séisme de 2010 avec effondrement total de sa toiture, effondrement de parties des arcades intérieures et de ses deux clochers. Les quatre façades extérieures de deux étages sont restées largement intactes. Cette cathédrale a été construite entre 1884 et 1914, avec des murs en béton armé et construction à remplissage de maçonnerie. Les armatures étaient presque toutes sévèrement corrodées au moment du tremblement de terre. La faiblesse des liens due à l'utilisation de barres d'armature lisses a rendu cette structure, et toutes les autres en béton armé, particulièrement vulnérables aux dégâts des secousses sismiques.



PHOTO 133 La Chapelle de Saint-Louis de Gonzague rue du Centre après le tremblement de terre. Alors que les édifices modernes de l'école catholique se sont effondrés, la chapelle a survécu sans grands dommages. Les Frères de l'Instruction chrétienne avaient fondé l'école en 1890 et la chapelle date de cette époque. Cette chapelle est aussi vaste et haute que la nef de la cathédrale. Sa charpente en fer qui sert à retenir les murs en maçonnerie, a été préfabriquée en France. Cette technique de structure s'est révélée remarquablement résistante par rapport aux premières constructions en béton armé comme la Cathédrale et le Palais National.



PHOTO 132 Cette petite chapelle adjacente à la Cathédrale a le même système d'armature en acier disposée en surface que la Chapelle de Saint-Louis de Gonzague et s'est tout aussi bien comportée pendant le séisme.



pourra être adoptée, particulièrement aux endroits où les chaînes au niveau des planchers font défaut ou sont corrodées, et les replacer in situ à l'intérieur du mur s'avérait impossible. La résistance remarquablement bonne de ces deux petites églises devrait être une source d'inspiration et un modèle d'excellente technique de construction en maçonnerie.

Les ajouts:

Dans la mesure du possible, les ajouts devront être composés de matériaux et construits selon des techniques compatibles avec ceux de la maison originale (Photo 134). Tous les ajouts construits avec des matériaux et une technique de construction différents de ceux de la maison originale—particulièrement lorsqu'ils ont une rigidité latérale différente—devraient (i) être conçus et exécutés en tant que structures à part entière, avec leur propre système antismique, plutôt que de s'adjointre à la



PHOTO 134 La charpente en béton armé et les ajouts en blocs de ciment de cette maison au 24 de l'avenue Lamartinière se sont écroulés dans le tremblement de terre et ont été enlevés. Le propriétaire, l'architecte Gilbert Mangonès exécute toutes les réparations avec charpente et revêtement en bois plus compatibles avec la charpente en bois flexible de la maison originale et moins susceptibles de s'effondrer lors d'un prochain séisme.



PHOTO 135 Des réparations bien intentionnées mais inadéquates avec mortier en ciment dans un appareil en briques (en haut et à droite) et un hourdage de ciment pour un colombage (en bas). Torchis de chaux et plâtre de chaux devraient être utilisés.



structure existante pour leur support vertical ou latéral, et (2) être séparés de la structure existante par un assemblage antisismique. La taille de cet assemblage devra être calculée de façon à pouvoir absorber les balancements des deux structures et éviter qu'elles ne s'entrechoquent lors d'une prochaine catastrophe sismique. Il est recommandé de consulter un ingénieur en bâtiment pour déterminer la taille de cet assemblage et aussi pour la conception du plancher et du système de clôture des deux côtés de l'assemblage. Cet assemblage peut être comblé de manière à ce qu'il n'y ait pas d'interstices entre les parements de la maison et l'ajout.

Education et formation

Tel qu'observé tout au long du présent rapport, les techniques de construction ont de la valeur dans leur capacité à résister aux tremblements de terre. Revitaliser ces techniques et pratiques entraînera l'éducation des propriétaires et preneurs de décision, aussi bien que la formation des entrepreneurs en bâtiments et des artisans. Les réparations en cours dans plusieurs maisons *gingerbread* ont été observées au cours de la mission du mois d'avril. Certaines d'entre elles paraissaient être exécutées de façon incorrecte, comme l'utilisation de mortier en ciment pour la pose des briques ou une finition en plâtre de ciment ou un hourdage massif en ciment pour une construction à colombages (Photo 135). Torchis de chaux et plâtre de chaux sont les éléments qui conviennent à ce genre d'applications. Un constructeur qui destinait une résidence à colombages à un usage commercial, a déclaré qu'il ne n'entendait pas réinstaller le hourdage en briques aux endroits où il avait été enlevé. Il ne comprenait pas que le hourdage en briques constituait une part importante du système structurel. De pareilles erreurs dans l'exécution des travaux de réparation mettent l'accent sur l'urgence d'une documentation détaillée pour des conseils pratiques et des programmes de formation qui feront suite au présent rapport.

Encourager les bonnes pratiques de construction sur le terrain: distribuer une documentation sur des conseils pratiques, comme le présent rapport, et favoriser l'accès à l'assistance technique aux propriétaires, entrepreneurs et spécialistes des métiers du bâtiment pour l'application des pratiques adéquates de réparation et de restauration. Cette assistance devrait inclure les domaines suivants: l'étayage, le choix des

matériaux, la modernisation (apporter des améliorations aux structures d'origine) et l'entretien. Il est, en général, recommandé de suivre les bonnes procédures suivantes: (1) utiliser un bois ayant une résistance naturelle à la dégradation (bois de cœur de variétés tropicales) ou traité sous pression avec des biacides; (2) préférer les torchis d'argile ou de chaux ou de matériaux de résistance et caractéristique similaires à celles des torchis existants pour les réparations des maçonneries en briques ou en moellons au ciment Portland; (3) utiliser de l'acier galvanisé pour installer ou remplacer des attaches en acier; (4) utiliser des briques crues pour remplacer le moellonnage aux endroits où des panneaux en moellons se sont effondrés ou sont très endommagés dans les murs portants en maçonnerie. Afin de préserver leur aspect architectural historique, les nouveaux panneaux devront être encastrés et enduits de plâtre (avec du plâtre de chaux) à la manière originale.

Programme de formation: élaborer un programme de formation pour les constructeurs et les spécialistes des métiers du bâtiment: pour la réparation adéquate des bâtiments *gingerbread*; pour retrouver les compétences perdues pour la construction des charpentes en bois et en maçonnerie par l'utilisation d'argile et de torchis de chaux. Un diplôme serait remis à la fin du cycle de formation pour valoriser l'acquisition d'un minimum de compétences par les propriétaires d'immeubles. Un excellent exemple de ce genre de projet est le Falmouth Heritage Renewal Program, basé aux Etats-Unis, dont la mission est la préservation et la restauration des édifices historiques de Falmouth à la Jamaïque, tout en améliorant les conditions de vie de la population locales. Un autre exemple est celui du programme établi dans le district de Murad Khane à Kabul en Afghanistan par le Turquoise Mountain Foundation, une ONG basée en Angleterre.

Centre de Formation, « chantier école », centre des opérations *gingerbread*: faire collectivement l'acquisition d'une grande propriété sur laquelle se trouverait un important bâtiment *gingerbread* peu endommagé et qui présenterait les trois techniques de construction. Réparer et restaurer le bâtiment comme « chantier école », base du *Programme de formation* et centre des opérations pour la distribution des informations et pour plaider en faveur du projet de réparation et de restauration. (FOKAL a manifesté de l'intérêt à entreprendre un tel projet).

Politique de protection

Comme mentionné précédemment, les quartiers *gingerbread* constituent une zone patrimoniale homogène et une ressource culturelle unique. Des mesures de protection de ce paysage historique urbain devraient être explorées et améliorées. Les suggestions des membres de l'équipe comprennent un travail en collaboration avec le gouvernement haïtien en vue de la désignation du district *gingerbread* comme District Historique National. Une telle nomination officielle accordera davantage de crédibilité et une dimension supplémentaire aux efforts de réparation et de restauration et favorisera l'attribution de fonds par certaines organisations internationales de préservation et d'assistance. Etant donné que les démarches nécessaires d'une telle désignation prennent du temps, il faudrait les entreprendre au plus tôt. Une telle démarche pourra également donner toute son autonomie à la communauté des propriétaires et résidents.

Financement

Quoique hors du champ d'action de l'équipe du WMF, l'importance d'un financement adéquat des travaux de réparation et de restauration des bâtiments *gingerbread* mérite d'être mentionnée. L'accès à des ressources financières suffisantes représentera le plus gros obstacle pour de nombreux propriétaires. Nombreux sont ceux qui en font état. Il y a nécessité d'obtenir des fonds et de mettre en place des outils de financement (comme les crédits renouvelables et les microcrédits) pour soutenir les travaux de réparation et de restauration.

Conclusion

Les maisons *gingerbread* sont très appréciées pour l'esthétique de leur architecture non seulement par leurs propriétaires et leurs occupants, mais également par les nombreux Haïtiens qui les admirent quotidiennement de la rue ou les conservent dans leur mémoire collective.

Le succès de la restauration de ces bâtiments a, pour leurs propriétaires, une valeur qui va bien au-delà de leur valeur intrinsèque et touche des domaines tels que les identités des quartiers, la fierté nationale, le tourisme, les économies locales et régionales et le patrimoine culturel national (Photo 137). L'importance de restaurer et de faire revivre ces maisons et ces quartiers, comme phares dans la reconstruction d'Haïti, ne saurait être trop soulignée.

L'équipe a reçu des commentaires poignants lors de la mission d'avril. Un Haïtien qui avait été embauché comme chauffeur-traducteur pendant les travaux d'enquête de la mission, a eu ce cri du cœur:

« Je ne peux pas vous dire à quel point je suis heureux de voir que vous allez tenter de sauvegarder les maisons gingerbread. »

Cet homme ne possède pas de maisons *gingerbread* et n'a jamais non plus vécu dans l'une d'elles, mais son commentaire illustre parfaitement l'attachement de tant d'Haïtiens pour cette architecture.

Lors de la première réunion de l'équipe avec les propriétaires des *gingerbread*, l'un d'eux demanda:

« Les affreuses maisons modernes qui se sont écroulées autour des bâtiments gingerbread—ne peut-on pas interdire qu'elles soient construites à nouveau ?

Les innombrables immeubles en béton qui se sont transformés en pièges mortels pendant les 35 secondes qu'a duré le tremblement de terre, sont les produits d'un processus de construction qui a trahi les personnes mêmes qu'ils étaient supposé servir (Photo 136). En plus de la très mauvaise qualité de ces immeubles en termes de sécurité, ils n'ont pratiquement ni « caractère », ni « âme ». Cette constatation est encore plus frappante lorsqu'ils sont comparés au caractère ou à l'âme des maisons *gingerbread*.

L'équipe garde le fervent espoir que cette immense richesse—les maisons *gingerbread* de Port-au-Prince—sera restaurée et préservée pour les générations à venir. Elles sont Haïtiennes d'une façon unique et sont les gardiennes d'une tranche de l'histoire et de l'âme du peuple Haïtien.



Photo 136 *A gauche* Maison à la rue José Martí où l'ajout en béton s'est effondré, laissant la maison *gingerbread* en porte-à-faux au-dessus des décombres. *A droite* Le fils du propriétaire de cette maison montre du doigt l'endroit où est enseveli sous les décombres de l'ajout en béton le corps de son cousin. Cette maison figure aussi sur la Photo 111.



Photo 137 Madame Jacqueline Mathon, propriétaire du 9 de la rue du Travail Première, debout devant sa maison.

Annexe A

Directives et fiches pour l'évaluation après-séisme des dommages (ICOMOS)

Les travaux d'évaluation ont suivi la Méthodologie d'Evaluation des Constructions et d'Atténuation développée par l'ICOMOS, pour un usage exclusif en Haïti.

Les principaux auteurs de la méthodologie sont Stephen Kelley et Patrick Sparks, tous deux membres de l'équipe. Les travaux d'évaluation ont été réalisés par les équipes qui ont utilisé les « Directives et fiches pour l'évaluation après-séisme des dommages » préparées comme une partie de la méthodologie d'évaluation rapide.

La méthodologie d'évaluation comporte des techniques qui varient des plus simples aux plus sophistiquées. Les évaluations devraient toujours commencer par les techniques les plus simples pour arriver graduellement aux plus sophistiquées, au fur et à mesure des nécessités. La gamme des techniques comprend les recherches historiques, les enquêtes visuelles, les inspections en gros plan, la création d'opportunités d'inspection, le prélèvement d'échantillons pour analyse en laboratoire, essais in situ et suivi à long terme. Pour l'évaluation de l'ICOMOS, les techniques utilisées devraient se concentrer uniquement sur des actions non intrusives (les recherches et les relevés visuels). La catastrophe sismique aura déjà créé de nombreuses opportunités d'examiner l'intérieur de la construction de bâtiments effondrés.

Recherches d'archives

Cette démarche dans l'évaluation sert uniquement de point de départ. Chercher des cartes, documents historiques, photographies, livres, dossiers de catastrophes précédentes, et des travaux de réparation et de restauration qui ont été accomplis dans le passé (dans n'importe quelle langue). Ces informations identifiées en Haïti peuvent ne pas être disponibles ailleurs.

Enquête visuelle initiale

Les dommages observés au cours de l'enquête visuelle générale devraient être enregistrée avec des photographies numériques étiquetées. Cette enquête visuelle pourra déterminer les conditions générales du bâtiment. Les comportements et les tendances devraient être évalués, tels que la stabilité d'ensemble, les déplacements et zones de dommages significatifs.

Inspections rapprochées

Basées sur les conclusions de l'enquête visuelle, des zones représentatives des conditions de dommages typiques ou des conditions spécifiques uniques sont sélectionnées pour une évaluation plus poussée par des inspections précises. Au cours de cette inspection, un travail pragmatique d'investigation non destructive pourra être réalisé. Quelquefois, simplement taper ou « écouter » un mur au moyen d'un petit marteau pourra fournir une indication de délamage ou de désagrégation de la maçonnerie. Des mesures spécifiques peuvent être prises pour quantifier les fissures, les déplacements et les déséquilibres de certaines parties d'immeubles. EGALLEMENT: afin de réduire les risques d'une démolition sans supervision, il faudra mettre un avis sur les édifices historiques spécifiant qu'ils font partie du patrimoine national et ne doivent pas être démolis.

Remplir la fiche de l'ICOMOS pour l'évaluation après-séisme des dommages

Il est recommandé que toute l'équipe d'évaluation commence par inspecter une ou deux structures ensemble. Il est demandé à toutes les équipes de remplir et de soumettre un formulaire d'évaluation (un par bâtiment) à la fin de chaque journée. Il est également recommandé que toutes les fiches soient photocopiées avant leur soumission.

Les membres de l'équipe devront prendre des photographies numériques de chaque bâtiment qui serviront à décrire tout le bâtiment et fourniront des détails de son architecture, de sa structure et des dégâts. Elles devront être datées et étiquetées convenablement. La procédure suivante d'étiquetage est recommandée: l'année, le mois, le jour—le nom du site—les initiales du photographe—numéro chronologique (exemple: 2010.05.14 Jacmel SJK_27.jpg). Tous les formulaires de l'enquête, ainsi que les notes et les fichiers des photos doivent être remis au coordinateur de l'équipe afin de les réunir en un seul corpus.

Résumé des inspections

Une partie importante dans les fiches d'évaluation à remplir pour chaque bâtiment est l'établissement d'un résumé des dégâts, qui se trouve en haut de la première page et qui permettra à tous de voir immédiatement la description des dégâts. Cependant, cette partie doit être remplie à la fin de l'évaluation, après l'inspection des bâtiments. Les catégories sont les suivantes:

- Catégorie 0—Pas de dégâts
- Catégorie 1—Bâtiment utilisable. Le bâtiment est intact et n'a subi aucun dommage ou est légèrement endommagé
- Catégorie 2—Bâtiment temporairement inutilisable. Le bâtiment a subi des dommages structurels importants (dont la gravité sera déterminée visuellement, par ex. colonnes déplacées qui peuvent être étayées ou réparées), mais pourra être rapidement réparé et remis en état de fonctionnement. Cette catégorie inclut également les dégâts localisés pouvant mettre la vie en danger, comme par exemple des parapets cassés ou penchés qui pourraient facilement céder à moins d'être enlevés ou étayés.
- Catégorie 3—Le bâtiment n'est pas réutilisable sans réparations structurelles majeures. Écroulement structurel important, par ex. éléments de la charpente gravement endommagés ou effondrés ou murs ouverts et détachés, et ne peut pas être facilement réparé et remis en état.
- Catégorie 4—Bâtiment détruit et impossible à réparer. Effondrement partiel ou total du bâtiment.

Evaluations préalables des dégâts et étiquettes

Ce chapitre se réfère à toute catégorie de dégâts attribuée à un bâtiment avant la présente évaluation par des inspecteurs qui ne sont associés ni à l'ICOMOS ni à l'équipe. Il est souvent arrivé que la première évaluation (appelée aussi enquête d'utilisation, de sécurité ou de protection) soit réalisée dans les tous premiers jours ou les premières semaines après la catastrophe, par des autorités locales. Elle se compose généralement de trois parties distinctes qui sont « sans risque », « usage restreint » et « dangereux ». Notre évaluation a été plus détaillée. En outre, étant donné que les équipes de l'ICOMOS ne sont ni autorisées ni organisées sous la juridiction du gouvernement local ou national, ni tenues de soumettre des rapports au gouvernement, les évaluations des dégâts faites par l'ICOMOS ne devront pas servir à une quelconque action gouvernementale, telle que l'étiquetage d'une structure devant en permettre ou en interdire l'accès, sans l'inspection indépendante de la structure par l'organisme gouvernemental responsable. Si des bâtiments, qui n'avaient pas encore été inspectés ou pris en charge par les responsables gouvernementaux, ont été identifiés comme étant dangereux, un membre de l'équipe de l'ICOMOS doit en informer ces responsables et ne prendre aucune action indépendante, sauf pour donner de simples conseils. Les membres de l'équipe de l'ICOMOS doivent particulièrement éviter d'étiqueter à nouveau un bâtiment qu'ils auraient trouvé en meilleur état que lors de la première évaluation par un inspecteur autorisé par le gouvernement.

Cases de la fiche d'évaluation

Les explications suivantes concernent les cases des données que l'on retrouve habituellement dans les formulaires dédiés à l'évaluation

1ÈRE PARTIE: INFORMATIONS GÉNÉRALES

(1.1) Identification du bâtiment: Cette information est essentielle pour localiser plus tard le bâtiment et assurer la diffusion adéquate des conclusions. L'adresse physique peut être difficile à déterminer dans une zone sinistrée, il est donc important d'inclure la latitude et la longitude si les équipements sont disponibles. Autrement, relever le côté de la rue sur lequel se trouve le bâtiment en se basant sur les directions géographiques, le nom des rues à l'intersection la plus proche et le nombre de propriétés ou la distance approximative jusqu'à l'intersection.

(1.2) Précision de l'inspection: C'est le degré d'accessibilité au bâtiment par l'inspecteur. Une difficulté d'accès équivaut à des précisions moindres.

(1.3) *Rapport aux autres bâtiments:* La position du bâtiment principal par rapport aux structures adjacentes est un facteur important pour déterminer la vulnérabilité. Elle permet également aux autres de localiser le bâtiment.

(1.4) *Carte de référence:* Identifier la grille ou la section de la carte de base utilisée par les membres de l'équipe. Il s'agit d'une carte préétablie destiné à un usage général. Pour les cartes spécialement conçues avec grilles arbitraires, en conserver une copie au bureau, en donner une copie à chacun des membres de l'équipe, et faire la photo numérique de la carte indiquant, pour chaque bâtiment, la propriété et ses alentours.

(1.5) *Croquis et notes du bâtiment et du site:* Dessiner un plan simple du bâtiment, parfois aussi d'une élévation, coupe et/ou détails structurels si nécessaire, et les noter pour transmettre le sens général des proportions, le nombre d'étages, la forme de la toiture, etc. Utiliser une couleur différente pour marquer sur le croquis les emplacements des dommages.

(1.6) *Style architectural:* Essayer d'identifier le style de l'architecture du bâtiment. Mentionner le style dominant et le style premier s'il a été modifié avec des ajouts et des transformations. Utiliser des noms connus localement pour ces styles.

(1.7) *Données géométriques:* Enumérer les paramètres de base du bâtiment, y compris le nombre d'étages, etc. Faire une estimation de l'âge en indiquant une année approximative (par exemple: autour du 1870 ou avant 1900), aussi rapprochée que possible. S'il y a plus d'une phase de construction, essayer d'énumérer les époques plus importantes. Indiquer si le bâtiment est occupé au moment de l'évaluation et le type d'habitation (résidentielle, commerce de détail, bureau, industriel, entrepôt, etc.) et si le ou les occupants (s'ils sont connus) sont locataires ou propriétaires (ou les deux).

(1.8) *Sol et fondations:* Déterminer la morphologie brute du site (forme du terrain) et énumérer les dégâts visibles ou les risques potentiels de l'affaissement du sol (tassement), fissures, basculements, glissements, etc.

(1.9) *Toiture:* décrirez la structure du toit en observant si elle est soumise ou non à une poussée latérale (une charpente à pignon sans entraits est soumise à une poussée latérale, une poutre dont le raccord de la base est intact ne l'est pas). Décrivez également les toitures des terrasses et des dépendances et déterminez si elles sont structurellement distinctes de la toiture du bâtiment principal (point important pour les risques cycloniques).

2ÈME PARTIE: DÉTAILS DE CONSTRUCTION

(2.1) *Forme bâtiment:* C'est la régularité du plan (ou son absence), importante pour le comportement sismique.

(2.2) *Techniques de construction des bâtiments:* (Intérieur, extérieur, plancher) Ces cases proposent des choix de types de construction de base. Cocher autant que nécessaire pour la structure principale. Rayer ou écrire dans les différentes sélections, le cas échéant. (Cocher autant de choix que nécessaires).

(2.3) *Adéquation des liaisons:* Evaluer l'étendue et l'état des attaches latérales au niveau des jonctions du plancher au mur, à travers les voûtes et les arcs, etc.

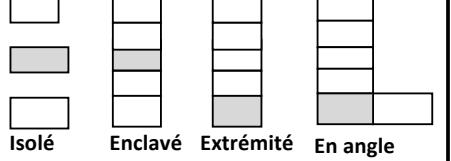
(2.4) *Actions à prévoir:* Recommander une évaluation détaillée si nécessaire, barricades, étaffages et entretoises de sécurité.

(2.5) *Dommages aux éléments structurels et mesures d'urgence existantes:* Cocher toutes les cases qui s'appliquent. Le « matrix » combine le niveau et l'étendue des dégâts et les cases sont nuancées pour indiquer la vulnérabilité. Les mesures existantes sont celles déjà en place au moment de l'enquête. S'il n'y en a aucune, barrer la case d'une ligne diagonale ou écrire « aucune ».

Adresse	Inspecteur:	Date:
Emplacement	Affiliation:	jour/mois/année

ICOMOS ÉVALUATION DES DOMMAGES APRÈS-SÉISME – HAITI 2010

CATÉGORIE DES DOMMAGES	0 EN BON ÉTAT	1 DOMMAGES MINEURS/UTILISABLE	2 DOMMAGES MODERES/REPARABLE	3 DOMMAGES GRAVES RÉPARABLES	4 DETRUIT
MARQUAGE PRECEDENT					

IDENTIFICATION DU BÂTIMENT		PRECISION DE L'INSPECTION	Non inspecté
Adresse		Extérieur seulement	Complet
Quartier		Raison:	
Municipalité			
Province			
Nom du bâtiment			
Propriétaire			
Latitude	Longitude		
		RAPPORT AUX AUTRE BÂTIMENTS	CARTE DE RÉFÉRENCE
		 Isolé Enclavé Extrémité En angle	

CROQUIS ET NOTES DU BATIMENT ET DU SITE	Style Architectural:

3 DONNEES GEOMETRIQUES							
Total des étages	Hauteur d'un étage à l'autre (m)		Surface de plancher (m ²)	Âge	Usage/destination		Occupé?
	1		1		Domicile		
	2		2		Bureau		
	3		3		Assemblée		
	4		4		Industriel		
	5+		5+		Autre		

Adresse	Inspecteur:	Date:
Emplacement	Affiliation:	jour/mois/année

SOLS ET FONDATIONS

Morphologie du site				Dégâts (présents ou possibles) - glissement - liquéfaction - fissures			
Sommet	Pente forte	Pente douce	Niveau	Absent	Dû au séisme	Aggravée	Préexistant

TOITURE	Instable	Stable	Charpente du toit: à décrire	FORME BÂTIMENT		Façade	
				Plan	Irrégulier	Régulier	
Lourd				1	Irrégulier		
Léger				2	Régulier		

STRUCTURE EXTERIEURE

Maçonnerie	Pierres	Briques	Tuiles
Ossature béton	Remplissage : briques tuiles pierres parpaings autre		
Ossature légère bois	Bardage horizontale	Bardage diagonale	Bardage métallique
	Contreventée/non contreventée		
Charpente bois	Colombage: briques pierres terre		
Ossature métallique	Revêtement métallique	Revêtement bois	Autre

Maçonnerie	Pierres	Briques	Tuiles
Ossature béton	Poteaux		
Ossature légère bois	Plâtre	Couverture bois	Murs secs
Charpente bois	Poteaux	Revêtement	Autre
Ossature métallique	Poteaux		
Autre			

ACTIONS A PREVOIR:

Inspection détaillée:

Barricades

Étalement vertical

Étalement latéral

Cerclage

TYPE DE PLANCHER	OSSATURE		
RAIDISSEUR	Bois	Métal	Béton
Béton			
Planches de bois			
Voûtes tôle ou briques			
Autre			

ADEQUATION DES LIAISONS décrire	

DOMMAGES AUX ELEMENTS STRUCTURELS			MESURES D'URGENCE EXISTANTES								Aucune	Enlèvement/ nettoyage	Tirants	Réparations	Étalement	Barricades	
Niveau des dommages et étendue	DOMMAGES								Aucune	Enlèvement/ nettoyage	Tirants	Réparations	Étalement	Barricades			
	Sévères		Modérés			Mineurs											
Composants structurels	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K						
1 Structure verticale												A	B	C	D	E	F
2 Structure horizontale																	
3 Toiture																	
4 Bardage/façades																	
5 Escaliers																	
6 Dégâts préexistants																	

Annexe B

Stratégies après-séisme de protection d'urgence et d'atténuation (ICOMOS)

Tirées de la Méthodologie d'Evaluation des Constructions et d'Atténuation développée par l'ICOMOS pour usage exclusif en Haïti. Les principaux auteurs de la méthodologie sont Stephen Kelley et Patrick Sparks, tous deux membres de l'équipe.

1ère Partie: Mesures immédiates d'atténuation

- Mettre des avis/marques indiquant que le bâtiment fait partie du patrimoine et ne doit pas être démolie. Toute pose d'affiches doit être coordonnée avec l'ISPAN.
- Les gouttières et tuyaux de drainage peuvent être bouchés par des débris. Il sera nécessaire de les nettoyer ou de procéder à des arrangements temporaires pour drainer l'eau.
- Des couvertures temporaires comme par exemple des bâches en plastique retenues par des cordes, des clous/ des crochets d'ancrage aideront à éviter des dégâts additionnels que peuvent occasionner les pluies.
- La vulnérabilité des bâtiments endommagés peut augmenter avec le temps, principalement après une série de répliques. Toutefois, dans la mesure du possible, installer des équipements du genre « témoins » pour le monitoring des fissures.
- Sauvegarder les fragments architecturaux transportables ou les collections d'œuvres d'art et les entreposer dans des endroits sûrs pour éviter des dommages additionnels. Ceci doit être accompagné d'une procédure d'identification et l'acquisition d'un dépôt protégé avec accès à un laboratoire pour les traitements de conservation d'urgence.
- Il est important de prendre des mesures de protection contre les pillages des fragments architecturaux et des collections d'œuvres d'art.

2ème Partie: Stratégies d'atténuation à court terme

Plusieurs stratégies peuvent être utilisées pour atténuer les dégâts causés aux bâtiments. Les stratégies discutées ci-dessous ne sont pas à utiliser seules, mais se complètent les unes et les autres, suivant les circonstances (Photo 138). L'étaillage au sol consiste en plusieurs éléments de bois ou d'acier appuyés diagonalement contre un mur vertical pour contrecarrer toute possibilité de renversement du mur. Il est relativement facile à assembler et en général ne nécessite pas de grue pour le soulever. Les désavantages suivants sont observés:

- Il faut pour son utilisation des quantités considérables d'éléments de bois, d'acier ou autres matériaux d'étaillage;
- Dépendant de la complexité du travail, l'étaillage peut exiger une quantité importante de temps pour son assemblage;
- Il peut empêcher la circulation dans les rues et dans les bâtiments;
- Peut constituer une masse additionnelle contre le bâtiment qui peut être fortement activée par les secousses des répliques.

La technique des bretelles (ou des ceintures) agit comme un corset pour éviter que les murs endommagés ne s'effondrent vers l'extérieur. Les bretelles utilisées sont en général des câbles en acier. Lors du récent tremblement de terre de L'Aquila, des bretelles en polyester ont été utilisées et sont les mêmes que celles utilisées dans les ports pour manipuler les colis lourds. Utilisation d'un cliquet permet de renforcer les bretelles aux points appropriés de tension. L'assemblage des bretelles doit être fait avec beaucoup de soin en utilisant des sections de bois de différentes tailles de façon à répartir le poids sur les murs. Dans la mesure du possible, il est très utile de fixer les attaches aux niveaux les plus sensibles du bâtiment, où il y a également un support intérieur pour le mur, en sous-tendant en même temps la structure, de manière à joindre les bretelles à mi-hauteur le long des murs. Ceci est généralement fait en haut des murs et au niveau du plancher. Les bretelles en polyester sont supérieures à celles en acier

qui manquent de flexibilité dans les angles, et souvent plus économiques. Plusieurs couches de bretelles peuvent être utilisées pour accroître leur capacité de traction. NOTER: En cas d'un effondrement partiel, il est souvent nécessaire de restaurer la continuité physique du mur avant de fixer les bretelles. Ceci peut être fait, soit en comblant les interstices soit en remplaçant les parties effondrées par des entretoises ou des étais horizontaux, ou encore par une reconstruction temporaire du mur endommagé.

Entretoisement ou murage des ouvertures: Les ouvertures sont des points faibles dans une structure, même en temps normal. Après un tremblement de terre, les fissures autour d'elles déplacées un facteur potentiel d'effondrement. Par conséquent, pour suppléer aux autres stratégies d'atténuation, telles que le cerclage, les ouvertures doivent être entretoisées avec de grosses poutres afin de rendre les murs aussi homogènes que possible. Parallèlement, une autre solution plus simple serait de murer systématiquement toutes les ouvertures avec des briques liées par un torchis mou pour permettre de les retirer facilement par la suite.

Démantèlement et conservation en lieu sûr: Les éléments architecturaux fragiles qui ont été gravement endommagés, particulièrement les petites pièces décoratives, devront souvent être déplacées et conservées en lieu sûr. Cette opération devra être amplement documentée par des photographies; les éléments retirés (pierres de construction principalement) seront numérotés avant d'être enlevés et enregistrés dans un carnet. La numérotation doit être assez foncée pour ne pas s'effacer ou déteindre au cours de l'entreposage ou du transit, mais ne devra pas non plus laisser une tâche indélébile sur les surfaces exposées non peintes. Les composants devront être conservés suivant un ordre logique pour faciliter leur remontage. Le prélèvement de ces structures est plus difficile aux endroits où la maçonnerie est composée de briques, particulièrement si les briques sont recouvertes d'un moulage de plâtre ou d'une sculpture. Une maçonnerie en briques ordinaires n'a normalement pas besoin d'être numérotée, dans la mesure où les photographies fourniront les informations nécessaires. L'objectif serait d'enlever, dans la mesure du possible, les éléments d'une architecture distincte en une seule pièce consistant en plusieurs briques encore liées par leur torchis.

PHOTO 138 Exemples d'étayage construit après les deux récents tremblements de terre en Italie présentant deux solutions différentes à l'important problème de la stabilisation des structures patrimoniales pour éviter les démolitions d'urgence réclamées par la sécurité publique. Les deux photos sur cette page montrent un immeuble en maçonnerie sans armatures endommagé lors du tremblement de terre de Molise en 2002, étayé entièrement avec des bretelles en polyester, éliminant ainsi la nécessité de bloquer la rue avec des entretoises diagonales. L'étayage a été installé dans les ouvertures des fenêtres — part importante de n'importe quel système donnant au mur en maçonnerie endommagé une continuité structurelle à travers les ouvertures.



La protection du bâtiment avec des bâches: Les bâches et les cordes sont généralement utilisées pour protéger l'intérieur des bâtiments de l'eau de pluie suite aux dégâts occasionnés par un cyclone. Une telle stratégie d'atténuation doit être utilisée avec le plus grand soin, car les bâches peuvent s'envoler et causer des dommages additionnels lors des grands vents, surtout si elles sont utilisées pour une construction dont la structure est déjà affaiblie.

Protection des objets indémontables: Une protection temporaire doit être parfois prévue pour les objets indémontables appartenant au patrimoine comme les autels, les sculptures, etc. Dans la phase initiale, l'utilisation de sacs de sable de protection peut être envisagée. Par la suite, une protection plus efficace contre les chutes de débris en suspension pourra consister en un abri solide en bois ou en métal avec entretoisement adéquat et conçu pour résister aux écrasements.

Enlèvement et triage des débris: Une fois les bâtiments endommagés stabilisés, c'est alors beaucoup moins dangereux d'y pénétrer ou de travailler à proximité. Après seulement, les débris des étages supérieurs effondrés pourront être triés. Cependant, ce travail peut être entrepris plus tôt dans le cas d'édifices du patrimoine qui ont été complètement détruits et dont les parties encore debout ne représentent aucun danger pour les travailleurs et ou, à l'inverse, les débris accumulés placent le monument dans un danger encore plus grand.

Dans tous les cas, les débris doivent être triés dès qu'ils sont ramassés. L'espace de stockage doit être réservé pour l'entreposage de chaque catégorie: gravats, pierre brute, briques entières, pierre de taille, matériaux de toiture réutilisables, poutres, solives et bois de construction, menuiserie, petits articles de valeur comme, par exemple, des morceaux de plâtre avec une peinture murale qu'il sera possible de réassembler ensuite, matériel de quincaillerie, objets d'art et de collectionneurs.



Annexe C

Contacts

WORLD MONUMENTS FUND (WMF)

350 Fifth Ave. Suite 2412
New York, NY 10118, USA
Tel. +1 646 424 9594
www.wmf.org

FONDATION CONNAISSANCE ET LIBERTÉ (FOKAL)

143, Avenue Christophe
B.P. 2720
Port-au-Prince, Haïti
Tel: +509 224 1509
www.fokal.org

INSTITUT DE SAUVEGARDE DU PATRIMOINE NATIONAL (ISPAN)

Angle des rues Chériez et ML King
Port-au-Prince, Haïti
Tel: +509 3844 0889

HAITIAN EDUCATION AND LEADERSHIP PROGRAM (HELP)

PO Box 1532
New York, NY 10159
Tel: 646-485-8667
www.haitianeducation.org

INTERNATIONAL COUNCIL OF MONUMENTS AND SITES (ICOMOS)

ICOMOS International Secretariat
49-51, rue de la Fédération
75015 Paris, France
Tel. +33 (0)1 45 67 67 70
www.icomos.org

PRINCE CLAUS FUND (PCF)

Herengracht 603
1017 CE Amsterdam, Pays-Bas
Tel: +31 (0)20 344 9160
www.princeclausfund.org

PICTOMETRY INTERNATIONAL CORP.

100 Town Centre Drive, Suite A
Rochester, NY 14623, USA
Tel. +1 585 486 0093
www.pictometry.com

GIS CORPS OF THE URBAN AND REGIONAL INFORMATION SYSTEMS ASSOCIATION (URISA)

701 Lee Street, Suite 680
Des Plaines, IL 60016, USA
Tel. +1 847 824 6300
www.giscorps.org & www.URISA.org



PHOTO 139 De gauche à droite: Martin Hammer, Stephen Kelley, Randolph Langenbach, Kevin Rowell, Patrick Sparks.

Annexe D

Biographies des auteurs

MARTIN HAMMER est architecte. Il travaille pour une firme privée à Berkeley en Californie. Il a réalisé plus de 160 projets de développement résidentiel, commercial et institutionnel. Il a également participé à de nombreuses études de bâti post-catastrophe. Martin a collaboré à la conception, l'expérimentation, l'ingénierie et la construction d'immeubles en ballots de paille depuis 1995 et il possède une expérience dans les domaines pisé, de l'énergie solaire passive, du photovoltaïque, de la collecte des eaux de pluie, des eaux grises et autres pratiques de construction durables. Il a contribué à la rédaction de l'ouvrage intitulé *Design of Straw Bale Buildings* et il est co-auteur d'un manuel d'instruction en préparation, *Straw-Bale Building Tutorial*, pour le World Housing Encyclopedia, (www.world-housing.net), destiné aux régions sismiquement actives du monde en développement. M. Hammer a aidé à introduire les constructions en ballots de paille au Pakistan affecté par des tremblements de terre, avec l'organisation Pakistan Straw Bale and Appropriate Building (www.pakbab.org). Martin a voyagé en Haïti en mars 2010 avec une équipe de reconnaissance du Earthquake Engineering Research Institute (www.eeri.org) et il est actuellement le représentant en Haïti des Builders Without Borders, travaillant aux multiples facettes d'une reconstruction durable.

OLSEN JEAN JULIEN, après des études d'architecture en Haïti puis en Préservation de Monuments et de l'Héritage culturel en République Dominicaine, a voyagé aux Etats-Unis pour le Programme d'Etudes supérieures en Préservation des monuments historiques et des sites archéologiques de l'Université Columbia, New York, où il a occupé un poste au University Media Center Centre. En 2004, il a coordonné le Programme pour Haïti au Smithsonian Folklife Festival de Washington D.C. Ingénieur-architecte, il est le principal de PHENIXIENCE, un cabinet d'architecture et d'ingénierie, il enseigne la préservation en architecte à l'Université d'Etat d'Haïti et il a été Ministre de la Culture et de l'Information en Haïti (2008-2009). Depuis le tremblement de terre, il travaille à la préservation du patrimoine construit et mobilier en tant que directeur du Haiti Cultural Recovery Project (www.haiti.si.edu), un projet commun du gouvernement haïtien, de la Smithsonian Institution, de l'UNESCO et de la Fondation Connaissance et Liberté (FOKAL).

STEPHEN KELLEY est architecte et ingénieur-constructeur de Wiss, Janney, and Elstner de Chicago et co-président du Comité scientifique de l'ICOMOS, l'ISCARSAH. Il a effectué dans le passé des travaux de consultation pour le World Monuments Fund pour d'autres projets. Il est « principal » de Wiss, Janney, Elstner Associates, Inc.; membre de l'Association for Preservation Technology; membre de US/ICOMOS; éditeur de *Standards for Preservation and Rehabilitation*; coéditeur de *Wood Structures: A global Forum on Treatment, Conservation and Repair of Cultural Heritage; Service Life of Rehabilitated Buildings and Other Structures*; auteur collaborateur: *Historic Preservation Project Planning & Estimating; Historic Building Facades, the Manual for Maintenance and Rehabilitation; Twentieth Century Building Materials*.

RANDOLPH LANGENBACH, conservateur, photographe de documentaires, analyste senior à la retraite de la Federal Emergency Management Agency et professeur émérite. Il a également effectué dans le passé des travaux de consultant pour le World Monuments Fund, principalement sur le tremblement de terre de Bam en Iran. Il a travaillé comme consultant pour l'UNESCO en Turquie, en Iran, en Géorgie et en Inde et il est l'auteur-photographe du livre de l'UNESCO intitulé *Don't Tear It Down! Preserving the Earthquake Resistant Vernacular Architecture of Kashmir*. En 2002, il a reçu le National Endowment for the Arts Rome Prize Fellowship pour son travail sur le sujet des tremblements de terre et les constructions traditionnelles. (www.conservationtech.com et www.traditional-is-modern.net). Après le tremblement de terre, il a créé un nouveau site web: www.haiti-patrimoine.org.

KEVIN ROWELL s'est consacré à l'étude de la durabilité et a beaucoup travaillé sur le développement international, particulièrement en Asie et en Amérique Latine. En 2005, il a été co-fondateur des Natural Builders, (www.thenaturalbuilders.com), une entreprise de construction présente partout dans le monde, faisant un travail de pointe dans la construction écologique et de développement, ainsi que dans les installations artistiques sur grande échelle. Sa passion pour les matériaux naturels et leur utilisation en construction s'est reflétée dans son travail avec des groupes comme le World Monuments Fund dans la préservation de l'architecture traditionnelle et les Nations Unies où il a facilité des dialogues entre plusieurs agences sur l'utilisation de matériaux locaux de construction pour le développement.

PATRICK SPARKS est ingénieur-contracteur et président de Sparks Engineering, Inc., à Austin, Texas. Il se spécialise dans l'évaluation et la réhabilitation des constructions du patrimoine. Il a procédé à des évaluations de centaines de bâtiments historiques dans le sillage des ouragans majeurs Ivan, Katrina et Ike. Après Katrina, M. Sparks a développé les critères d'évaluation et a formé l'équipe d'ingénieurs qu'il a dirigée pour le triage de la FEMA des immeubles historiques gravement endommagés de la côte du Mississippi. Il est co-fondateur du Preservation Engineering Technical Committee of the Association for Preservation Technology, il est membre professionnel du Center for Heritage Conservation de l'Université A&M du Texas, et il est membre expert de l'ISCARSAH. (www.sparksengineering.com).

A propos du World Monuments Fund

Depuis 1965, le World Monuments Fund travaille avec les communautés locales, les gouvernements et autres organisations pour la préservation du patrimoine culturel dans le monde entier. WMF a participé à plus de 600 projets dans plus de 90 pays.

Par l'intermédiaire de cinq programmes communs: Cultural Legacy, Capacity Building, Advocacy, Education and Training et Disaster Recovery, le WMF vise à favoriser les innovations sur le terrain et assurer la gestion durable des endroits les plus précieux du monde. Pour tous renseignements complémentaires concernant le WMF et ses programmes se reporter au site suivant: www.wmf.org

PHOTO 140 Daniel Elie (ISPAN) et Dinu Bumbaru (ICOMOS) au 32 Lamartinière, construit par l'ancien président Tancrede Auguste.



PHOTO 141 *Quatrième de couverture* Un splendide manoir en maçonnerie au 4 rue Pacot qui logeait, lors du séisme, Médecins sans Frontières. La maison n'a subi que des dommages moyens, mais le mur arrière en maçonnerie s'est séparé de la charpente au niveau du deuxième étage. Ceci a été cause probablement par la construction d'une salle de bains avec un plancher en béton surélevé, qui avait été ajoutée au deuxième étage.

CREDITS PHOTOGRAPHIQUES

NORMA BARBACCI: Photos 5, 6, 132 à droite, 140

CONOR BOHAN: Photo 124, en bas

MARTIN HAMMER: Photos 3, 4, 16, 18, 19 en haut & au milieu, 20, 21, 22, 23, 38, 39, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 57, 59, 60, 67, 68, 70, 72, 77, 82, 106, 112 top, 113, 116, 117, 131, 135

STEPHEN KELLEY: Photos 23, 24, 26, 27, 28, 31, 37, 40, 42, 47, 51, 55, 56, 58, 61, 62, 69, 71, 74, 75, 78, 79, 80, 86, 87, 89, 88, 93, 102, 110, 115, 129

RANDOLPH LANGENBACH: Photos 1, 2, 7, 11, 15, 17, 19 en bas, 25, 29, 32, 34, 35, 36, 41, 44, 45, 63, 65, 69, 73, 83, 90, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 107, 108, 109, 112 en bas, 114, 120, 121, 122, 124 top, 26, 128, 130, 132 à gauche, 133, 134, 136 à gauche, 138, 141

KEVIN ROWELL: Photos 8, 13, 43, 64, 91, 92, 111, 136 à droite, 137

MIRIAM SHIPP: Photo 139

PATRICK SPARKS: Photos 30, 33, 46, 66, 76, 81, 85, 84, 103, 104, 105, 118, 119, 123, 125, 127

PICTOMETRY: Photos 9, 10

