

Vulnérabilité sismique des Monuments Historiques en Italie

Volume IV : Molise, Puglia, Siena, Firenze, Verona

Voyage d'étude, juillet – août 2013

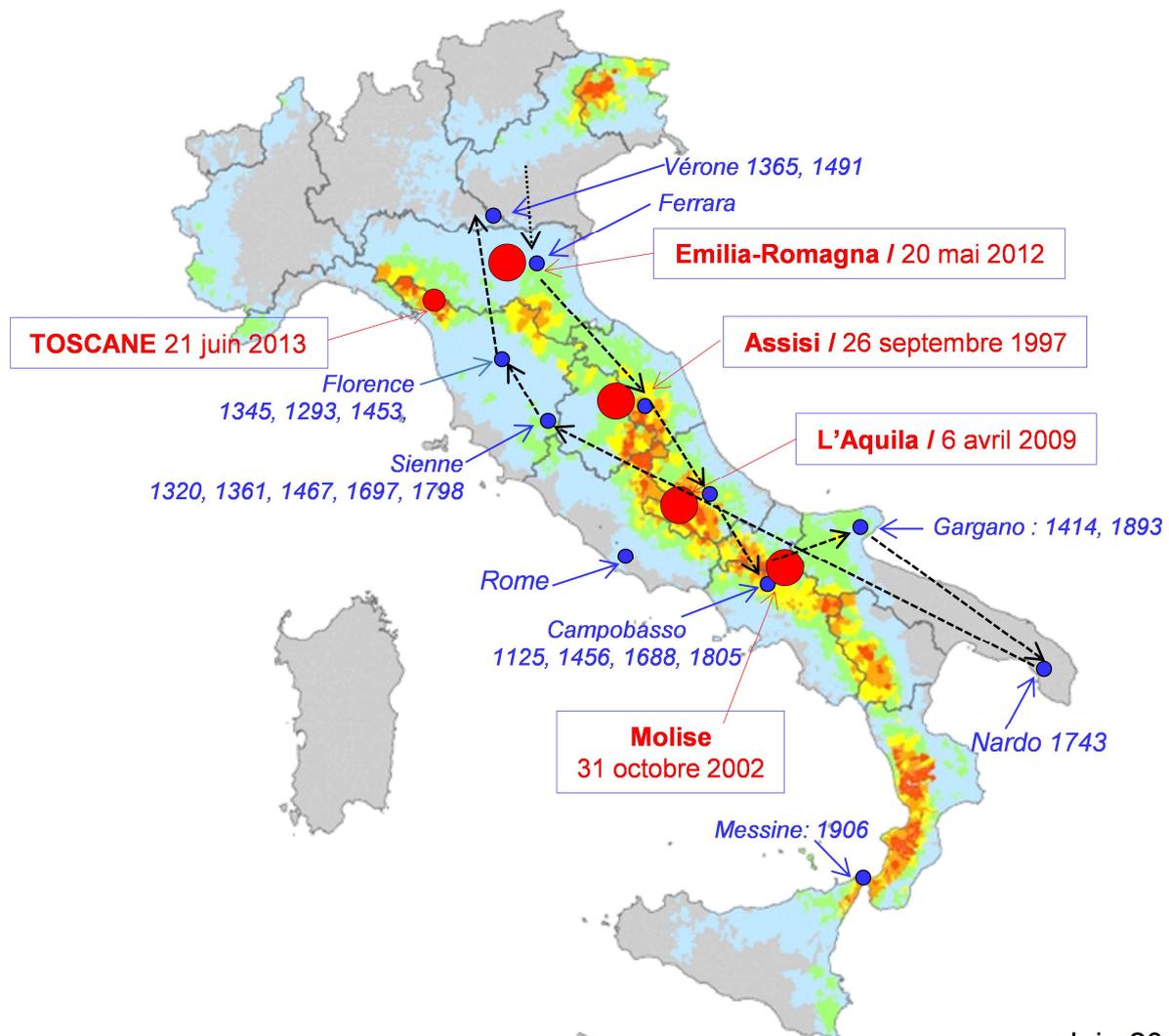
Organisé par Dynamique Concept

Avec le soutien du



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable
Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Énergie



Juin 2014

Avertissement

Le rapport de la mission comporte quatre volumes :

- I. Retour d'expérience, Sismicité de l'Italie
- II. Emilia-Romagna, Assisi,
- III. L'Aquila
- IV. Molise, Puglia, Siena, Firenze, Verona

Une documentation considérable a été recueillie.

Étant donné le nombre important des photos, la plupart ne sont pas commentées. Ce travail pourra se faire dans les éditions suivantes en fonction de la demande telle que présentations aux autorités nationales ou locales, conférences, cours, sessions de formation...

A ce-jour ce rapport doit être considéré comme un photomontage des lieux visités par la mission.

Il est libre de toute diffusion.

Ces quatre volumes constituent la base du cours dispensé à l'Ecole de Chaillot de Paris :

Patrimoine en zone sismique
- La Mémoire -

L'équipe tient à remercier les autorités françaises et italiennes pour leur soutien.

**Vulnérabilité sismique des
Monuments Historiques en Italie**
Voyage d'étude, juillet – août 2013

Volume I

Retour d'expérience, Sismicité de l'Italie,

Composition de la mission

I. Objectifs de la mission

II. Déroulement de la mission

III. Entretien avec la « *Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici – Bologna* »

IV. Vigili del Fuoco (Pompiers). La grande maîtrise de la gestion de l'urgence

IV-1 Le rôle des « Vigili del Fuoco »

IV-2 Historique

IV-3 Les premiers documents

IV-4 Mise en sécurité

IV-5 Sauvetage du patrimoine et des archives

V. Documents techniques italiens sur le risque sismique et le patrimoine culturel

V-1 Lignes-Guide : Evaluation et la réduction du risque sismique du patrimoine culturel

V-2 Fiches de Relevé de dommages

V-3 Manuel "STOP" d'intervention technique urgente en situation sismique

VI. Les leçons architecturales de la mission (voyage d'étude)

VI-1 L'intérêt d'une telle mission

VI-2 Forces et faiblesses

VI-3 Impérieuses réglementations ou culture partagée ?

VII. Retour d'expérience

VII-1. Les séquences d'endommagement : causes et conséquences

VII-2. Conclusions

VIII. Etudes de cas de réparation-renforcement

VIII-1 Renforcement général

VIII-2 Reprise en sous-œuvre et stabilisation générale

VIII-3 Précontrainte additionnelle

VIII-4 Renforcement des voûtes

VIII-5 Introduction des chaînages horizontaux

VIII-6 Béton projet

VIII-7 Réparation - Renforcement des éléments décoratifs

Sommaire 2^{ème} partie

- 1. SISMICITE de l'ITALIE**
 - 1.1 Sismicité historique
 - 1.2 Sismicité règlementaire

Volume II

Emilia-Romagna, Assisi, L'Aquila

- 2. EMILIA-ROMAGNA (séisme du 20 mai 2012)**
 - 2.1 Sismicité historique
 - 2.2 Le bilan du séisme du 20 mai 2012
 - 2.3 FERRARA**
 - 2.3.1 Cathédrale
 - 2.3.2 Palais ducal
 - 2.3.3 Centro storico
 - 2.4 PIEVE DI CENTO**
 - 2.4.1 Chiesa des SS. Rocco e Sebastiano
 - 2.4.2 Duomo Santa Maria Maggiore
 - 2.4.3 Centro storico
 - 2.5 CENTO**
 - 2.5.1 Chiesa dei Rosario
 - 2.5.2 Collegiata di San Biagio
 - 2.5.3 Chiesa San Filippo
 - 2.5.4 Municipio
 - 2.5.5 Palazzo del Governatore, Piazza del Guecino
 - 2.5.6 Chiesa San Pietro
 - 2.5.7 Centro storico
 - 2.5.8 Teatro comunale
 - 2.6 BUONA COMPRA**
 - 2.6.1 Chiesa San Martino
 - 2.7 SAN AGOSTINO**
 - 2.7.1 Chiesa Sant'Agostiono
 - 2.7.2 Municipio
 - 2.8 MIRABELLO**
 - 2.8.1 Chiesa San Paolo
 - 2.9 MIRANDOLA**
 - 2.9.1 Chiesa San Francisco
 - 2.9.2 Municipio
 - 2.9.3 Duomo Santo Maria Maggiore
 - 2.9.4 Castello de Pico de la Mirandola
 - 2.9.5 Chiesa de Gesu
 - 2.9.6 Scuola « Don Ricardo Adani », renforcement

2.10 VALALTA

2.10.1 Maison de Maître

2.11 CONCORDIA SULLA SECCHIA

2.11.1 Cimetière

2.11.2 Maison de maître

2.12 LA PIEVE DI QUARANTOLI

2.12.1 Chiesa Santa Maria de la Neve

2.13 SAN FELICE SUL PANARO

2.13.1 Castello Rocco di San Felice

2.14 MASSA FINALESE

2.14.1 Chiesa di San Geminiano

2.15 CASUMARO

2.15.1 Chiesa di San Lorenzo

2.16 RENO FINALESE

2.16.1 Chiesa Beato Ferdinando Maria Baccilieri

2.17 FINALE EMILIA

2.17.1 Palazzo Borsari

2.17.2 Centro storico

2.17.3 Chiesa San Antonio

2.17.4 Castello delle Rocche

2.17.5 Chiesa San Francisco di Assisi

2.17.6 Teatro sociale

2.17.7 Torre del Orologio

2.17.8 Chiesa del Rosario

2.17.9 Chiesa del Seminario « intacte »

3. ASSISI – UMBRIA (séisme du 26 septembre 1997)

8.1 Sismicité historique

8.2 Le bilan du séisme du 26 septembre 1997

8.3 BASILICA DI SAN FRANCESCO

8.4 CENTRO STORICO

Volume III

L'Aquila

4. L'AQUILA – ABRUZZO (séisme du 6 avril 2009)

4.1 Sismicité historique

4.2 L'AQUILA

4.2.1 Basilica Santa Maria di Collemaggio

4.2.2 Duomo

-
- 4.2.3 Chiesa Santa Maria del Suffragio
 - 4.2.3.1 Travaux de mise en sécurité réalisés par Vigli del Fuoco
 - 4.2.3.2 Photos Dynamique Concept
 - 4.2.3.3 Restauration de l'église Santa Maria del Suffragio
 - 4.2.4 Chiesa San Biaggio
 - 4.2.5 Chiesa di San Marco
 - 4.2.6 Chiesa di Sant'Agostino
 - 4.2.7 Palazzo d'Armi
 - 4.2.8 Basilica e Convento San Bernardino da Siena
 - 4.2.9 Teatro Comunale dell'Aquila
 - 4.2.10 Castello dell'Aquila / Fortezza Spagnola
 - 4.2.11 Chiesa Santa Maria di Paganica
 - 4.2.12 Palazzo Ardinghelli
 - 4.2.13 Palazzo Baroncelli-Capardi Tossio
 - 4.2.14 Chiesa Giusta di Bazzano
 - 4.2.15 Palazzo Centi – Presidenza della Regione Abruzzo
 - 4.2.16 Palazzo Madama Margherita, Siège de la commune
 - 4.2.17 Palazzo Alferi
 - 4.2.18 Basilica di Santa Giusta
 - 4.2.19 Chiesa di San Francesco di Paola
 - 4.2.20 Chiesa S. Nicandro e Marciano
 - 4.2.21 Chiesa Santa Maria di Roio
 - 4.2.22 Palazzo Persichetti
 - 4.2.23 Palazzo Rivera
 - 4.2.24 Chiesa di San Domenico
 - 4.2.25 Chiesa San Pietro di Sassa
 - 4.2.26 Chiesa San Pietro di Coppito
 - 4.2.27 Chiesa di San Silvestro
 - 4.2.28 Chiesa dei Bernabiti
 - 4.2.29 Chiesa Costa Picenze
 - 4.2.30 Chiesa di San Flaviano
 - 4.2.31 Palazzo Gagliardi-Sardi
 - 4.2.32 Chiesa di Santa Margherita
 - 4.2.33 Palazzo Margherita "Dei Nobili"
 - 4.2.34 Palazzo Quinzi
 - 4.2.35 Palazzo Spaventa
 - 4.2.36 Chiesa dell'Annunziata
 - 4.2.37 Chiesa Santa Maria della Misericordia
 - 4.2.38 Monastero di San Basilio
 - 4.2.39 Centro storico
 - 4.2.40 « Renforcements » par isolateurs sismiques
 - 4.2.41 Constructions nouvelles sur isolateurs sismiques
 - 4.2.42 Divers bâtiments

4.3 POGGIO DI RIO

- 4.3.1 Chiesa Maria delle Reparazione

4.4 SANTA RUFINA

- 4.4.1 Chiesa San Marciano e Nicandro
- 4.4.2 Chiesa route d'Onna

4.5 ONNA

- 4.5.1 Chiesa di Sant'Anna
- 4.5.2 Chiesa San Pietro

Volume IV

Molise, Puglia, Siena, Firenze, Verona

5. MOLISE (séisme du 31 octobre 2002)

5.1 Sismicité historique

5.2 Le bilan du séisme du 31 octobre 2002

5.3 LARINO

- 5.3.1 Chiesa di San Stefano
- 5.3.2 Palazzo Ducale
- 5.3.3 Chiesa di Franceso
- 5.3.4 Basilica San Pardo
- 5.3.5 Chiesa Santa Maria
- 5.3.6 Centro storico

5.4 CASACALENDA

- 5.4.1 Chiesa Adolorata
- 5.4.2 Palazzo Ducale
- 5.4.3 Capella Santa Maria Maggiore
- 5.4.4 Palazzo « casa Franceschini-Filipponi »

5.5 RIPABOTTONI

- 5.5.1 Maison de maître
- 5.5.2 Chiesa San Gerardo Maiella
- 5.5.3 Chiesa Santa Maria Assunta
- 5.5.4 Palazzo Ducale

5.6 CASTELLINO DEL BIFERNO

- 5.6.1 Chiesa di San Pietro
- 5.6.2 Capella San Pio da Pietrelcina
- 5.6.3 Complexe moderne « Complesso Scolastico Antisismico »

5.7 CASTELLINO NUOVO

- 5.7.1 Chiesa di Sacro Cuore

5.8 SAN GIULIANO DI PUGLIA

- 5.8.1 Palazzo comunale
- 5.8.2 Chiesa San Giuliano Martire
- 5.8.3 Scuola nuova ; emplacement de l'ancienne école

5.9 COLLETORTO

- 5.9.1 Chiesa del Convento San Alfonso di Liguri
- 5.9.2 Chiesa San Giovanni Battista
- 5.9.3 Torre Anjloina et château du moyen âge
- 5.9.4 Chiesa del Purgatorio
- 5.9.5 Centro Storico

5.10 BONEFRO

- 5.10.1 Chiesa San Nicola

5.10.2 Chiesa Santa Maria Delle Rose

5.10.3 Centro Storico

5.11 RIPOLIMOSANI

5.11.1 Chiesa San Michele

5.11.2 Centro Storico

6. PUGLIA (Les Pouilles)

6.1 Sismicità storica

6.2 SAN GIOVANNI ROTONDO

6.2.1 Chiesa Madonna delle Grazie

6.2.2 Chiesa San Pio (Renzo Piano)

6.3 MONTE SANT'ANGELO

6.3.1 Castello

6.3.2 Santuario San Michele

6.3.3 Chiesa San Michele

6.3.4 Tomba di Rotari

6.4 LOCOROTONDO

6.4.1 Chiesa San Giorgio Martire

6.4.2 Chiesa Santa Maria la Greca

6.4.3 Chiesa Santa Maria Immacolata

6.4.4 Chiesa Setti Dolori

6.4.5 Centro Storico

6.5 MARTINA FRANCA

6.5.1 Cathédrale San Martiino

6.5.2 Centro storico

6.6 ALBEROBELLO

6.6.1 Chiesa di Trullo « Sant'Antonio »

6.6.2 Centro storico

6.7 LECCE

6.7.1 Chiesa Santa Maria della Grazia

6.7.2 Duomo et Campanile

6.7.3 Chiesa Sant'Irene

6.7.4 Chiesa Santa Teresa

6.7.5 Teatro Romano

6.7.6 Chiesa di San Giovanni Battista

6.7.7 Chiesa del Gesu (ou) del Buon Consiglio

6.7.8 Basilica Santa Croce

6.7.9 Centro Storico

6.8 GALLIPOLI

6.8.1 Cattedrale Sant'Agata

6.8.2 Centro storico

6.9 NARDO

6.9.1 Cattedrale Maria SS. Assunta

6.9.2 Chiesa Santa Maria de Raccomondatis

6.9.3 Delle'Immacolata Concezione

6.9.4 Centro storico

7. SIENA (SIENNE)

7.1 Sismicité historique

7.2 Duomo

7.3 Basilica di San Domenico

7.4 Chiesa di San Donato

7.5 Centro storico

8. FIRENZE (FLORENCE)

8.1 Sismicité historique

8.2 Duomo

8.3 Basilica di San Miniato al Monte

8.4 Chiesa San Stefano

8.5 Chiesa e Convento di Santa Maria Novella

8.6 Chiesa Santa Croce

8.7 Centro storico

9. VERONA

9.1 Sismicité historique

9.2 Les Arènes

9.3 Chiesa Santa Anastasia

9.4 Cattedrale di Verona

9.5 Centro storico

Composition de l'équipe de la mission **DYNAMIQUE CONCEPT** :

1. **Victor DAVIDOVICI**, membre associé du Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable (C.G.E.D.D.) ; Président d'Honneur de l'Association Française de Génie Parasismique AFPS, Responsable de la mission, victor.davidovici@dynaco.fr
2. **André LAURENTI**, Ville de Cagnes-sur-Mer – membre du Groupe A.P.S ; Auteur du site www.azurseisme.com ; sismicité historique, géotechnique, effet de site, alaurenti@azurseisme.com
3. **Marc GIVRY**, Architecte Grenoble, Membre de l'Association Française de Génie Parasismique AFPS ; réhabilitation – renforcement, vulnérabilité, marc-givry-afps@architectes.org
4. **Jean DUMAS**, Architecte Paris, monuments historiques, histoire, vulnérabilité, dumarchi@wanadoo.fr
5. **Agostino MARIONI**, ALGA – FREYSSINET, réhabilitation – renforcement, isolateurs sismiques, marioniagostino@gmail.com
6. **Marco BANFI**, ALGA – FREYSSINET, réhabilitation – renforcement, isolateurs sismiques, marco7b@hotmail.it

5. MOLISE

5.1 Sismicité historique de la région de Molise

Séisme de Molise 2002

La crise sismique qui a frappé les deux régions de Molise et de Puglia, a commencé dans la nuit du 30 au 31 octobre 2002 avec un événement précurseur survenu à 3h27, d'une magnitude de 3.5. Mais c'est le 31 octobre 2002 à 11h32 heure locale, que le premier événement fort fut enregistré, avec une magnitude de 5.7. Il fut suivi par de nombreuses répliques de magnitude comprise entre 2,5 et 3,8, jusqu'à l'arrivée d'un second événement destructeur de magnitude de 5.7, le 1er Novembre à 16h08.



L'épicentre du premier choc fut situé dans le secteur montagneux de Frentani autour de la commune de San Giuliano di Puglia, entre les communes de Colletorto, Bonefro, Castellino del Biferno et Provvidenti.

La zone impactée comprend le territoire de la province de Campobasso dans la région de Molise et celui de la province de Foggia dans la région de Puglia. L'intensité maximale attribuée s'est élevée à VIII-IX sur l'échelle MCS, Mercalli-Sieberg-Cancani, elle concerne San Giuliano di Puglia, alors que les localités voisines l'intensité a atteint les valeurs de VII et VI-VII MCS

Les effets

Au cours de ce tremblement de terre une école de San Giuliano di Puglia s'est effondrée tuant 27 enfants et une enseignante. De nombreux élèves ont cependant survécu car ils se trouvaient dans la cour au moment où le toit s'est effondré. Selon un secouriste, la plupart des enfants ont été écrasés par la chute du toit alors qu'ils étaient à leur bureau.

L'établissement comportait une crèche, une école maternelle et une primaire. Bâtie en 1954, l'école avait pourtant été restaurée à plusieurs reprises au cours des dernières années, selon des responsables de la municipalité.

D'après l'agence de presse ANSA, un second étage avait été ajouté il y a quelques années et des rénovations avaient été effectuées il y a deux ans.

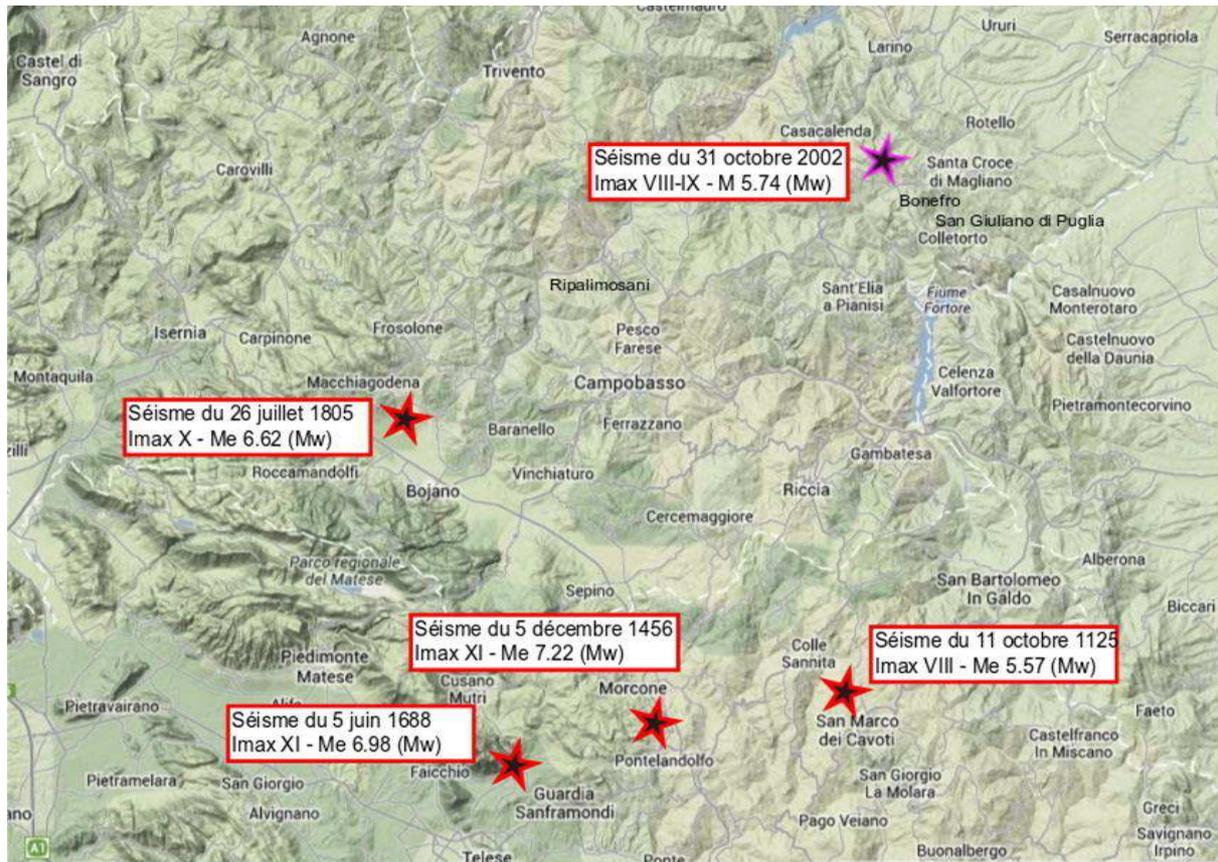
Après ce drame qui a marqué toute l'Italie, une enquête judiciaire, a été menée à bien par le procureur de la République du tribunal de Larino. Celle-ci a donné lieu à un procès, et à cette occasion, les responsabilités humaines ont été retenues pour l'effondrement de l'école. Les constructeurs, les auteurs du projet, les techniciens de la commune et le Maire de l'époque, ont été condamnés par la Cour de cassation le 28 janvier 2010 (4).

Par ailleurs, deux autres personnes perdirent la vie dans des circonstances différentes on déplora également une centaine de blessés et 3.000 personnes furent évacuées dans la province de Campobasso. Dans la province voisine de

Foggia, beaucoup de personnes ont aussi été évacuées et une douzaine de municipalités ont signalé des dommages importants aux monuments historiques et aux habitations (4).

Sismicité historique

Dans cette région, un seul séisme historique puissant a affecté l'ouest de Campobasso, soit à 45 km environ au sud-ouest de l'épicentre du séisme de 2002. Autrement, trois autres événements se sont produits dans la région voisine de Campania



26 juillet 1805 :

Le tremblement de terre d'intensité X et de magnitude équivalente de 6.62 Mw (2), affecta une vaste étendue de l'Italie centro-méridionale avec des effets destructeurs sur les contreforts Matese dans les Apennins sannita. La secousse fut désastreuse pour une trentaine de localités de la vallée de Bojano et de la plaine qui s'étend d'Isernia à Campobasso. Huit villages furent totalement détruits (1).

A Bojano, San Massimo, Campochiaro et Castelpetroso, pour ces localités bâtis à flanc et en pied de collines, ce sont les parties basses qui subirent des effondrements partiels.

Campobasso (intensité IX) et Isernia (intensité IX-X) enregistrèrent des dégâts gravissimes. Les victimes furent au nombre de 5.573 et les morts 1.583 sur une zone épiscopale qui comptait environ 205 000 habitants (1).

Parmi la liste des localités dont les intensités ont pu être évaluées, on retiendra VIII-IX à Ripalimosano, VII-VIII à Lucito et VI à Larino (1). Celles de San Giuliano di Puglia, Casacalenda, Colletorto et Bonefro ne sont pas connues.

11 octobre 1125 :

Ce séisme d'intensité VIII soit d'une magnitude équivalente de 5.57 Mw (2), trente fois moins puissant que le précédent, endommagea la cité de Benevento (intensité VII-VIII) où furent secoués tous les édifices et où sont tombés une parties des murs de la cité, qui à leur tour, causèrent de graves dommages aux bâtiments les jouxtant. Les villages de Cliternia, Larino, Bonito, qui furent mentionnés plus tard dans les sources, sont situés dans la zone qui comprend la vallée de Beneventana, à la jonction de la vallée du Sabato et celle de Calore (1).

5 décembre 1456 :

Ce tremblement de terre toucha une vaste étendue de l'Italie Centro-méridionale avec des effets destructifs d'une intensité de IX sur l'échelle MCS, sur plus de 90 localités.

Les intensités ont été élevées à Campobasso, Castellino del Biferno et Casacalenda IX ; VIII à San Giuliano di Puglia (1).

5 juin 1688 :

Ce puissant séisme d'intensité XI et de magnitude équivalente 6.98 Mw (2), a eu des effets désastreux dans les localités situées au sud-ouest des Monts Matese dans la région de Campania. Le maximum des effets destructifs furent observés autour de Cerreto Sannita dans une étendue d'environ 30 km de rayon entre les vallées de Calore et de Tammaro.

Globalement, une quarantaine de localités subirent d'intenses destructions et environ 80 autres de graves dégâts (1). Benevento fut la ville la plus gravement endommagée. Sur un total de 1 607 habitations, seules 285 furent encore habitables et 325 subirent des dégâts. Les 997 restants furent détruits ou subirent des dégâts graves, les rendant dangereuses et inhabitables.

Une des causes de ces dégâts sur Benevento trouve son explication, selon certains experts de l'époque, à la qualité des matériaux de construction utilisés. En effet, la plupart des maisons ont été construites avec des galets de rivière, pour lesquelles la chaux ne constitue pas un bon liant. Il a également été noté que les maisons construites avec des briques, bien que endommagées, ont mieux résisté aux secousses, d'où la suggestion pour la reconstruction, d'utiliser des briques ou des pierres taillées en tuf, et d'utiliser les ruines des habitations pour produire une nouvelle chaux (1).

On déplora environ 10 000 victimes, concentrées en particulier à Cerreto Sannita, Benevento et Guardia Sanframondi. Dans la seule cité de Benevento, qui comptait alors 7500 habitants, le nombre des victimes s'éleva à 1 367 et dans les campagnes près de 700. La destruction des infrastructures agricole (moulins, huileries et fours) a déclenché une crise alimentaire, qui a pu être freinée par des mesures administratives.

Parmi la liste des localités affectées par ce séisme, il a été retenu les intensités suivantes : VIII pour Campobasso ; VII pour Casacalenda (1).

Classement des lieux visités (Région Molise)

Selon l'ordonnance du président du Conseil des ministres n° 3274 du 20 Mars 2003, les localités visitées lors de cette mission sont toutes classées en zone de sismicité 2, il s'agit de : Casacalenda, Larino, Ripabottoni, Castellino del Biferno, San Giuliano di Puglia, Colletorto, Bonefro et Ripalimosani (3).

Sources documentaires :

1. Boschi Enzo, Ferrari Graziano, Gasperini Paolo, Guidoboni Emanuela, Smriglio Giuseppe, Valensise Gianluca : « Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a. C. al1980 » – Istituto Nazionale di Geofisica SGA storia geofisica ambiente – 1995
2. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.) : http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_eq/
3. Zone sismique italienne par commune : <http://www.abspace.it/TripSpace/zonesismicheitalia.asp>
4. Terremoto del Molise del 2002 http://it.wikipedia.org/wiki/Terremoto_del_Molise_del_2002



Una forte scossa di terremoto si è registrata appena dopo le 18.00 nel territorio del Parco del Matese tra Caserta, Benevento e Campobasso.

La scossa si è sviluppata a 10.5 km di profondità per una magnitudo 4,9 della scala richter.

La stessa è stata avvertita distintamente fino a Lanciano in provincia di Chieti e in tutto il basso Abruzzo.

A Caserta, Napoli e Avellino le persone sono scese in strada.

In nottata due scosse avevano già fatto tremare il Sannio: magnitudo 2,6 e 2,4, registrate dall'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia, rispettivamente alle 2,04 a 21,8 km di profondità e alle 2,19 a 10,7 km .

Forte scossa nel sud Italia, ma è lotta per la magnitudo

Subito dopo la scossa, i centralini dei Vigili del fuoco hanno ricevuto decine di chiamate, sinora soprattutto per ricevere

informazioni tranquillizzanti o per segnalare danni di poco conto come la caduta di calcinacci da cornicioni di edifici. Le chiamate sono arrivate numerose dal centro storico del capoluogo campano, dove ci sono edifici più vetusti

5.2 Le bilan du séisme du 31 octobre 2002

(Extrait du rapport de mission de l'AFPS, mars 2003)

La mission post-sismique de l'AFPS de décembre 2002 a été riche d'enseignements pour la prise en compte du risque sismique du territoire français métropolitaine :

- La sismicité de la zone, moyenne, est similaire,
- Les séismes survenus les 31/10 et 01/11/2002 avaient des magnitudes équivalentes à celles attendus en France
- Les typologies de constructions correspondent à celles existantes dans les régions de montagne et méditerranée,
- Plusieurs facteurs d'amplification des dégâts ont été identifiés :
 - Effet de site (géologique et topographique),
 - Effet de la qualité du bâti pour une même typologie,
 - Effet de la typologie pour un même site.

En ce qui concerne l'aléa, le premier élément important est lié à sa localisation dans la mesure où il correspond à un accident enterré sous l'empilement sédimentaire et dont on ne pouvait rien prévoir de sa présence. Ceci est attesté par le fait que l'on était en présence d'un « gap », un secteur sans séisme notable aussi bien en fonction des données historiques que des données instrumentales.

Les effets de site ont eu une grande influence dans de nombreux cas. Les sites d'éperons et de crêtes ont été très vulnérables :

- Le vieux San Giuliano du Puglia situé sur des bancs de calcaire, c'est mieux comporté que la partie moderne. On peut noter toutefois, l'effondrement de la voûte de l'église de San Giuliano et surtout l'effondrement de l'école à cause d'une conception non adaptée et des dispositions constructives déficientes. Les bâtiments situés sur la rue principale de San Giuliano ont subis des endommagements importants sans possibilité de récupération.
- Le vieux Castellino del Biferno localisé sur un éperon lié à une barre subverticale a transmis un maximum d'énergie qui a entraîné la destruction du centre historique alors que la partie moderne a mieux résisté.

5.3 LARINO

5.3.1 Chiesa di San Stefano SEC XIV

En 2013 l'église est toujours fermée suite au séisme de 2002



Fig. 5.3.1-1



Fig. 5.3.1-2



Fig. 5.3.1-3

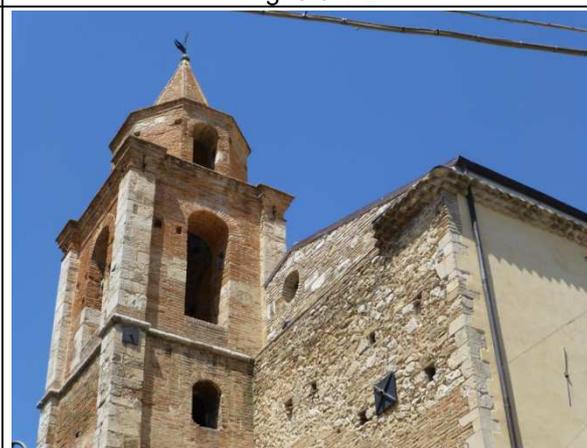


Fig. 5.3.1-4



Fig. 5.3.1-5

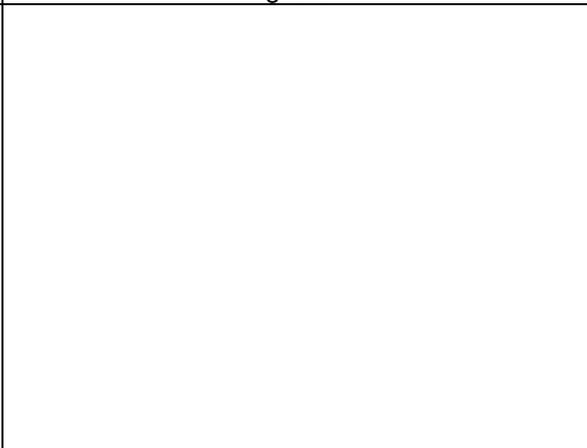


Fig. 5.3.1-6

5.3.2 Palazzo Ducale



Fig. 5.3.2-1



Fig. 5.3.2-2

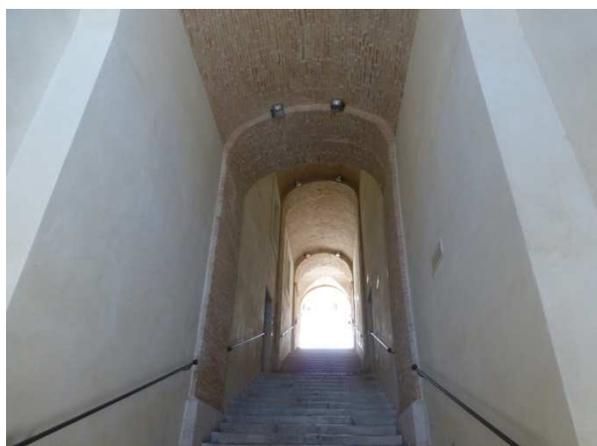


Fig. 5.3.2-3

Fig. 5.3.2-4

5.3.3 Chiesa di Francesco

Travaux de réhabilitation en juillet 2013 suite au séisme du 2002



Fig. 5.3.3-1 Eglise avant le séisme



Fig. 5.3.3-2



Fig. 5.3.3-3



Fig. 5.3.3-4



Fig. 5.3.3-5



Fig. 5.3.3-6

5.3.4 Basilica San Pardo



Fig. 5.3.4-1



Fig. 5.3.4-3



Fig. 5.3.4-4

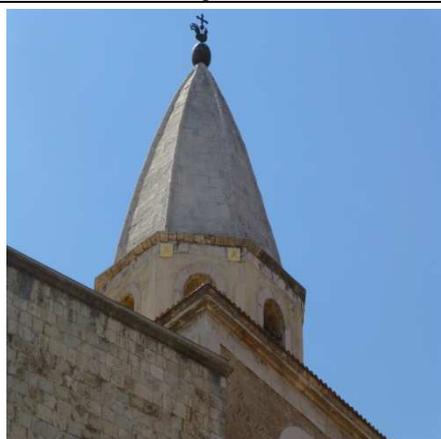


Fig. 5.3.4-5



Fig. 5.3.4-6

5.3.5 Chiesa Santa Maria

Travaux de réhabilitation en août 2002



Fig. 5.3.3-1



Fig. 5.3.3-2



Fig. 5.3.3-3



Fig. 5.3.3-4

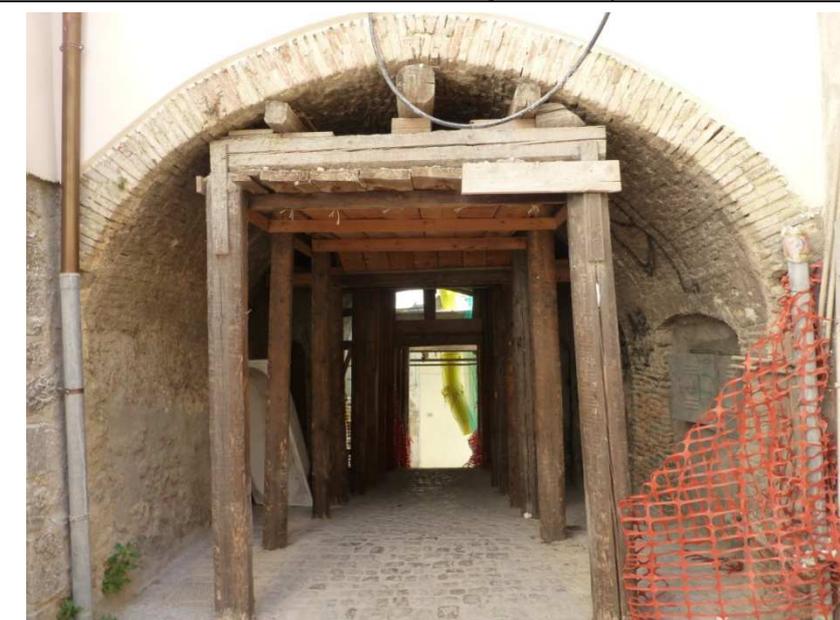


Fig. 5.3.3-5

5.3.6 Centro storico



Fig. 5.3.6-1



Fig. 5.3.6-2



Fig. 5.3.6-3



Fig. 5.3.6-4

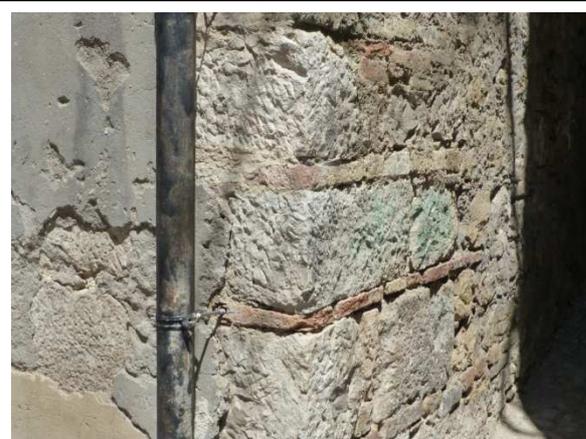


Fig. 5.3.6-5



Fig. 5.3.6-6

5.4 CASACALENDA

5.4.1 Chiesa Adolorata



Fig. 5.4.1-1

5.4.2 Palazzo Ducale



Fig. 5.4.4-1



Fig. 5.4.4-2



Fig. 5.4.4-3



Fig. 5.4.4-4



Fig. 5.4.4-5

Responsabile tecnico del Cantiere : Ge
Assistente tecnico del Cantiere : Geom
Importo dei Lavori : € 1.172.040,00
Inizio Lavori 22 maggio 2009
Fine Lavori 22 maggio 2011

Travaux non terminés en 2013

Fig. 5.4.4-6

5.4.3 Capella Santa Maria Maggiore



Fig. 5.4.3-1



Fig. 5.4.3-3

5.4.4 Palazzo « Casa Franceschini-Filipponi »



Fig. 5.4.4-1

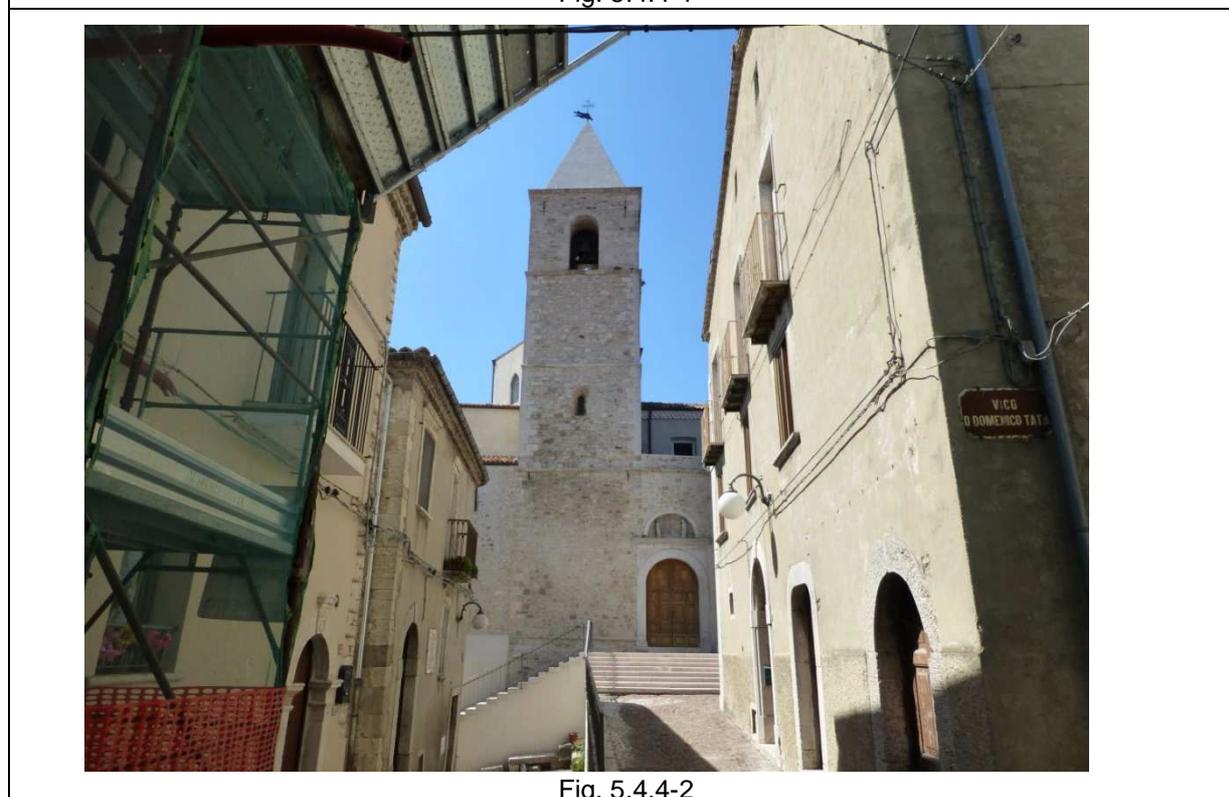


Fig. 5.4.4-2

5.5 RIPABOTTONI

5.5.1 Maison de maître



Fig. 5.5.1-1



Fig. 5.5.1-2



Fig. 5.5.1-3

5.5.2 Chiesa San Gerardo Maielle



Fig. 5.5.2-1

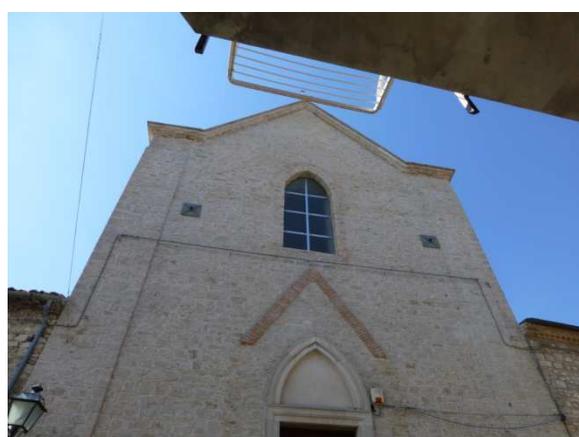


Fig. 5.5.2-2



Fig. 5.5.2-3



Fig. 5.5.2-4

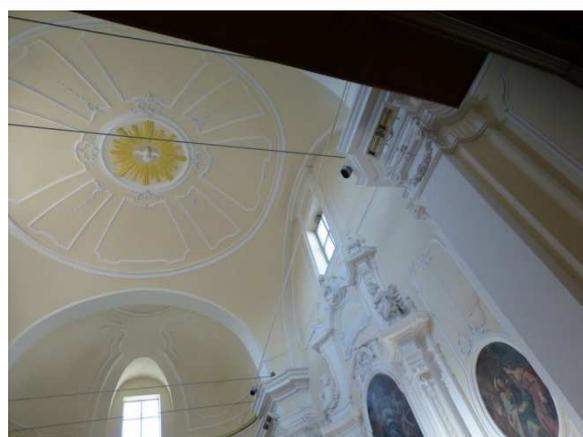


Fig. 5.5.2-5



Fig. 5.5.2-6

5.5.3 Chiesa Santa Maria Assunta

Travaux en cours en août 2013 suite au séisme de 2002



Fig. 5.5.3-1



Fig. 5.5.3-2



Fig. 5.5.3-3



Fig. 5.5.3-4



Fig. 5.5.3-5

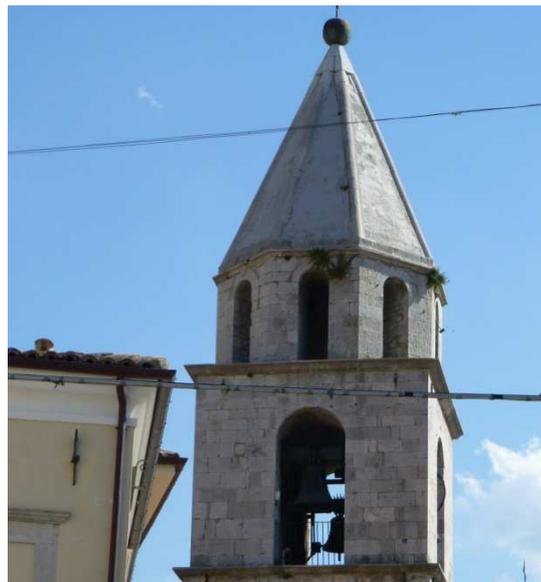


Fig. 5.5.3-6

5.5.4 Palazzo Ducale



Fig. 5.5.4-1

5.6 CASTELLINO DEL BIFERNO

5.6.1 Chiesa di San Pietro



Fig. 5.6.1-1



Fig. 5.6.1-3

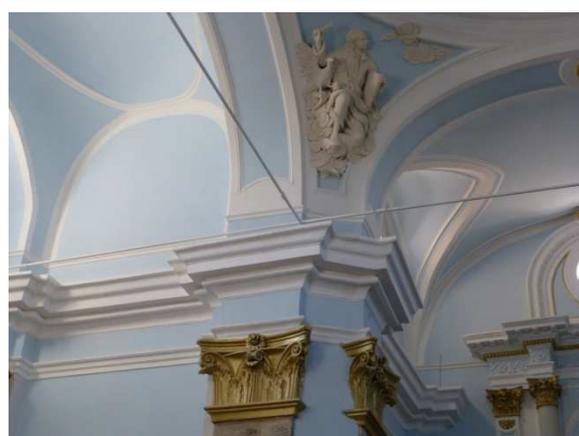


Fig. 5.6.1-4

5.6.2 Capella San Pio da Pietrelcina



Fig. 5.6.2-1



Fig. 5.6.2-3



Fig. 5.6.2-4

5.6.3 Complexe moderne « scolastique antisismique »



Fig. 5.6.3-1



Fig. 5.6.3-3

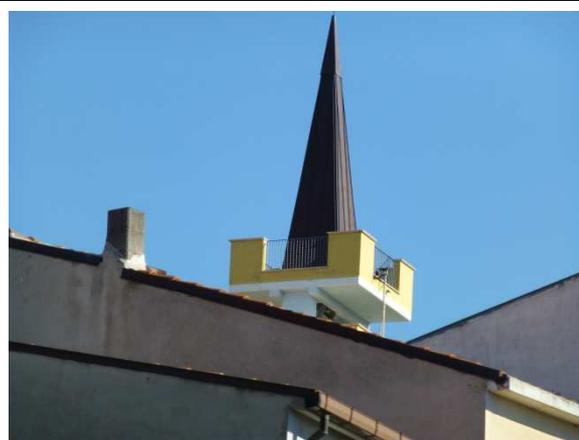


Fig. 5.6.3-4

5.7 CASTELLINO NUOVO

5.7.1 Chiesa di Sacro Cuore

Travaux de rehabilitation arrêtés



Fig. 5.7.1-1



Fig. 5.7.1-2



Fig. 5.7.1-3



Fig. 5.7.1-4



Fig. 5.7.1-5



Fig. 5.7.1-6

5.8 SAN GUILIANO DI PUGLIA

5.8.1 Palazzo comunale



Fig. 5.8.1-1



Fig. 5.8.1-3



Fig. 5.8.1-4

5.8.2 Chiesa San Giuliano Martire



Fig. 5.8.2-1



Fig. 5.8.2-2



Fig. 5.8.2-2



Fig. 5.8.2-3



Fig. 5.8.2-4



Fig. 5.8.2-5

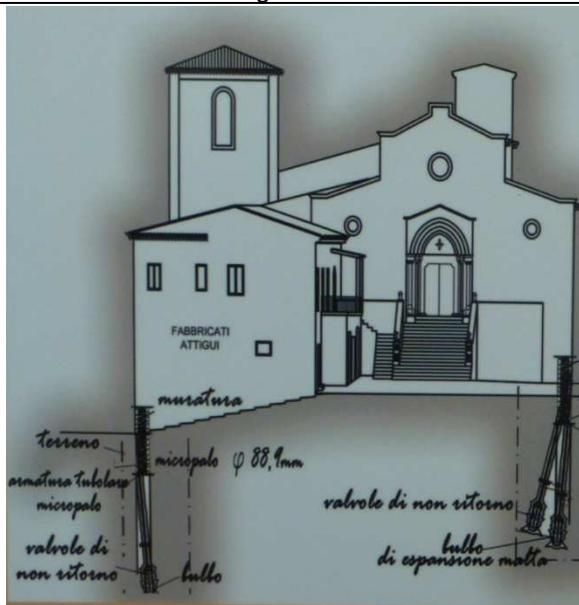


Fig. 5.8.2-6



Fig. 5.8.2-7

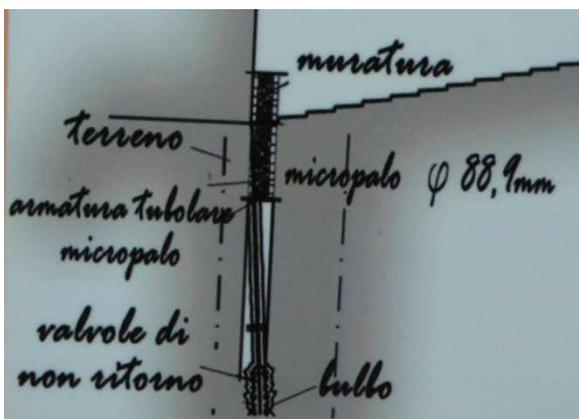


Fig. 5.8.2-8



Fig. 5.8.2-9

5.8.3 Scuola nuova ; emplacement de l'ancienne école



Fig. 5.8.3-1



Fig. 5.8.3-2



Fig. 5.8.3-3



Fig. 5.8.3-4

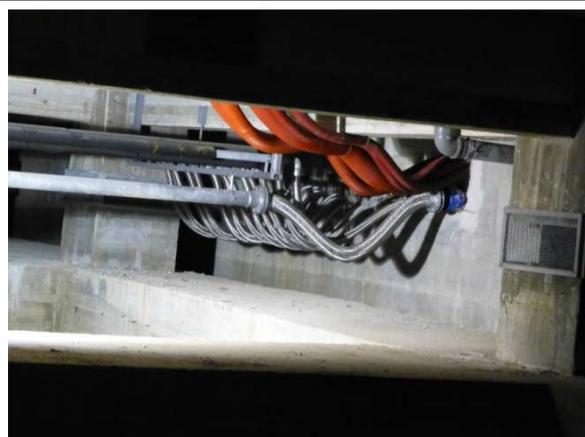


Fig. 5.8.3-5



Fig. 5.8.3-6

5.9 COLLETORTO

5.9.1 Chiesa del Convento San Alfonso di Liguri



Fig. 5.9.1-1



Fig. 5.9.1-2



Fig. 5.9.1-3



Fig. 5.9.1-4



Fig. 5.9.1-5



Fig. 5.9.1-6

5.9.2 Chiesa San Giovanni Battista



Fig. 5.9.2-1



Fig. 5.9.2-2



Fig. 5.9.2-3



Fig. 5.9.2-4



Fig. 5.9.2-5



Fig. 5.9.2-6

5.9.3 Torre Anjloina et château du moyen âge



Fig. 5.9.3-1



Fig. 5.9.3-3

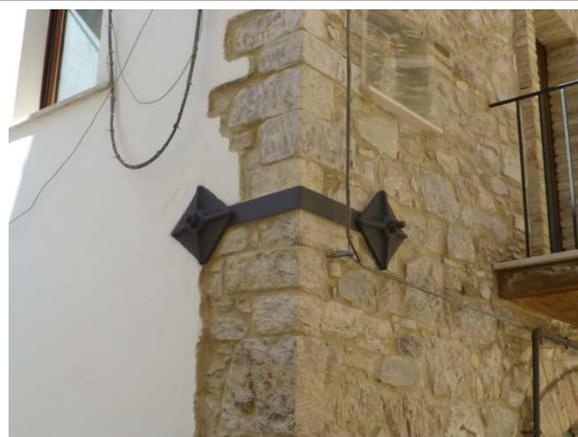


Fig. 5.9.3-4

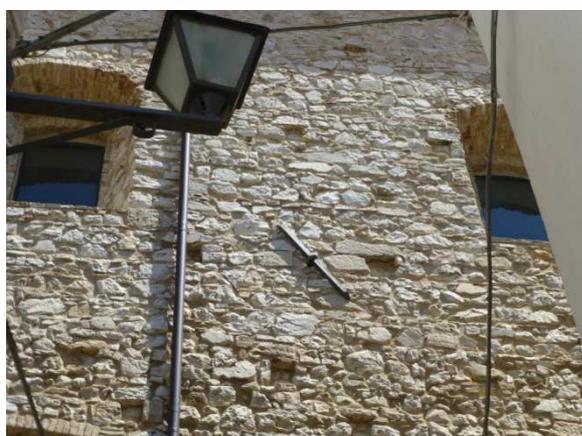


Fig. 5.9.3-5



Fig. 5.9.3-6

5.9.4 Chiesa del Purgatorio



Fig. 5.9.4-1



Fig. 5.9.4-2



Fig. 5.9.4-3



Fig. 5.9.4-4



Fig. 5.9.4-5



Fig. 5.9.4-6

5.9.5 Centro Storico



Fig. 5.9.5-1



Fig. 5.9.5-2



Fig. 5.9.5-3



Fig. 5.9.5-4



Fig. 5.9.5-5



Fig. 5.9.5-6

5.10 BONEFRO

5.10.1 Chiesa San Nicola



Fig. 5.10.1-1



Fig. 5.10.1-2



Fig. 5.10.1-3



Fig. 5.10.1-4



Fig. 5.10.1-5

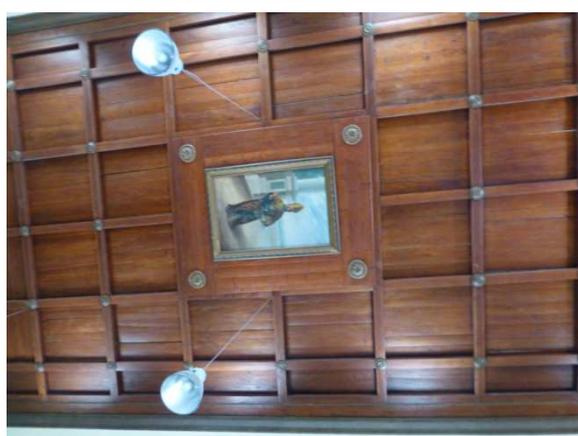


Fig. 5.10.1-6

5.10.2 Chiesa Santa Maria Delle Rose



Fig. 5.10.2-1



Fig. 5.10.2-2



Fig. 5.10.2-3



Fig. 5.10.2-4

Il mondo si divide
fra oppressori e oppressi.
Tu che entri da che parte stai?

Fig. 5.10.2-5

5.10.3 Centro Storico



Fig. 5.10.3-1



Fig. 5.10.3-2



Fig. 5.10.3-3



Fig. 5.10.3-4



Fig. 5.10.3-5



Fig. 5.10.3-6

5.11 RIPOLIMOSANI

5.11.1 Chiesa San Michele



Fig. 5.11.1-1



Fig. 5.11.1-2



Fig. 5.11.1-3

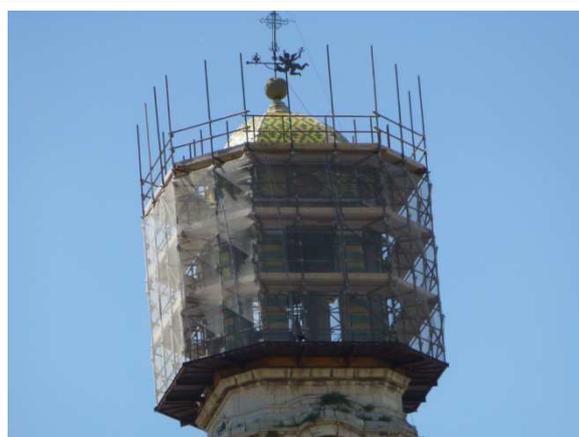


Fig. 5.11.1-4



Fig. 5.11.1-5



Fig. 5.11.1-6

5.11.2 Centro Storico



Fig. 5.11.2-1



Fig. 5.11.2-3



Fig. 5.11.2-4

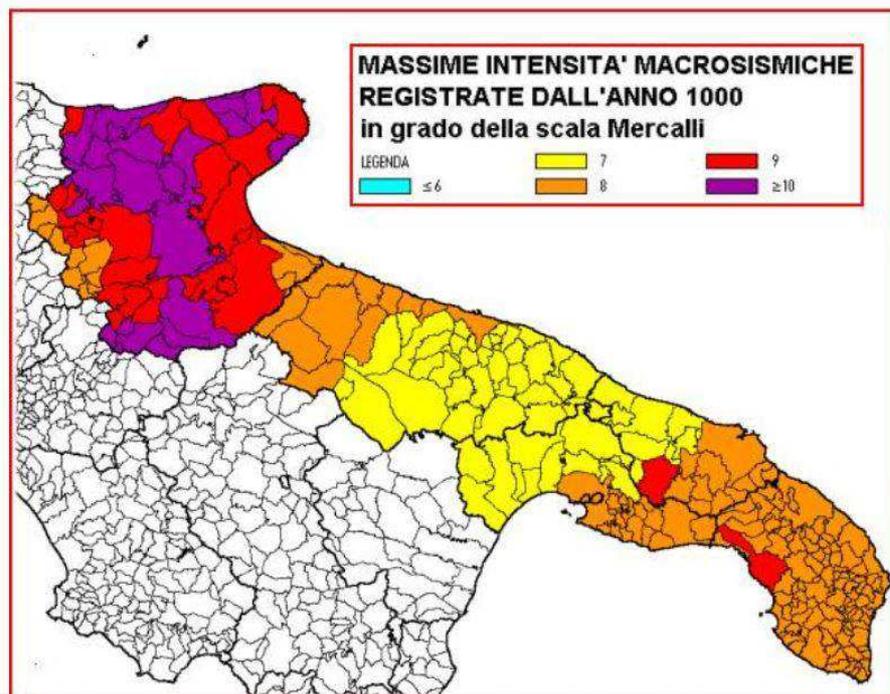
6. PUGLIA (Les Pouilles)

6.1 Sismicité historique

La région de Puglia a été le siège de nombreux séismes qui ont produit des destructions, pas moins de onze événements ont affecté cette région en huit siècles de 1087 à 1893.



Cette sismicité a tendance à se concentrer plutôt dans la partie nord-ouest de ce territoire, notamment dans le parc national de Gargano dans la province de Foggia, mais aussi le secteur de San Severo et au sud de Foggia. Toutefois, parmi la connaissance actuelle de la sismicité historique, au XIIIe siècle on relève dans le sud-est de Puglia, un seul événement durant cette même période, mais celui-ci représente le plus puissant séisme affectant cette région principalement les provinces de Brindisi et de Lecce. Ce séisme s'est produit au sud-est d'Otranto en mer Adriatique, avec une magnitude équivalente à 7.0.



20 février 1743

Ce séisme d'intensité maximale de IX et d'une magnitude équivalente à 7.13 (Mw) survenu à 16h30 (2), constitue la secousse principale d'une longue période sismique initiée en juin 1741. Le tremblement de terre fut ressenti par les personnes sur une vaste étendue qui a eu comme limites à l'Est de l'épicentre, le Péloponèse, les îles Ioniennes et la côte albanaise ; à l'ouest Messina, Reggio Calabria, Napoli et Roma ; au sud l'île de Malte et au nord quelques villes de la plaine du Pô (1).

L'aire de dégâts majeurs s'est propagée des deux côtés du détroit d'Otranto, les localités où il a été observé des destructions les plus sévères d'une intensité de IX, furent Francavilla, Fontana et Nardo dans la province de Lecce. Dans ces agglomérations une grande partie des édifices s'écroulèrent ou furent gravement endommagés. Une dizaine d'autres localités de Puglia entre Brindisi, Taranto et Bari subirent de graves dégâts avec les intensités suivantes : VIII-IX Galatina et Leverano ; VIII à Brindisi, Taranto ; VII-VIII à Bari ; VII à Gallipoli et Lecce ; V à Martina Franca (1).

Les victimes furent environs 180 dont 150 à Nardo. Il a également été observé un tsunami dans le port de Brindisi où la mer s'est retirée, mettant à découvert les fonds marins.

Ce tremblement de terre est venu s'ajouter à d'autres événements négatifs concomitants tels que l'épidémie de peste de 1743, la guerre de la Succession d'Autriche et les famines fréquentes. Il a profondément affecté la vie civile et économique des secteurs les plus touchés (1).

10 septembre 1087

Les provinces de Bari et de Barletta-Andria-Trani ont connu deux événements importants.

Le premier s'est produit le 10 septembre 1087 avec une intensité maximale de VI-VII à Bari, soit selon la révision de l'INGV, une magnitude équivalente de 4.93 Mw (2).

Toutefois, on n'a pas la connaissance des effets de ce séisme qui doivent être probablement légers selon les intensités connues.

11 mai 1560

Un second séisme plus important survenu à 4h 40, a affecté ces deux mêmes provinces tout particulièrement quelques agglomérations du littoral, causant de graves dégâts à Barletta et Bisceglie (province de Barletta-Andria-Trani) avec une intensité de VIII (1), et une magnitude équivalente 5.56 Mw (2), on déplora des effondrements et des victimes sans autres précisions.

A Giovinazzo quelques vieux bâtiments ont été endommagés dont l'un des clochers de la cathédrale. L'intensité a été évaluée à VII pour Giovinazzo et V pour Bari et Molfetta, trois localités de la province de Bari (1).

La sismicité historique de la péninsule de Gargano

Année 1223

Plus au nord-ouest, dans la province de Foggia, on retiendra le séisme de l'année 1223 qui fut destructeur sur le littoral de la péninsule de Gargano. Les localités les plus touchées furent Santa Tecla, Sflzi IX ; Vico del Gargano VIII-IX, Siponto VII-VIII et VII à Vieste où certaines grands bâtiments ecclésiastiques subirent des dommages (1). Un séisme de magnitude équivalente 5.78 Mw (2).

Les localités touchées faisaient partie à cette époque, de la Capitanata, une région militaire de grande importance. Elles étaient insérées dans un système de fortifications construites par Frédéric II les décennies précédentes (1).

Le tremblement de terre a incité la population à s'éloigner de certains centres, toutefois, la fuite du petit village de Santa Tecla, ne fut pas seulement attribué au tremblement de terre, car elle intervient à une période d'exode généralisée à cause des guerres (1).

Autre événement dans le même secteur, celui de 1414 où fut relevé de graves dégâts dans la cité de Vieste avec une intensité VIII-IX (1) et une magnitude équivalente 5.78 Mw (2).

Toujours sur cette péninsule, on retiendra surtout celui du 31 mai 1646 survenu en pleine nuit avec des effets destructeurs sur diverses localités du promontoire de Gargano. Les lieux les plus endommagés furent Carpino, Ischitella avec une intensité de IX-X ; Monte sant' Angelo, Vico del Gargano et Vieste d'intensité IX. Le tremblement de terre a provoqué l'effondrement de bâtiments entiers et a rendu inhabitable presque toutes les habitations (1).

17 juillet 1361 :

Ce séisme survenu à 17h15, à 27 km environ au sud de Foggia, a intéressé le secteur collinaire situé au sud de la plaine de Tavoliere delle Puglie.

La cité la plus endommagée fut Ascoli Satriano (intensité X) où la majeure partie des édifices s'écroulèrent. Parmi les autres localités endommagées, seule Canosa di Puglia (intensité VIII), est mentionnée dans les sources contemporaines de l'époque, tandis que les dommages sur Bovino (intensité IX), Sant' Agata di Puglia et Rionero in Vulture (intensité VII-VIII), sont indiqués plus tard par des historiens (1). Selon l'INGV la magnitude équivalente de ce séisme a été évaluée à 5.99 Mw (2).

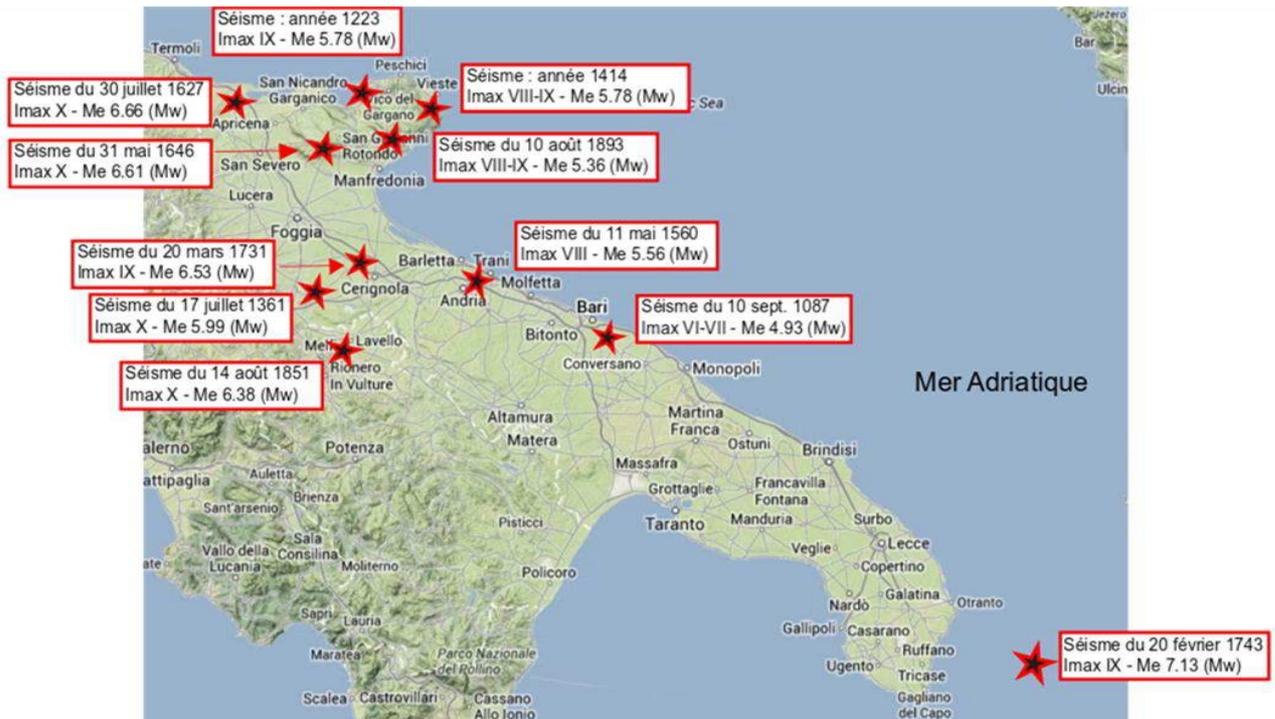
30 juillet 1627 :

Cet événement dont l'épicentre fut estimé à 7 km au nord de San Severo et à 35 km au nord-ouest de Foggia, endommageât gravement Apricena, Lesina, San Paolo di Civitate, San Severo et Torremaggiore (intensité X) dont la majeure partie des édifices s'écroulèrent (1).

Les dégâts importants sont bien documentés au niveau des églises, des monastères et des entreprises propriétés ecclésiastiques. Plus incertains, les dégâts aux habitations privées. L'aire moins endommagée comprend les localités côtière de Gargano jusqu'à Manfredonia au sud et à Termoli au nord (1).

Le tremblement de terre frappa gravement la Capitanata, notamment le patrimoine culturel et les infrastructures agricoles, causant des dommages importants. Dans certains cas, il est rapporté l'émigration de nombreuses familles et même de religieux de San Severo et de ses zones limitrophes, vers des localités considérées comme plus sûres.

Ce séisme a été suivi par trois fortes répliques importantes, la première le même jour à 11h05 d'une intensité VIII-IX, la seconde le 7 août à 16h40 d'une intensité IX et enfin la troisième le 6 septembre à 15h50 d'une intensité de VIII-IX (1).



Carte réalisée par **André Laurenti** à partir du « Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a. C ; al 1980 et de l'actualisation de ces données historique réalisée par Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I. N.G.V.)

Légende :

- ▶ Intensité : exprimés en degré entier ou demi-degré, à partir de l'échelle Mercalli-Cancani-Sieberg (M.C.S.)
- ▶ I_{max} : intensité ponctuelle maximale observée
- ▶ Me : magnitude équivalent évaluée selon l'I.N.G.V.

20 mars 1731 :

Les dégâts les plus importants de ce tremblement de terre, toucha le principal centre administratif de la Capitanata, Foggia située à environ 30 km au nord-ouest de l'épicentre et Cerignola avec une intensité IX, soit une magnitude équivalente de 6.53 (2).

Des dommages graves et étendus ont eu lieu également à Canosa di Puglia, Orta Nova, Tressanti avec une intensité de VIII-IX ; Ascoli Satriano, Molfetta et Orsara di Puglia avec une intensité de VIII (1).

Cette zone épiscopale est située dans un secteur délimité à l'ouest par les contreforts orientaux des reliefs irpini et des collines de melfese, et à l'est par le promontoire Garganico et la mer Adriatique. Dans de nombreuses localités de la Capitanata et de la côte adriatique, le tremblement de terre a causé des dégâts sur les bâtiments, graves pour quelques cas (1).

A Foggia qui comptait alors 15 000 habitants, on déplora environ 500 victimes soit plus de 3 % de la population (1).

14 août 1851 :

Ce fort séisme d'intensité X et de magnitude équivalente de 6.38 Mw (2), affecta la région montagneuse de la Basilicata. Deux fortes secousses se produisirent en un

peu plus d'une heure d'intervalle et ont affecté une vaste zone comprenant une partie de la Basilicate et de l'Irpinia dans la région voisine de Campania.

Le secteur de destruction maximale fut limité aux alentours du mont Vulture.

La première secousse détruisit quasi complètement Barile et Melfi avec une intensité de X.

De nombreuses autres localités subirent des destructions en particulier Rapolla (intensité IX-X) et Rionero in Vulture (intensité IX), beaucoup plus éloignés Foggia et Bari ont connu toutes les deux une Intensité de VI (1).

Les caractéristiques constructives des bâtiments de la zone la plus affectée, furent retenues comme la cause importante des dommages : les maisons ont été construites avec des pierres de lave de différentes dimensions, non taillées et maintenus ensemble par un mortier terreux, qui avec le temps se pulvérise, les pièces étaient couvertes de voûtes construites également avec des pierres de lave, souvent minces et donc peu résistantes aux vibrations des murs latéraux (1).

Classement des lieux visités (Puglia)

La ville de Foggia se trouve sur des sols argileux, sujet à une élévation des eaux. La ville est classée en zone de sismicité 2 (moyenne) selon l'ordonnance du président du Conseil des ministres n. 3274 du 20 Mars 2003. Rodi Garganico figure aussi en zone 2 tout comme Vico del Gargano.

La ville de Bari est classé quant à elle, en zone 3 (faible sismicité), selon le décret PCM n° 3274 du 20/03/2003.

Celles de Brindisi, Gallipoli, Nardo, Alberobello, Martina Franca tout comme Lecce sont en zone 4 selon le même décret (3).

Sources documentaires :

1- Boschi Enzo, Ferrari Graziano, Gasperini Paolo, Guidoboni Emanuela, Smriglio Giuseppe, Valensise Gianluca : « Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a. C. al 1980 » – Istituto Nazionale di Geofisica SGA storia geofisica ambiente – 1995

2 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.) :

http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_eq/

3 – Zone sismique italienne par commune :

<http://www.abspage.it/TripSpace/zonesismicheitalia.asp>

6.2 SAN GIOVANNI ROTONDO

6.2.1 Chiesa Madona delle Grazie



Fig. 6.2.1-1



Fig. 6.2.1-2



Fig. 6.2.1-3

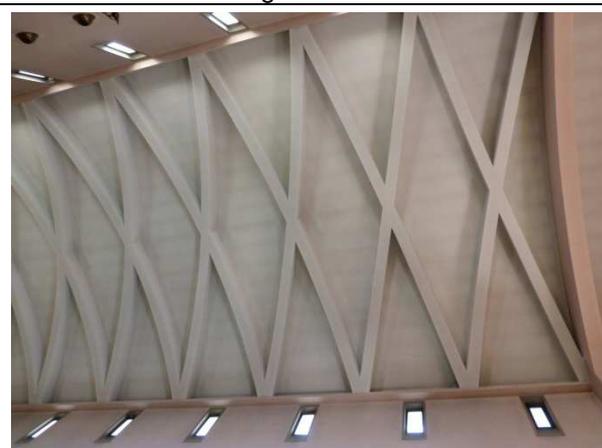


Fig. 6.2.1-4

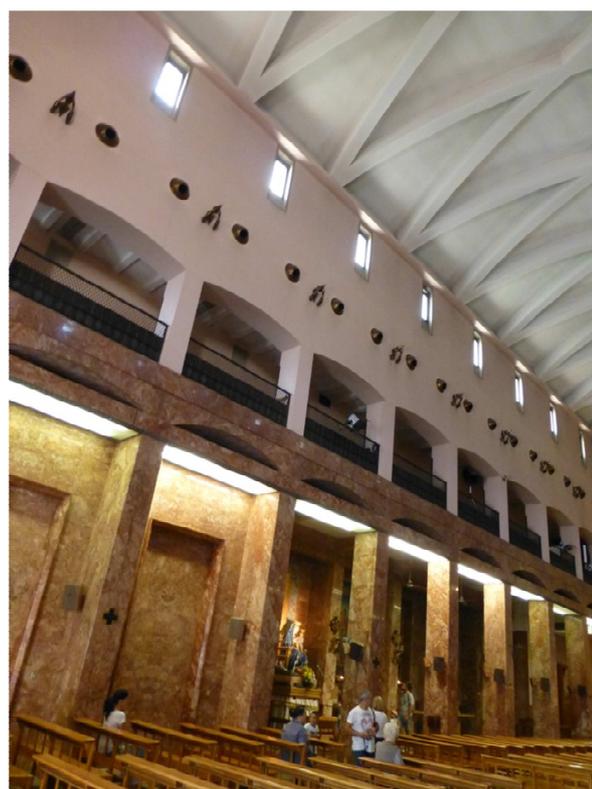


Fig. 6.2.1-5

6.2.2 Chiesa San Pio (Renzo Piano)



Fig. 6.2.2-1



Fig. 6.2.2-2



Fig. 6.2.2-3



Fig. 6.2.2-4



Fig. 6.2.2-5



Fig. 6.2.2-6

6.3 MONTE SANT'ANGELO

6.3.1 Castello



Fig. 6.3.1-1



Fig. 6.3.1-3

6.3.2 Santuarion San Michele



Fig. 6.3.2-1



Fig. 6.3.2-2



Fig. 6.3.2-3



Fig. 6.3.2-4



Fig. 6.3.2-5



Fig. 6.3.2-6

6.3.3 Chiesa San Michele



Fig. 6.3.3-1



Fig. 6.3.3-2



Fig. 6.3.3-3



Fig. 6.3.3-4



Fig. 6.3.3-5



Fig. 6.3.3-6

6.3.4 Tomba di Rotari



Fig. 6.3.4-1

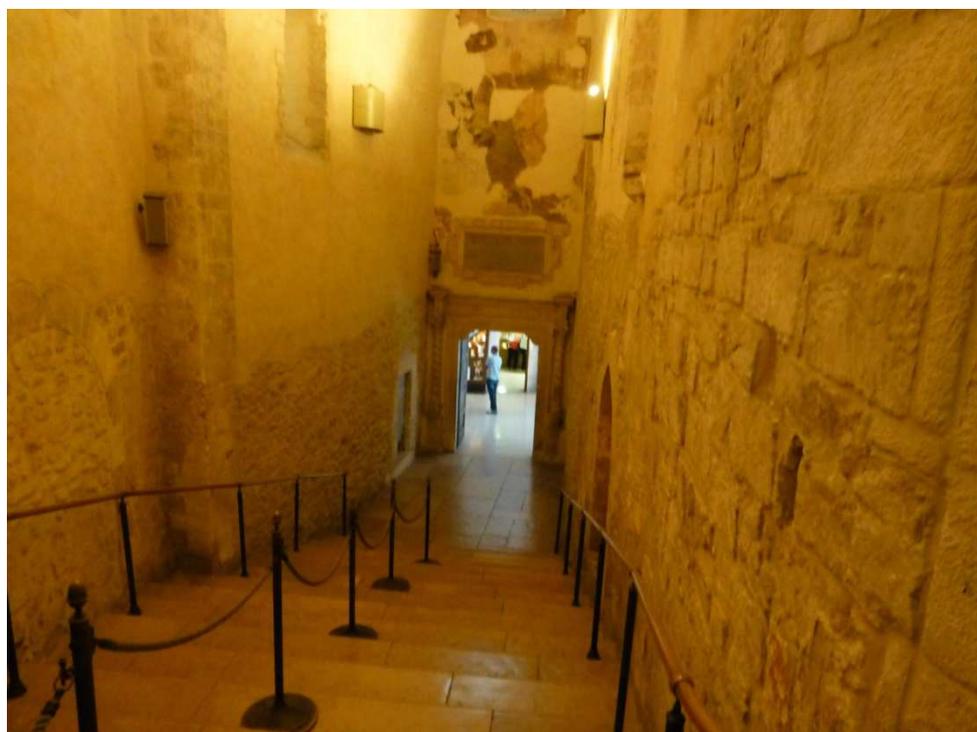


Fig. 6.3.4-3

6.4 LOCORONTODO

6.4.1 Chiesa San Giorgio Martire



Fig. 6.4.1-1

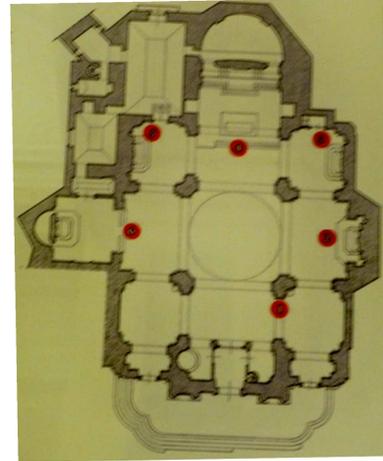


Fig. 6.4.1-2



Fig. 6.4.1-3



Fig. 6.4.1-4



Fig. 6.4.1-5



Fig. 6.4.1-6

6.4.2 Chiesa Santa Maria la Greca



Fig. 6.4.2-1



Fig. 6.4.2-2



Fig. 6.4.2-3



Fig. 6.4.2-4



Fig. 6.4.2-5



Fig. 6.4.2-6

6.4.3 Chiesa Santa Maria Immacolata



Fig. 6.4.3-1



Fig. 6.4.3-2



Fig. 6.4.3-3



Fig. 6.4.3-4



Fig. 6.4.3-5

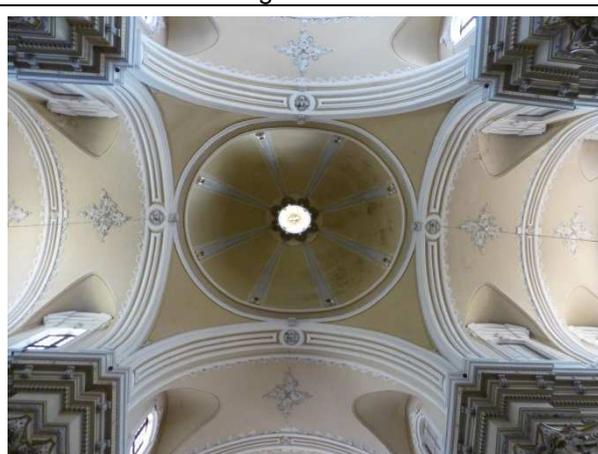


Fig. 6.4.3-6

6.4.4 Chiesa Setti Dolori



Fig. 6.4.4-1

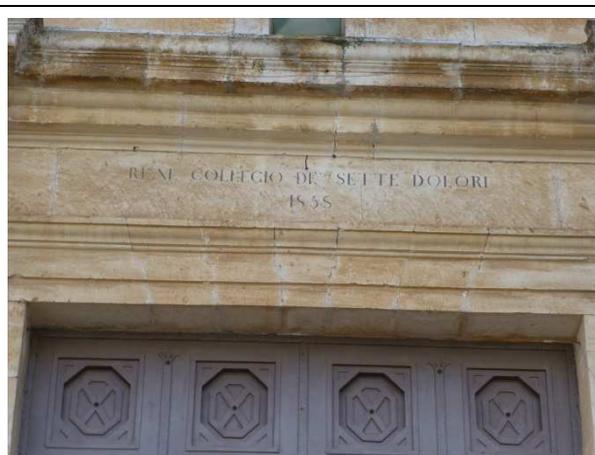


Fig. 6.4.4-2



Fig. 6.4.4-3

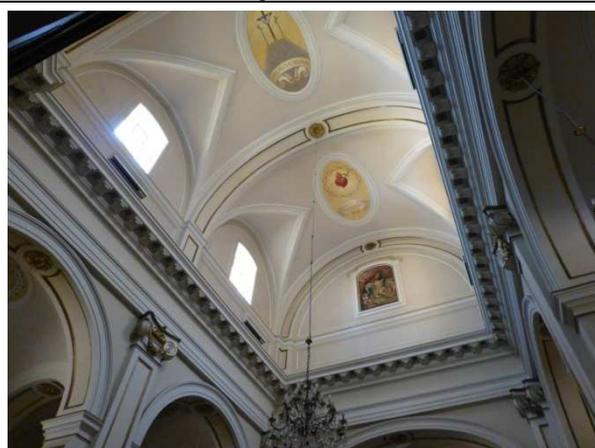


Fig. 6.4.4-4

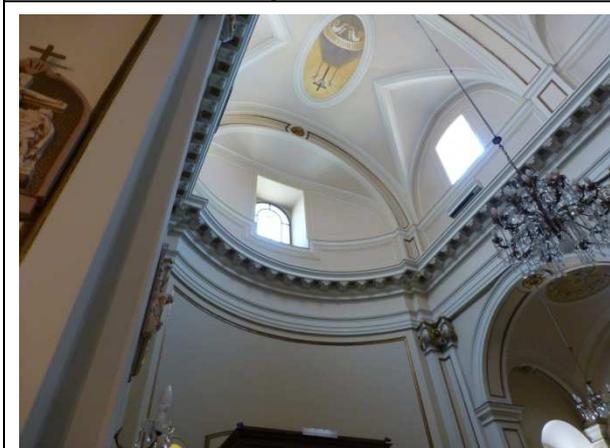


Fig. 6.4.4-5



Fig. 6.4.4-6

6.4.5 Centro Storico



Fig. 6.4.5-1



Fig. 6.4.5-2



Fig. 6.4.5-3



Fig. 6.4.5-4



Fig. 6.4.5-5



Fig. 6.4.5-6

6.5 MARTINA FRANCA

6.5.1 Cattedrale San Martino



Fig. 6.5.1-1



Fig. 6. 5.1-2



Fig. 6. 5.1-3



Fig. 6. 5.1-5



Fig. 6. 5.1-6

6.5.2 Centro Stocrico



Fig. 6.5.2-1

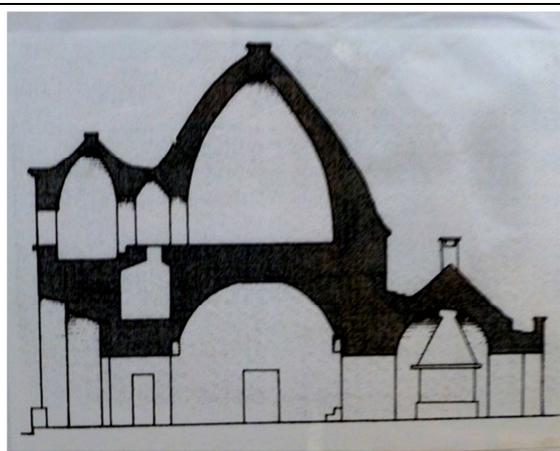


Fig. 6. 5.2-2



Fig. 6. 5.2-3



Fig. 6. 5.2-4



Fig. 6. 5.2-5



Fig. 6. 5.2-6

6.6 ALBEROBELLO

6.6.1 Chiesa di Trullo « Sant'Antonio »



Fig. 6.6.1-1



Fig. 6.6.1-2



Fig. 6.6.1-3



Fig. 6.6.1-4

6.6.2 Centro storico



Fig. 6.6.2-1



Fig. 6.6.2-2



Fig. 6.6.2-3



Fig. 6.6.2-4



Fig. 6.6.2-5



Fig. 6.6.2-6

6.7 LECCE

6.7.1 Chiesa Santa Maria della Grazia



6.7.2 Duomo et Campanile

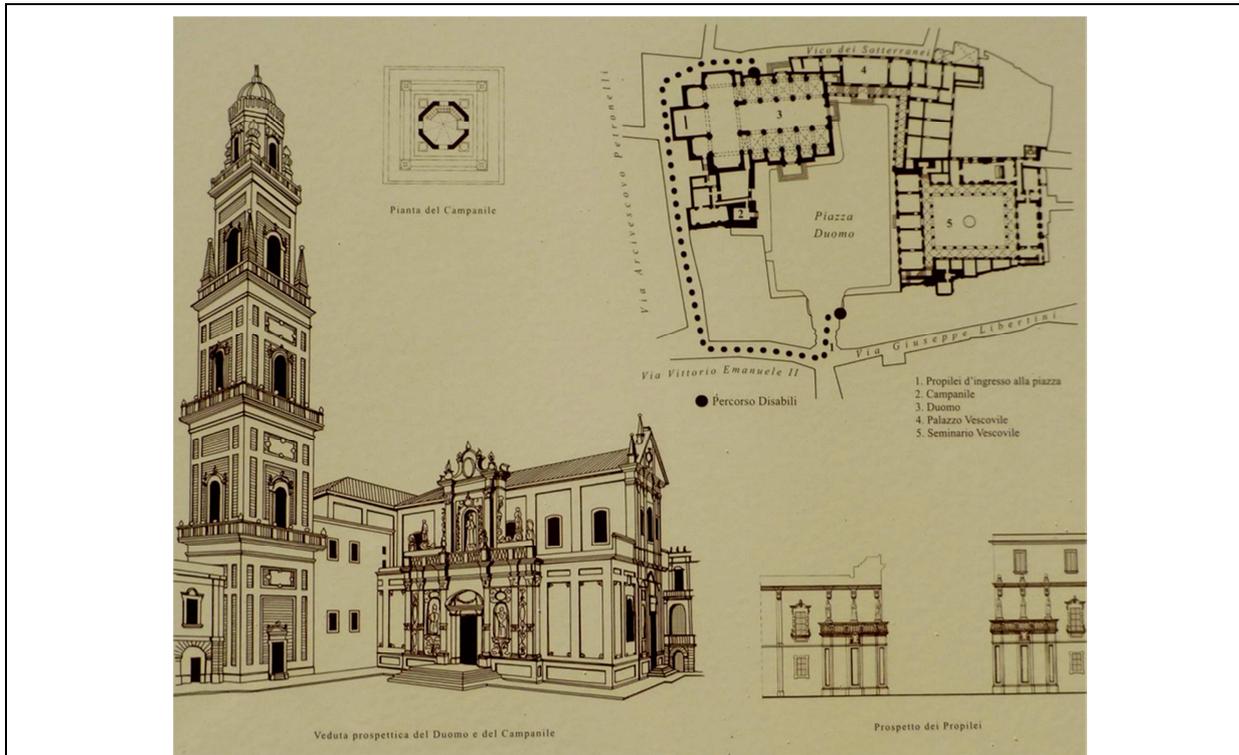


Fig. 6.7.2-1



Fig. 6. 7.2-3



Fig. 6. 7.2-5



Fig. 6. 7.2-4

6.7.3 Chiesa Sant'Irene



Fig. 6.7.3-1



Fig. 6.7.3-2



Fig. 6.7.3-3



Fig. 6.7.3-4



Fig. 6.7.3-5



Fig. 6.7.3-6

6.7.4 Chiesa Santa Teresa



Fig. 6.7.4-1



Fig. 6.7.4-2



Fig. 6.7.4-3



Fig. 6.7.4-4

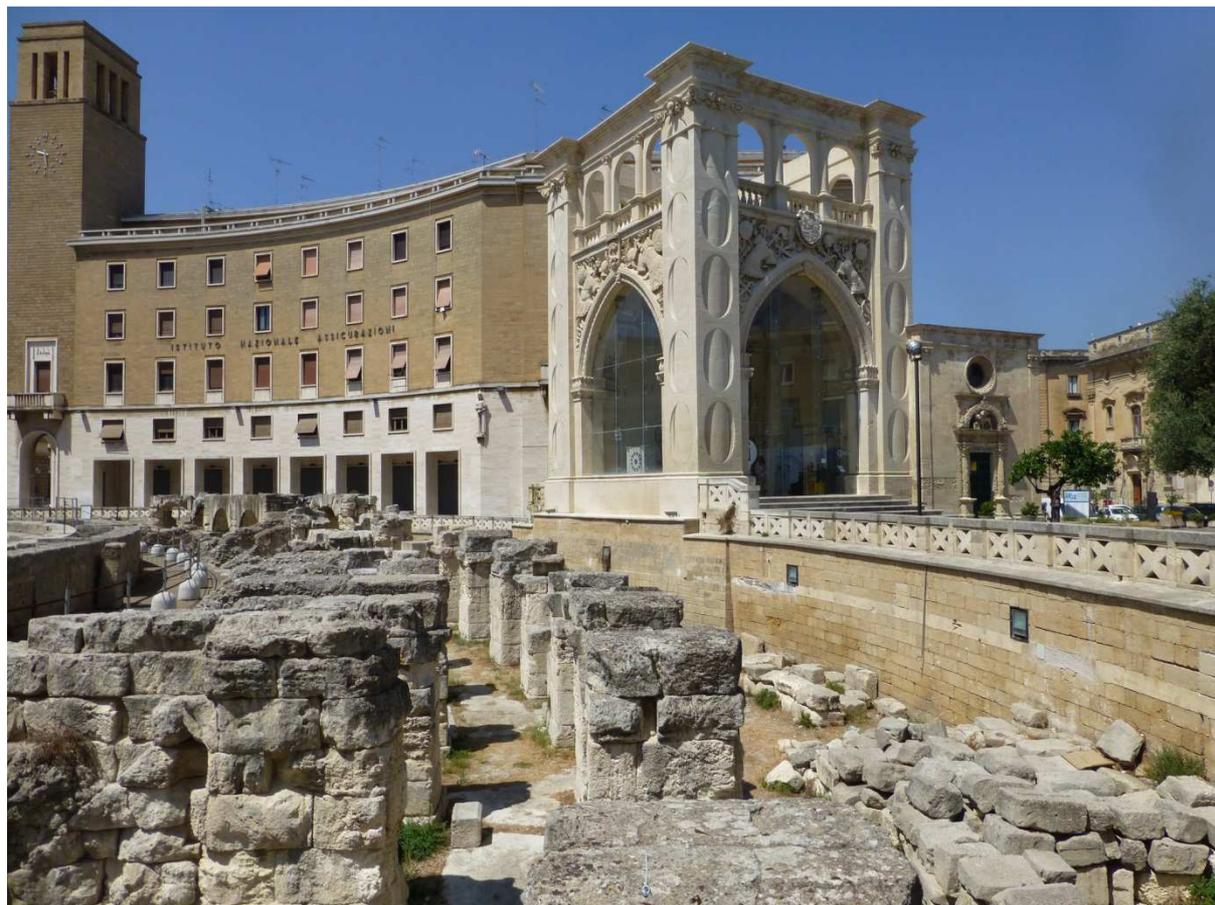


Fig. 6.7.4-5



Fig. 6.7.4-6

6.7.5 Théâtre Romano



6.7.6 Chiesa di San Giovanni Battista



Fig. 6.7.6-1



Fig. 6. 7.6-2



Fig. 6. 7.6-3



Fig. 6. 7.6-4



Fig. 6. 7.6-5



Fig. 6. 7.6-6

6.7.7 Chiesa del Gesu

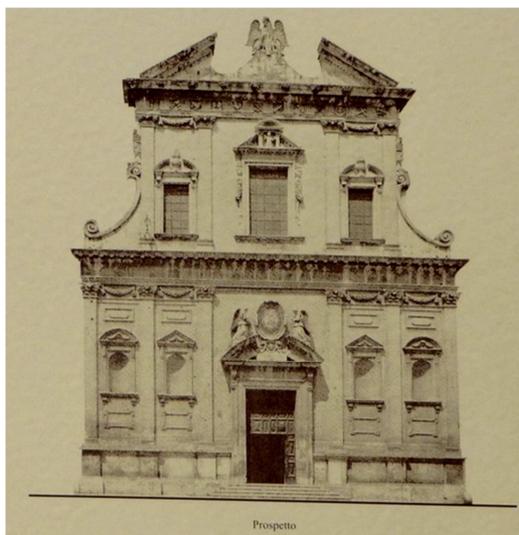


Fig. 6.7.7-1

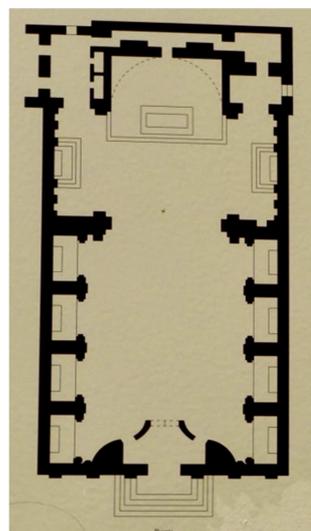


Fig. 6.7.7-2



Fig. 6.7.7-3



Fig. 6.7.7-5

Fig. 6.7.7-6

6.7.8 Basilica Santa Croce



Fig. 6.7.8-1



Fig. 6.7.8-2



Fig. 6.7.8-3



Fig. 6.7.8-4



Fig. 6.7.8-5



Fig. 6.7.8-6

6.7.9 Centro Storico



Fig. 6.7.9-2



Fig. 6.7.9-3



Fig. 6.7.9-4



Fig. 6.7.9-5



Fig. 6.7.9-6

6.8 GALLIPOLI

6.8.1 Cattedrale Sant'Agata SEC XVII



Fig. 6.8.1-1



Fig. 6.8.1-2

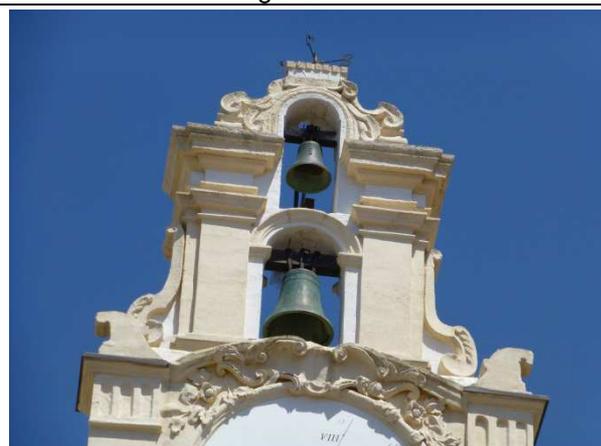


Fig. 6.8.1-3



Fig. 6.8.1-4

6.8 2 Centro storico



Fig. 6.8.2-1



Fig. 6.8.2-2



Fig. 6.8.2-3



Fig. 6.8.2-4



Fig. 6.8.2-5



Fig. 6.8.2-6

6.9 NARDO

6.9.1 Cathedrale Maria SS. Assunta



Fig. 6.9.1-1



Fig. 6.9.1-2

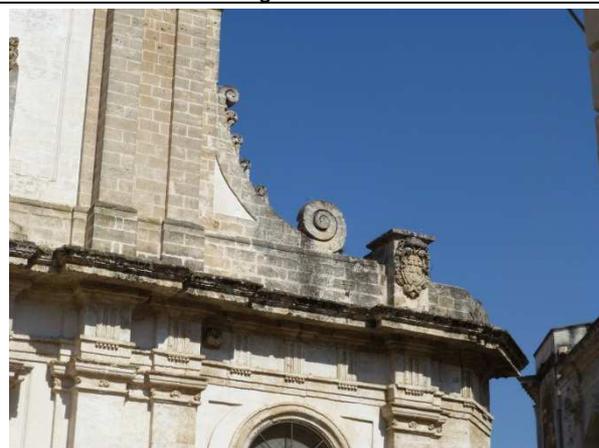


Fig. 6.9.1-3



Fig. 6.9.1-4



Fig. 6.9.1-5



Fig. 6.9.1-6

6.9.2 Chiesa Santa Maria de Raccomondatis



Fig. 6.9.2-1



Fig. 6.9.2-2



Fig. 6.9.2-3



Fig. 6.9.2-4

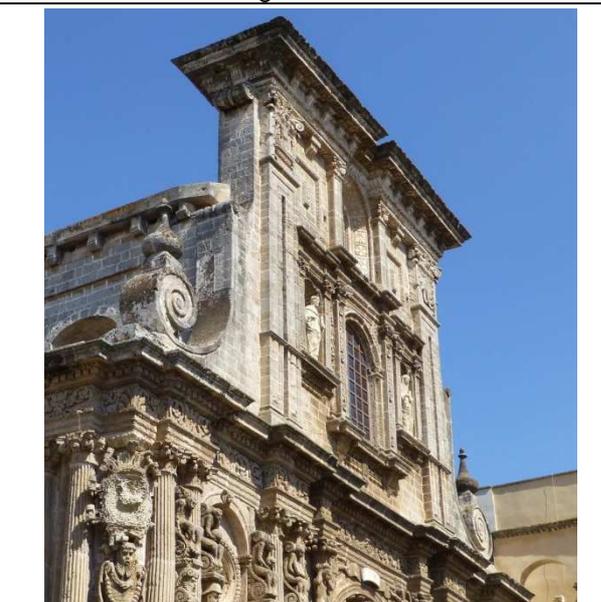


Fig. 6.9.2-5

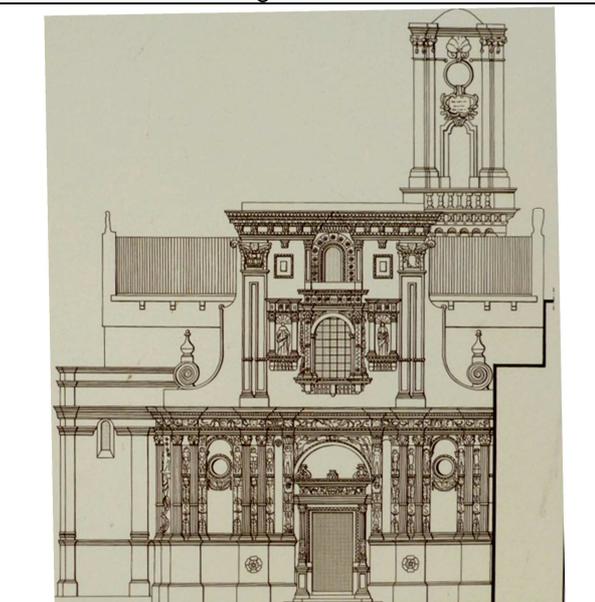


Fig. 6.9.2-6

6.9.3 Della Immacoiata Concezione



6.4. Centro Storico



Fig. 6.9.4-1



Fig. 6.9.4-2



Fig. 6.9.4-3

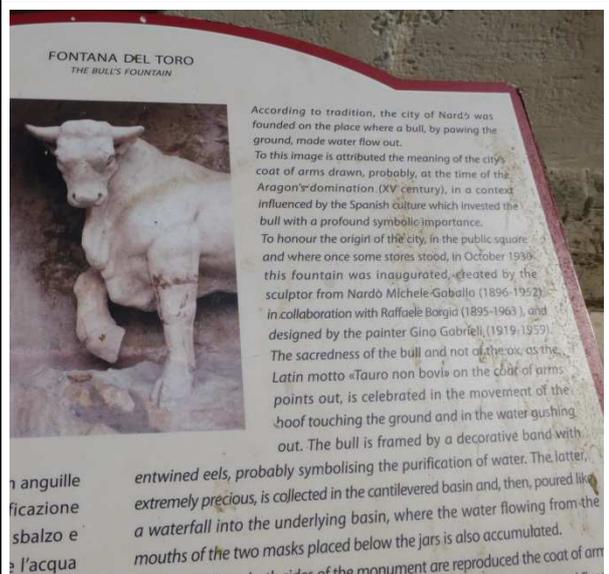


Fig. 6.9.4-4

7. SIENA (SIENNE)



La vierge protège Siena des tremblements de terre - Francesco di Giorgio Martini - 1846

7. SIENA (SIENNE)

7.1 Sismicité historique de Siena et ses environs

Siena est classée en zone 2 c'est à dire de sismicité moyennement élevée et confirmé par les sources historiques anciennes. De nombreux séismes s'y sont produits à travers les siècles, cependant l'intensité pour cette ville n'a pas dépassé VII sur l'échelle Mercalli Cancani Sieberg (M.C.S.).

Les historiens rapportent des nouvelles assez précises sur les tremblements de terre qui ont concerné Siena et provoqué des dégâts. Un site internet consigne la plupart de ces événements, mais en comparant avec les compilations de l'INGV, certains restent discutables en ne figurant pas dans les nouveaux catalogues de sismicité historique.

On retiendra toutefois, cinq principaux événements qui ont marqué Siena par leur forte intensité et par les dégâts produits.



Les effets de ces séismes sur le bâti ne fait pas toujours l'objet de précision, avec l'intensité de VII on retiendra approximativement la nature de dégâts suivant :

Les bâtiments récents les bonnes constructions et ou en bon état souffrent de dégâts modérés (petites fissures dans les murs, chute de plâtre, chute de tuiles).

Les vieux bâtiments, mal construits et ou en mauvais état souffrent des dommages importants, avec quelques effondrements des parties sommitales cohérentes (corniches, cheminées, boiseries).

Sismicité historique

Dans les chroniques anciennes de Siena, figure la présence de nombreux « tremblements de terre » qui furent rapportés par divers écrivains et historiens. Il est fait état de diverses destructions et effondrements qui ont marqué la cité à travers les siècles.

Les chroniques racontent qu'à partir de 1200, de nombreux tremblements de terre ont causé de grands dommages aux palais, aux maisons et aux églises de Siena (3).

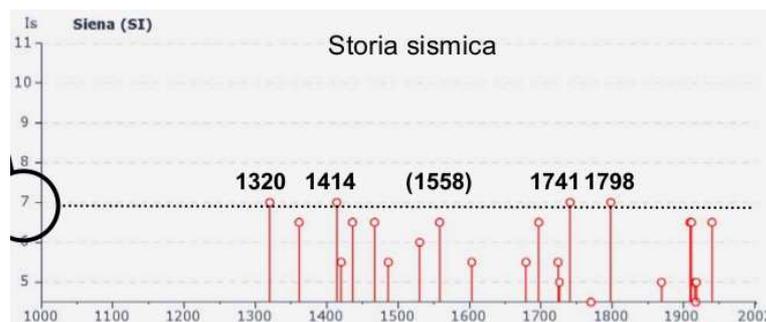


Schéma de la sismicité historique de Siena

Mars 1293

Un des premiers documents historiques évoque les tremblements de terre qui auraient affecté plusieurs fois Siena. Sigismondo Tizio raconte comment en 1294, Siena a été affectée par les plus effrayants tremblements de terre (3).

L'INGV n'a pas noté de séisme correspondant à l'année 1294, mais plutôt en mars 1293. Cet événement d'intensité maximale de VIII et de magnitude équivalente de 5.57 Mw (2) se serait produit proche de Pistoia à 75 km au nord-ouest de Siena (voir la carte de la sismicité historique de Firenze). Les intensités pour Siena et même pour Firenze ne sont pas connues. En raison de l'éloignement et de l'intensité, ce séisme a été certes ressenti, mais n'a probablement pas fait de dégâts.

16 décembre 1320

Andrea Dei, dans sa « Chronique de Siena raconte comment aussi en 1320 (mois d'Octobre et Décembre) il y eu de terribles tremblements de terre à Siena, durant plusieurs jours et plusieurs nuits, affolant les personnes dont beaucoup restèrent toute la nuit à l'extérieur de la ville (3).

Ce séisme figure dans la compilation de l'INGV, il aurait atteint une intensité maximale de VII à Siena, avec une magnitude équivalente de 5.14 Mw (2). Il constitue le premier événement fort connu qui a affecté la ville de Siena.

27 décembre 1361

Il est rapporté que le 27 décembre 1361 s'est produit à Siena un grand tremblement de terre si fort, que les gens ont passé la nuit sous les tentes. Après quatre jours, les secousses augmentèrent, beaucoup de maisons furent ruinées. Le même chroniqueur accusa le tremblement de terre de 1361 d'être la cause de maladies graves qui se propagèrent peu de temps après, dans cette ville (3).

Cet événement a eu une intensité maximale de VI-VII à Siena et une magnitude équivalente de 4.93 Mw (2).

7 août 1414

Les archives de l'hôpital, nous apprennent que le 8 Août 1413, il y a eu des secousses répétées à Siena qui ont endommagé quelques palais et de nombreuses maisons et cheminées (3).

L'INGV ne relève pas d'événement en 1413, mais plutôt le 7 août 1414. Ce séisme d'intensité maximale de VII-VIII et de magnitude équivalente 5.61 (Mw) (2), a provoqué des dégâts dans trois localités des collines métallifères de la zone occidentale de la province de Siena : à Belforte et Radincondoli (VII-VIII), Montingegnoli où un château s'est écroulé (intensité VII).

A Siena et à Firenze (intensité VII), la secousse a causé la chute des têtes de cheminées.

Dans ces deux villes le tremblement de terre a provoqué la panique et la fuite des habitants, l'unique victime fut signalée à Firenze où une femme a été tuée par la chute d'une cheminée (1).

12 août 1430

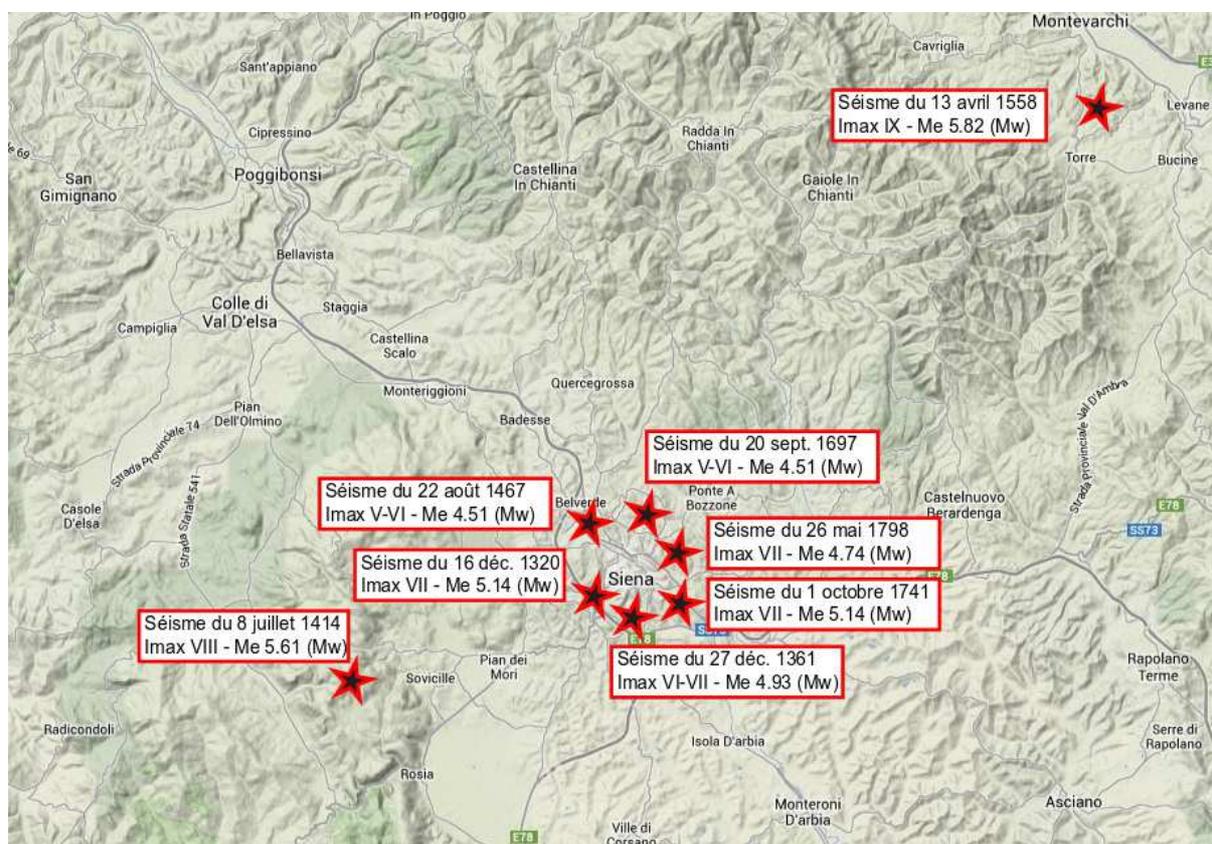
Le 12 août 1430, les chroniques de Tizio (Historia de Siena Tomo I, p. 212), rapportent que Siena a été victime d'un puissant tremblement de terre inattendu (3).

Cet événement ne figure pas dans les compilations de l'INGV

22 août 1467

Selon le (Journal siennoise Gigli 157 p.), le 22 août à deux heures du matin, s'est produit un grand tremblement de terre de sorte que les gens sortirent des maisons et allèrent se réfugier sur les places et les jardins de la ville. Le 3 septembre, il s'est produit une forte secousse qui a surpris tout le monde et où il est tombé deux créneaux des tours de l'office du Commerce sans faire de mal à personne. A l'époque, beaucoup ont attribué ce séisme à la grande chaleur qu'il y a eu pendant plusieurs mois et par la grande période de sécheresse sans pluie. Le Gigli indique qu'il y a eu encore 160 secousses en dix ou quinze jours. Ce tremblement de terre a également été représenté sur un tableau de Biccherna (3).

Ce séisme peu important fut d'une intensité maximale de V-VI à Siena et d'une magnitude équivalente de 4.51 Mw (2).



Sismicité historique de Siena et ses environs, Région Toscane

Carte réalisée par **André Laurenti** à partir du « Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a. C ; al 1980 et de l'actualisation de ces données historique réalisée par Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I. N.G.V.)

Légende :

- Intensité : exprimés en degré entier ou demi-degré, à partir de l'échelle Mercalli-Cancani-Sieberg (M.C.S.)
- Imax : intensité ponctuelle maximale observée
- Me : magnitude équivalent évaluée selon l'I.N.G.V.

13 avril 1558

Plusieurs autres tremblements de terre auraient intéressé Siena durant les siècles en 1486, 1493, 1496, 1558, 1603, 1676, 1678, 1691, 1697 ... etc. (3)

Parmi tous ces événements, ceux de 1493, 1676, 1678 et 1691 ne figurent pas dans la compilation de l'INGV. Cependant, on retiendra celui du 13 avril 1558 qui a eu une intensité maximale de IX à Caposelvi, VII à Siena et V à Firenze, avec une magnitude équivalente de 5.82 Mw (2).

1^{er} octobre 1741

Ce séisme d'intensité maximale de VII à Siena et d'une magnitude équivalente de 5.14 Mw (2) ne figure pas dans le catalogue des forts tremblements de terre.

26 mai 1798

Cet événement a détruit une partie du Collegio Tolomei et a causé la mort d'un pensionnaire. Les Tolomei furent déplacés pendant plusieurs mois à Santa Colomba jusqu'à la fin de la reconstruction (3).

Ce séisme d'intensité maximale de VII et de magnitude équivalente de 4.74 Mw (2) ne figure pas dans le catalogue des forts tremblements de terre. Toutefois, on le trouve bien dans la révision de l'I.N.G.V. Ce séisme a atteint une intensité de VII sur Siena et IV pour Firenze.

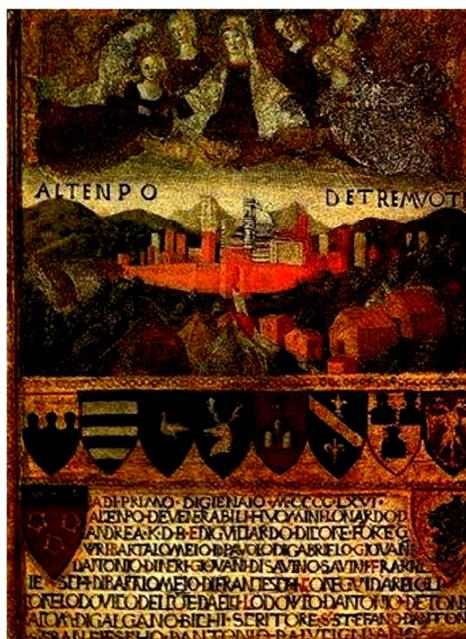
14 août 1846

Autre tremblement de terre, celui du 14 août 1846 qui serait connu pour les nombreuses victimes qu'il fit à Siena. Ce tremblement de terre fait l'objet d'une inscription sur marbre dans la cathédrale de Sienne, où le peuple siennois confie leur salut à la Madone.

Ce fort tremblement de terre s'est produit dans le nord de la Toscane à 70 km environ au nord-ouest de Siena.

D'une intensité maximale de X à Orciano Pisano, sa magnitude a été évaluée à 5.91 Mw (2). Cet événement figure dans le catalogue des forts tremblements de terre mais l'intensité sur la ville Siena reste méconnue.

Tableau de Biccherna (magistrature financière de Siena) réalisé par Francesco di Giorgio Martini – la vierge protège Siena des tremblements de terre



Classement de Siena

Selon l'ordonnance PCM 3274 du 20 mars 2003, Siena est classée en zone 2 sismicité moyennement élevée zona 2 = 0,25 g

Sources documentaires :

- 1) Boschi Enzo, Ferrari Graziano, Gasperini Paolo, Guidoboni Emanuela, Smriglio Giuseppe, Valensise Gianluca : « Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a. C. Al 1980 » – Istituto Nazionale di Geofisica SGA storia geofisica ambiente – 1995
- 2) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.) : http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_eq/
- 3) Il Cittadino Online : « Siena al tempo dei "tremuoti" - Gli storici riportano notizie abbastanza precise sui sismi : http://www.ilcittadinoonline.it/news/158625/Siena_al_tempo_dei_tremuoti_.html
- 4) Albarello Dario, Castelli Viviana, D'Amico Vera, Gennari Marina, Pessina Vera – extrait du 26ème congrès GNGTS - Roma – 13-17 novembre 2007 « Cos'e' successo a Siena il 26 maggio 1798 ».

7.2 Duomo

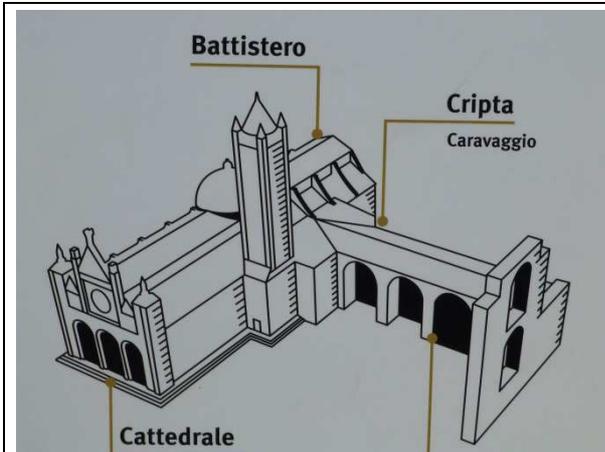


Fig. 7.2-1



Fig. 7.2-2



Fig. 7.2-3



Fig. 7.2-4



Fig. 7.2-5



Fig. 7.2-6

7.3 Basilica di San Domenico



Fig. 7.3-1



Fig. 7.3-2



Fig. 7.3-3



Fig. 7.3-4

7.4 Chiesa di San Donato



7.5 Centro Storico



Fig. 7.5-1



Fig. 7.5-2



Fig. 7.5-3



Fig. 7.5-4



Fig. 7.5-5



Fig. 7.5-6

8. FIRENZE (FLORENCE)

8.1 Sismicité historique

Sismicité de Firenze et ses environs - région Toscane

Classement de Firenze

Selon l'ordonnance PCM 3274 du 20 mars 2003, Firenze est classée en zone 2
Sismicité moyennement élevée : zona 2 = 0.25 g



Sismicité récente

La crise sismique qui s'est manifestée à partir de juin 2013 a touché la partie nord-ouest de la région Toscane, plus exactement au nord de la ville de Carrara. Ce séisme de magnitude 5.2 (MI) et 5.3 (MLv) selon le Centre Sismologique Euro-Méditerranéen (C.S.E.M.), s'est produit le 21 juin 2013 à 10h33 TU soit à 12h33 heure locale dans le parc régional de l'Alpi Apuane soit à une centaine de kilomètres au Nord-ouest de Firenze.

Il a certes été ressenti dans cette ville par les habitants, mais il n'était pas suffisamment puissant pour y faire le moindre dégât.

Toutefois, le plus fort séisme connu dans ce secteur fut celui du 7 septembre 1920 avec une intensité épacentrale de X et une magnitude équivalente de 6.4 Mw, (2). Malgré sa puissance, l'intensité sur Firenze a été de V, c'est à dire sans dommage particulier.

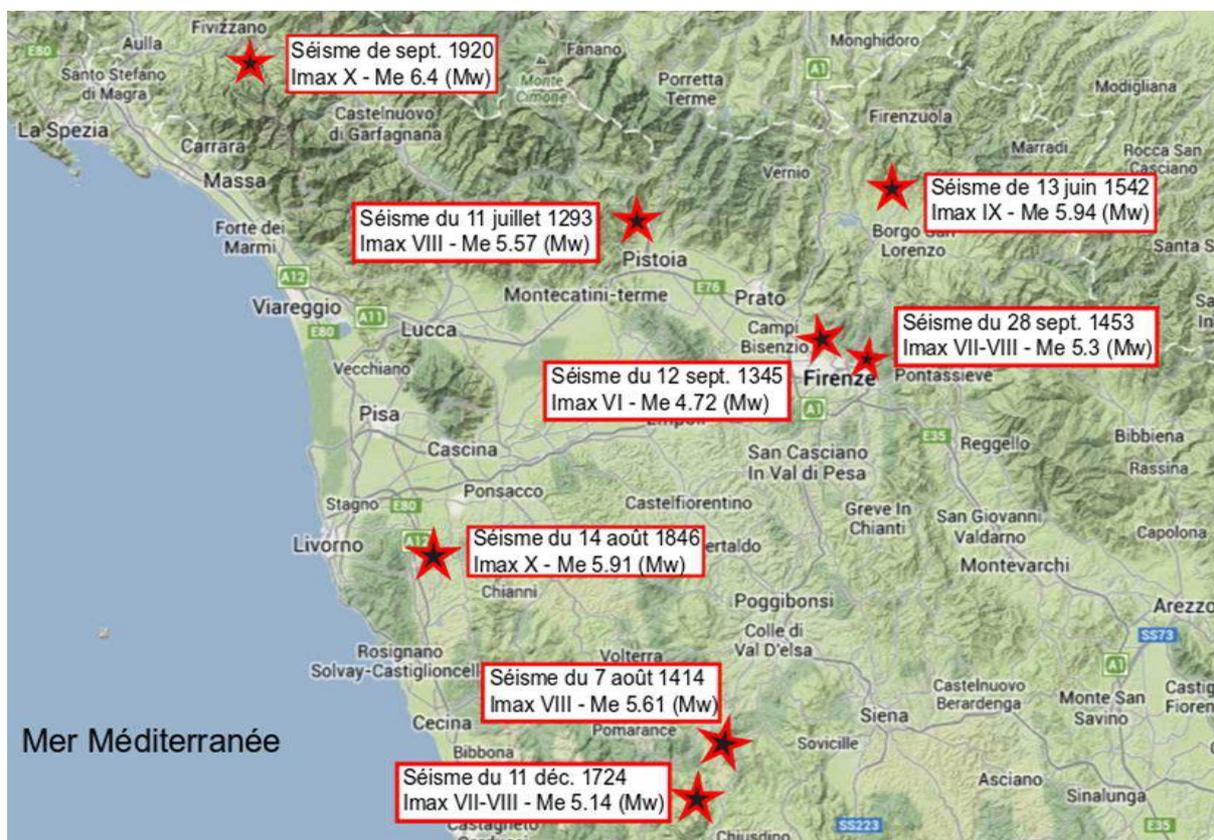
Sismicité historique

Autrement, pour Firenze on retiendra sept autres séismes historiques plus ou moins importants dans les environs de la ville sans toutefois atteindre la magnitude de 6.0. Parmi ceux-là, deux événements les plus proches de la ville, ont généré des dégâts sur la citée, de degré VII sur l'échelle d'intensité Mercalli Cancani Sieberg (M.C.S.).

Ils ont provoqué des dommages modérés dans les bâtiments bien construits, c'est à dire des dégâts structuraux légers et des dégâts non structuraux modérés. Sur les constructions vulnérables les effets ont probablement été plus sévères avec des dégâts structuraux modérés.

Un peu plus éloigné et au nord de Firenze, le fort séisme de 1542 d'intensité IX a généré une intensité de VI sur Firenze. Quant à celui de 1293 au nord-ouest d'intensité maximale de VIII à l'épicentre, l'intensité

Les autres événements étaient soit pas assez puissants pour générer d'importants dégâts, soit leur épicentre était trop éloigné de la ville de Firenze.



Carte réalisée par **André Laurenti** à partir du « Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a. C. al 1980 » et de l'actualisation de ces données historique réalisée par Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I. N.G.V.)

Légende :

- Intensité : exprimés en degré entier ou demi-degré, à partir de l'échelle Mercalli-Cancani-Sieberg (M.C.S.)
- Imax : intensité ponctuelle maximale observée
- Me : magnitude équivalente évaluée selon l'I.N.G.V.

Détails connus pour les deux séismes proches

7 août 1414 : ce séisme d'intensité maximale de VII-VIII et de magnitude équivalente 5.61 (Mw) (2), a provoqué des dégâts dans trois localités des collines métallifères de la zone occidentale de la province de Siena : à Belforte et Radicondoli (VII-VIII), Montingegnoli où un château s'est écroulé (intensité VII).

A Siena et à Firenze (intensité VII), la secousse a causé la chute des têtes de cheminées.

Dans ces deux villes le tremblement de terre a provoqué la panique des habitants, l'unique victime fut signalée à Firenze où une femme a été tuée par la chute d'une cheminée (1).

28 septembre 1453 : ce séisme d'intensité maximale VI-VIII et de magnitude équivalente de 5.3 (Mw) (2), a été suivi par une longue série de répliques. Les dommages les plus sévères se sont produits dans la zone extérieure de Florence (1) : à Bagno à Ripoli, Camerata et Vincigliata VII-VIII (2). Il y a eu des effondrements et des dommages graves répandus. Les dégâts à Florence d'intensité VII, ont été marqués par la chute de plus de 1.000 cheminées et des dommages dans différentes églises et monastères (1).

Sources documentaires :

1. Boschi Enzo, Ferrari Graziano, Gasperini Paolo, Guidoboni Emanuela, Smriglio Giuseppe, Valensise Gianluca : « Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a. C. al1980 » – Istituto Nazionale di Geofisica SGA storia geofisica ambiente – 1995
2. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.) :

8.2 Duomo



Fig. 8.2-1



Fig. 8.2-2



Fig. 8.2-3



Fig. 8.2-4

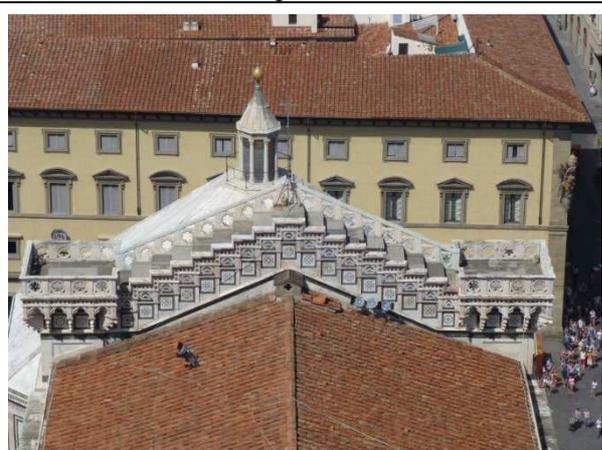


Fig. 8.2-5



Fig. 8.2-6

8.3 Basilica di San Miniato al Monte



Fig. 8.3-1



Fig. 8.3-2

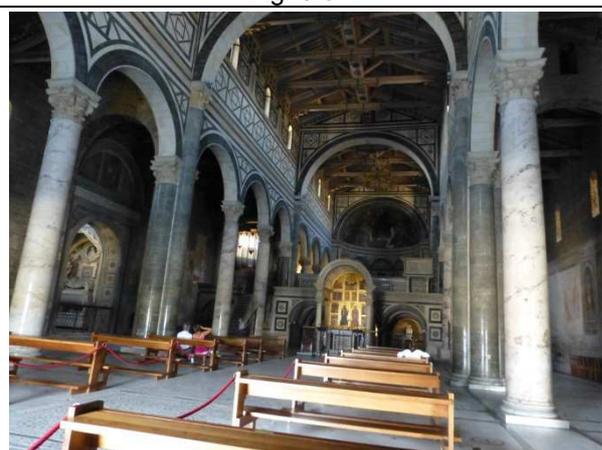


Fig. 8.3-3

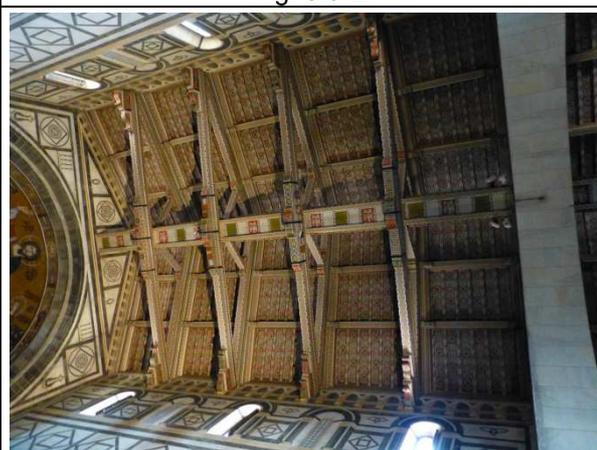


Fig. 8.3-4



Fig. 8.3-5



Fig. 8.3-6

8.4 Chiesa San Stefano



8.5 Chiesa e Convento di Santa Maria Novella



Fig. 8.5-1

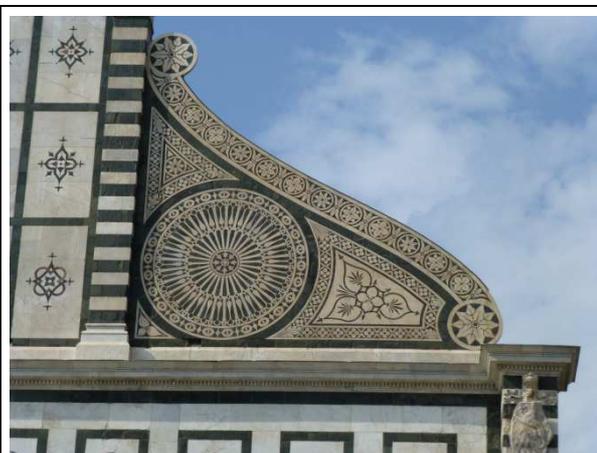


Fig. 8.5-2



Fig. 8.5-3



Fig. 8.5-4



Fig. 8.5-5

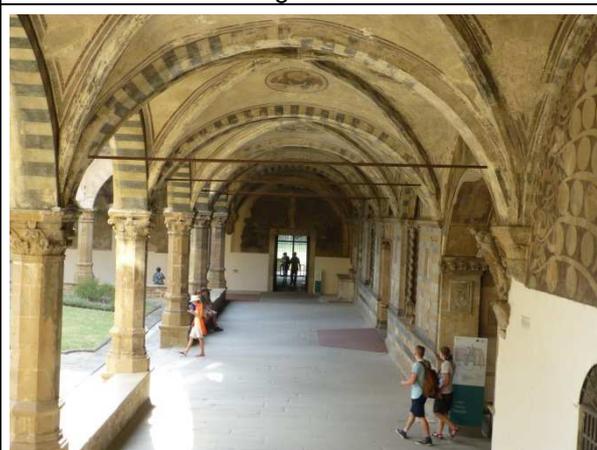


Fig. 8.5-6

8.6 Chiesa Santa Croce



Fig. 8.6-1



Fig. 8.6-2



Fig. 8.6-3

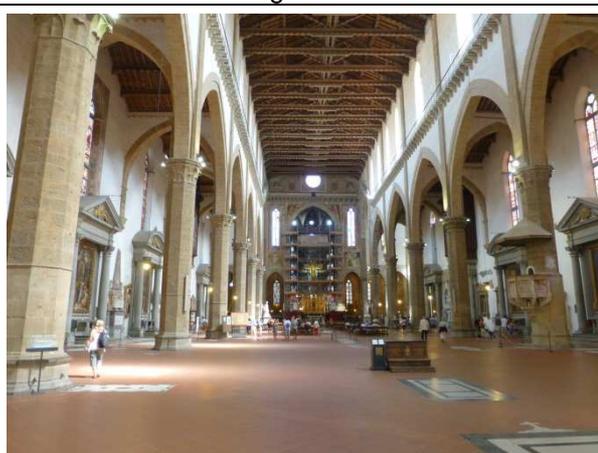


Fig. 8.6-4



Fig. 8.6-5



Fig. 8.6-6

8.7 Centro Storico



Fig. 8.7-1



Fig. 8.7-2



Fig. 8.7-3



Fig. 8.7-4

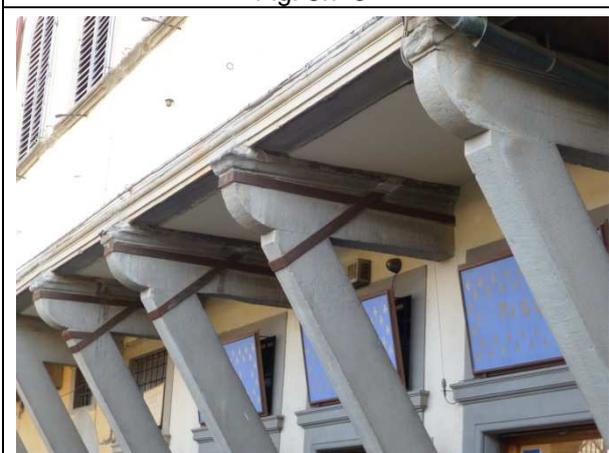


Fig. 8.7-5

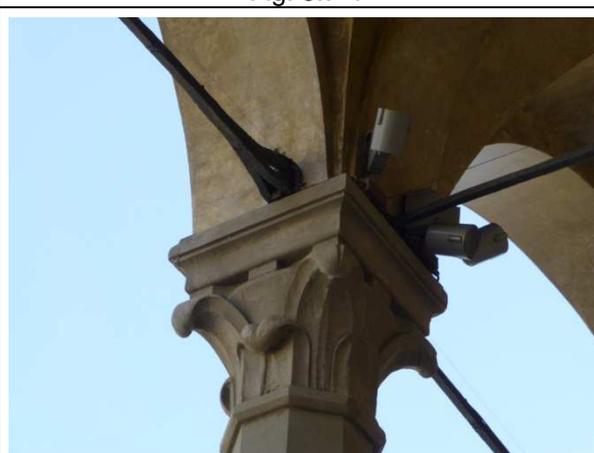


Fig. 8.7-6

9. VERONA

9.1 Sismicité historique

Sismicité historique de Verona et ses environs

Peu de séismes ont affecté la ville de Verona, toutefois, la sismicité historique permet d'identifier trois sur un créneau d'environ trois siècles et demi de 1117 à 1491.

Le premier événement connu a été très destructeur pour la ville de Verona. Survenu le 3 janvier 1117 ce fort séisme d'intensité maximale de IX, soit de magnitude équivalente de 6.69 Mw (2), aurait eu son origine tout proche de la ville.

Afin de mieux évaluer les effets de ce séisme sur les bâtiments, les historiens ont réalisé un inventaire des bâtiments religieux existants au moment du tremblement de terre dans le Veneto, en Lombardia et dans la haute Emilia, soit environ 365 édifices.



Ce travail était nécessaire, car une étude plus ancienne d'historiens de l'art roman avait attribué la majeure partie des réparations aux bâtiments religieux du XIIe siècle dans le nord de l'Italie, à ce tremblement de terre, offrant ainsi les éléments pour délimiter une aire des effets importants avec une bonne fiabilité (1).

Ainsi, les sources historiques font référence à quelques localités touchées : Verona apparaît comme étant la ville la plus endommagée, il est à souligner que les églises romanes de l'époque, qui étaient nombreuses dans cette ville, ont été détruites ou gravement endommagées, beaucoup ne furent pas reconstruites (1). Les sources rappellent aussi que certains centres de la basse plaine vénitienne, la zone le long de l'Adige et la partie nord de la plaine de l'Emilia ont été fortement endommagés.

Les dommages comprennent des effondrements partiels aux églises et cathédrales de Crémone, de Modène, de Piacenza et l'abbaye de Nonantola mise en évidence lors de sa restauration de 1915 (1).

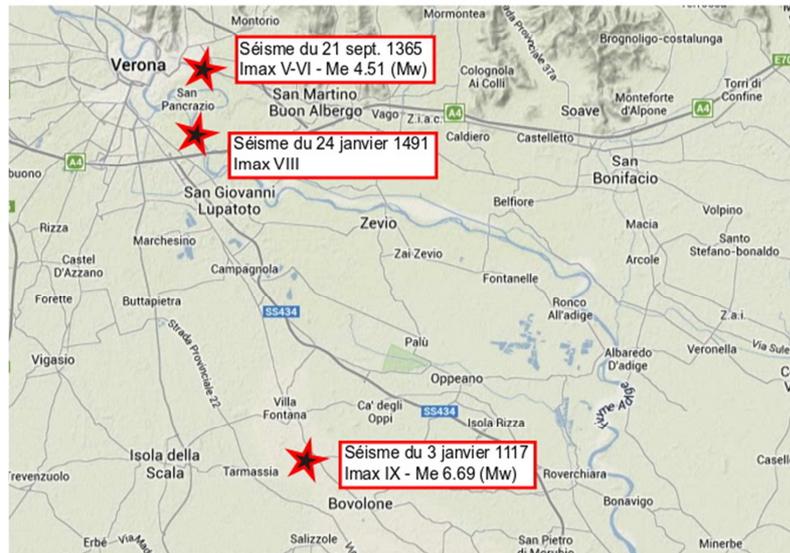
Séisme du 24 janvier 1491

Un autre événement semble quant à lui discutable, c'est celui du 24 janvier 1491 à 23h30 d'une intensité maximale de VIII à Verona et VII à Padova (1), les deux seules localités où les intensités ont pu être estimées et où il y a eu de sérieux dégâts aux constructions.

A Padova les dommages, en particulier aux toitures, furent le résultat concomitant du tremblement de terre et de la neige très abondante (1).

L'INGV, semble privilégier l'épicentre plutôt vers Padova et non Verona. Ce séisme n'a pas été paramétré et aucune intensité n'a été redéfinie au cours de cette révision.

SISMICITE HISTORIQUE DE VERONA ET DE SES ENVIRONS Région Veneto



Carte réalisée à partir du "Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a. C. al 1980" et de l'actualisation de ces données historiques réalisée par Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.).

Légende

Intensité : exprimée en degré entier ou demi degré, à partir de l'échelle Mercalli-Cancani-Sieberg (M.C.S.)

Imax : intensité ponctuelle maximale observée

Me : magnitude équivalente évaluée selon l'I.N.G.V.

Carte réalisée par André Laurenti

Réflexions

Il faut toutefois rester prudent avec l'intensité du séisme de 1117 qui semble avoir été évaluée seulement sur des dommages causés aux édifices religieux. En effet, on a pu constater dans plusieurs localités, lors de notre visite en Emilia Romagna, que les églises étaient sévèrement endommagées alors que les bâtiments en maçonnerie de classe de vulnérabilité A voire même B situés dans le voisinage semblaient ne pas avoir affecté.

Les églises et plus généralement les monuments historiques devraient faire l'objet d'une classification de dégâts particulière.

Classement de Verona

En ce qui concerne le risque sismique, Vérone est classée, selon l'ordonnance du Président du Conseil de Ministres numéro 3.274 du 20 mars 2003, en zone 3, ou de faible sismicité.

Sources documentaires :

1- Boschi Enzo, Ferrari Graziano, Gasperini Paolo, Guidoboni Emanuela, Smriglio Giuseppe, Valensise Gianluca : « Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a. C. al 1980 » – Istituto Nazionale di Geofisica SGA storia geofisica ambiente – 1995

2- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.) :

9.2 Les Arènes

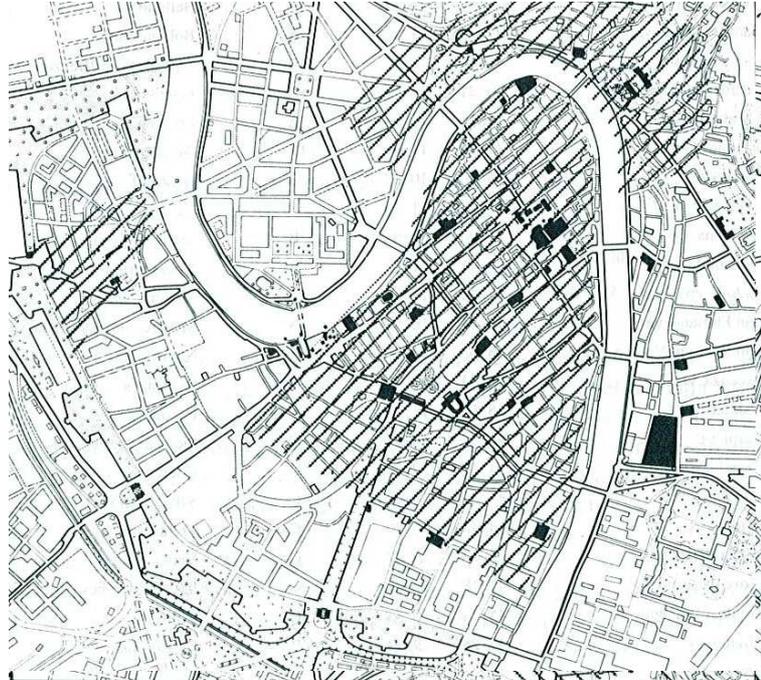
Selon le catalogue des forts tremblements de terre on trouve :

- 3 janvier 1117 à 13h00 intensité IX zone épiscopale Vérone
- 3 janvier 1117 à 21h30 intensité X-XI à qui on attribue l'effondrement partiel des Arènes
- 1183, intensité IV-V
- 25 décembre 1222 à Brescia d'intensité IX, avec une intensité de VI à Vérone.

La zone hachurée représente l'aire des dégâts majeurs provoqués par le tremblement de terre du 3 janvier 1117.

Source : "Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C.al 1980"

Base cartographique : Touring Club Italiano





Les arènes avec la partie restante du mur après le tremblement de terre de 1117

9.3 Chiesa Santa Anastasia



Fig. 9.3-1

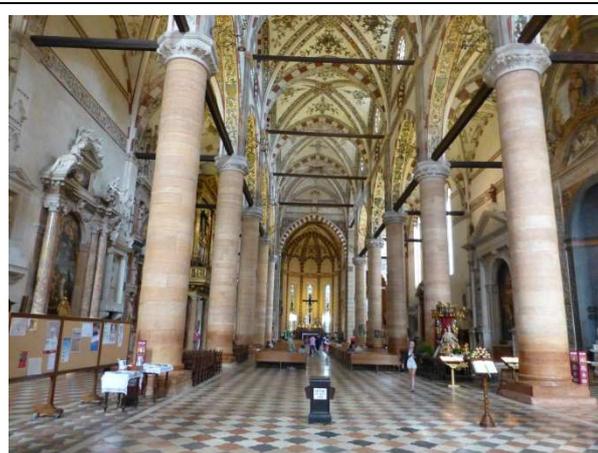


Fig. 9.3-2



Fig. 9.3-3



Fig. 9.3-4



Fig. 9.3-5



Fig. 9.3-6

9.4 Cattedrale di Verona



Fig. 9.4-1



Fig. 9.4-2



Fig. 9.4-3



Fig. 9.4-4



Fig. 9.4-5



Fig. 9.4-6

9.5 Centro storico



Fig. 9.5-1



Fig. 9.5-2



Fig. 9.5-3



Fig. 9.5-4



Fig. 9.5-5



Fig. 9.5-6