



HAL
open science

Association Française du Génie Parasismique : rapport de la mission du séisme du Teil du 11 novembre 2019 (Ardèche)

Nicolas Taillefer, P Arroucau, Frédéric Leone, Stéphanie Defossez, Julien
Clément, Madeleine-Sophie Déroche, Cédric Giry, Maria Lancieri, Paul
Quistin

► To cite this version:

Nicolas Taillefer, P Arroucau, Frédéric Leone, Stéphanie Defossez, Julien Clément, et al.. Association Française du Génie Parasismique : rapport de la mission du séisme du Teil du 11 novembre 2019 (Ardèche). 2021. hal-03276107

HAL Id: hal-03276107

<https://hal.science/hal-03276107>

Submitted on 1 Jul 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



RAPPORT

de la mission du séisme du Teil du 11 novembre 2019 (Ardèche)

Novembre 2020



Association Française du Génie Parasismique
French Association for Earthquake Engineering

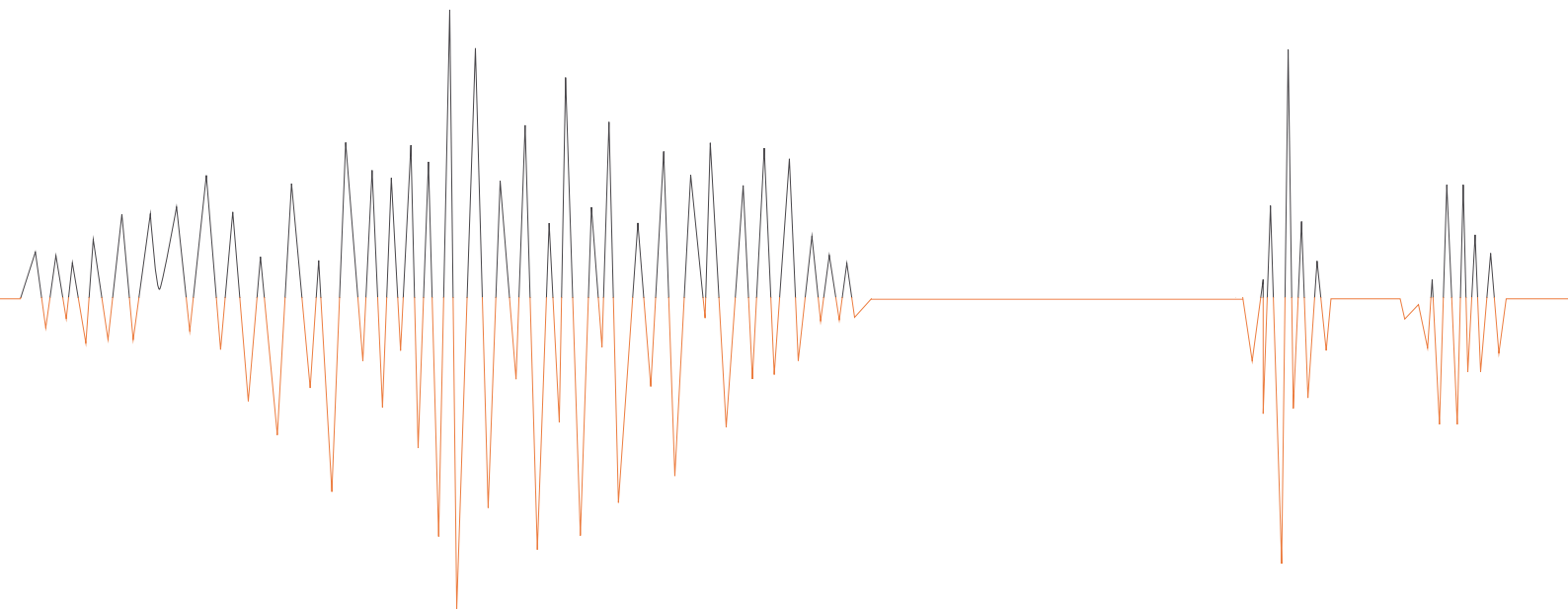


Table des matières

TABLE DES MATIERES	3
AVANT-PROPOS	7
REMERCIEMENTS	8
1 INTRODUCTION	9
1.1 OBJECTIFS DE LA MISSION	9
1.2 COMPOSITION DE LA MISSION	9
1.3 DÉROULEMENT DE LA MISSION.....	10
2 CONTEXTE GÉNÉRAL	12
2.1 TECTONIQUE ET SISMO-TECTONIQUE.....	12
2.2 SISMICITÉ HISTORIQUE	13
2.3 AUTRES ALÉAS (ARGILES, INONDATION, CAVITÉS, PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES)	15
2.4 CONTEXTE SOCIO-ÉCONOMIQUE.....	18
2.4.1 <i>Ardèche et Drôme, des départements faiblement peuplés</i>	18
2.4.2 <i>Le Teil</i>	20
2.5 OCCUPATION DES SOLS ET CONSTRUCTION	24
2.6 ÉVOLUTION DE LA RÉGLEMENTATION.....	25
3 L'ÉVÈNEMENT SISMIQUE	27
3.1 CARACTÉRISTIQUES DU SÉISME.....	27
3.2 FAILLE ET DÉPLACEMENTS CO-SISMIQUES	28
3.3 MOUVEMENT SISMIQUE ET SPECTRES DE RÉPONSE	31
3.4 INTENSITÉ MACROSISMIQUE/RÉPARTITION DES DOMMAGES	32
3.5 EFFETS DE SITE.....	33
4 PERCEPTION DU SÉISME ET COMPORTEMENT DES POPULATIONS	34
4.1 UNE ENQUÊTE POST-SISMIQUE AUPRÈS DES POPULATIONS.....	34
4.2 PROFIL DES PERSONNES SOUMISES À L'ENQUÊTE (PSE).....	36
4.3 EFFETS PERÇUS ET VÉCUS DU SÉISME	37
4.4 COMPORTEMENTS PENDANT ET JUSTE APRÈS LES SECOUSSES VS CONNAISSANCE DES CONSIGNES DE PROTECTION	38
4.5 RECHERCHE D'INFORMATIONS ET COMPRÉHENSION DU PHÉNOMÈNE SISMIQUE	40
4.6 MÉMOIRE ET CONNAISSANCE DU RISQUE SISMIQUE.....	41
4.7 PERCEPTION ET NIVEAU DE PRÉPARATION FACE AUX SÉISMES.....	42

5	GESTION DE CRISE	44
5.1	RÔLE DES DIFFÉRENTS ACTEURS.....	45
5.1.1	<i>Mairie du Teil</i>	48
5.1.2	<i>La préfecture</i>	52
5.1.3	<i>Service départemental d'incendie et des secours - SDIS</i>	52
5.1.4	<i>La gendarmerie et la police municipale</i>	53
5.1.5	<i>Les organisations non gouvernementales et les associations</i>	53
5.2	DÉPLOIEMENT DU DISPOSITIF URGENCE AFPS ET PERCEPTION EN LOCAL.....	54
5.2.1	<i>Point de vue de la mairie et la préfecture</i>	54
5.2.2	<i>Point de vue du SDIS</i>	54
5.3	CONFORTEMENT D'URGENCE.....	56
5.4	DIFFUSION DE L'INFORMATION DANS LES MÉDIAS ET LES RÉSEAUX SOCIAUX.....	59
6	COMPORTEMENT ET ENDOMMAGEMENT DES OUVRAGES	60
6.1	HABITATIONS	60
6.1.1	<i>Habitat Individuel ancien</i>	60
6.1.2	<i>Habitat Individuel récent</i>	63
6.1.3	<i>Habitat collectif (HLM)</i>	66
6.2	BÂTI SCOLAIRE ET PUBLIC	66
6.2.1	<i>Ecoles maternelles et primaires du Teil</i>	66
6.2.2	<i>Lycée technique privé Saint André</i>	68
6.2.3	<i>Le lycée polyvalent Xavier Mallet</i>	74
6.2.4	<i>La mairie du Teil</i>	75
6.2.5	<i>L'École de Puygiron</i>	76
6.3	AUTRES ÉLÉMENTS	77
6.3.1	<i>Les cheminées</i>	77
6.3.2	<i>Les équipements lourds</i>	78
6.3.3	<i>Les stèles et les murs</i>	79
6.3.4	<i>Les cloisons et le second œuvre</i>	82
6.4	LES INFRASTRUCTURES ET LES RÉSEAUX	84

6.5	LES MONUMENTS HISTORIQUES.....	84
6.5.1	<i>Le contexte global.....</i>	84
6.5.2	<i>L'église Saint-Etienne de Mélas (Le Teil).....</i>	85
6.5.3	<i>L'église Notre-Dame de l'Assomption (Le Teil).....</i>	88
6.5.4	<i>La cathédrale Saint-Vincent (Viviers).....</i>	90
6.5.5	<i>Le château de Saint-Thomé.....</i>	91
7	RECONSTRUCTION ET RECOMPOSITION DES TERRITOIRES	92
7.1	IMPACT ÉCONOMIQUE ET INDEMNISATION	92
7.1.1	<i>L'impact économique.....</i>	92
7.1.2	<i>Le Régime « CatNat » et l'assurance dans le cas du séisme du Teil.....</i>	93
7.2	RELOGEMENT DES SINISTRÉS.....	96
7.3	EVALUATION DES DOMMAGES, PRÉCONISATION DE TRAVAUX	99
7.3.1	<i>Rappel du cadre réglementaire</i>	99
7.3.2	<i>Mesures de réduction de la vulnérabilité.....</i>	100
7.4	LE CAS DES ÉCOLES.....	108
7.5	STRATÉGIE D'URBANISME DU TEIL.....	109
7.6	AU-DELÀ DE LA RECONSTRUCTION PHYSIQUE.....	112
8	CONCLUSIONS ET PREMIÈRES LEÇONS TIRÉES DES OBSERVATIONS.....	112
8.1	LES ATTENTES ET BESOINS POST-URGENCE	112
8.2	RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS ET PROPOSITIONS ISSUS DE L'ENQUÊTE	112
8.3	CULTURE DU RISQUE ET PRÉVENTION.....	114
8.4	QUESTIONS EN DÉBAT : ACTIONS EN COURS POUR APPORTER DES ÉLÉMENTS TECHNIQUES.....	115
8.5	PRÉPARATION ET GESTION DE CRISE	116
8.6	APPLICATION DES RÈGLES PARASISMIQUES.....	117
8.7	COMPARAISON AVEC LES SÉISMES D'ARETTE, D'EPAGNY ET DE SAINT-PAUL DE FENOUILLET.....	117
8.8	SYNTHÈSE - CONCLUSIONS GÉNÉRALES.....	119
9	RÉFÉRENCES	119
9.1	OUVRAGES ET ARTICLES	119
9.2	SITES INTERNET.....	122
10	ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS	123

11 ANNEXES	126
11.1 CHRONOLOGIE ET ORGANISATION DE LA RÉPONSE À LA CRISE.....	126
11.2 SIMULATION DE DOMMAGES ET COMPARAISONS AU DONNÉES MACROSISMQUES	131
11.3 RÉGIME D'INDEMNISATION DES CATASTROPHES NATURELLES	135
11.3.1 <i>L'assurance des catastrophes naturelles en France</i>	135
11.3.2 <i>Le fonctionnement de l'indemnisation en cas de catastrophe naturelle</i>	135
11.3.3 <i>Le rôle de l'assureur dans le processus d'indemnisation</i>	137

Avant-propos

Le 11 novembre 2019, à 11 heures 52 (heure locale), un séisme s'est produit dans le département de l'Ardèche, aux environs de la limite administrative entre les communes de Viviers et du Teil. La région affectée par ce séisme est située dans une zone de sismicité « modérée » selon le zonage sismique de la France (articles R 563-4 et R. 563-8-1 du code de l'environnement du décret du 22 octobre 2020). Cet événement se distingue par le fait que la rupture sismique a atteint la surface, ce qui n'avait jusqu'alors jamais été observé pour un séisme survenu en France métropolitaine depuis la mise en place des réseaux de mesures sismiques modernes (années 60).

Magnitude Mw : 4,8-4,9

Profondeur : 1 à 2 km

Intensité maximale observée : VII-VIII

Source des données : Intensité (Rapport GIM, Schlupp et al, 2019 ; Magnitude et profondeur rapport CNRS Delouis et al, 2019)

Le séisme n'a pas fait de victime, mais un blessé grave a été identifié à Montélimar, suite à sa chute d'un échafaudage, et au moins un blessé a été recensé au Teil, à cause de l'effondrement d'un mur mitoyen sur sa maison. Trois blessés légers ont été dénombrés par la préfecture de l'Ardèche, causés par un effet de panique. L'enquête macrosismique du Bureau Central Sismologique Français (BCSF) montre que la secousse a été largement ressentie par la population du Sud-Est de la France, notamment jusqu'à Saint-Etienne, Grenoble, Lyon, Montpellier et Marseille. Comme l'indique le Groupe d'Intervention Macrosismique (GIM) dans son rapport préliminaire (Schlupp et al., 2019) le séisme du Teil est le plus important en France métropolitaine depuis le séisme d'Arette de 1967 (Intensité épicerentre VIII Magnitude locale 5,3).

L'Association Française de Génie Parasismique (AFPS) qui organise régulièrement des missions post-sismiques multidisciplinaires à la suite de séismes majeurs ou ayant des magnitudes représentatives de la sismicité en France (métropolitaine et outre-mer) s'est rendue sur place. La mission s'est déroulée du 3 au 5 Février 2020 avec un groupe de 8 personnes travaillant dans des bureaux de contrôle, des sociétés privées, des organismes scientifiques publics et des universités. La restitution a eu lieu à Paris le 22 Juin 2020 en visioconférence, à la même date que la restitution de la mission Albanie. Une restitution en local (Ardèche) est prévue dans le courant de l'année 2020.

La mission a été réalisée en étroite collaboration avec l'université de Montpellier (UMR GRED) sur les aspects réponse institutionnelle et perception des populations. La mission de terrain s'est également déroulée en même temps qu'une mission de terrain d'experts de l'IRSN (géologie, sismologie). Enfin, la mission s'est faite en lien étroit avec les équipes ayant travaillé sur ce séisme dès les premiers jours : la cellule post sismique du CNRS, le groupe d'intervention macrosismique (GIM) et le Dispositif Urgence AFPS. Sur les sujets d'intérêt communs pour la présente mission et pour ces groupes, le rapport renvoie largement vers les informations publiées par ces groupes.

Remerciements

Le bon déroulement de la mission post-sismique a été facilité par la disponibilité et la coopération des interlocuteurs dans les mairies, des collectivités, des services de l'Etat, des différentes organisations que nous avons consultés, et des nombreuses personnes qui ont accepté de nous aider, de rendre possible des visites ou nous ont fourni des informations utiles. Même s'il est difficile d'être exhaustif du fait de l'étendue de la région touchée, et du nombre important d'acteurs, la mobilisation que nous avons constatée, et le soutien reçu témoignent de l'engagement des acteurs locaux et nationaux, ainsi que d'une grande considération pour l'AFPS.

Un remerciement particulier revient à M. Peverelli, maire du Teil, et M. Petat, Mme Grimoud, M. Kerdjou, des services techniques, qui ont organisé de nombreuses rencontres indispensables le premier jour de la mission de terrain. Les maires et agents que nous avons rencontrés dans les mairies des communes voisines se sont aussi montrés très réactifs, malgré les très nombreuses sollicitations de tout genre dont ils ont pu être l'objet en cette période de catastrophe, et nous tenons à les remercier vivement. Nous remercions également le colonel Rivière, directeur du SDIS Ardèche, et le colonel Juge, pour avoir organisé une rencontre avec les pompiers de différents corps et services, afin de discuter de la gestion de crise et des améliorations possibles à l'action commune dans cette circonstance.

Nous avons aussi vivement apprécié la disponibilité de M. et Mme de Beaulieu pour la visite du château de Saint-Thomé et leurs explications sur l'histoire du lieu, et Mme Morel pour la visite du Lycée technique Saint-André au Teil. La rencontre avec M. Lopez, directeur technique infrastructures d'Autoroutes du Sud de la France (ASF), et les nombreuses informations transmises ont été très utiles pour comprendre l'organisation d'un acteur clé des infrastructures.

Les interlocuteurs cités au paragraphe précédent se sont aussi rendus disponibles pour des échanges à distance, qui ont permis de compléter l'information mise à disposition de la mission. Leur contribution est très importante.

L'AFPS remercie également les organismes et les sociétés qui ont permis à leurs personnels de s'investir dans cette mission et d'en être des membres actifs.

Enfin, la mission tient à souligner le soutien des services de la DGPR, de la DGALN, de la DGSCGC et de la DREAL, qui ont non seulement contribué directement à ce retour d'expérience, mais aussi qui soutiennent les actions de l'AFPS depuis longtemps.

1 Introduction

1.1 Objectifs de la mission

Des missions de ce type ont été menées récemment à Mexico (2017), Lombok (2018) et en Albanie (2019/2020).

Ces missions post-sismiques visent à :

- réaliser et capitaliser un retour d'expérience (REX) de ces événements du point de vue technique (application des normes, gestion de crise, etc...) ;
- former les jeunes spécialistes techniques travaillant en France dans ce domaine (sismologie, ingénieurs structures ou géotechniques, architectes, gestionnaires des crises et prévention des risques naturels, etc...).

Antérieurement à cette mission une intervention du Groupe d'Urgence de l'AFPS avait eu lieu après le séisme, avec une restitution faite à Paris au mois de janvier 2020.

La mission ainsi que le rapport technique et la présentation publique sur le séisme du Teil couvrent les aspects suivants :

1. Aléa sismique et Géotechnique : L'étude couvre l'analyse du contexte sismo-tectonique de la région et des mécanismes associés à l'évènement considéré. Une synthèse des données publiées par d'autres missions de terrain (réseaux accélérométriques, GPS, satellitaire, etc...) et des observations in situ est effectuée. Les facteurs pouvant expliquer les caractéristiques particulières du séisme du Teil (magnitude, profondeur) sont particulièrement examinés.
2. Comportement des structures : Les comportements des structures en béton armé et en maçonnerie sont analysés en identifiant notamment des cas d'étude pédagogiques représentatifs de la construction en France métropolitaine. Dans la limite des possibilités offertes par les observations visuelles, l'impact des règles parasismiques, applicables dans cette zone depuis plusieurs décennies, est recherché.
3. Urgence, gestion de crise, réponse institutionnelle et reconstruction/recomposition : Un retour d'expérience de la perception en local de la mise en œuvre du Dispositif Urgence de l'AFPS, pour la première fois en situation réelle, complète le retour d'expérience réalisé par la Cellule Urgence de l'AFPS avec les acteurs impliqués et les ministères. De nombreux entretiens avec des élus locaux et des spécialistes de la construction ont été réalisés pour comprendre également les mécanismes en œuvre pour gérer l'urgence et lancer la reconstruction dans les tout premiers mois suivant le séisme. Il s'agit là encore de tenir compte du contexte règlementaire, assurantiel et administratif spécifique à la France.
4. Perception du séisme par les populations : Le séisme du Teil étant le plus fort séisme s'étant produit en France métropolitaine depuis 50 ans, une étude du ressenti des populations est faite pour identifier les comportements réels en cas de tremblements de terre et les besoins d'information pour favoriser des réponses adaptées. Par comparaison à d'autres missions où ces aspects ont été examinés, il est possible d'identifier des évolutions de comportement.

1.2 Composition de la mission

La mission était menée par un groupe de 8 personnes de l'AFPS couvrant les différentes thématiques et ayant différents niveaux d'expérience. La mission a été réalisée en étroite collaboration avec Stéphanie Defossez (Maître de Conférences, UMR GRED, Université Paul Valéry

Montpellier 3), et Clément Dompnier (Etudiant en master Gestion des Catastrophes et des Risques Naturels) qui ont également largement contribué à l'écriture du rapport de mission.

Tableau 1-1 : Composition du groupe pour la mission post-sismique

Nom	Organisme d'origine	Thématiques
Nicolas Taillefer	BRGM	Structures, réponse des institutions et gestion de crise, aléa Chef de mission
Pierre Arroucau	EDF	Sismologie, aléa
Julien Clément	IRSN	Génie civil, structures
Madeleine-Sophie Déroche	AXA	Indemnisation
Cédric Giry	ENS Paris-Saclay	Structures
Maria Lancieri	IRSN	Sismologie, aléa
Frédéric Leone	Université de Montpellier	Impacts sur la population et relèvement
Paul Quistin	ANCO	Structures

La mission de terrain a été effectuée en partie avec les sismologues et géologues du BERSSIN (IRSN), qui ont été d'une grande aide pour atteindre les zones de rupture en surface. La partie gestion de crise s'appuie aussi sur le retour d'expérience du déploiement du Dispositif Urgence, réalisé par la Cellule Urgence de l'AFPS (Ghislaine Verrhiest Leblanc, Pascal Perrotin et Samuel Auclair).

Le rapport a enfin bénéficié de données et de cartes préparés par D. Monfort Climent et C. Negulescu, du BRGM, ainsi que par R. Perez, étudiant en Master Gestion des Catastrophes et des Risques Naturels de l'université de Montpellier, et effectuant un stage co-encadré par l'AFPS et le BRGM.

Tous les contributeurs à ce rapport, qu'ils soient membres de la mission ou non, ont permis de rassembler des informations d'une grande richesse. Ils méritent donc de chaleureux remerciements pour leur implication dans ce travail collectif.

1.3 Déroulement de la mission

La mission AFPS s'est déroulée du lundi 3 au mercredi 5 février 2020. De nombreux contacts et entretiens ont été réalisés avant et après la mission de terrain, souvent à distance.

Lundi 3 février :

8h30 : Regroupement de la mission aux services techniques de la mairie du Teil

- 9h-12h30 : Rencontre des services techniques du Teil (directeur des services techniques, directrice du service culture/social, responsable du service éducation), organisée par S. Petat, directeur des services techniques
- 11h-12h30 : Rencontre du pôle accueil des sinistrés (mairie du Teil), organisée par N. Grimoud, responsable du pôle culture social
- 11h : Entretien avec R. Burel, maire de Condillac
- 11h-17h : Réalisation d'interviews des habitants du Teil
- 14h-16h : Rencontre avec le SDIS et les pompiers du Teil au centre de secours, organisée par le Colonel Rivière, directeur du SDIS07
- 16h30 : Entretien avec C. Aubry, mairie de Viviers
- 17h-18h : Visite du centre historique de Viviers
- 17h : Entretien avec M. Boulay, maire de Larnas

Mardi 4 février

- 8h : Entretien téléphonique avec P. Bossa, directeur technique Socotec
- 9h-11h : Visite du Lycée Technique Privé Saint André (Le Teil) avec S. Morel, chef d'établissement
- 9h-11h : Entretien avec O. Peverelli, maire du Teil et de M. Faisse, adjoint en charge des travaux
- 11h30 : Rencontre avec le gérant d'un bureau de maîtrise d'œuvre (maisons individuelles, et petits bâtiments publics)
- 11h-12h30 : Visite des quartiers de la Sablière, de Mélas et de la Rouvière au Teil
- 13h30-17h30 : Terrain sur la zone proche de la faille, visite de la maison qui héberge le sismomètre Lafarge, avec l'équipe IRSN
- 16h : Entretien téléphonique avec G. Thébaut, SIDPC de la préfecture d'Ardèche
- 18h30 : Discussion informelle avec une collaboratrice de Socotec immobilier, en charge de diagnostics au Teil

Mercredi 5 février

- 8h30-10h : Visite de Puygiron
- 9h-11h : Visite du château de Saint-Thomé et du village avec M et Mme de Beaulieu, propriétaires
- 10h-12h30 : Visite des quartiers les plus touchés à Viviers et Saint-Thomé
- 13h30-15h : Visite de la digue du canal du Rhône, Châteauneuf s/Rhône

- 14h : Discussion avec M. Ripert, ingénieur, BETEBAT
- 15h-16h30 : Entretien avec S. Lopez, responsable ouvrages d'art, direction technique, ASF/Vinci

Les entretiens suivants ont été réalisés à distance, avant et après la mission de terrain :

- R. Vallaud, chargé de mission et N. Carré chef du pôle risques naturels, DREAL Auvergne Rhône Alpes ;
- D. Davi, CEREMA ;
- M. Trubert, architecte en chef des monuments historiques ;
- F. Passavy, architecte DPLG, architecte du patrimoine ;
- M-P. Brizot, Brizot-Masse Ingénierie ;
- J. Delebeque, Bureau Veritas ;
- Y. Lévêque, maire de Saint-Marcel-lès-Sauzet ;
- Mme Figuet, maire de Châteauneuf-du-Rhône ;
- Bertrand Delouis, professeur, Laboratoire Géoazur, Université de Nice Sophia-Antipolis ;
- S. Pradier, responsable du bureau d'étude BETEBAT ;
- S. Lecaille, président du collectif des sinistrés du Teil ;
- Colonel A. Juge, directeur adjoint du SDIS 07 ;
- T. Dervin, chargé de missions sociales, SOLIHA ARDECHE, (l'opérateur de la maîtrise d'œuvre sociale et urbaine du Teil) ;
- G. Vanpoucke, journaliste-rédactrice indépendante ;
- S. Barruyer, secrétaire général de la CAPEB 07 ;
- M. Breton, responsable départemental information économique, CCI 07 ;
- L. Tourjansky, chef du service risques naturels et hydrauliques, R. Van Vlaenderen, chef du Bureau risques naturels terrestres, J. Rey, chargé de mission, Ministère de la transition écologique et solidaire, Direction des risques et de la prévention (MTES/DGPR) ;
- P. Merle, Service des risques technologiques, MTES/DGPR ;
- G. Fornasier, chef de la Mission Catastrophes Naturelles, Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises, Service de la planification et de la gestion des crises, Sous-direction de la préparation à la gestion des crises, Ministère de l'intérieur ;
- S. Pecqueur, chef de projet "Risques naturels et technologiques, dans la construction", DGALN/DHUP/QC1.

2 Contexte général

2.1 Tectonique et sismo-tectonique

Le séisme du 11 novembre 2019 s'est produit au cœur du Sillon Rhodanien, une zone bordée à l'Ouest par le Massif Central et à l'Est par les Alpes Occidentales (par exemple (Thouvenot et Bouchon, 2008)). Dans la zone épiscopale, la géologie locale est essentiellement caractérisée en surface par une alternance de niveaux calcaires et marneux. Ils résultent du dépôt de sédiments marins au cours du Crétacé (il y a 115 à 140 millions d'années), lesquels ont par la suite été émergés et déformés au début du Cénozoïque (il y a environ 60 millions d'années) lors des mouvements associés à la surrection des Pyrénées et des Alpes.

A l'Oligocène (il y a 20 millions d'années), le développement du Rift Mésozoïque Ouest-Européen y a résulté en un amincissement de la croûte terrestre. Cet épisode s'est accompagné d'une tectonique en extension qui a vraisemblablement remobilisé des failles préexistantes héritées d'épisodes tectoniques précédents (tels que l'orogénèse hercynienne qui s'est déroulée il y a

environ 300 millions d'années). C'est en particulier le cas de la Faille des Cévennes et du faisceau de failles associé, qui montrent une orientation Nord-Est/Sud-Ouest. La Faille de La Rouvière, à laquelle est attribué le séisme du 11 novembre 2019, appartient à ce faisceau.

Suite à l'épisode extensif oligocène, c'est un contexte compressif qui s'est mis en place et qui a prévalu jusqu'à l'époque actuelle. Les mesures réalisées en forage (<http://www.world-stress-map.org/>), de même que les modèles issus des mesures GPS (Masson, 2019) indiquent que la région est aujourd'hui soumise à une contrainte maximale horizontale orientée Nord-Ouest/Sud-Est, à même d'activer les failles de ce faisceau dans un régime compressif (Delouis et al., 2019).

L'origine du champ de contraintes tectonique, et plus généralement l'origine de la sismicité dans cette zone, restent l'objet de débats dans la communauté sismologique et un sujet de recherche fondamentale important. En effet, si l'on invoque traditionnellement un rôle prépondérant joué par la tectonique globale, et plus particulièrement par la convergence entre l'Afrique et l'Eurasie, pour expliquer la sismicité du Sud-Est de la France, des causes plus locales telles que le rebond postglaciaire lié à la fonte des glaciers dans les Alpes depuis la dernière glaciation, ou encore les effets de l'érosion, pourraient également avoir une influence sur l'activité sismique de ces régions (Mazzotti et al., soumis).

Des compléments peuvent être trouvés dans la note du CNRS sur le séisme du 11 novembre 2019 (Delouis et al., 2019) et dans la note (CNRS BRGM, 2019). Il y est notamment question de l'hypothèse qui a été émise dans la communauté scientifique le lendemain du séisme, selon laquelle son déclenchement aurait pu être facilité par les activités d'extraction de la carrière Lafarge Holcim du Teil. Les investigations préliminaires présentées dans le rapport CNRS ne permettent pas de trancher sur cette question et des recherches sont actuellement en cours pour tenter d'y répondre. Ce sujet n'est pas abordé dans le présent rapport.

2.2 Sismicité historique

Le séisme du 11 novembre 2019 s'est produit dans une région caractérisée par une activité sismique modérée. La base SisFrance contient des témoignages de séismes dans la région du bas et du haut Vivarais depuis le XVI^{ème} siècle. Depuis le XVIII^{ème} siècle, la région au Nord et à l'Est de la plaine du Tricastin a été régulièrement frappée par des « essaims » sismiques, notamment en 1773, 1873, 1933-1936 et 2002-2009 (Figure 2-1). Les « essaims » sismiques sont des séries de séismes qui se produisent sur des périodes de temps de plusieurs semaines, mois, voire années. Les dégâts les plus importants ont été observés en 1773 et 1873. Ils sont associés, dans la base de données de sismicité historique SisFrance, à une intensité maximale de VII (dommages prononcés sur de nombreuses habitations, échelle MSK). Il est à noter que de nombreux dégâts ont été reportés lors de « l'essaim » de 1873 sur plusieurs communes qui ont également été touchées lors du séisme du Teil. La Figure 2-2 donne la carte d'intensité macrosismique associée au séisme du 8 Août 1873.

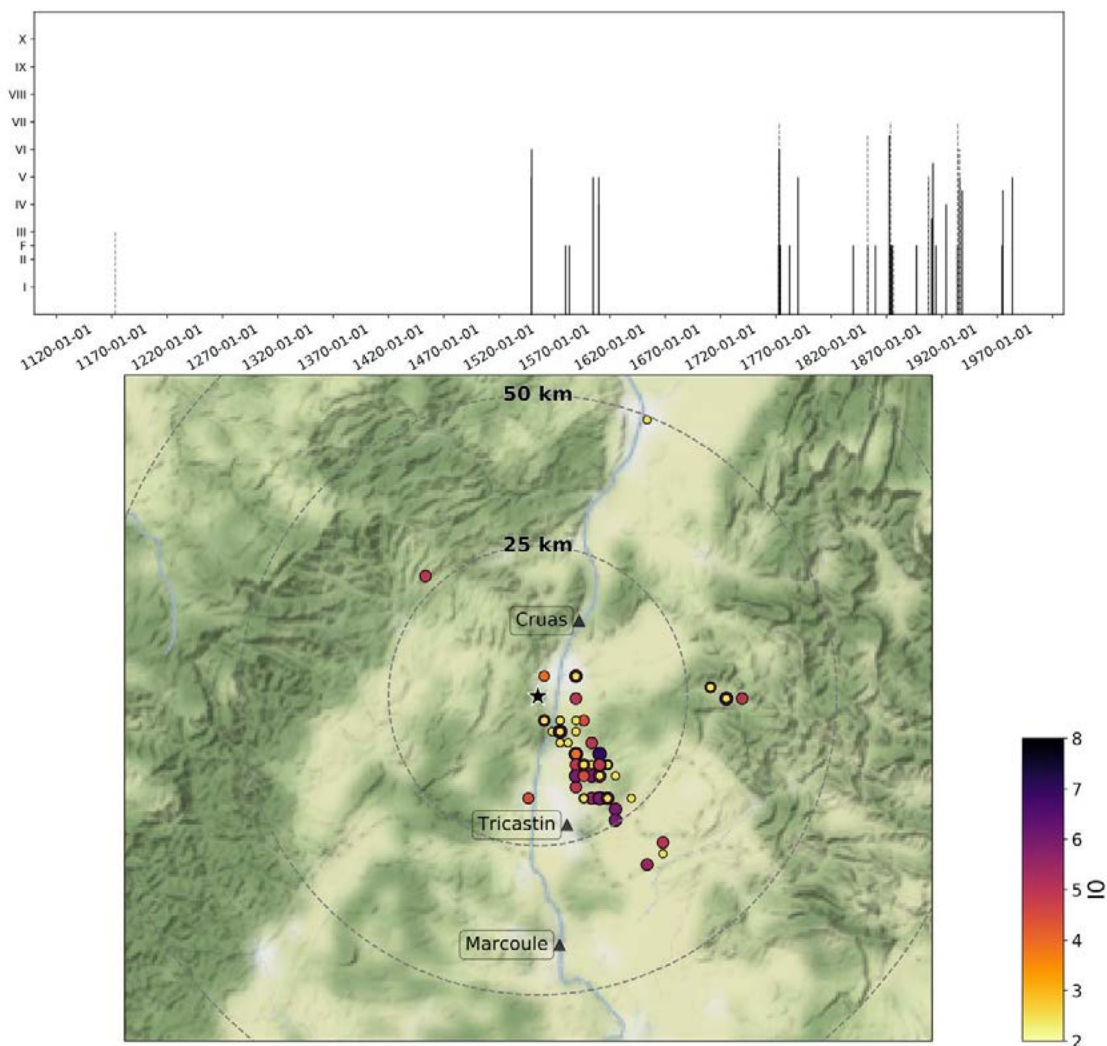


Figure 2-1 : Localisation des épicentres des séismes historiques proches de la commune du Teil et frise chronologique (la hauteur des barres indique l'intensité épicentrale (échelle MSK, d'après la base de données SisFrance).

Le propriétaire du château de Saint-Thomé mentionne le séisme de 1873 comme un événement ayant endommagé le site, selon les archives du lieu. Pour la cathédrale de Viviers, il a été notamment reporté lors d'un des premiers événements sismiques de l'essai de 1873 (événement du 19 Juillet 1873) « qu'à la cathédrale, la voûte du chœur, vers le cintre où aboutissent les nervures en ogive, s'est fendue sur une longueur de deux à trois mètres et quelques morceaux de pierre s'en sont détachés. Un morceau de gargouille est tombé et on évoque la chute d'un clocheton » (Lambert, 2013). L'analyse de la sismicité de l'« essaim » de 2002-2003 par l'Université de Grenoble (Thouvenot et al., 2009), a montré que la sismicité était très superficielle (de l'ordre de 1 km de profondeur ou moins).

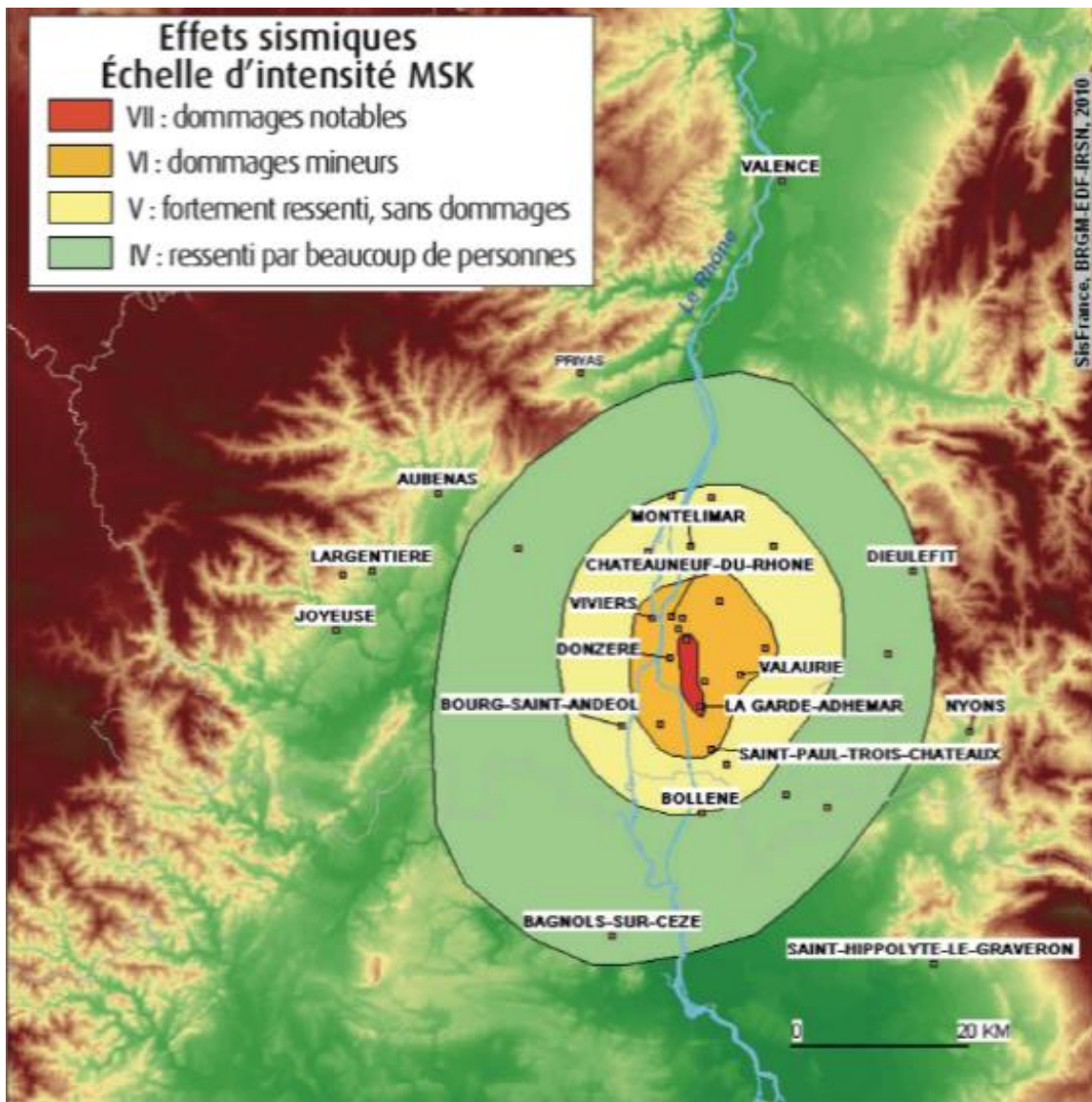


Figure 2-2 : Carte des effets sismiques de la secousse du 8 août 1873 en Tricastin, d'après les données SisFrance. (Lambert, 2013).

On note que l'intensité VII voire VIII localement (échelle EMS98) affectée au séisme du 11 novembre 2019 aux communes de Viviers et du Teil correspond à une valeur légèrement supérieure au maximum historique. On peut donc parler, au vu de la sismicité connue, d'un séisme majeur pour la région depuis que des archives existent (1000 ans).

2.3 Autres aléas (argiles, inondation, cavités, phénomènes météorologiques)

Les territoires des communes touchées par le séisme sont aussi sujets à d'autres aléas naturels, ce qui influence leur préparation aux situations de crise, la conscience du risque dans leurs populations, et peut expliquer un certain nombre de dommages aux constructions, antérieurs au séisme. En particulier sur la commune du Teil, un glissement de terrain meurtrier a eu lieu il y a une trentaine d'années, et a été cité plusieurs fois par les acteurs locaux comme catastrophe naturelle de référence. Les communes situées au bord du Rhône comprennent de nombreuses zones inondables, et certaines ont connu des inondations importantes ces dernières années. Le concessionnaire de l'autoroute A7 qui passe à l'Est de Montélimar (ASF) est particulièrement

sensible aux situations de crise résultant des épisodes neigeux dans la vallée du Rhône (blocage de la circulation, hébergement d'urgence).

Lors de l'examen de constructions endommagées, il faut tenir compte de la forte exposition au risque de retrait-gonflement des argiles.

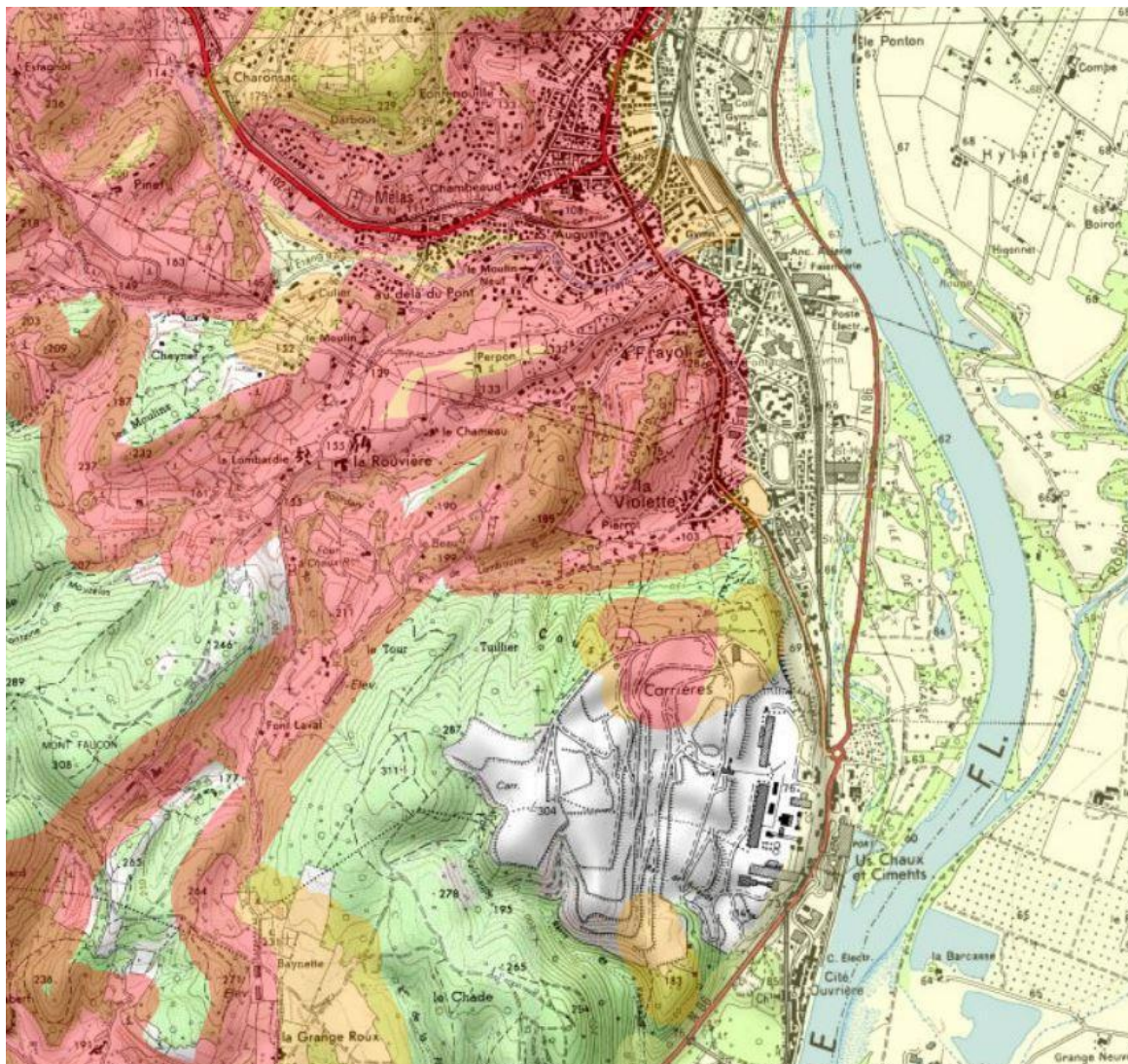


Figure 2-3 : Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles. Une grande partie de la commune du Teil, comprise dans les zones fortement touchées par le séisme, est située en zone d'aléa fort (www.georisque.fr).

D'après la base GASPARE (base de Gestion assistée des procédures administratives relatives aux risques), Le Teil est exposé aux risques suivants :

Nom du risque	Statut
Commune présentant un risque d'inondation	Oui
Séisme	Oui
Feu de forêt	Oui
Nucléaire	Oui
Transport de marchandises dangereuses	Oui
Mouvement de terrain	Oui

Figure 2-4 : Risques présents sur la commune du Teil.

L'extrait suivant fait la liste des arrêtés de catastrophes naturelles pris ces 30 dernières années pour la commune du Teil. Les inondations sont sans surprise le risque prédominant.

Nature de la catastrophe	Date de début	Date de fin	Date de la publication de l'arrêté
Inondations et coulées de boue	14/11/2014	14/11/2014	03/03/2015
Inondations et coulées de boue	20/09/2014	20/09/2014	04/11/2014
Inondations et coulées de boue	03/09/2008	03/09/2008	07/10/2008
Inondations et coulées de boue	12/08/2008	12/08/2008	05/11/2008
Inondations et coulées de boue	01/12/2003	02/12/2003	12/12/2003
Inondations et coulées de boue	24/11/2002	26/11/2002	24/02/2003
Inondations et coulées de boue	16/11/2002	17/11/2002	24/02/2003
Inondations et coulées de boue	25/09/1999	26/09/1999	28/01/2000
Inondations et coulées de boue	06/01/1994	11/01/1994	12/04/1994
Inondations et coulées de boue	01/10/1993	14/10/1993	14/12/1993
Inondations et coulées de boue	17/06/1992	18/06/1992	24/12/1992
Inondations et coulées de boue	11/10/1988	12/10/1988	08/12/1988
Tempête	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982
Inondations et coulées de boue	20/09/1982	21/09/1982	14/12/1982

Figure 2-5 : Arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle (Cat-Nat) sur la commune du Teil, période 1982-2015 (d'après la base GASPARE)

2.4 Contexte socio-économique

2.4.1 Ardèche et Drôme, des départements faiblement peuplés

L'étude s'est restreinte aux communes déclarées éligibles au régime d'indemnisation des catastrophes naturelles, communément appelé « CatNat » qui a été retenu comme critère d'impact par le séisme¹. Le séisme a donc concerné plusieurs dizaines de communes en majorité dans l'Ardèche mais aussi dans la Drôme, en tout 34 communes ont été classées en état de catastrophe naturelle par la commission interministérielle en date du 29 janvier 2020. La carte de répartition de la population montre l'attractivité centrale de Montélimar rayonnant sur les communes périurbaines voisines et les nombreuses communes de moins de 10 000 habitants reflétant les deux départements (Figure 2-6).

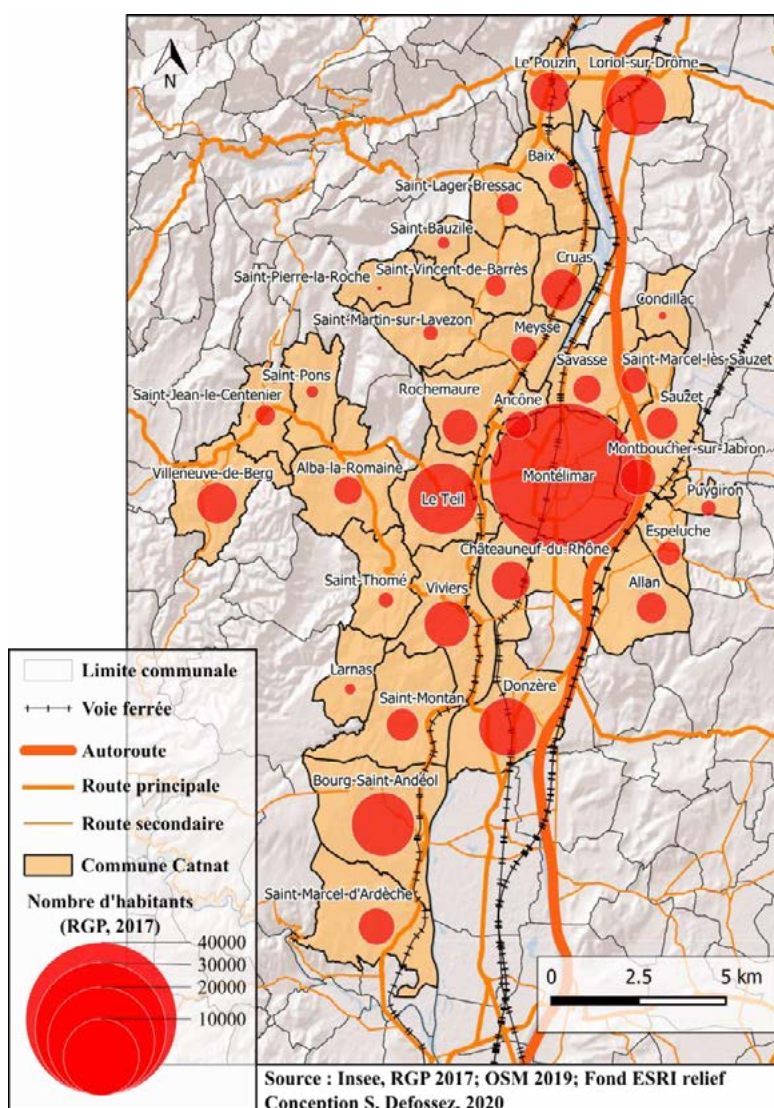


Figure 2-6 : Répartition de la population dans les communes classées en état de catastrophe naturelle.

¹ Ce critère ne concerne que cette étude, le critère catnat a été considéré comme marquant d'une ampleur de l'impact afin de limiter spatialement la zone d'étude

En 2014, le département de l'Ardèche est le département le moins peuplé et la plus faible densité de la région Rhône-Alpes. Depuis le nouveau découpage des régions, l'Ardèche rejoint les 5 départements les moins denses (avec l'Allier, l'Ain, le Puy de Dôme) laissant sa place de département le plus rural au Cantal. Il reste attractif (solde migratoire positif) et la croissance de la population (+0,7% par an entre 2006 et 2011), inférieure à la moyenne régionale mais supérieure à la moyenne nationale, repose sur le solde migratoire et moins sur le solde naturel étant donné la population vieillissante.

La population est vieillissante notamment en Ardèche (Figure 2-6 et 2-7)

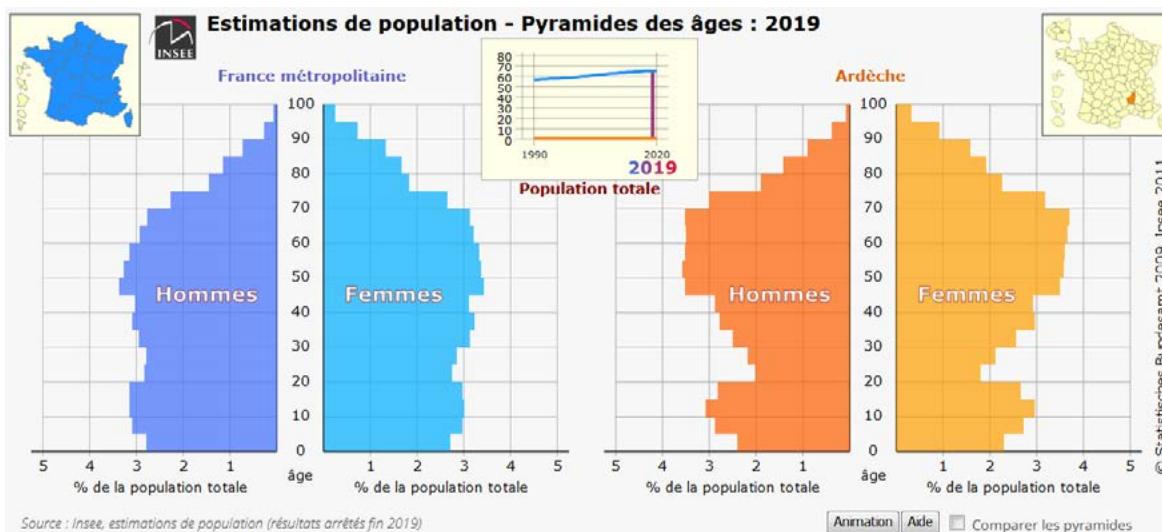


Figure 2-7 : Pyramide des âges de la France métropolitaine et du département de l'Ardèche.

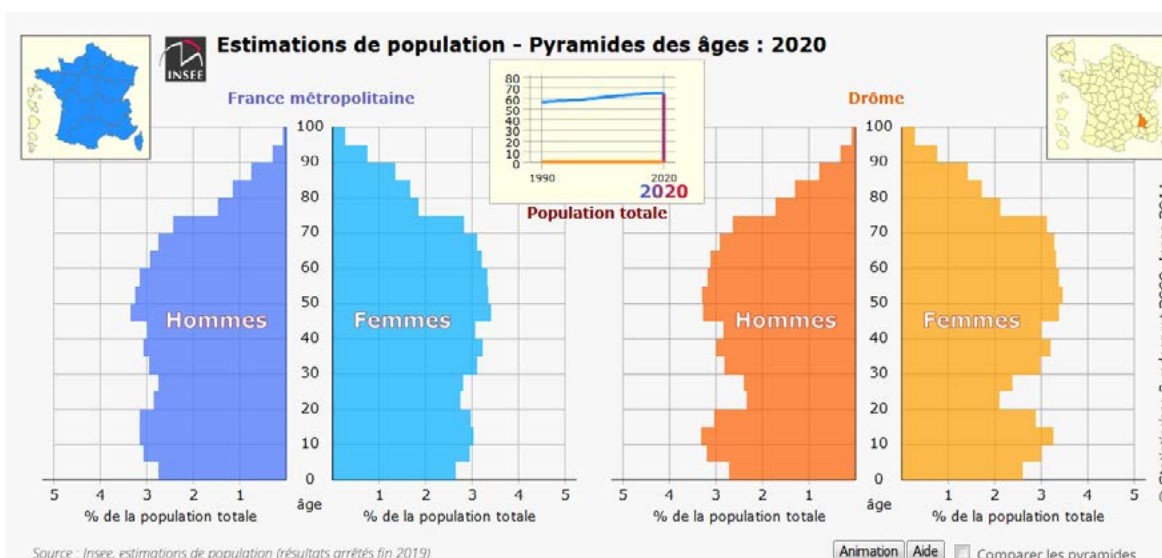


Figure 2-8 : Pyramide des âges de la France métropolitaine et du département de la Drôme.

De nombreuses communes impactées par le séisme font partie du pôle urbain de Montélimar, la voisine drômoise. La zone ardéchoise du pôle drômois bénéficie de l'attractivité de Montélimar avec un taux de croissance de la population de 0,9%, même si cette moyenne révèle des disparités. Le Teil fait partie des 10 principales communes de l'Ardèche avec plus de 8 000 habitants ainsi que Viviers avec plus de 3 000 habitants (la commune la plus peuplée est Annonay avec environ 17 000

habitants). Ces deux communes affichent un taux de croissance de la population proche entre 2006 et 2011 (0,4%).

La Drôme est également un département peu dense qui présente des taux de croissance de la population similaires grâce aux soldes migratoires et naturels positifs. Valence, la ville la plus peuplée, est attractive tout comme Montélimar, 2^{ème} ville du département avec plus de 35 000 habitants (300 habitants supplémentaires chaque année) qui rayonne sur les communes aux alentours comme Montboucher-sur-Jabron, Châteauneuf-du-Rhône, Malataverne ou Savasse. (source de 2014 : Insee-la lettre n° 214 pour l'Ardèche et n°215 pour la Drôme).

Etant donné l'endommagement concentré sur la commune du Teil, le contexte socio-économique de cette commune est donné au titre de diagnostic territorial afin de montrer les vulnérabilités du territoire avant le séisme du 11 novembre 2019.

2.4.2 Le Teil

Le hameau du Teil naît au XIII^{ème} siècle autour du château construit par le seigneur d'Adhémar. Le village est détruit au XVII^{ème} siècle (par le cardinal de Richelieu) puis il s'étend à nouveau grâce au commerce de voie d'eau. Un pont construit au XIX^{ème} siècle le relie à Montélimar. Le déclin du transport maritime le remplace par la voie ferroviaire en 1870.

Période SNCF (vapeur) fin en 1960, déclin à partir de la 2^{nde} guerre

Les habitations anciennes ont été construites en lien avec le développement d'activités sur le Teil comme par exemple l'activité ferroviaire entre 1875 et 1950. La ville comptait 500 cheminots en 1900 et ce chiffre a augmenté jusqu'à 1 500 cheminots en 1940. (source : <https://vpah-auvergne-rhone-alpes.fr/ressource/la-rotonde-ferroviaire-du-teil>).

La figure montre la rotonde ferroviaire du Teil, centre névralgique de l'activité ferroviaire de la ville.

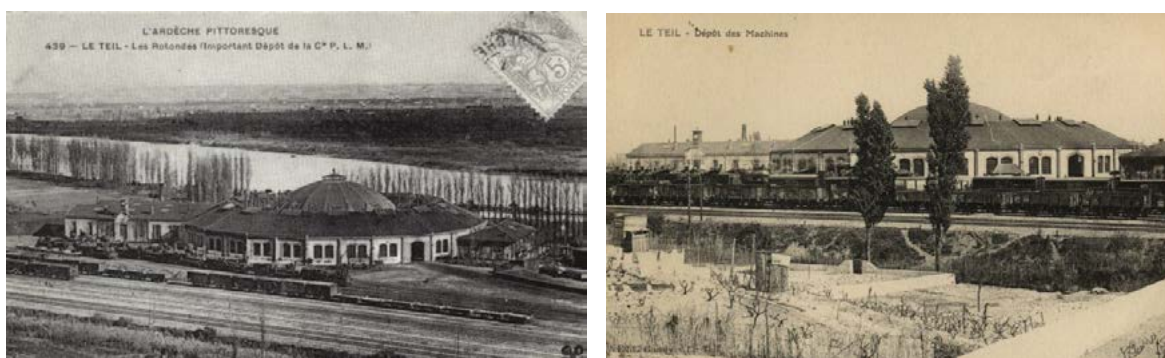


Figure 2-9 : Carte postale de la rotonde ferroviaire du Teil.

Cette activité a progressivement décliné à partir des années 60 et notamment en 1973 avec la fermeture de la ligne Lyon-Nîmes.

Les hameaux de Mélas, du Teillaret, de Frayol et de La Violette, forment la ville du Teil où les cheminots vivent en grand nombre, et font du village un important et célèbre dépôt de locomotives à vapeur qui ne s'éteindra qu'en 1960.

La fabrication de la chaux existe depuis longtemps, mais les usines Lafarge vont leur donner un nouvel essor en fournissant, entre autre, le chantier de construction du canal de Suez. La date

officielle du site historique Lafarge est 1833 (à partir d'une exploitation pré-existante). Elle représente une manne d'emplois importante (300 employés en 1850, 1 200 en 1900 et 1 000 en 1941).

La carrière Lafarge

La carrière du Teil est l'implantation historique du groupe. En 1833, un des fils Lafarge reprend l'exploitation de calcaire familiale et la développe. En 1848, la société Lafarge Frères est créée. Le Teil reste le siège de la société pendant des décennies. En 1887 est créé au Teil le premier laboratoire dédié au ciment. L'exploitation de calcaire sert à la fabrication de chaux, puis de ciment gris et de ciment blanc. La proximité du rail (fret) et du Rhône favorisent l'expédition des produits. La société mène une politique sociale qui la conduit à construire des logements et des infrastructures (centre de formation, dispensaires, etc...) pour ses employés. Les activités annexes comme l'ensachage et la réparation des sacs occupent aussi une partie importante de la population. L'impact historique de la société Lafarge est particulièrement visible dans le sud de la commune (Frayol, Mélas, Rouvière) : bâtiments collectifs ouvriers, maisons des cadres.

Un tir de carrière avait eu lieu le 8 novembre 2019. Les tirs sont ensuite suspendus suite à des suspicions de lien avec l'évènement sismique, puis ré-autorisés par la préfecture à partir du 17 décembre 2019. Selon les registres, 138 tirs ont été faits entre 1999 et 2005. Aucun enregistrement des sismomètres de contrôle disposés en limite de la zone d'autorisation de la carrière ne dépasse le seuil de 10mm/s réglementaire.

Une demande de renouvellement et d'extension a été instruite en 2018 pour une durée de 30 ans. Elle porte sur une emprise totale de l'exploitation de 170 ha dont 86 exploitables. L'autorisation d'exploiter de 2005 porte sur un volume extrait de 1,4 Mt/an en moyenne avec un maximum à 2 Mt. La cimenterie aurait une production de 3 100 t/j.

Source : site internet de Lafarge, rapport inspecteur environnement DREAL Auvergne-Rhône-Alpes 2018.

Population actuelle

Le Teil est une commune de plus de 8 557 habitants (derniers chiffres officiels datant de 2016, avec croissance observée depuis). La population est relativement stable depuis les années 1960 mais a longtemps accusé un recul jusqu'en 2006 où le solde migratoire est venu corriger la tendance à la décroissance.

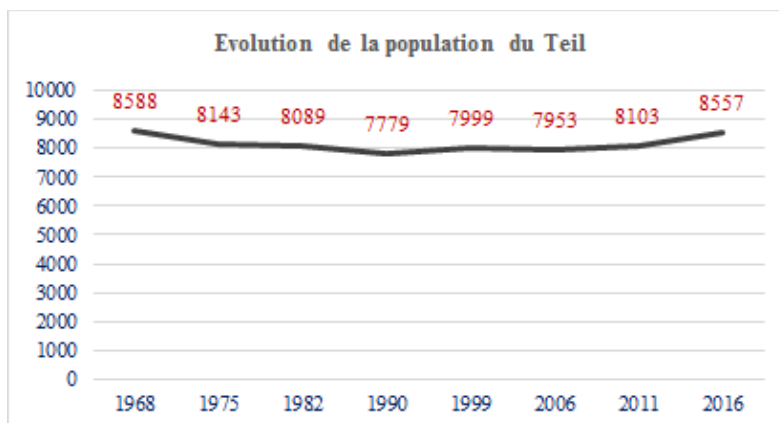


Figure 2-10 : Evolution de la population du Teil de 1968 à 2006 (Sources : Insee, RP1967 à 1999 dénombremments, RP2006 au RP2016 exploitations principales).

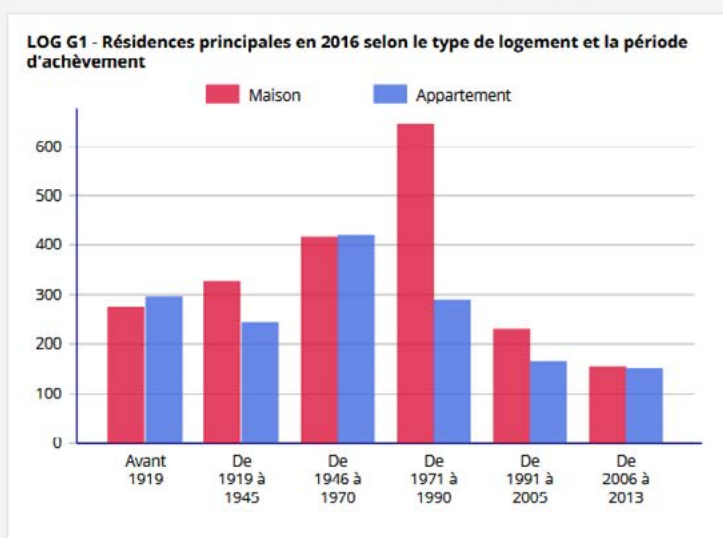
La composition des familles se répartit de manière assez égale entre les couples sans enfant (42,8%) représentatifs de l'échelle nationale et les couples avec enfants (39,5% ce qui est légèrement inférieur à la part nationale de (41,8%) la différence se reportant sur les familles monoparentales (2 points d'écart environ).

L'analyse des taux de scolarisation par âge révèle une différence par rapport au taux national chez les 18-24 ans ; la part des étudiants est seulement de 30% environ contre plus de 52% au niveau national.

La part des ménages fiscaux imposés s'élève à 39% (contre 52% à l'échelle nationale) et le taux de pauvreté par statut d'occupation du logement du référent fiscal en 2016 dépasse les 20% alors qu'il s'élève à moins de 15% sur le territoire national, et il touche en majorité les personnes locataires.

Une majorité des habitants du Teil sont propriétaires de leur résidence principale (52%). Les résidences secondaires et logements occasionnels représentent seulement 2% du parc de logements et les logements vacants 15%. La forte croissance des constructions date des années 1970 et 1980 (Figure 2-11).

LOG G1 - Résidences principales en 2016 selon le type de logement et la période d'achèvement



Résidences principales construites avant 2014.

Source : Insee, RP2016 exploitation principale, géographie au 01/01/2019.

Figure 2-11 : Répartition des résidences principales en fonction du type de logement et de la période d'achèvement.

La part importante de locataires pose aussi la question du relogement après ce type d'évènement, le parc locatif étant limité dans l'offre proposée.

Plus de la moitié des résidents habitent depuis moins de 10 ans dans leur logement ce qui reflète au moins en partie des nouveaux résidents dans la commune, ce qui laisse supposer un manque de recul sur la mémoire des catastrophes, même si pour ce type d'aléa (séisme) la faible récurrence des évènements ne tend pas à une conscience du risque même chez les résidents de longue date ou les natifs de la commune.

Emploi et activité

Une grande partie des salariés du Teil travaillent pour l'administration publique, l'enseignement, la santé et l'action sociale. L'industrie et le commerce sont deux autres secteurs d'embauche importants. Le taux de chômage atteint les 14% (légèrement plus élevé que la moyenne française à 10%). Celui-ci est très élevé dans la tranche d'âge des 15-24 ans (35%). Le travail à temps partiel représente une part importante (20%).

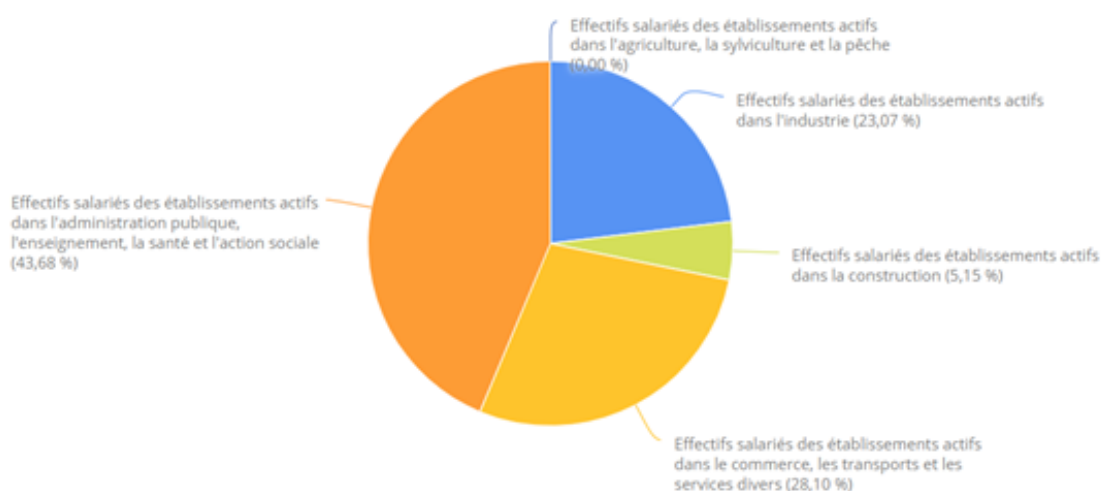


Figure 2-12 : Répartition des types de secteurs d'activité au Teil.

Une large part de la population de plus de 15 ans appartient à la Catégorie Socio Professionnelle (CSP) des retraités concordant avec les données de la pyramide des âges et réduisant la taille des ménages de 3 en 1968 à 2,2 en 2016. Puis les ouvriers et employés constituent l'essentiel des CSP de la commune (Figure 2-13).

POP T5 - Population de 15 ans ou plus selon la catégorie socioprofessionnelle

	2016	%
Ensemble	6 876	100,0
Agriculteurs exploitants	0	0,0
Artisans, commerçants, chefs d'entreprise	185	2,7
Cadres et professions intellectuelles supérieures	248	3,6
Professions intermédiaires	811	11,8
Employés	984	14,3
Ouvriers	1 298	18,9
Retraités	2 064	30,0
Autres personnes sans activité professionnelle	1 287	18,7

Sources : Insee, RP2011 et RP2016, exploitations complémentaires, géographie au 01/01/2019.

Figure 2-13 : Répartition des 15 ans ou plus par CSP au Teil.

Le Teil apparaît comme une zone défavorisée d'un point de vue économique ; en effet l'activité économique est plus dynamique dans la zone commerciale périphérique (à Montélimar également); sur les 168 locaux commerciaux recensés, 43 étaient vacants avant le séisme (et 25 ont fermé depuis (source : CCI -Ardèche).

Education

Il y a une forte concentration d'établissements scolaires au Teil (dernière mise à jour en 2014, source datafrance.info), surtout pour le premier cycle (maternelles et primaires, 12 en tout) et les lycées professionnels (3).

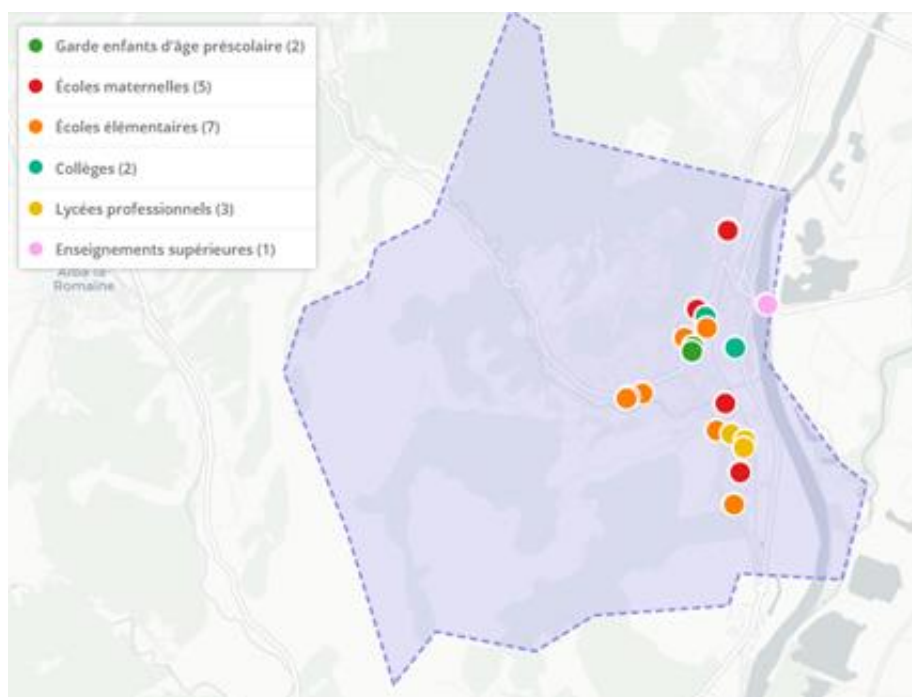


Figure 2-14 : Localisation des établissements scolaires au Teil.

Projets d'aménagement

Un projet de déviation de la nationale était déjà prévu avant le séisme pour désengorger le centre-ville des poids lourds (2 200 / jour). La livraison est prévue en 2021/2022.

2.5 Occupation des sols et construction

Les habitations sur le territoire touché par le séisme présentent, pour les petites communes, des époques de construction majoritairement anciennes voire très anciennes. La Figure 2-15 dénombre les maisons construites suivant différentes époques pour les trois communes principalement visitées lors de la mission (Le Teil, Viviers et Saint-Thomé). Plus de la moitié des habitations ont été construites avant 1970. Cette donnée, combinée avec la qualité d'entretien du bâti, a une influence majeure sur la vulnérabilité sismique potentielle de ces constructions (voir section 6). De plus, il est à noter qu'une part non négligeable (Le Teil : 17% ; Viviers : 19% ; Saint-Thomé : 30%) de ces logements sont des résidences secondaires ou bien des logements vacants, élément pouvant contribuer à réduire la qualité d'entretien du bâti.

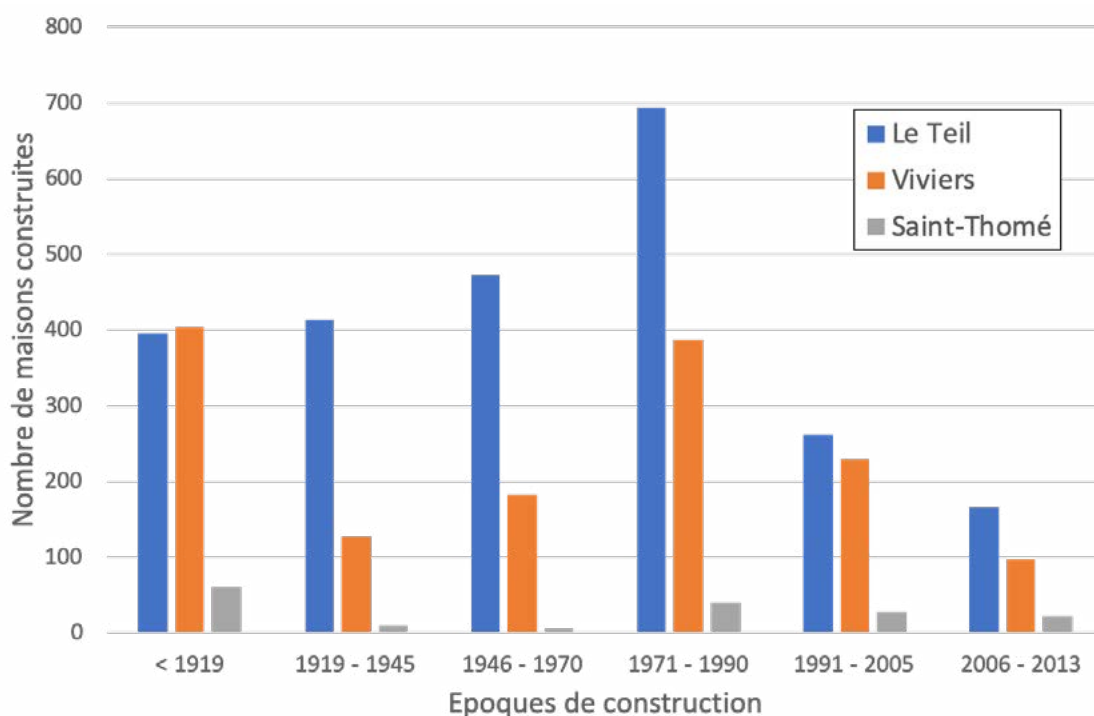


Figure 2-15 : Evolution du nombre de maisons construites par époque pour les communes de Le Teil, Viviers et Saint-Thomé (extraction de données INSEE).

La plupart des anciennes maisons ont bénéficié des matériaux de construction produits par Lafarge. On retrouve dans celles-ci souvent du mâchefer et des planchers réalisés avec des poutrelles métalliques et des voutains ou du béton coulé en place. La plupart des balcons sont quant à eux réalisés en poutrelles métalliques.

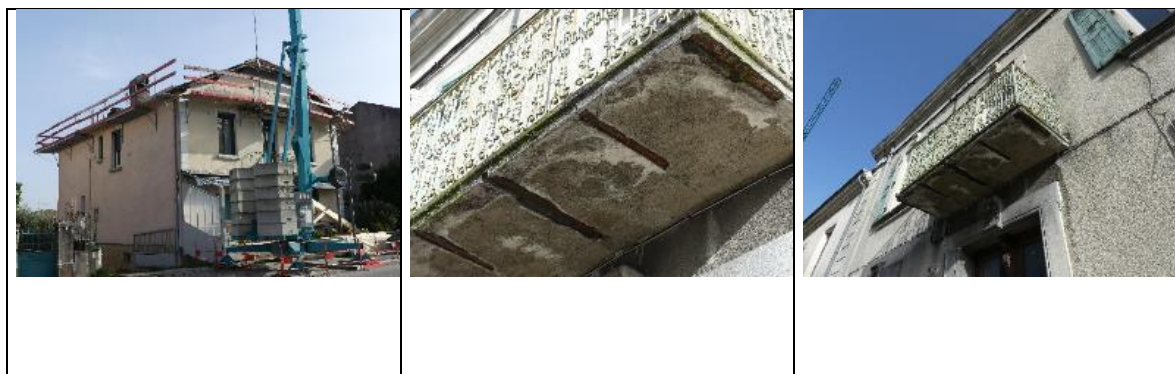


Figure 2-16 : Exemple de construction typique de l'héritage Lafarge et de balcon.

2.6 Evolution de la réglementation

La réglementation relative aux constructions, notamment les règles parasismiques, ont évolué de manière significative depuis les années 1970, ce qui impacte les techniques employées. Les principales évolutions détaillées dans ce paragraphe permettent en de mettre en contexte les observations relatives aux constructions, et d'interpréter les dommages observés.

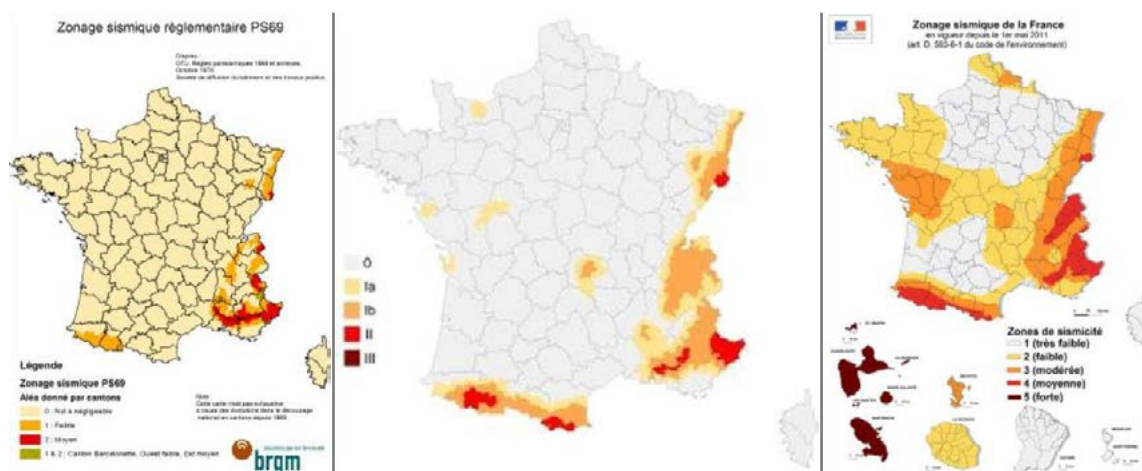


Figure 2-17 : Evolution du zonage réglementaire (de g-à-d : PS69, zonage de 1991, zonage de 2010) – la région du Teill passe d'un alea nul à négligeable, à une zone de faible sismicité (zone Ia) puis une sismicité « modérée » (Zone 3).

Compte tenu de l'évolution de la réglementation parasismique, l'application réglementaire des règles parasismiques sur la zone épiscopale est la suivante :

- *maisons individuelles* : les règles PSMI89 sont obligatoires depuis 1994 (arrêté du 6 juillet 1992), car la commune est classée en zone Ia.
- *bâti courant (habitations collectives, bâtiments publics)* : les règles parasismiques à partir de 1993 (arrêté du 6 juillet 1992). Les règles PS69/82 sont d'application réglementaires jusqu'en 1998 où elles sont remplacées par les règles PS92. Les Eurocodes sont applicables depuis 2014. Le contrôle technique de l'application des règles parasismiques est requis à partir de 2008 pour les bâtiments de catégorie C et D et les établissements de santé.
- *installations classées* : lorsque l'arrêté de 1993 est devenu applicable, la région était située en zone de sismicité Ia, ce qui imposait l'application de dispositions constructives. Le passage en zone 3 en 2010 a rendu les critères plus contraignants. Par ailleurs, des vérifications de tenue au séisme pour les installations existantes sont obligatoires depuis 2014.

Concernant les constructions en maçonnerie, largement prédominantes, la norme NF DTU 20.1 P4 d'octobre 2008 (Travaux de bâtiment - Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs Partie 4 : Règles de calcul et dispositions constructives minimales) indique les dispositions constructives minimales à mettre en œuvre dans le cas de charge statique. Elle impose notamment la mise en œuvre de chaînages armés :

- chaînages verticaux dans les murs porteurs en maçonnerie (briques creuses de terre cuite à perforations horizontales ; briques de terre cuite à perforations verticales; blocs creux de granulats courants ; blocs creux de granulats légers ; blocs de béton cellulaire autoclavé), qui doivent être réalisés au moins dans les angles saillants et rentrants des maçonneries, ainsi que de part et d'autre des joints de fractionnement du bâtiment ;
- chaînages horizontaux notamment au droit des diaphragmes : « Les murs en maçonnerie porteuse et en maçonnerie de remplissage sont ceinturés au niveau du plancher bas du rez-de-chaussée ou du dallage, à chaque étage, au niveau des planchers, ainsi qu'en couronnement des murs libres en tête, par un chaînage horizontal en béton armé, continu, fermé ; ce chaînage ceinture les façades et les relie au droit de chaque refend.

Il est à noter que la première édition du DTU date de 1961, et elle a fait l'objet d'une mise à jour importante en 1985 (CSTB AFPS, 2013). Le principe de chaînage aux angles de murs et au niveau des diaphragmes est donc une pratique relativement ancienne dans la normalisation. Même si les caractéristiques de ces chaînages minimaux ne satisfont pas complètement les règles parasismiques en zone de sismicité « modérée », ceux-ci confèrent une résistance minimale aux efforts horizontaux et assurent une transmission des efforts entre les éléments primaires. Ils n'évitent pas les fissures dans les murs notamment car les ouvertures ne sont pas systématiquement encadrées, mais ont probablement contribué à éviter de nombreux effondrements dans les constructions en maçonnerie de blocs.

Il est difficile d'apprécier le niveau d'application des règles parasismiques, cependant les observations montrent (cf. Chapitre 6):

- très peu de diagnostics d'urgence pour des maisons individuelles récentes ;
- pas de dommage recensé sur les installations industrielles ;
- des dommages constatés touchant essentiellement le second œuvre (faux plafonds, luminaires, cloisons) pour les bâtiments publics construits après 1991.

3 L'évènement sismique

3.1 Caractéristiques du séisme

Le séisme du 11 novembre 2019 s'est produit dans le département de l'Ardèche, aux environs de la limite administrative entre les communes de Viviers et du Teil, à 11 heures 52 (heure locale). L'analyse combinée d'images satellitaires, d'enregistrements sismiques, ainsi que de données géologiques recueillies sur le terrain, a permis d'en déterminer les caractéristiques (Delouis et al., 2019). La magnitude de moment M_W estimée pour cet évènement sismique est comprise entre 4,8 et 4,9 (Vallage et al., 2020). Son épicentre est localisé à $4,6709^\circ$ de longitude Est et $44,5178^\circ$ de latitude Nord, (Delouis et al., 2019), avec une incertitude de l'ordre du kilomètre selon les auteurs. Les estimations les plus récentes s'accordent après examen des données sismologiques et géodésiques sur une profondeur hypocentrale d'1 à 2 km (Delouis et al., 2019 ; Vallage et al., 2020), ce qui en fait un séisme très superficiel.

L'évènement a été suivi par une séquence de répliques relativement atypique. En effet, comme le rappellent Delouis et al. (2019), un séisme de cette magnitude aurait dû engendrer une réplique de magnitude 3,8 à 4, une centaine de magnitude 2 et une dizaine de magnitude 3. Or, sur les quelques 120 répliques identifiées par Mickaël Langlais (ISTerre, Université de Grenoble) entre le 11 novembre 2019 et le 20 mars 2020, la plupart ont des magnitudes inférieures à 1,0 et la plus forte, survenue le 23 novembre 2019 à 23 heures 14, a une magnitude estimée à 2,8.

Les données sismologiques disponibles en temps réel ont d'abord permis aux observatoires de proposer rapidement une valeur de magnitude pour ce séisme (de l'ordre de 5,4 en magnitude locale LDG) ainsi qu'une localisation préliminaire (à l'Ouest de la commune du Teil et à une profondeur comprise entre 2 et 13 km). Ces caractéristiques ont ensuite pu être affinées par des études complémentaires dans les jours qui ont suivi l'évènement. Une magnitude de moment M_W de 4,8 à 4,9 et une profondeur comprise entre 1 et 2 km, qui avait été fortement suggérée par l'analyse des données de géodésie spatiale, s'est avérée compatible avec les données sismologiques large-bande ; l'analyse de ces données a aussi indiqué avec un bon niveau de confiance que le séisme s'était produit sur une faille orientée Nord-Est/Sud-Ouest, avec un mouvement associé de type compressif (Delouis et al., 2019).

La capacité à fournir une localisation épiscopentrale précise dépend de la distribution spatiale et plus particulièrement de la répartition azimutale des stations d'enregistrement par rapport au séisme ; il est également nécessaire de disposer d'un modèle de vitesse de propagation des ondes sismiques représentatif du milieu crustal à l'échelle régionale. L'estimation de la profondeur focale nécessite quant à elle qu'une station au moins soit située très proche de l'épicentre (à une distance inférieure ou égale à 1,5 fois la profondeur du séisme, selon Husen et al., 2003). Or dans le cas du séisme du Teil, la station la plus proche utilisée pour les localisations préliminaires était située à une trentaine de kilomètres de l'épicentre et ne pouvait donc pas, compte tenu du caractère superficiel de cet évènement, permettre une détermination fine de sa profondeur ; de plus il n'existe pas de modèle de vitesse crustal spécifique à cette région. Pour ce séisme, l'apport d'observations complémentaires, issues de la géodésie spatiale, a joué un rôle crucial dans la détermination de ses caractéristiques.

3.2 Faille et déplacements co-sismiques

Le séisme du 11 novembre 2019 offre un exemple d'évènement sismique survenu sur le territoire de France métropolitaine pour lequel une caractérisation rapide a pu voir le jour avec un certain consensus scientifique. Ceci est dû à la disponibilité de données sismologiques et géodésiques de qualité, aux techniques de traitement de l'imagerie satellitaire qui permettent de mesurer les déformations de la surface du sol, ainsi qu'à la collaboration active de la communauté des sciences de la Terre française.

Dès le lendemain du séisme, les résultats préliminaires du traitement de données satellitaires par interférométrie radar ont mis en évidence des déplacements verticaux de la surface du sol de l'ordre de la dizaine de centimètres dans la zone épiscopentrale, sur une distance de 4 km environ, suggérant un soulèvement relatif des terrains situés au Sud-Est par rapport aux terrains situés au Nord-Ouest, le long d'une ligne coïncidant avec une faille connue dans la région : la Faille de la Rouvière (Figure 3-1). Ces résultats ont rapidement laissé présager que le séisme avait pu rompre la surface du sol au niveau de cette faille, hypothèse confortée par le fait qu'un séisme de magnitude de l'ordre de 4,8-4,9, à une profondeur hypocentrale de 1 à 2 km peut causer ce genre de rupture. Une équipe de géologues s'est donc rendue sur le terrain, deux jours après l'évènement. Elle a pu y découvrir les preuves de la rupture co-sismique en divers points le long de la trace déduite de l'analyse satellitaire. De plus, compte tenu du pendage vers le Sud-Est de la Faille de la Rouvière, le déplacement relatif observé à partir des données spatiales et sur le terrain implique un mouvement compressif le long de la faille, ce qui est compatible avec le mécanisme de faille inverse déduit indépendamment à partir de données sismologiques et quant à lui très bien contraint.

Ce type d'observation est exceptionnel pour la France métropolitaine où la seule autre mention de rupture en surface attribuable à un séisme connu concerne le séisme d'Epagny (1996, magnitude LDG 5,3) : Thouvenot et al. (1998) rapportent une zone de rupture discontinue, sur une distance d'environ 200 mètres, associée localement à des déplacements de l'ordre du centimètre, et dont la localisation est compatible avec une extrapolation vers la surface de la localisation des répliques qui ont suivi ce séisme. On note également que Chardon et al. (2005) ont pu identifier des traces de rupture affectant des terrains récents dans la région où s'est produit le séisme de Lambesc de 1909. Bien que les auteurs suggèrent que l'une d'entre elles pourrait être associée à ce séisme, rien ne permet cependant d'attribuer de manière certaine une trace de rupture à cet évènement. Dans le cas du séisme du Teil en revanche, les indices de rupture ont pu être cartographiés par les géologues sur les 4 km de longueur de faille impliqués, avec une direction (bloc Sud-Est chevauchant le bloc Nord-Ouest) et une amplitude (de l'ordre de la dizaine de centimètres) de déplacement observé en parfait accord avec les informations déduites de

l'analyse des données géodésiques et sismologiques. Il a ainsi pu être établi sans équivoque que la rupture associée au séisme du 11 novembre 2019 s'était propagée jusqu'à la surface.

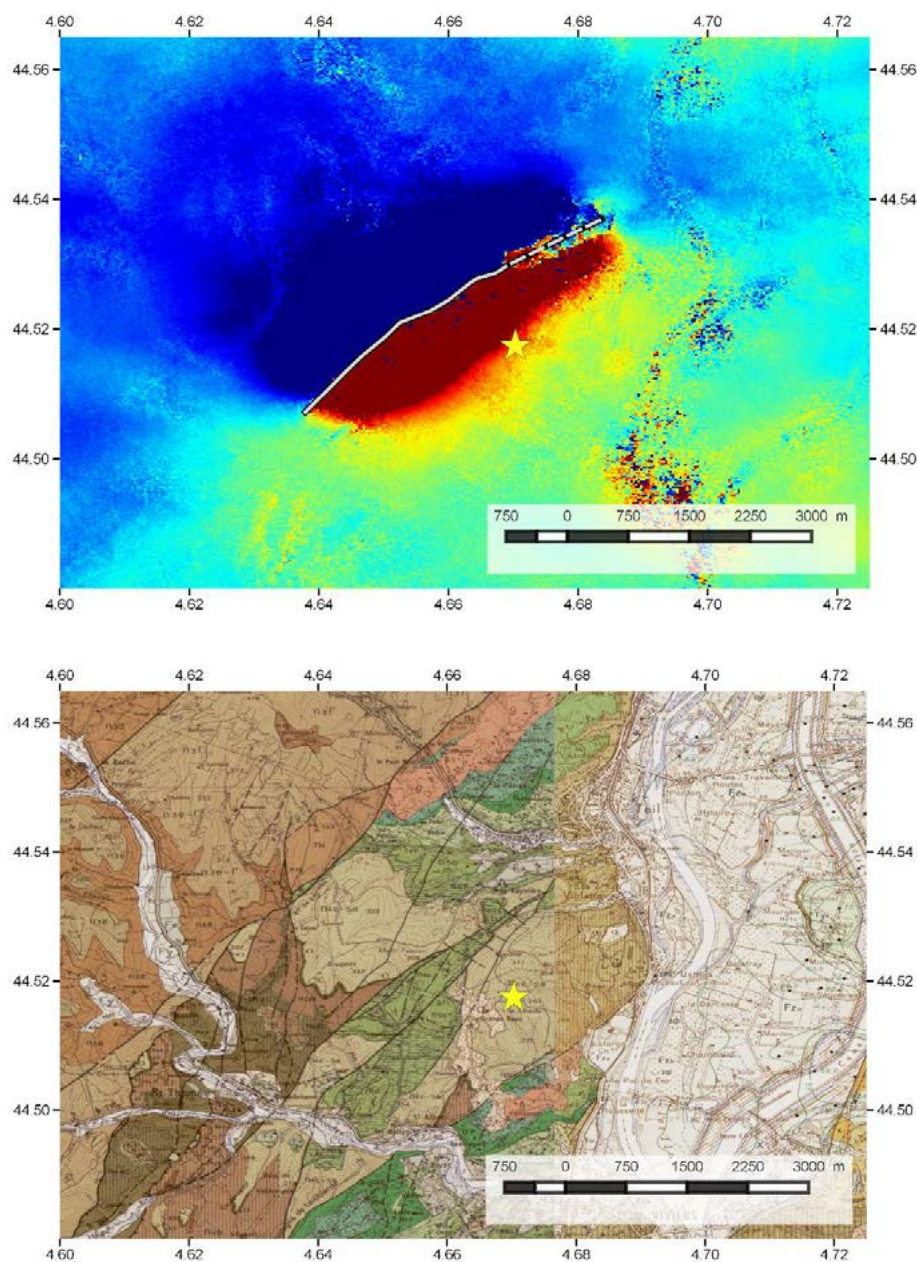


Figure 3-1 : Haut : résultat du traitement de données satellitaires par interférométrie radar (De Michele et al., BRGM). Cette image montre un déplacement relatif vers le haut des terrains représentés en rouge et vers le bas des terrains représentés en bleu lors du séisme. La localisation de la zone de rupture identifiée sur cette image est représentée par la ligne en trait plein ; son extension possible vers le nord-ouest est représentée en trait pointillé. L'épicentre du séisme du 11 novembre est représenté par une étoile jaune. Bas : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 d'Aubenas (Elmi, 1996). La localisation du séisme y est aussi indiquée par une étoile jaune.



Figure 3-2 : Traces de la rupture sismique en surface. En haut : sur une route située à proximité du hameau de la Rouvière, à l'extrémité nord-ouest de la zone de rupture identifiée sur l'image satellite traitée par interférométrie radar. En bas : sur un chemin situé à l'extrémité sud-est de cette zone de rupture. On y observe un déplacement de plusieurs centimètres de part et d'autre de la zone de rupture, avec une surrection des terrains situés au sud-est relativement à ceux situés au nord-ouest.

Le séisme du Teil s'est donc produit sur la Faille de la Rouvière qui appartient au faisceau de failles des Cévennes. Le plan de faille impliqué est incliné vers le Sud-Est. Lors du séisme, le bloc situé au Sud-Est de la faille est remonté par rapport à celui situé au Nord-Ouest. Ce mouvement a provoqué la rupture de la surface du sol en divers endroits et causé un déplacement relatif qui a localement pu atteindre une dizaine de centimètres (Figure 3-2).

3.3 Mouvement sismique et spectres de réponse

La secousse sismique a été enregistrée par les stations large bande du Réseau Sismologique et Géodésique Français (RESIF) et les stations accélérométriques du Réseau Accélérométrique Permanent (RAP) dont la station la plus proche, OGLP, est située à La Palud, à une distance épacentrale de 30 km environ (Figure 3-3). Cette station a enregistré un pic d'accélération d'environ 6 millièmes de l'accélération de la pesanteur (0.006 g ou 6 cm/s²). Les enregistrements plus proches du séisme proviennent de deux stations situées à environ 15 et 18 km de la source (Figure 3-3) ; ils ont été opérés respectivement par EDF (station installée à proximité du Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Cruas) et par l'IRSN (station installée dans le cadre d'une campagne de mesure près de La Garde Adhémar). Ces deux stations ont enregistré des pics d'accélération de l'ordre de 0.040 g et 0.004 g respectivement (40 et 4 cm/s²). Le mouvement sismique se caractérise par l'atténuation très rapide des hautes fréquences, comme en témoigne la distribution spatiale des pics d'accélération (Figure 3-4). Cela pourrait être expliqué par la localisation très superficielle de ce séisme.

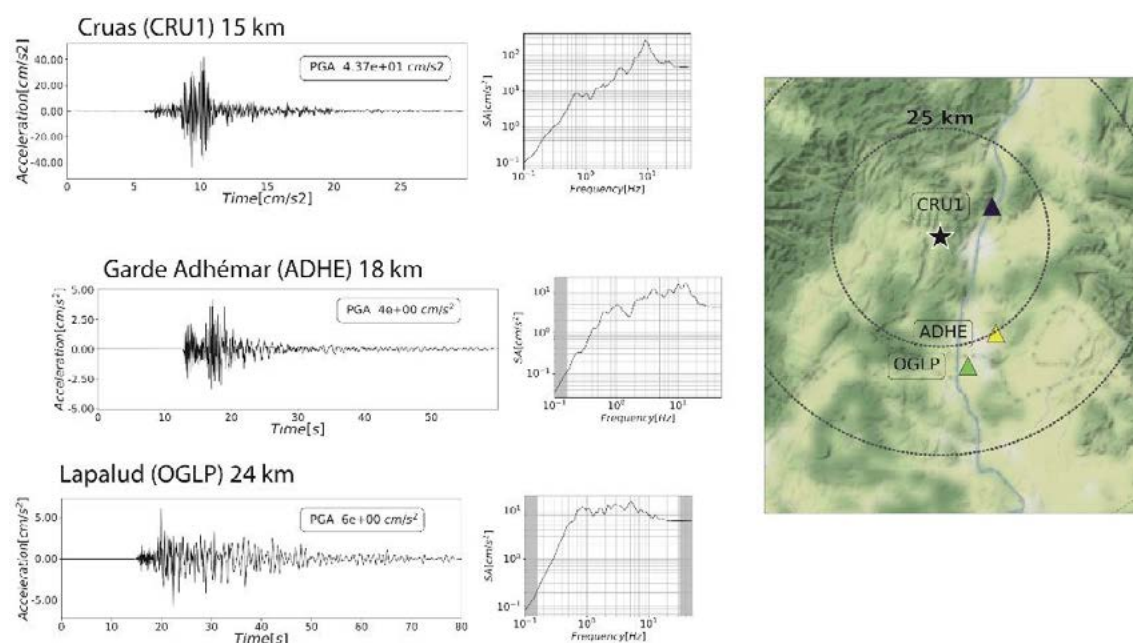


Figure 3-3 : Accélérogrammes mesurés aux stations de Cruas, la Palud et La Garde-Adhémar.

3.3 Mouvement sismique et spectres de réponse

La secousse sismique a été enregistrée par les stations large bande du Réseau Sismologique et Géodésique Français (RESIF) et les stations accélérométriques du Réseau Accélérométrique Permanent (RAP) dont la station la plus proche, OGLP, est située à La Palud, à une distance épacentrale de 30 km environ (Figure 3-3). Cette station a enregistré un pic d'accélération d'environ 6 millièmes de l'accélération de la pesanteur (0.006 g ou 6 cm/s^2). Les enregistrements plus proches du séisme proviennent de deux stations situées à environ 15 et 18 km de la source (Figure 3-3) ; ils ont été opérés respectivement par EDF (station installée à proximité du Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Cruas) et par l'IRSN (station installée dans le cadre d'une campagne de mesure près de La Garde Adhémar). Ces deux stations ont enregistré des pics d'accélération de l'ordre de 0.040 g et 0.004 g respectivement (40 et 4 cm/s^2). Le mouvement sismique se caractérise par l'atténuation très rapide des hautes fréquences, comme en témoigne la distribution spatiale des pics d'accélération (Figure 3-4). Cela pourrait être expliqué par la localisation très superficielle de ce séisme.

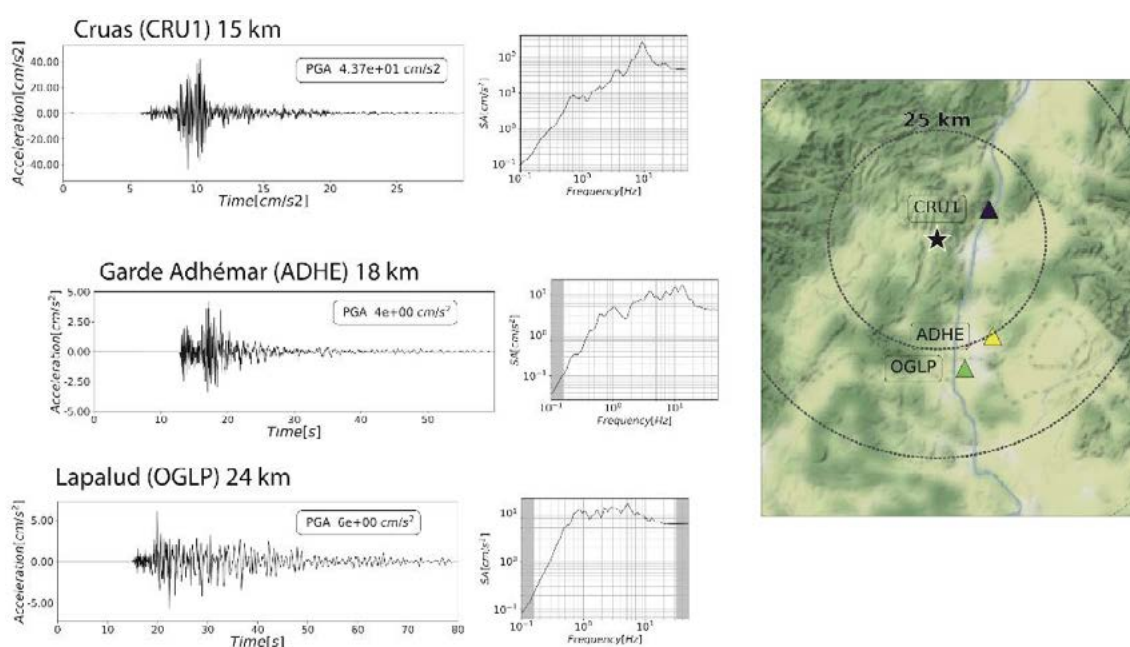


Figure 3-3 : Accélérogrammes mesurés aux stations de Cruas, la Palud et La Garde-Adhémar.

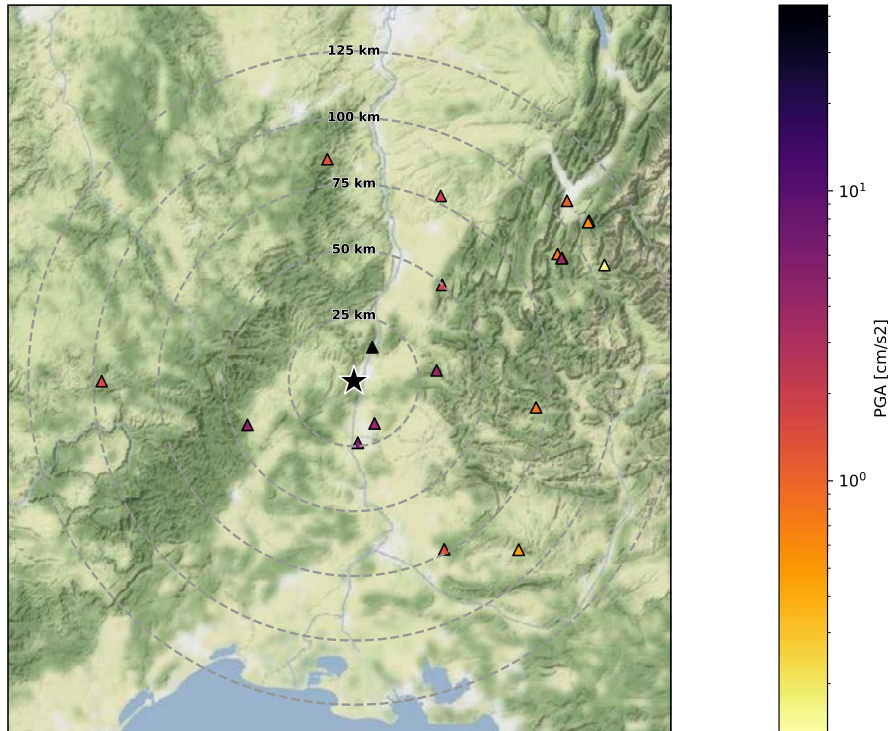


Figure 3-4 : Principales stations de mesures et accélération maximale (PGA) mesurée.

3.4 Intensité macrosismique/Répartition des dommages

Le groupe d'intervention macrosismique (GIM) multi-organisme est coordonné par le BCSF-Rénass (Bureau central sismologique français et Réseau national de surveillance sismique). Il est activé lorsqu'un séisme provoque des dégâts en France et qu'il existe une suspicion d'intensité VI et plus pour des communes. Son objectif est d'évaluer les intensités des secousses (EMS98) à l'échelle des communes affectées à partir des dommages constatés et de la vulnérabilité des bâtiments affectés. Suite au séisme du Teil du 11 novembre, sept experts sont intervenus sur le terrain du 18 au 23 novembre et ont visité 24 communes. Cette intensité macrosismique communale est une donnée de base utilisée par la commission interministérielle pour le classement des communes en catastrophe naturelle. Un premier rapport a été fourni pour la commission du 20 novembre. Le rapport de la mission complète du GIM (Schlupp et al., 2019) donne plus de détails. La carte des intensités des 24 communes étudiées (Figure 3-5) a servi à déterminer les communes prioritaires pour les visites de terrain de la mission post sismique AFPS.

Carte des intensités EMS98 estimées par le GIM - Groupe d'intervention macrosismique

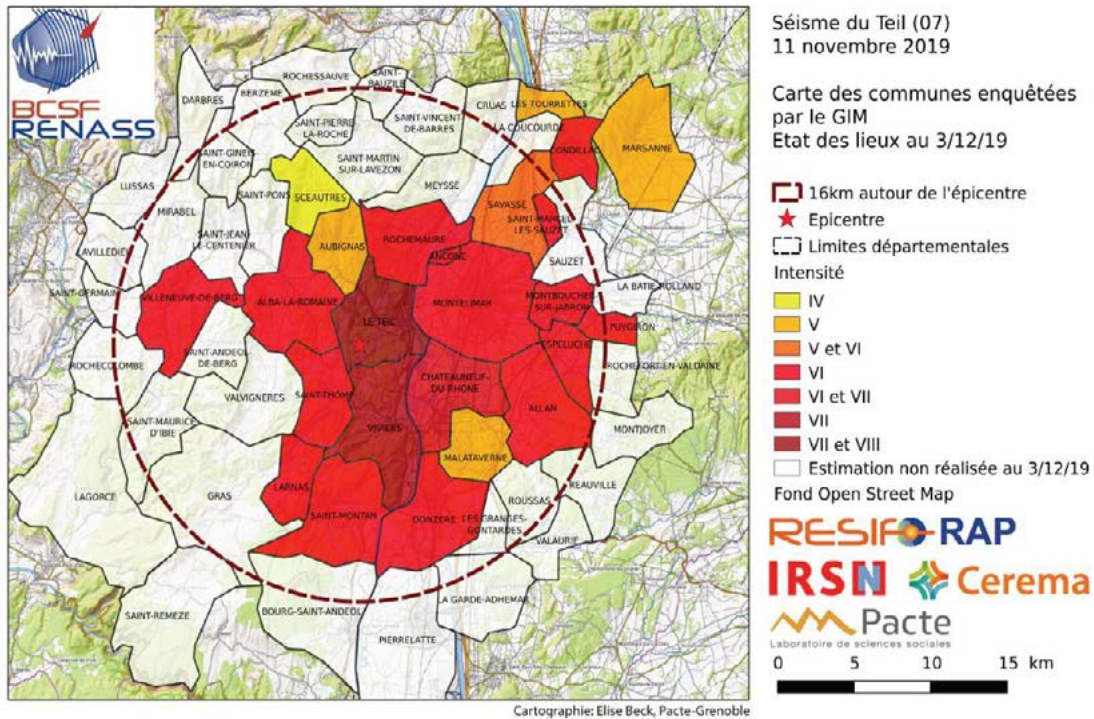


Figure 3-5 : Carte d'intensité du rapport provisoire du GIM (Schlupp et al., 2019).

Les intensités des secousses (EMS98) les plus fortes sont observées à Vivier et au Teil (VII, localement VIII au Teil). A l'issue de la mission de terrain, 18 communes sur les 24 étudiées présentent une intensité VI ou plus. Il est à noter que sur les communes de Viviers et du Teil des niveaux de dommages D4, correspondant à un effondrement partiel, ont été recensés ainsi que des dommages D5 (effondrement total) au Teil. Ce sont des niveaux de dommages jamais atteints en France métropolitaine depuis le séisme de 1967 à Arette.

3.5 Effets de site

Il n'a pas été possible durant la mission de faire des mesures pour quantifier d'éventuels effets de site (amplification, effet topographique). Néanmoins lors de la phase de diagnostic urgence, le maire de la commune de Puygiron, située à une quinzaine de kilomètres de l'épicentre, sur une butte, a signalé une quarantaine de bâtiments endommagés, essentiellement des bâtiments anciens en pierre. L'école qui présente des fissures superficielles a fait l'objet d'interventions (renfort de linteaux, corniche, cheminées). Un local en maçonnerie (toilettes publiques), très vulnérable, est partiellement effondré. La mission GIM a confirmé une intensité VI pour cette commune, pourtant assez éloignée de l'épicentre. L'effet de site topographique est très probable pour cette commune. À Saint-Thomé, les dégâts sur les constructions anciennes sont plus importants sur la butte où se trouve le château comparativement à ceux observés au pied de la butte.

Concernant l'amplification due au type de sol, en l'absence de mesure, on peut se référer à titre d'ordre de grandeur, à la carte d'effet de site nationale utilisée par le BRGM pour ses simulations de dommages. Les amplifications sont calées sur les valeurs du coefficient S de l'Eurocode 8, en déduisant la classe de sol uniquement à partir de la géologie. La classe de sol ainsi trouvée n'est pas précisément celle de la norme, mais à grande échelle, les effets produits se sont révélés

corrects. Pour la commune du Teil, les cartes de la Figure 3-6 donnent une répartition théorique des classes de sols, ainsi que la position et le résultat des diagnostics urgence AFPS.

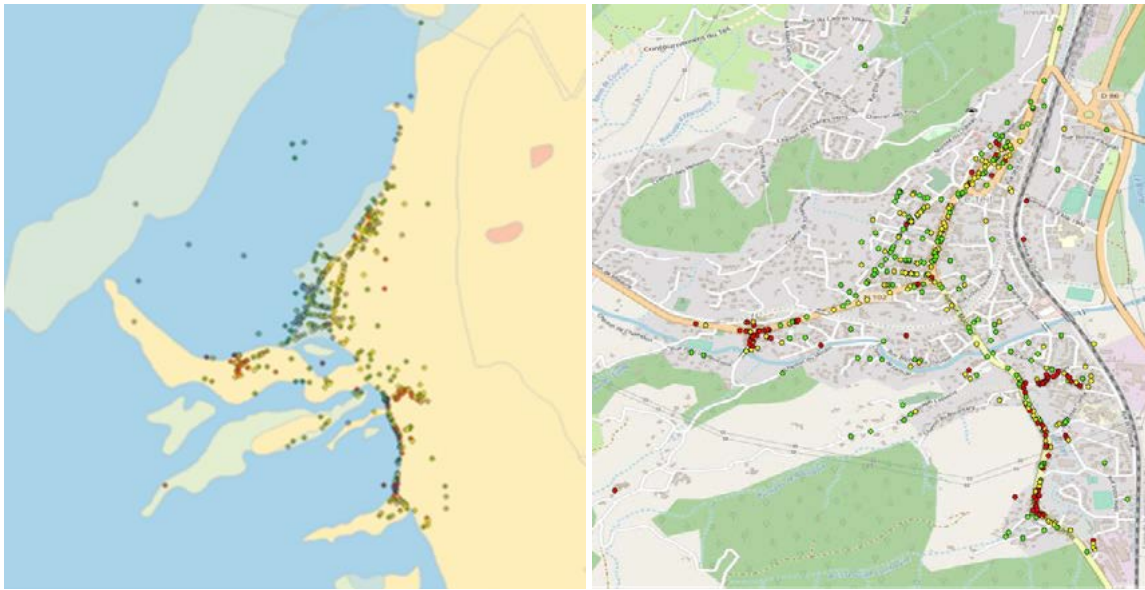


Figure 3-6 : Cartographie des classes de sol (selon les classes de sol de l'EC8) estimées partir de la géologie seule (en bleu, sol de type rocher(class A), jaune alluvions épais (classe C ou D), rouge zone suspectée de sol de classe E, avec superposition des résultats des diagnostics urgence réalisés par l'AFPS.

On note sur ces cartes que le nombre de diagnostics en zone de bon sol (rocher, classe A, en bleu) est très faible, que l'essentiel des diagnostics a concerné des bâtiments situés sur des sols susceptibles de produire des amplifications (type C voire D) et que le quartier de Mélas comprend probablement une particularité locale (à petite échelle), de type sol de classe E, qu'il conviendrait de vérifier. Cette particularité s'ajouterait à la vulnérabilité particulière des constructions de ce quartier. Les diagnostics urgence AFPS n'étant pas représentatifs des dommages sur la commune du Teil car d'autres diagnostics ont été réalisés par les pompiers, et la carte des classes de sols ne permettant pas un traitement précis (à l'échelle de la parcelle), la comparaison ne peut aller plus loin. La consultation de la base de données du sous-sol (BSS, Infoterre) n'a pas permis de trouver des sondages dans les zones d'intérêt. Les sondages archivés concernent les zones d'exploitation de carrière, et la proximité immédiate du Rhône. Au bord du fleuve, la couverture de sable et gravier atteint une dizaine de mètres et recouvre des marnes raides.

4 Perception du séisme et comportement des populations

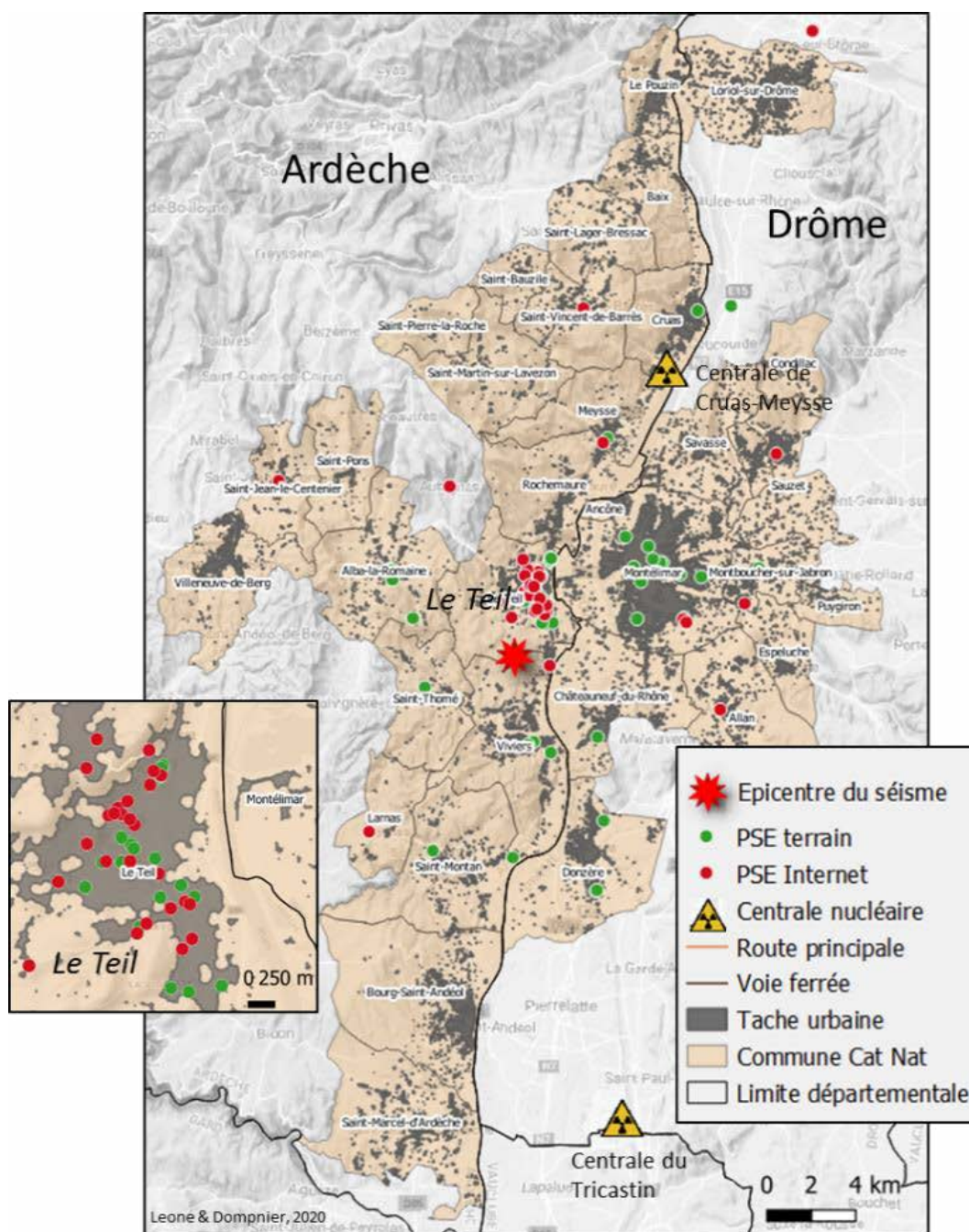
4.1 Une enquête post-sismique auprès des populations

Le séisme du 11 novembre dernier a fait l'objet d'une enquête auprès des populations s'inscrivant pleinement dans les objectifs d'un retour d'expérience post-sismique multidimensionnel et pluridisciplinaire. L'enquête questionne 8 grands thèmes permettant d'apprécier le niveau de préparation et de connaissances des populations face à ce risque, de formuler des mesures préventives fondées sur l'observation des comportements réels et des attentes ou expériences relatives suite à cette crise :

- la perception et le vécu du phénomène (intensité, durée, signes précurseurs) ;

4.2 Profil des personnes soumises à l'enquête (PSE)

L'enquête a ciblé uniquement des personnes ayant vécu le séisme et se trouvant de préférence dans un bâtiment au moment des secousses. A ce jour (20 mars 2020), les résultats présentés dans ce rapport reposent donc sur 120 répondants, répartis sur deux départements (75 % Ardèche, 25 % Drôme) et 21 communes. L'essentiel des communes qui ont fait l'objet de cette enquête est à moins de 20 km de l'épicentre et a fait l'objet d'un arrêté Cat. Nat. Les deux communes les plus représentées sont limitrophes et séparées par le Rhône. Il s'agit du Teil (Ardèche) en rive droite (54%) et de Montélimar (Drôme) en rive gauche (13%). 78,5 % des PSE ont été géoréférencées à l'adresse ou au quartier dans une base SIG afin de tenter quelques analyses spatiales (Figure 4-1). Notre échantillon compte 55% de femmes et 45% d'hommes. Le temps moyen de résidence dans la région est de 30 années.



La majorité des PSE (54%) se trouvait dans un bâtiment individuel à étage(s) au moment du séisme et plus précisément au rez-de-chaussée pour 64% d'entre elles au moment des secousses. Il s'agissait à 82% du domicile, ce qui s'explique par le fait que le séisme est survenu à 11h52 un jour férié (11 novembre 2019). 64% des bâtiments concernés sont établis en plaine (du Rhône principalement) et ont un âge moyen de 66 ans.

4.3 Effets perçus et vécus du séisme

La majorité des gens relate des intensités « fortes » (56%) à « très fortes » (32,5%), et 68% avouent avoir été effrayés par les secousses. La durée des secousses a été estimée à moins de 10 secondes pour 76% des PSE (Figure 4-2). 21% évoquent un bruit d'explosion. Seulement 14% ont réalisé sur le moment qu'il s'agissait d'un séisme. 16% des personnes interrogées ont déclaré avoir identifié des comportements inhabituels des animaux, notamment de compagnie (chiens et chats) avant le séisme.

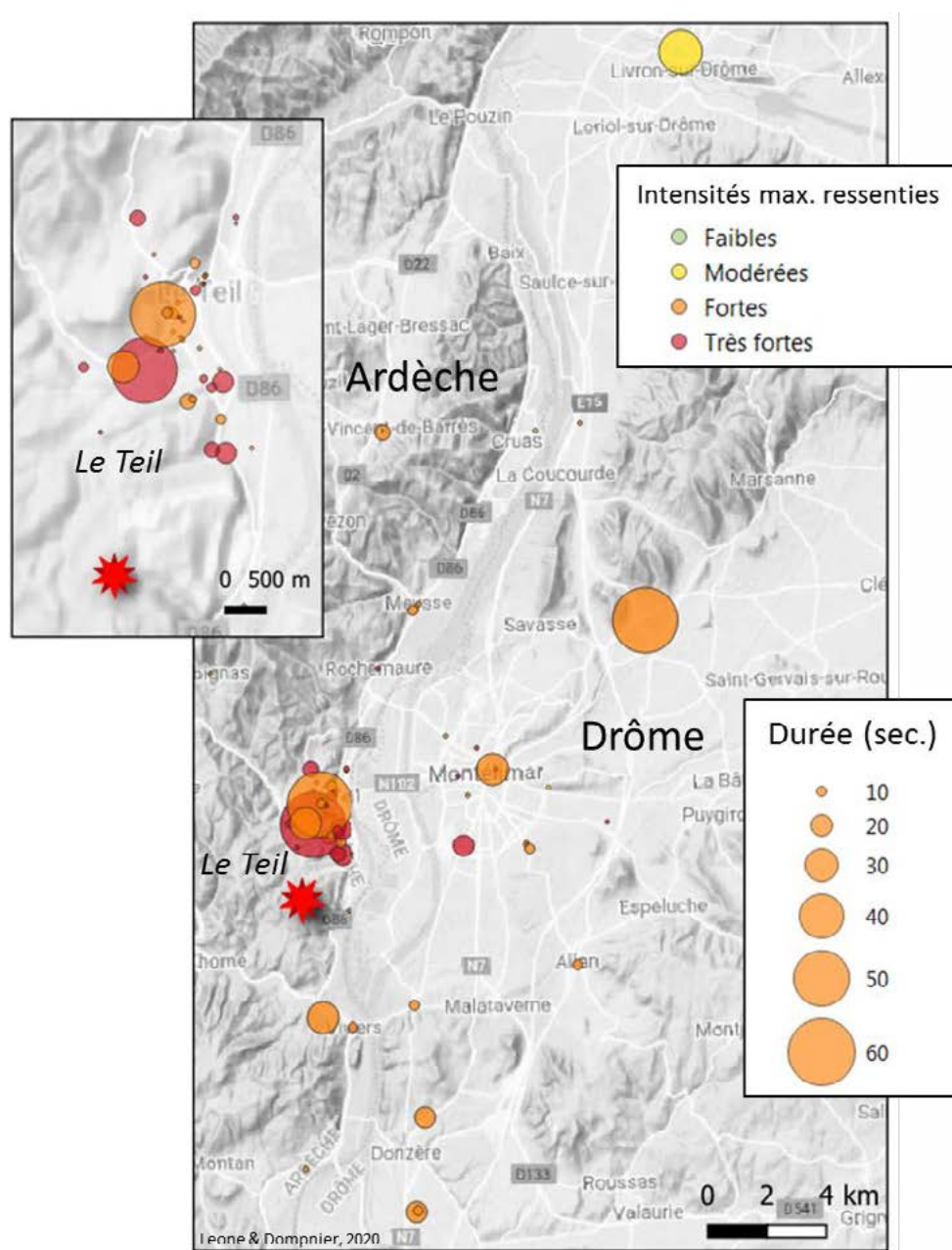


Figure 4-2 : Intensité et durée perçues des secousses par les PSE.

Les effets macrosismiques décrits reposent sur une échelle de gravité croissante à 8 niveaux (Leone, 2008). Il a été demandé aux personnes de signaler le niveau maximal vécu. Il en ressort que 35 % citent des dégâts à la construction, chiffre qui s'explique par la surreprésentation des sinistrés du Teil (collectif) dans l'échantillon (Figure 4-3). La carte représentant cette échelle de gravité montre des similitudes avec les intensités préliminaires issues des témoignages collectés par le BCSF-Rénass (<http://www.franceseisme.fr/nseisme.php?IdSei=930>) avec les valeurs les plus fortes proches du Teil et des prolongements vers le Nord du côté de l'Ardèche (Figure 4-3).

Notre questionnaire est complémentaire de l'approche du BCSF car il permet d'augmenter la résolution spatiale des effets macrosismiques et de les localiser précisément (les témoins qui remplissent l'enquête au BCSF-Rénass ont l'obligation de renseigner seulement leur commune mais peuvent sur le volontariat indiquer leur adresse exacte), tout en apportant également des informations utiles sur la situation des répondants au moment du séisme (site topographique, type de bâtiment, étage, occupation au moment du séisme). Il permet de cibler la zone épiscopale comme l'illustre le résultat cartographique et comparatif des deux méthodes à échelle équivalente.

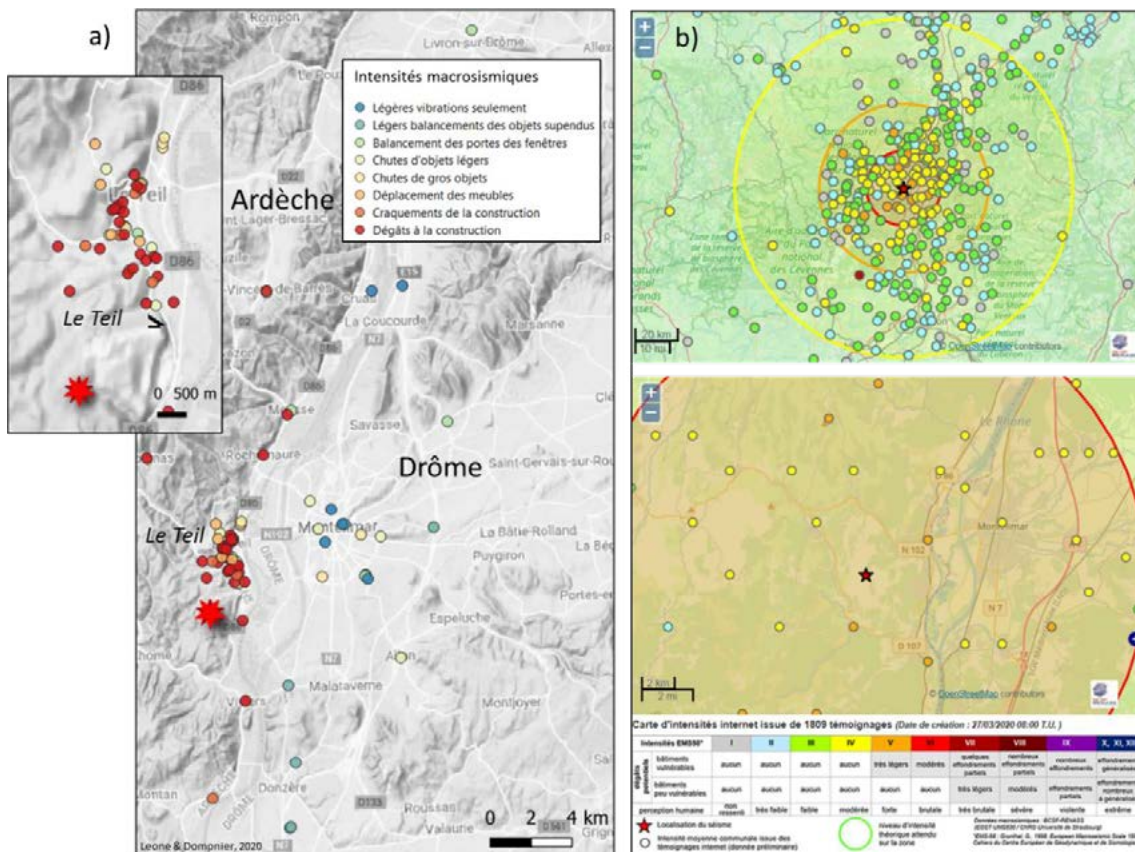


Figure 4-3 : Effets maximaux observés par les PSE (a) vs Intensités macrosismiques préliminaires collectées en ligne par le BCSF-Rénass à l'échelle communale (un point représente une commune) (b).

4.4 Comportements pendant et juste après les secousses vs connaissance des consignes de protection

La vocation première et principale de ce questionnaire est d'apprécier la qualité des comportements et mesures de sauvegarde individuelles réellement adoptées pendant et juste

après les secousses (les gestes qui sauvent) et de les comparer à la connaissance (ou non) de ces consignes telles que diffusées (ou non) aux populations, par exemple dans le cadre du plan séisme (<http://www.planseisme.fr/Que-faire-en-cas-de-seisme.html>). Les écarts constatés permettront d'interroger l'efficacité des campagnes d'information auprès des populations, tant dans leur mode de diffusion que dans leur mise en pratique lors des séismes.

A la question « *qu'avez-vous fait au moment des secousses* », il ressort que 94% des PSE déclarent des comportements inadaptés, voire dangereux, *a priori* révélateurs d'une méconnaissance des consignes habituelles de mise en protection. Face au risque de préjudices corporels liés à des chutes d'éléments de façades ou de toitures, rappelons qu'il est fortement déconseillé de sortir d'un bâtiment au moment des secousses. Or, ce comportement à risque a caractérisé 20% des PSE, tandis que le reste n'a pas vraiment réagi face aux secousses. Ces scores peuvent surprendre dans une région située en zone de sismicité de niveau 3 (sur 4 en métropole). Ceci étant, on peut difficilement reprocher aux gens de ne pas suivre des consignes qui sont par ailleurs mal connues (Figure 4-4). En effet, seulement 52% des PSE citent des consignes adaptées lorsqu'on leur demande ce qu'il faut faire pendant un séisme. Mais c'est probablement l'absence de mise en pratique, par exemple lors d'exercices de mise en protection, mais aussi l'absence d'expériences antérieures, qui semblent faire défaut, du moins chez les adultes. D'ailleurs beaucoup de personnes sont en demande d'informations sur ce point précis : comment se protéger en cas de séisme ?

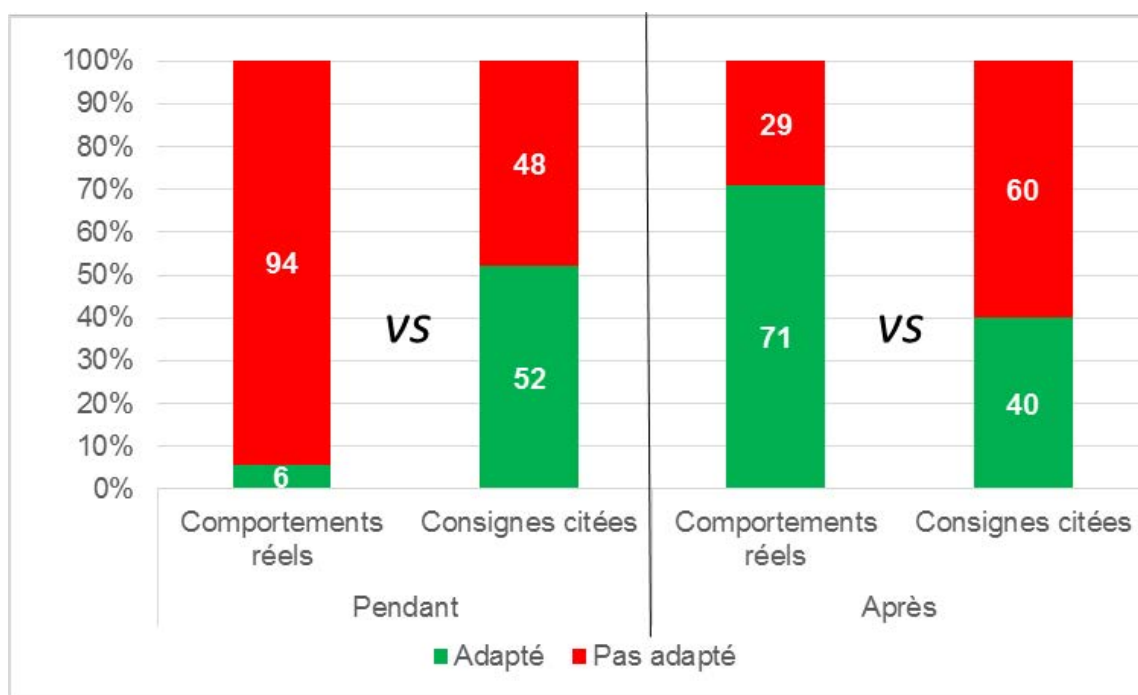


Figure 4-4 : Qualité des comportements face au séisme vs connaissance des consignes de protection pendant et après le séisme.

L'analyse des comportements « juste après les secousses », montre quant à elle une meilleure adaptation, avec une majorité de personnes (71%) qui sont sorties des bâtiments. Cette consigne élémentaire est pourtant peu connue (40%), mais cette réaction semble obéir davantage à un instinct collectif de recherche d'information au contact du voisinage, que de mise en protection face à d'éventuelles répliques ou fuites de gaz. En effet, seulement 4 personnes ont pensé à couper le gaz avant de sortir. Par contre le risque de répliques est en effet bien connu pour 85% des PSE. Cependant, 40% des personnes qui sont sorties de leur domicile y sont retournées moins de 10 minutes après, et 85% avant 30 minutes, et ce probablement faute de consigne sur cet aspect

émanant des autorités. On constate même que toutes les personnes ayant subi de gros dommages (dégâts à la construction) sont retournées dans leur bâtiment dans les heures qui ont suivi et que 50% d'entre elles y sont même rentrées moins de 10 minutes après le séisme. Il reste donc une majorité des PSE qui ne semblent pas savoir qu'il est conseillé de s'éloigner des bâtiments juste après les secousses, et 15% que des répliques peuvent survenir, ce qui a d'ailleurs été le cas les jours suivants avec 2 répliques de magnitude 2.

Par ailleurs, 67% des personnes interrogées déclarent avoir pensé aux centrales nucléaires et à leur défaillance éventuelle, soit en tant que cause ou conséquence du séisme. Il s'agit d'un sentiment bien légitime quand on sait que l'épicentre du séisme est situé entre deux centrales (22 km de celle du Tricastin au Sud, 15 km de celle de Cruas au Nord).

4.5 Recherche d'informations et compréhension du phénomène sismique

Juste après le séisme, 85% des PSE ont cherché une information pour comprendre le phénomène ressenti, les conséquences éventuelles sur les centrales, ou tout simplement pour confirmer ses hypothèses ou se rassurer. Les moyens privilégiés ont été le contact direct auprès d'une autre personne (22% de citations) et le téléphone (21%), suivis des réseaux sociaux (19%), de la télévision (16%), d'internet (15%) et des radios (8%) (Figure 4-5). Le recours massif au téléphone pose là aussi un problème de consignes, avec un risque de saturation des réseaux. En cas de crise majeure, la radio à piles demeure pourtant un moyen à privilégier, notamment en cas d'effondrement des systèmes de télécommunication et des coupures électriques.

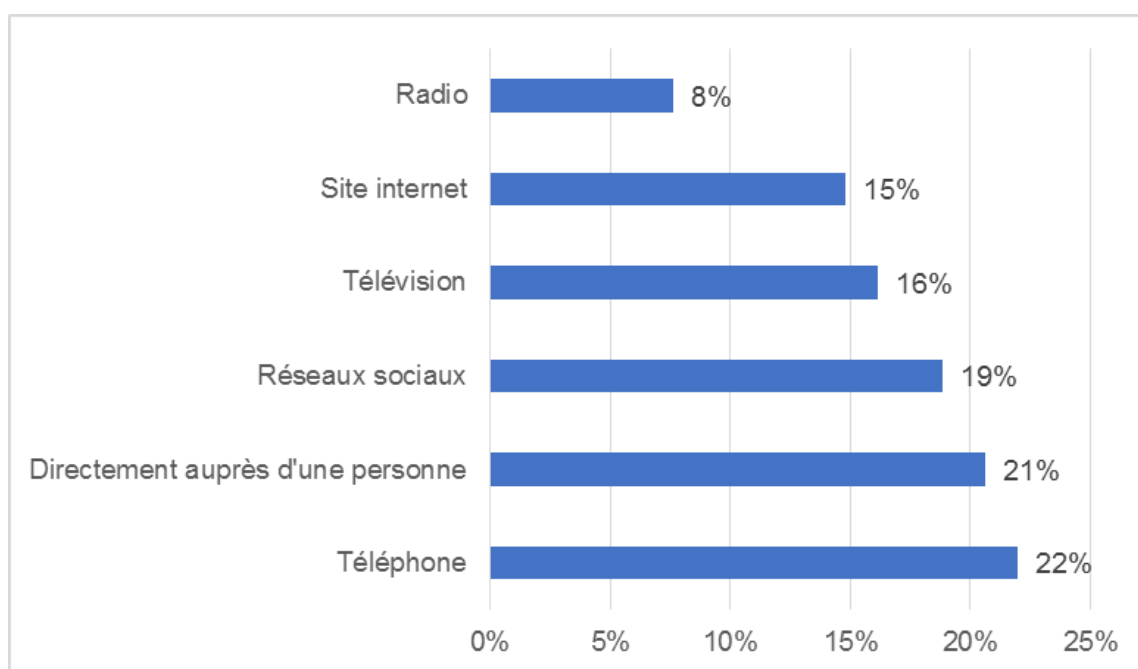


Figure 4-5 : Les moyens de recherche d'informations utilisés juste après les secousses (en % de citations, choix multiples).

Par ailleurs, 89% des personnes interrogées estiment avoir obtenu l'information recherchée dans un délai satisfaisant, et 80 % l'ont considérée comme étant satisfaisante à très satisfaisante. Au moment de l'enquête 54% des PSE ne se sentaient pas en sécurité, vis-à-vis des répliques sismiques ou des centrales nucléaires.

L'information, notamment scientifique, semble avoir bien circulé puisque 65% des personnes attribuent ce séisme à une cause tectonique (faille). Néanmoins, influencées ou non par les débats

scientifiques, mais aussi par le bruit perçu d'une explosion, 18% des PSE avancent une cause anthropique possible liée à l'activité de la cimenterie Lafarge-Holcim du Teil. A ce jour, cette hypothèse n'a d'ailleurs pas été totalement exclue par la communauté scientifique. Par ailleurs, 56% des personnes sont capables de situer assez précisément (commune du Teil) l'épicentre du séisme, et 76% connaissent sa magnitude (5.2²).

4.6 Mémoire et connaissance du risque sismique

Cette enquête a également été l'occasion d'interroger les connaissances générales de la population sur le risque sismique en France et sur les moyens de s'en protéger. Ainsi, la période de retour d'un tel événement la plus citée est de l'ordre de 100 ans pour 20% des PSE. Par ailleurs seulement 43% des PSE affirment que la France a déjà subi un séisme très destructeur dans le passé (Figure 4-6), et 27% sont en mesure de donner des dates. Les événements les plus cités se situent autour des années 1900 (23%), 1950 (10%), 1960 (6%) et 1500 (6%). Manifestement la mémoire du séisme de Lambesc du 11 (janvier) juin 1909 (46 morts, 250 blessés) semble partiellement préservée au sein de notre échantillon. Le séisme de Carrençon-en-Vercors du 25 avril 1962 a peut-être également marqué cette mémoire collective. Par contre aucun événement historique datant des années 1950 n'est identifié dans la base de données SisFrance comme ayant pu avoir des effets ressentis jusque dans notre zone d'étude. Il en va autrement du XVI^{ème} siècle avec en particulier deux événements situés dans le bassin de Montélimar le 4 mai 1549 et le 16 janvier 1549 (<https://sisfrance.irs.fr/>).

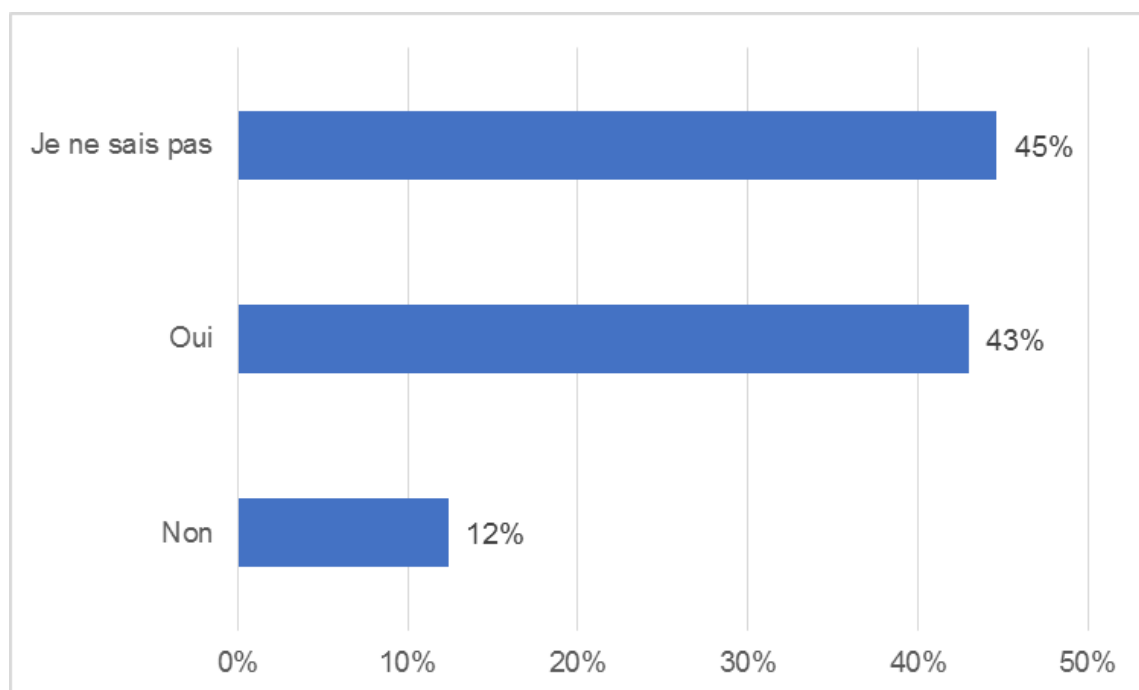


Figure 4-6 : Mémoire des séismes historiques destructeurs en France (« Est-ce que la France a déjà subi un séisme très destructeur dans le passé ? »).

²Il s'agit de la première valeur de magnitude (locale, MLv) communiquée par les autorités (ReNass : <https://renass.unistra.fr/evenements/5dc93e0ee713880001d16338>). La magnitude de moment Mw a été ensuite établie à 4.9.

4.7 Perception et niveau de préparation face aux séismes

En termes de perception générale du risque sismique, notre échantillon estime à 78% que la France peut subir un jour un séisme très destructeur, résultat qui nous éloigne d'un déni du risque mais qui s'explique bien entendu par « la piqûre de rappel » provoquée par ce séisme. (https://www.imdr.eu/offres/file_inline_src/818/818_A_33906_5ae31a9d22fb4_1.pdf). Par contre la population connaît très mal le niveau d'aléa de son territoire, ce qui là aussi témoigne d'un certain défaut d'information préventive au niveau local. En effet, 60% des PSE ne savaient pas qu'elles vivaient dans une région à risque sismique avant d'en faire l'expérience, et seulement 34% sont capables de préciser le niveau d'aléa régional fixé par le zonage sismique de la France en vigueur depuis le 1er mai 2011 (zone de niveau 3), et ce, même après ce séisme.

Assez logiquement et on l'a vu à travers des comportements inadaptés au moment des secousses et la mauvaise connaissance des consignes (Figure 4-4), la population interrogée semble subir un défaut d'information préventive et de mise en pratique des gestes qui sauvent. On peut également faire le constat de ces lacunes au niveau des mesures de préparation/protection prises au domicile face au risque sismique en général, avant ou même après cet évènement. En effet, seulement 15% des PSE ont adopté des mesures de protection allant dans ce sens : 9% construction parasismique, 3% éclairage de secours, et quasiment rien en matière d'équipement radio à piles (2 personnes) ou de fixation des meubles...

Seulement 9% des PSE disent avoir déjà vécu un séisme dans le passé, défaut d'expérience qui peut aussi contribuer à ce déficit de prévention individuelle en plus du manque d'information préventive incombant aux autorités. D'ailleurs, et sur ce point précis, le jugement porté envers les autorités est sévère avec 82% des PSE qui considèrent le travail des autorités en matière d'information préventive sur les séismes comme étant « moyen à mauvais » (Figure 4-7).

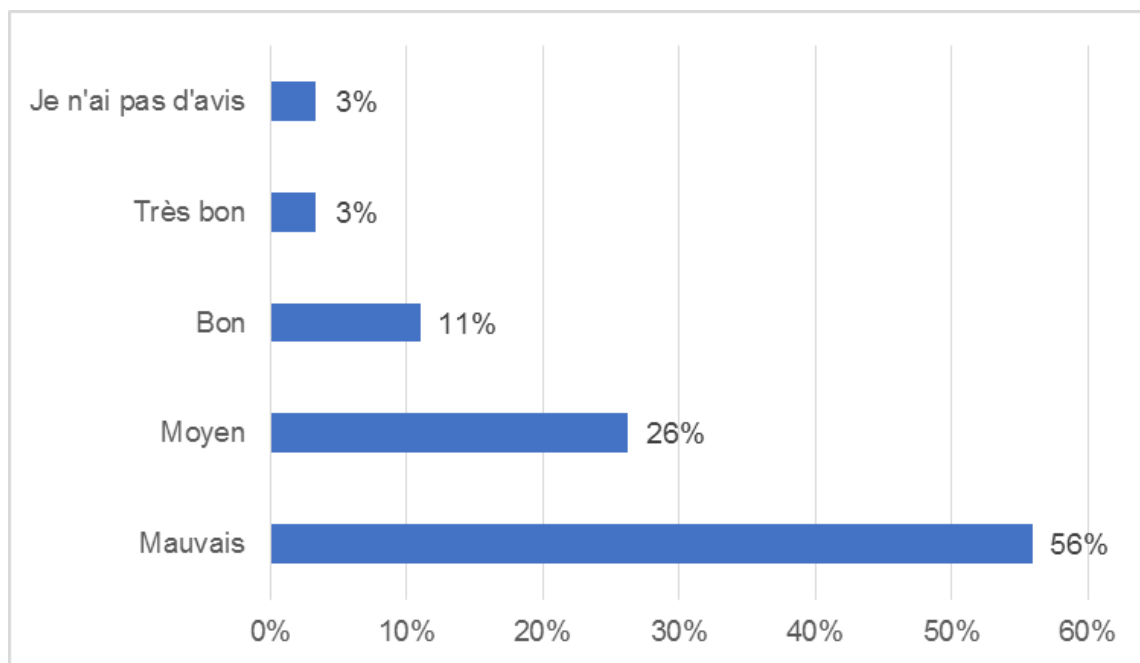


Figure 4-7: Appréciation du travail des autorités en matière d'information préventive sur les séismes.

Justement, la question de la préparation des populations se pose avec acuité au lendemain de ce séisme, tant au niveau individuel qu'au niveau collectif, pour faire face au prochain évènement avec le moins de pertes possibles. Elle se pose à travers l'information préventive, à travers les

normes de construction et de protection, mais aussi à travers l'adaptation des dispositifs classiques, réglementaires ou non, de préparation à la crise, tels que les PCS, PPMS ou autres PFMS qui semblent inexistantes ou du moins bien indigents sur la question du risque sismique pour ce territoire du Teil et de ses communes limitrophes. L'information préventive, disponible à travers les DDRM et DICRIM, doit être portée au plus proche des habitants et des sinistrés particulièrement en attente sur ce point. Notre enquête permet d'identifier quelques moyens d'information et de préparation mis en avant par les PSE, tels que les brochures ou les émissions télévisées (18%), et surtout les exercices pratiques (18 %) de mise en situation tels que pratiqués dans certains établissements scolaires, notamment aux Antilles (Cartier & Colbeau-Justin, 2010).

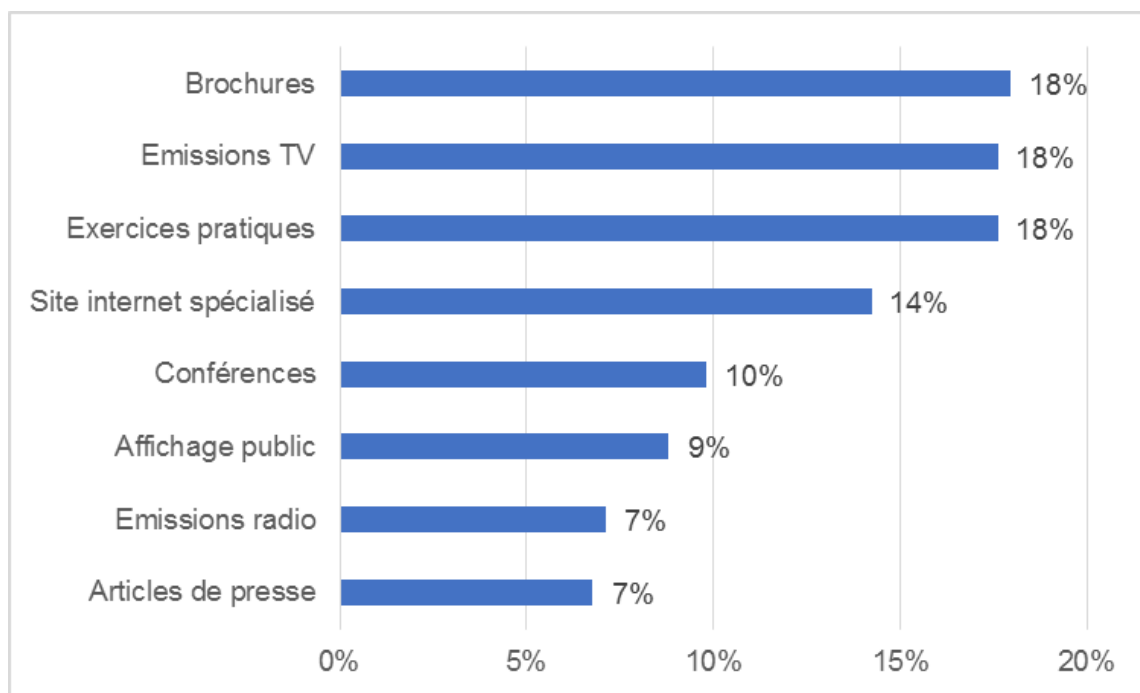


Figure 4-8 : Les moyens par lesquels les PSE souhaiteraient être davantage préparés et informés pour affronter un futur séisme.

Par ailleurs une majorité des personnes rencontrées (70%) souhaite être recontactée par notre équipe afin de prendre connaissance de nos résultats à l'occasion d'une prochaine rencontre publique.

5 Gestion de crise

Un descriptif quantitatif des moyens engagés, et des actions de chaque intervenant peut être trouvé dans le retour d'expérience à chaud de niveau local réalisé par le Préfet (Souliman, 2020).

Les chiffres de la mobilisation ³	
2 400 gendarmes mobilisés du 11/11 au 31/12	Le Teil : 1 726 diagnostics effectués sur les bâtiments (975 verts, 404 jaunes, 333 rouges, 14 noirs) – 751 arrêtés de péril
4 000 personnes reçues en mairie	
2 600 personnes ont déclaré un sinistre	1 400 personnes relogées
2 321 pompiers engagés pendant 18 jours	437 personnes prises en charge par la cellule psychologique
1 730 interventions des pompiers	60 entreprises affectées
3 800 diagnostics au final, 19 communes visitées par SDIS et 600 diagnostics réalisés par l'AFPS à la demande des autorités	2 000 témoignages sur franceseisme.fr
	24 communes étudiées par le GIM (intensité EMS98)

Le schéma ci-dessous a été élaboré à partir des informations recueillies sur le terrain. Il décrit l'organisation des différents intervenants pendant la phase de gestion de crise. Il est essentiellement valable pour la commune du Teil. Dans les autres communes, du fait de conséquences moins importantes du séisme, ou d'une population plus limitée et donc de services organisés moins nombreux, tous les acteurs indiqués ne sont pas forcément intervenus.

³D'après Journal d'information de la ville du Teil - Janvier 2020 (Mairie du Teil, 2020)

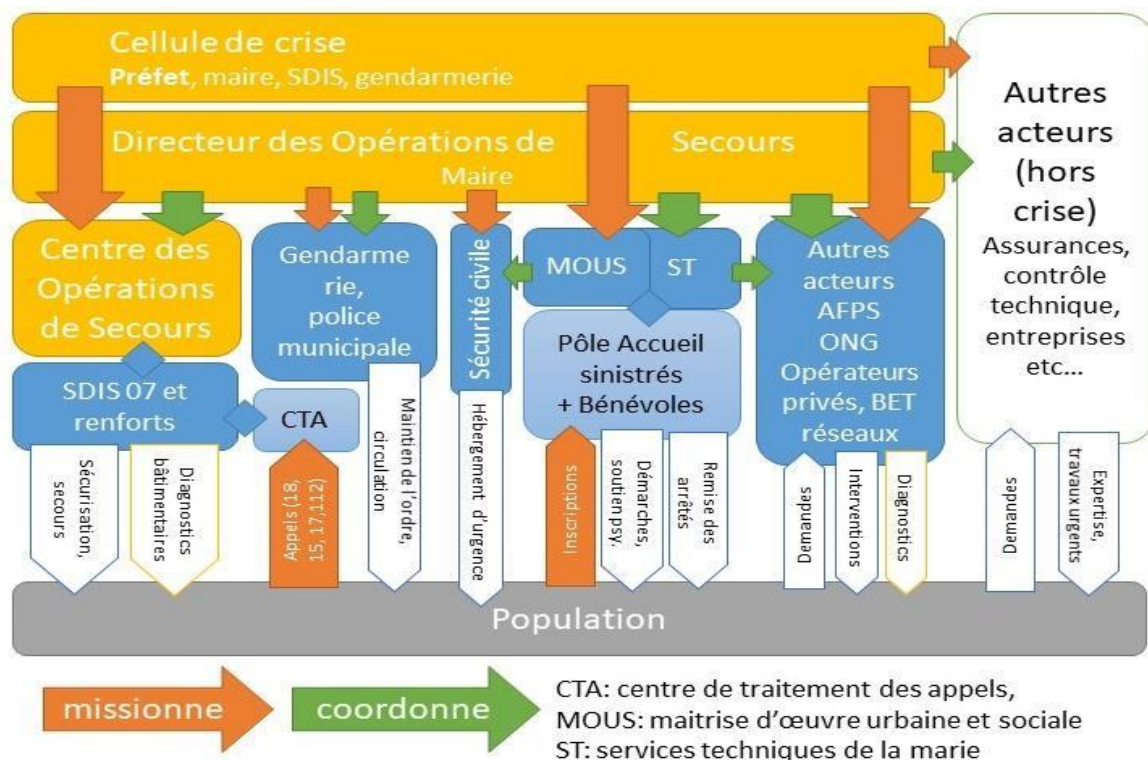


Figure 5-1 : Cartographie des acteurs lors de la phase gestion de crise.

Note : il s'agit d'un schéma global. Des précisions seront données dans les paragraphes suivants sur le rôle et les modalités d'action des différents acteurs⁴.

La chronologie et l'organisation de la réponse à la crise se trouve en Annexe 11.1.

5.1 Rôle des différents acteurs

L'ampleur du séisme est exceptionnelle, mais le séisme touche des communes dont les différences de populations sont grandes et s'étend sur deux départements de la région Auvergne-Rhône-Alpes. L'Etat-Major de zone (EMZ) estime que la situation ne nécessite pas de désigner un préfet coordinateur, la réponse à la crise est donc gérée à l'échelle de chaque département. Le niveau d'impact étant très différent en Ardèche et dans la Drôme, les actions et l'organisation de la gestion de crise sont adaptées à chaque situation.

L'organisation de la gestion de crise dépend de l'ampleur de la catastrophe, du nombre de victimes et des moyens nécessaires pour y faire face. Le séisme du 11 novembre est ressenti sur une zone étendue, de Clermont-Ferrand à Grenoble au nord à Toulouse, Montpellier et Marseille au Sud. Les dégâts concernent deux départements, l'Ardèche et la Drôme. Cependant les conséquences sont très différentes d'un département à l'autre. Dans la Drôme, dans la région de Montélimar, les services d'urgence reçoivent de nombreux appels, mais ils ont des moyens suffisants pour gérer les interventions. Le séisme fait un blessé grave à Montélimar (chute d'un échafaudage), mais l'essentiel des dégâts aux bâtiments est léger. Les besoins en hébergement d'urgence sont relativement limités et peuvent être absorbés par les communes. A Montélimar (39 000 habitants,

⁴ Concernant les diagnostics d'urgence réalisés par l'AFPS, les demandes sont recueillies par la mairie, et le résultat communiqué à la mairie (cf. paragraphe 5.2).

intensité VI), les demandes d'intervention sont gérées par le SDIS, les diagnostics pris en charge essentiellement par les services techniques. Dans la commune de Puygiron (440 habitants, *intensité VI*), le maire gère seul la crise en direct le premier jour. L'école légèrement endommagée est rouverte très rapidement après intervention d'un artisan local.

En Ardèche, la commune du Teil est la plus peuplée de la zone touchée. Les dégâts sur cette commune sont considérables, et la préfecture ouvre une cellule de crise. Dans les autres communes, les dégâts importants restent limités, et les mairies gèrent en autonomie les demandes dans un premier temps. Le SDIS apporte néanmoins un soutien pour les interventions d'urgence (sécurisation des cheminées et des bâtiments, diagnostics d'urgence). Les besoins de relogement sont gérés par les communes, et beaucoup d'habitants s'organisent par eux-mêmes. Dans la commune de Viviers (3 730 habitants, *intensité VI-VII*) par exemple, l'accueil des sinistrés se fera en jours ouvrés, de façon échelonnée, en mobilisant le secrétariat de la mairie et la personne en charge du secrétariat général, alors même que les cadres des services techniques ne sont pas disponibles sur cette période. De même, dans la commune de Saint-Thomé (460 habitants, *intensité VI*), le maire, les élus et le secrétariat de mairie prennent en charge l'aide aux sinistrés.

Dans les premiers jours, peu de demandes en dehors de la commune du Teil remontent en préfecture. Le SIDPC et le SDIS reconnaissent d'ailleurs avoir sous-estimé l'ampleur des dégâts. La cellule de crise est donc concentrée sur la commune du Teil. Les autres communes seront associées aux points hebdomadaires lancés fin novembre par la préfecture pour gérer les questions plus liées au relèvement.

Au Teil (8 680 habitants, *intensité VII-VIII*), les capacités d'intervention locales étant dépassées, les services de l'Etat mobilisent des renforts pour les diagnostics de bâtiments, les hébergements d'urgence, le relogement et les interventions de sécurité. La préfecture coordonne la phase d'urgence avec le maire. En revanche, l'Etat-Major de Zone de défense ne considère pas qu'il soit nécessaire de désigner un préfet coordinateur de la gestion de crise pour les deux départements, chaque préfecture étant en capacité de gérer de façon autonome la crise sur son territoire. C'est ce qui explique des modalités de gestion de crise, et des dynamiques très différentes d'un côté et de l'autre du Rhône.

L'analyse de la gestion de crise doit donc tenir compte des facteurs suivants :

- une crise d'ampleur départementale en Ardèche, mais avec des différences notables entre la commune du Teil et les communes voisines moins peuplées ;
- une crise d'ampleur locale dans la Drôme, restant gérables par les communes. Les communes les plus touchées sont d'ailleurs de grande taille et disposent de services techniques et de moyens d'intervention importants. Pour les communes plus petites, les communautés de communes peuvent assurer un appui technique ou logistique.

La suite de cette partie se concentre sur la commune du Teil.

Tableau 5-2 : Qui fait quoi dans la gestion de crise ? – cas de la commune du Teil

Action	Responsable	Délégué	Organisation	Outils/personnels
Secours aux victimes	Maire	SDIS	COS	Interventions sur appel

Soutien psychologique, prise en charge sinistrés	Maire	MOUS	Pole accueil sinistrés, CUMP	
Consignes	Maire/préfecture	Pompiers, gendarmes, police municipale		Site de la mairie, facebook, patrouilles, permanences mairie
Maintien de l'ordre	Maire/préfecture	Gendarmerie et police municipale		
Evacuation	Maire	idem		Arrêtés de péril, intervention pompiers, appuis gendarmerie/police municipale
Hébergement d'urgence	Maire/préfecture	Sécurité civile	Sécurité civiles et associations	Ouverture gymnases
Retour	Maire/élus	Services techniques	Service technique	Diagnostics (verts) Levée d'arrêté
Relogement	Maire/préfecture	MOUS		Réquision des campings et des logements vacants
Mise en sécurité	Maire	SDIS	SD et RB	Interventions pompiers
Diagnostics d'Urgence	Préfecture	AFPS et- SDIS BE privés pour les bâtiments stratégiques et sensibles		Experts AFPS, Pompiers et BE
Démarches administratives	Maire	MOUS	MOUS et collectif sinistrés	Pole accueil sinistrés, collectif
Communication de crise	Préfecture			Site internet, presse
Communication générale	Mairie			Site internet, facebook

Rapport technique pour la cellule CatNat	Préfecture	BCSF-Rénass	GIM et BCSF-Rénass	GIM
------------------------------------------	------------	-------------	-----------------------	-----

5.1.1 Mairie du Teil

5.1.1.1 Le maire et les élus

Le maire est le premier responsable de la sécurité et de l'organisation des secours sur sa commune. Il ressort de son expérience, et des témoignages reçus lors de la mission de terrain, que sa mobilisation a été extrêmement forte sur toute la durée de la crise. Les cérémonies du 11 novembre ayant immédiatement précédé le tremblement de terre, la mobilisation des élus est très rapide.

Les décisions suivantes sont prises le premier jour :

- installation du PC de crise à la mairie ;
- ouvertures de points d'accueil des sinistrés ;
- ouverture des gymnases pour l'hébergement d'urgence des sinistrés ;
- implication des élus dans la cellule de crise ;
- gestion de la circulation et restrictions en fonction des risques d'effondrement.

Dans les jours qui suivent, d'autres décisions importantes sont prises :

- évacuation rapide des gymnases ;
- mobilisation des campings pour l'hébergement des sinistrés ;
- prise d'arrêtés de péril pour des habitations dangereuses ;
- localisation de la coordination du Dispositif Urgence de l'AFPS dans les locaux des services techniques pour favoriser les échanges ;
- hébergements des classes dans les gymnases ou salles communales en attendant la sécurisation des écoles, avec réouverture le lundi suivant de toutes les écoles primaires ;
- mise en place d'une délégation à la MOUS pour le soutien aux sinistrés, puis mise en place d'un collectif soutenu par la mairie.

Le maire et les élus sont en contact direct avec la préfecture. La cellule de crise assure la réactivité des décisions, la présence systématique d'élus permettant un relai rapide vers les services impliqués. Selon M. Peverelli, maire du Teil, l'accompagnement des services de l'Etat est efficace, même s'il déplore un manque de personnel et d'équipement de ces services. Il mentionne également un appui technique de la communauté de communes sur son domaine de compétence, alors que les autres communes sont aussi touchées. Sur la composition de la cellule de crise, le maire fait part de son incompréhension sur le nombre trop important à son avis d'intervenants représentant les pompiers par comparaison aux autres organismes. Selon lui, le travail attendu est bien fait, mais il exprime un sentiment de défaut d'organisation et déplore une coopération insuffisante avec les autres intervenants (gendarmerie, services techniques).

Concernant l'aide à la population, le maire souhaiterait plus d'efficacité de la MOUS assurée par l'association SOLIHA ARDECHE dans la mise en œuvre de l'accompagnement pratique et logistique aux sinistrés, ce qui déchargerait les services municipaux. En revanche, l'accompagnement psychologique est jugé très positivement.

5.1.1.2 Les services techniques

Les services techniques de la commune du Teil comprennent 5 à 6 cadres, tous mobilisés depuis trois mois au moment de la mission de terrain. Au moment du séisme, le Directeur Général des Services était nommé depuis 3 mois, le Directeur des Services Techniques, en poste depuis 1 an.

La mobilisation des services de la mairie est très importante pour assurer l'accueil de 2000 personnes en 3 jours. Globalement, la réaction des sinistrés est jugée bonne, malgré les conditions de stress et de traumatisme. Néanmoins le nombre de personnes à accompagner et le sentiment de surprise créé par l'occurrence d'un séisme présentent un grand défi pour les services de la mairie. Techniquement, le recensement des sinistrés et de leurs besoins pose une difficulté. Dans l'urgence, des points d'accueil en mairie et dans les gymnases sont organisés, des bénévoles sont mobilisés pour recueillir, sur papier libre, les coordonnées et les besoins des personnes qui se présentent. Il n'y a donc pas de collecte ni de synthèse organisées. Les doublons, le manque de précisions (adresses, coordonnées) et l'absence de priorisation rend la situation difficile à gérer et la réponse perd en efficacité.

Le deuxième jour suivant le séisme, un débriefing quotidien avec les bénévoles qui recensent les déclarations est mis en place pour essayer de rationaliser cette activité, mais l'expérience montre qu'il est difficile de toucher tout le monde (turnover). Une demande d'aide technique est faite au département. Les services de la DDT mettent en place des outils partagés (Teams) pour le recueil et le suivi des déclarations (« liste des sinistrés »).

Le ressenti des personnes interrogées est celui de se retrouver seuls pour gérer la situation, et d'un effet de surprise quant à la durée de la crise, car ils pensaient devoir gérer la situation immédiate le 11 matin puis recevoir une relève de l'Etat. De façon unanime, les acteurs de terrain déplorent la défaillance de l'organisation logistique et une coordination insuffisante des multiples intervenants extérieurs à la commune, ce qui conduit à beaucoup d'improvisation sur la manière de gérer l'urgence. **La collecte des déclarations sans outil numérique adaptée est pointée comme la difficulté technique majeure. Le flux d'information n'est pas suffisamment organisé (navette services techniques, cellule de crise, intervenants (diagnostic, sécurisation, gestion des arrêts)).**

Sur les communes concernées, l'impact principal du séisme est les dommages aux bâtiments. Compte-tenu des risques que présentent l'effondrement des structures endommagées ou la chute d'objets pour les occupants, voire pour le voisinage, la mise en sécurité des personnes devient le problème majeur. Il faut donc évaluer la situation, et décider d'évacuer le cas échéant les occupants, tant pour les bâtiments publics que privés.

Pour les bâtiments communaux, les services techniques font appel à des bureaux d'études locaux pour le diagnostic et la mise en sécurité. Au final, relativement peu de bâtiments sont concernés, et l'existence de contrats en cours avec des entreprises facilite leur intervention.

L'évaluation de la situation pour les bâtiments privés est plus problématique :

- le nombre de bâtiments endommagés est très élevé, et dépasse les capacités des services techniques ;
- de très nombreuses demandes sont recensées, mais leur priorisation sur des critères objectifs est délicate (déclaration des sinistrés, perception très variable du risque).

Le jour du séisme et les suivants, les élus, les employés de mairie et des pompiers font des visites aux sinistrés pour se rendre compte de la situation, et mettre en sécurité les occupants des bâtiments les plus dangereux. Par ailleurs certains habitants évacuent spontanément et se rendent dans les lieux d'hébergement d'urgence. La décision de la cellule de crise de vider les gymnases

après deux jours, et les difficultés liées au relogement d'urgence rend nécessaire de statuer rapidement sur la possibilité pour les occupants de réintégrer ou non leur logement. La mobilisation du Dispositif Urgence de l'AFPS et les diagnostics des pompiers spécialisés en risque bâtimentaire doivent répondre au besoin de disposer d'un diagnostic technique pour appuyer la décision. La décision administrative se traduit par un arrêté de péril avec interdiction de séjourner ou de pénétrer dans les bâtiments dont le diagnostic final met en évidence un danger (résultat jaune ou rouge selon l'AFPS, jaune, rouge ou noir selon les pompiers).

Dans les jours qui suivent, la coordination avec les pompiers est jugée difficile à cause du turnover des points de contacts. La coordination avec l'AFPS est facilitée par l'hébergement de la cellule de coordination dans les locaux des services techniques.

Les intervenants expriment le sentiment que le département et la communauté de communes sont prêts à aider, mais qu'ils ont des difficultés à identifier les besoins. Les cadres de la commune sont complètement absorbés à gérer l'urgence (relogement) et ne peuvent prendre le temps de formaliser les besoins. La CAF propose une aide, mais sans initiative suffisante. À J+2, les cadres du service social du département proposent une aide pour les outils informatiques (fichier sinistrés) qui permet de débloquer la situation posée par la manipulation de liste papier, il faudra quelques jours pour stabiliser la situation.

Le Plan Communal de Sauvegarde existe mais il a été peu consulté, soit par manque d'appropriation, soit parce qu'il a été jugé (au premier abord) inadapté.

La levée des arrêtés est une phase cruciale pour le retour à la normale. Une main courante est mise à disposition des administrés. Elle doit être complétée avec la preuve de la réalisation de travaux de sécurisation du bâtiment : factures et photos attestant la mise à la réalisation des travaux. Une commission municipale statue pour la levée de l'arrêté, qui est ensuite remis aux occupants. A la date de la mission de terrain (3 février 2020) 100 arrêtés sur 750 avaient été levés, principalement suite au passage de l'expert assurance, d'un bureau de contrôle ou d'un BET. Les entreprises de travaux sont sollicitées très loin de la commune pour faire des devis, certaines sont même proposées par les compagnies d'assurances hors de la région.

5.1.1.3 Les services sociaux

La prise en charge des sinistrés mobilise principalement 8 personnes des services municipaux : adultes relais, agents du Centre Communal d'Action Sociale, agents administratifs, médiateurs, sous la direction de Mme Grimoux, responsable du service social.

Elles sont impliquées dans l'accueil, le soutien psychologique, l'aide aux démarches, la remise des arrêtés de péril aux habitants, les rondes de nuit, surveillance anti-pillage rendue nécessaire lorsque les arrêtés sont affichés sur les portes, le transport de personne vers les hôtels et autres lieux d'hébergement d'urgence, et fournissent un appui logistique aux pompiers et aux inspecteurs AFPS pour les diagnostics.

L'accueil des sinistrés et le recueil des besoins constitue le gros de l'activité les premiers jours (130 p/jour, 3 000 demandes reçues). Pour assurer la sécurité sur le territoire de la commune, 80 gendarmes sont déployés pendant la crise.

Une maîtrise d'œuvre urbaine et sociale (MOUS) est confiée à l'association SOLIHA ARDECHE, sous la coordination de la préfecture pour relayer les services locaux et apporter un soutien psychologique à la population.

La phase d'urgence fait apparaître plusieurs difficultés liées au relogement des occupants des bâtiments endommagés. Dans un premier temps les personnes évacuées sont dirigées vers un hébergement d'urgence dans les gymnases. La préfecture et la cellule de crise ont pour objectif de vider les gymnases en deux jours pour éviter les tensions inhérentes à ce type de solutions. Les personnes occupant des bâtiments effondrés ou manifestement très dangereux sont relogées dans des hôtels. D'autres personnes évacuées de chez elles le jour du séisme sont parfois invitées à revenir chez elles, après un avis préliminaire de personnes qui ne sont pas expertes du bâtiment (pompiers, agents municipaux). D'autres personnes qui ont trouvé par elles-mêmes une solution d'hébergement temporaire reviennent chez elles de leur propre chef. Mais dans certains cas, les diagnostics d'urgence qui peuvent être réalisés plusieurs jours après leur retour concluent à un danger résiduel nécessitant l'évacuation des occupants (classement jaune ou rouge). Lorsque l'arrêté de péril est pris, les occupants doivent à nouveau évacuer.

La multiplicité des intervenants pour les diagnostics est mal comprise par les habitants : services de la mairie, pompiers, inspecteurs AFPS ou pompiers risque bâtimentaire, experts d'assurance. Dans certains cas, il y a eu double diagnostic d'urgence (erreur de fichier le vendredi) avec des méthodes différentes (refus de donner les résultats pour l'AFPS en accord avec la mairie du fait de la sensibilité auprès de la population, affichage direct pour les pompiers). Par ailleurs, ces diagnostics successifs ont pu conduire à des conclusions divergentes. D'autre part, les impacts psychologiques de l'interdiction de séjourner ou de pénétrer (récupération des affaires personnelles) est très fort. Il est donc décidé au niveau de la mairie de faire apposer les arrêtés par la police municipale ou un médiateur avec l'appui de la gendarmerie si besoin. En théorie, la signature d'une décharge n'est pas acceptée.

La question du relogement conduit à des réactions très différentes entre locataires et propriétaires. Un nombre important de personnes vit dans des logements loués de qualité médiocre, et n'hésitent pas à quitter leur logement. A l'opposé, certains propriétaires-occupant ont investi dans leur logement, en rénovation souvent, et risquent de perdre beaucoup. Par ailleurs, les propriétaires sont souvent attachés à leur quartier et ne souhaitent pas le quitter. Le relogement, même temporaire a des conséquences sur la scolarité des enfants, et peut par ailleurs accentuer les difficultés financières des familles déjà en situation de précarité. 1/3 des locataires ont trouvé des solutions de relogement seuls.

La gestion du relogement ne se limite pas à la phase d'urgence. Les relogements en hôtels sont pris en charge par les assurances pour des durées variables selon les contrats : de 2 semaines à 3 mois selon les compagnies. Au-delà de cette période de prise en charge, les services de la mairie prennent le relais, mais aucun logement disponible au Teil. A la date de la mission de terrain, 70 personnes étaient encore accueillies dans les deux campings de la commune, mais la reprise de la saison touristique fin février implique de trouver d'autres solutions.

Les services de la mairie estiment que le séisme aura un impact sur les effectifs scolaires à la rentrée 2020. L'impact sur l'économie locale (commerces) n'est pas connu, mais est probablement important car de nombreux commerces en centre-ville étaient précaires.

Il ressort des discussions que les membres de mission ont eues avec les intervenants le 3 février une grosse demande d'information scientifique sur le phénomène pour être en mesure de mieux répondre aux questions des habitants. Des préoccupations sont aussi exprimées sur la « responsabilité » éventuelle de la carrière dans le déclenchement du séisme et de son impact sur les centrales nucléaires, ainsi que sur le risque résiduel. Les agents de terrain, en contact direct avec la population, ont le sentiment d'être démunis face aux questions des habitants sur le séisme et sur l'état des bâtiments.

Il est à noter qu'il n'y a pas de cellule psychologique pour le personnel au contact de la population.

5.1.2 La préfecture

La mobilisation de la préfecture de l'Ardèche est immédiate, car le séisme est directement ressenti par Mme le Préfet. Elle décide de se rendre au Teil dès que les remontées de terrain permettent d'identifier la zone touchée. Dès 12h30, elle convoque un centre d'opération départemental (COD) au Teil, puis ouvre avec le maire une cellule de crise. La cellule de crise est présidée par le préfet, et coordonne la gestion de crise avec la mairie.

Le plan ORSEC est déclenché le 11 dans l'Ardèche, mais pas le plan NOVI (nombreuses victimes) car le nombre de blessés recensés est très faible.

La mobilisation de la préfecture de la Drôme est différente. Elle est alertée par un grand nombre d'appels arrivant au centre de traitement des appels d'urgence. Le plan ORSEC est déclenché plus tard.

Pour la préfecture, les impacts du séisme correspondent à une catastrophe de niveau départemental, mais les capacités locales (pompiers, gendarmes) sont dépassées, et une mobilisation nationale est lancée. L'appui de l'armée est sollicité, mais elle n'est pas en mesure d'intervenir. Un appui de la Mission d'Appui de la Sécurité Civile (MASC) est demandé par la préfecture pour augmenter ses capacités de coordination. Il s'agit d'un dispositif assez récent permettant de trouver des renforts de personnels administratifs dans un vivier national de volontaires.

Après coup, le SIDPC considère que les besoins locaux d'aide à la coordination n'ont pas été suffisamment comblés par la préfecture, et que les départements voisins auraient pu être sollicités. Le SIDPC considère que la cellule d'urgence a néanmoins bien fonctionné du point de vue décisionnel (tous les décideurs mobilisés) mais qu'il a manqué des personnels techniques pour aider à la mise en œuvre des mesures de gestion de crise (techniques, administratives, etc...)

La préfecture n'avait pas d'action spécifique de préparation au risque sismique; seule une circulaire du Préfet avait été envoyée aux Maires pour rappeler la réglementation parasismique.

La communication (y compris scientifique) en temps de crise est du ressort de la préfecture. Le site de la préfecture n'avait pas de page dédiée au séisme du Teil, mais les comptes Facebook et Twitter donnaient régulièrement des informations sur l'événement.

5.1.3 Service départemental d'incendie et des secours - SDIS

Le séisme est perçu directement par les pompiers présents au Teil. Par ailleurs, immédiatement après la secousse, le centre de traitement des appels d'urgence est vite submergé d'appels. La secousse est décrite par beaucoup comme une explosion, et la confirmation de la survenue d'un séisme intervient tardivement. Le centre de secours opère donc des levées de doutes, et donne des consignes de sortie des bâtiments.

À partir de 15h, les sinistrés sont dirigés vers les gymnases, ouverts par la mairie pour servir de lieux d'hébergement d'urgence. Des tournées de reconnaissance pour estimer l'ampleur des dégâts sont faites au Teil et dans les communes voisines. Dans un premier temps le colonel Rivière estime que l'évaluation des dommages ne fait pas partie de la mission de secours des pompiers ; les demandes sont donc redirigées vers les services techniques de la mairie ou des entreprises spécialisées. À partir du 12 novembre, une meilleure prise de conscience de l'étendue des dégâts, et des problématiques de sécurité liées à la stabilité des bâtiments conduisent le SDIS et la cellule

de crise à demander la mobilisation d'experts bâtiments. Le Dispositif Urgence de l'AFPS est évoqué, confirmé par le COGIC, puis activé à midi. Le SDIS demande aussi la mobilisation de 3 équipes de pompiers du département spécialisés en sauvetage déblaiement.

Une difficulté évoquée par le colonel Rivière est l'absence d'évaluation complète de la situation, et l'absence de liste fiable des sinistrés. La quantification des forces à mobiliser et la gestion des interventions est donc difficile.

A partir du vendredi 15 novembre, un changement de stratégie est opéré par le COGIC/COZ pour augmenter la puissance de frappe dans la réalisation des diagnostics qui conditionnent la mise en sécurité des habitants. En conséquence, il est demandé la mobilisation de 30 binômes de pompiers formés au sauvetage déblaiement et au risque bâtementaire. 10 binômes de la zone de défense du Sud-Est et 20 des autres zones sont déployés. En parallèle un outil de remontée des diagnostics, développé par un pompier sur le format GoogleSheet, est déployé pour partager les données avec le COS et la mairie.

Au final, 3 800 diagnostics seront réalisés et 19 communes visitées par le SDIS. Au moment de la mission de terrain, les pompiers continuaient d'effectuer des missions d'accompagnement au domicile des occupants, sur demande de la mairie.

5.1.4 La gendarmerie et la police municipale

La gendarmerie a assuré, aux côtés de la police municipale du Teil, des missions de sécurisation des itinéraires, des déviations et la gestion de la circulation, ainsi qu'un appui aux missions des pompiers. La compagnie de gendarmes du Teil s'est mobilisée pour assurer la protection des personnes et des biens, de jour comme de nuit, et pour prévenir d'éventuels pillages. Un survol en hélicoptère de la zone sinistrée pour collecter des éléments de cartographie a été fait dès le 12 novembre. Des renforts de différentes régions sont intervenus pour assurer ces missions dans la durée. Au total, 2 250 gendarmes ont travaillé au Teil pendant les semaines qui ont suivi le séisme, sans compter les autres communes selon le retour d'expérience à chaud de niveau local réalisé par le Préfet (Souliman, 2020).

La police municipale a été mobilisée pour appuyer les services techniques de la mairie lors de l'apposition des arrêtés d'évacuation et pour faire de la pédagogie et veiller au respect de ces mesures de mise en sécurité.

5.1.5 Les organisations non gouvernementales et les associations

Les associations caritatives se sont mobilisées pour aider à l'accueil des sinistrés, préparer et distribuer des repas et intervenir dans les gymnases pour tenter d'apaiser les tensions que génèrent les situations d'urgence et de promiscuité. Dans le long terme, différentes initiatives culturelles et artistiques ont été mises en place autour du séisme, pour maintenir la vie culturelle.

Deux journées de solidarité ont été organisées par la mairie du Teil en novembre et décembre, avec repas partagé. Les associations y ont contribué, dans un objectif partagé avec la mairie de garder le lien et favoriser la solidarité.

Enfin, il faut noter la constitution d'un collectif de sinistrés, l'Association « Sinistrés du Teil » qui comptait en février 400 adhérents. Le collectif aide les sinistrés dans les démarches, et tient des réunions d'échanges.

5.2 Déploiement du Dispositif Urgence AFPS et perception en local

L'activation du Dispositif Urgence de l'AFPS est faite pour la première fois à l'occasion du séisme du 11 novembre. Ce dispositif récent n'était pas bien connu des acteurs, et la première mise en œuvre a permis de révéler des améliorations nécessaires. Un retour d'expérience spécifique a été organisé par la Cellule Urgence les 27 et 28 janvier, en interne à l'association puis avec les opérateurs institutionnels. Les comptes rendus de ces missions peuvent être lus sur le site de l'AFPS. Les éléments ci-dessous sont complémentaires. Ils sont issus des entretiens réalisés lors de la mission de terrain. Les différents acteurs ont tous salué l'engagement et la réactivité des inspecteurs bénévoles, ainsi que la qualité du travail effectué.

Au total, 43 bénévoles dont 39 inspecteurs ont été mobilisés sur 10 jours, et ont réalisé 600 diagnostics, essentiellement dans la commune du Teil.

5.2.1 Point de vue de la mairie et la préfecture

M. Peverelli a une très bonne opinion du Dispositif Urgence AFPS. Le maire souhaiterait néanmoins une remontée d'informations plus rapide, et une amélioration des outils permettant le partage d'informations. Il pointe également le besoin d'harmonisation entre les différents intervenants : AFPS, Pompiers, DDT. **Il envisage d'inclure la mention du dispositif dans le Plan communal de sauvegarde. Selon M. Peverelli, les améliorations souhaitables du dispositif seraient un commandement unifié, et des procédures de collecte des demandes, simples et harmonisées entre les différents niveaux d'intervention.**

Les cadres des services techniques directement en contact avec la coordination du dispositif ont également souligné l'utilité du dispositif. Une fois stabilisé, le flux d'information a été le suivant :

- la Direction des Services Techniques fournit une liste actualisée ;
- l'AFPS réalise les diagnostics et transmet les résultats à la DST ;
- la DST prend des arrêtés de péril pour les bâtiments classés jaune et rouge. Lorsqu'une intervention simple de sécurisation permettrait un reclassement en vert, ou lorsqu'un péril imminent est constaté, l'information est transmise aux pompiers pour action.

Le SIDPC a exprimé ses remerciements aux inspecteurs et à la Cellule Urgence de l'AFPS pour leur appui, leur réactivité et leur mobilisation. Le dispositif n'était pas connu avant en local, mais son déploiement est jugé décisif pour répondre aux besoins, même s'il n'a pas été utilisé de façon optimale par méconnaissance de ses capacités et modalités d'action.

Pour le SIDPC la chaîne de responsabilité est claire : l'AFPS est mise à disposition du directeur des opérations de secours, qui délègue au COS l'action.

5.2.2 Point de vue du SDIS

Du point de vue du SDIS, qui a découvert l'existence du dispositif à l'occasion du séisme du 11 novembre, la réalisation de diagnostics par deux entités (les pompiers et l'AFPS) a posé plusieurs questions qui n'avaient pas pu être anticipées.

Le diagnostic fait-il partie des opérations de secours ou de protection qui entrent dans le cadre des missions des pompiers ? Une fois les personnes évacuées (hors de danger), ce n'est pas certain. Ce point mériterait une clarification de doctrine.

Sous quelle autorité travaille l'AFPS ? Le directeur des opérations de secours (mairie préfet) ou directement le centre des opérations de secours ? Par soucis d'efficacité, notamment pour ce qui

est du partage d'information et de l'efficacité des interventions, les inspecteurs AFPS devraient être placés sous le commandement du COS. Cependant, le colonel Rivière considère que le problème de responsabilité juridique en cas d'accident ou d'erreur de diagnostic mérite clarification. Dans le cas du séisme du 11 novembre, il a été décidé d'héberger la coordination du dispositif AFPS aux services techniques de la mairie pour faciliter l'accès aux listes, et parce que le SDIS ne souhaitait pas porter la responsabilité de bénévoles.

Le Colonel Rivière mentionne également l'existence de pompiers formés au diagnostic (risque bâtementaire) selon un référentiel comparable à celui de l'AFPS (mais avec une formation différente). Il conviendrait donc de mieux délimiter les périmètres d'intervention et de coordonner les moyens déployés. Même si des cas de doublons ont été recensés, le SDIS considère qu'ils ont été limités. Un travail de coordination est en cours au niveau national entre l'AFPS, les sapeurs pompiers et l'Entente-Valabre en lien avec la DGSCGC et le COGIC.

Chaque SDIS comprend un corps de pompiers spécialisés en Sauvetage Déblaiement qui sont généralement mobilisés en appui des interventions lorsque la stabilité des ouvrages présente un danger pour les occupants ou les secours (feu, mouvement de terrain) ou en sécurisation des opérations. Ils ont été principalement déployés pour les interventions de sécurisation (cheminées, balcons, toitures, murs dangereux), pour des interventions courtes (moins d'une heure sauf exception validée par le commandement). Par ailleurs, des binômes de pompiers formés au risque bâtementaire ont été envoyés en renforts de toute la France. Selon le colonel Rivière, la mobilisation nationale aurait permis de maintenir le dispositif 2 semaines de plus si cela avait été nécessaire. Par ailleurs, des renforts des forces de sécurité civile FORMIS ont été mis à disposition du COS.

Il ressort aussi de l'expérience que pour clarifier les différentes natures d'intervention auprès des habitants, il serait nécessaire de différencier le terme diagnostic d'urgence du terme expertise, qui peut porter à confusion avec le passage des experts d'assurance.

Le retour d'expérience de la gestion de la phase d'urgence par le SDIS fait ressortir les pistes d'amélioration suivantes :

- la DDT aurait pu être plus impliquée pour prioriser les demandes d'intervention et apporter un appui en termes d'outils ;
- il est nécessaire de mener une réflexion sur l'utilisation la plus efficace des différentes organisations en capacité d'intervenir pour les diagnostics, en fonction de leur expertise technique et de leurs capacités de déploiement. Le SDIS suggère que l'AFPS se concentre sur le classement « jaune » ou « jaune passe en vert », pour lesquels l'expertise bâtementaire est la plus pointue. Cette réflexion est en cours au niveau national dans le cadre du dispositif urgence AFPS-DGSCGC ;
- le SDIS souhaite que la DGSCGC clarifie la mission des pompiers en cas de séisme.

Au regard des outils nécessaires pour assurer une bonne organisation des diagnostics et la remontée d'informations :

- le SDIS utilise le logiciel SETAG SIG, l'outil partagé GoogleSheet a été utilisé dès le samedi ;
- le retour d'expérience montre qu'il y aurait un intérêt à réaliser une analyse géographique : par exemple du nombre de diagnostics le long d'une route prioritaire ou d'une voie ferrée (sensibilité aux vibrations de trafic des bâtiments endommagés, risque de coupure d'une voie de circulation) ;
- l'adressage par logement, retenu par la mairie permet un suivi dans le temps par logement des actions, mais n'est pas compatible avec la démarche diagnostic d'urgence qui doit

considérer un bâtiment dans son ensemble. Elle a été la source de diagnostics multiples, et d'une perte d'efficacité sur le terrain ;

- il pourrait être envisagé de mettre en place un système de code barre (remis au moment de la demande) pour garantir la traçabilité dans le temps et satisfaire aux exigences de la RGPD ;
- la délimitation de zones d'exclusion ne s'est pas avérée efficace et n'a pas été respectée, peut-être parce que certains dommages n'étaient pas visibles (dommages à l'intérieur, murs fissurés restés en place).
- il paraît nécessaire de disposer d'une plateforme informatique qui permette la gestion des diagnostics, pour faciliter les tâches des techniciens sur le terrain, la communication en aval et en amont entre les différents intervenants et la traçabilité des résultats.

Du point de vue des interventions du SDIS, la gestion de crise était comparable à la tempête de 1999 (mais le corps sauvetage déblaiement n'existait pas à l'époque).

Certains pompiers mettent en doute la fiabilité et l'utilité de l'action des organisations non gouvernementales dans une situation de crise. Il conviendra certainement de poursuivre le travail de communication autour du dispositif et de valoriser l'expérience du Teil pour faire évoluer cette perception, en parallèle d'un travail nécessaire sur les outils, qui sera de nature à alimenter la confiance mutuelle et la coopération.

5.3 Confortement d'urgence

Lors de la visite de la ville en février, il a été observé que certains bâtiments avaient fait l'objet de confortement d'urgence divers et variés par les pompiers spécialisés en Sauvetage Déblaiement, lorsque la stabilité des ouvrages présentait un danger pour les occupants ou les secours. Par ailleurs, des entreprises ont également procédé à des étaitements en attendant de commencer les travaux.

Quelques exemples ci-dessous illustrent ces modes opératoires de plusieurs types :

- étaitement provisoire de structures horizontales en porte-à-faux essentiellement de type balcon ;
- renforcement de murs de façade de bâtiments présentant un déplacement hors plan type déversement suite à une rupture ou un début de dislocation ;
- ceinturage d'un édifice menaçant de s'écrouler suite à des fissures dans plusieurs murs ;
- mise en place d'encadrement et d'étais au droit des ouvertures sous linteaux ou voûtes fragilisées (portes et fenêtres).

Le plus souvent, des éléments en bois massif servent à la confection des contreforts et autres étais ; certains sont malgré tout réalisés en métal au moyen de profilés métalliques notamment le confortement visant à stabiliser les façades des bâtiments situés le long de la nationale N102.

Les éléments composant ces contreforts sont stabilisés dans leur plan par triangulation et ancrés généralement au sol ou dans un bloc de béton servant de lest pour éviter le glissement.



Figure 5-1 : Étalement provisoire de balcons.



Figure 5-2 : Étalement provisoire de linteaux ou voutes (Eglise de Mélas).



Figure 5-3 : Confortement de façade avec mise en place de contrefort : Route N102, Eglise, Bâtiment quartier Frayol.



Figure 5-4 : Mise en place d'une ceinture par câble autour du clocher de l'Église Mélas.



Figure 5-5 : Mise en place d'une ceinture par câble bâtiment R+1.

Dans l'ensemble les travaux de confortement étaient bien réalisés et efficaces dans leur conception et réalisation ; un cas a malgré tout suscité pas mal de questions quant à son efficacité : il s'agit de pose d'étais métalliques élancés de faible diamètre contre la façade pour bloquer son basculement avec un risque de flambement compte tenu de l'élancement des tubes mis en place.



Figure 5-6 : Tenue de façade avec des étais en tube métallique élancé.

On peut cependant mettre en question la stabilité de certains étaitements en façade, qui s'appuient sur des blocs béton non scellés et qui pourraient glisser en cas d'effort horizontal important.



Figure 5-7 : Exemples de dispositions probablement insuffisantes pour la stabilité de l'étalement.

5.4 Diffusion de l'information dans les médias et les réseaux sociaux

L'analyse de la presse accessible sur internet fait référence à environ une quarantaine d'articles entre le 11 novembre et le 17 mars. Après les infos « en direct » sur le séisme suivent la description de l'évènement et les impacts, notamment sur les centrales. Les premières hypothèses de l'origine du séisme commencent à apparaître, notamment la cause anthropique avec l'exploitation de l'usine Lafarge. Au moins au niveau national, les informations sur le séisme sont rapidement remplacées par les actualités sur l'épisode neigeux qui a touché les grandes villes de la région, notamment Valence, dans les jours suivants. Ce sont ensuite les conséquences qui sont mises en avant et l'attente de la reconnaissance de catastrophe naturelle. Le soutien aux sinistrés et les solidarités font l'objet des attentions une fois la phase d'urgence dépassée. A partir de mi-janvier les activités liées à la reconstruction sont diffusées tout comme les soutiens financiers (privés émanant des solidarités et publics). Enfin le 17 mars, une nouvelle crise (COVID-19) inquiète pour le futur de la commune mais également pour les personnes qui sont relogées (hors logement habituel).

6 Comportement et endommagement des ouvrages

La carte ci-dessous permet de localiser les ouvrages dont les dommages sont étudiés dans cette partie.

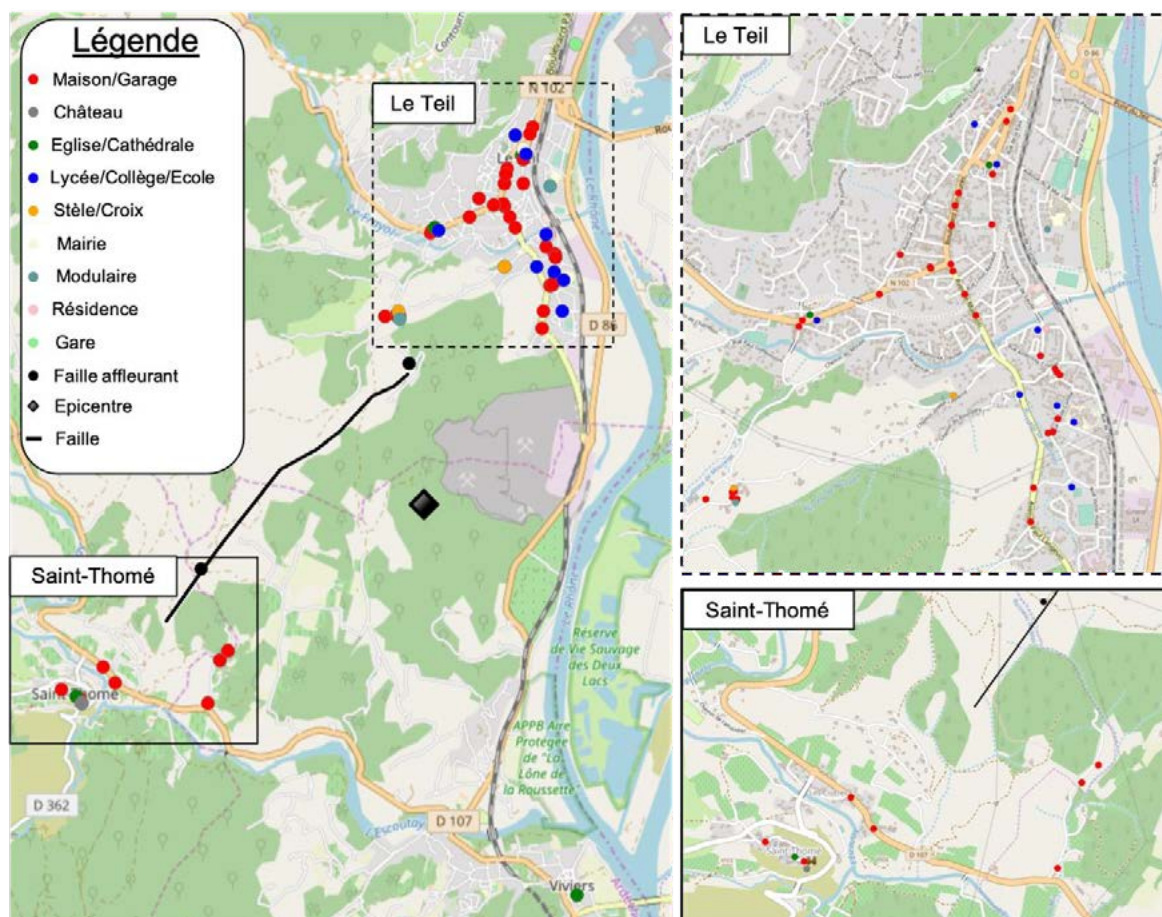


Figure 6-1 : Localisation des ouvrages étudiés dans le chapitre 6.

6.1 Habitations

6.1.1 Habitat Individuel ancien

L'habitat individuel ancien est majoritairement en maçonnerie avec des constructions utilisant principalement des pierres brutes, des moellons (Figure 6-2). La classe de vulnérabilité selon l'échelle EMS98 (Grünthal, 2001) pour ces ouvrages est de A ou B.

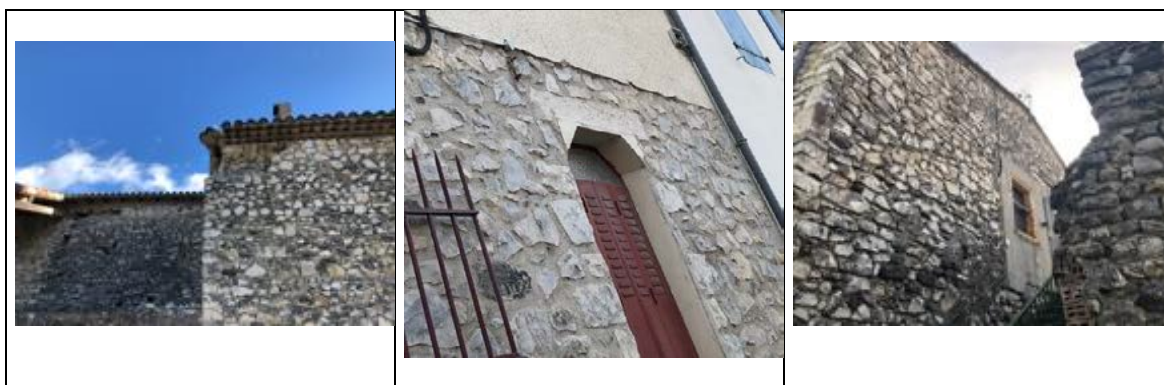


Figure 6-2 : Exemple de maçonnerie en moellons et en pierres brutes.


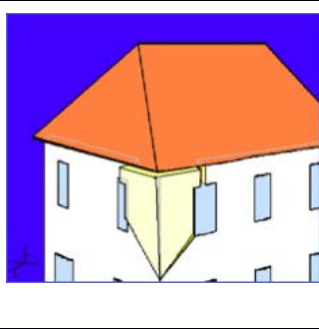



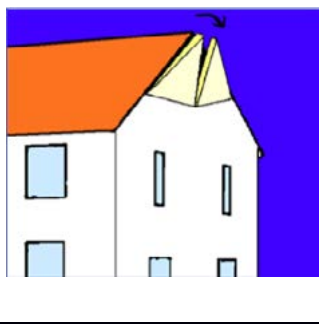
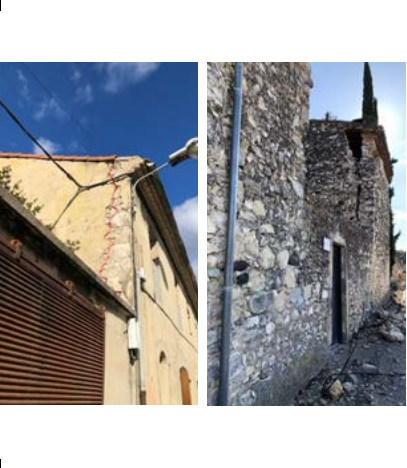

L'habitat individuel ancien est celui qui a été le plus impacté par le séisme. En particulier, les habitations ayant déjà une dégradation initiale induisant une augmentation non négligeable de la vulnérabilité et l'absence de dispositions constructives permettant de résister à des sollicitations sismiques, sont celles qui ont atteint un niveau de dommage le plus important.

Les dégâts présents initialement pouvaient atteindre une intensité II sur l'échelle EMS98, selon des témoignages recueillis sur place et en s'appuyant sur des images antérieures au séisme obtenues sur « Google street view » (Figure 6-3).



Figure 6-3 : Exemple de dégâts préexistants - gauche : Google street view (12/10) ; droite : photo mission.

Sur la Figure 6-4, des mécanismes de défaillance classiques pour les bâtiments en maçonnerie sont illustrés avec des schémas explicatifs extraits de l'outil MEDEA (Papa & Zuccaro, 2004).

		<p>Défaillance d'angle par absence de chaînage. Ligne de rupture au niveau des appuis de chevrons et pannes.</p>
		<p>Rupture liée au martèlement cyclique de la charpente sur le mur et affaiblissement local par les ouvertures.</p>
		<p>Défaillance en tête du mur pignon induite par le martèlement cyclique de la poutre faîtière.</p>
		<p>Basculement de la façade par absence ou mauvaise connexion au sommet et aux murs orthogonaux. Ligne de rotation au niveau de la jonction avec structure adjacente.</p>

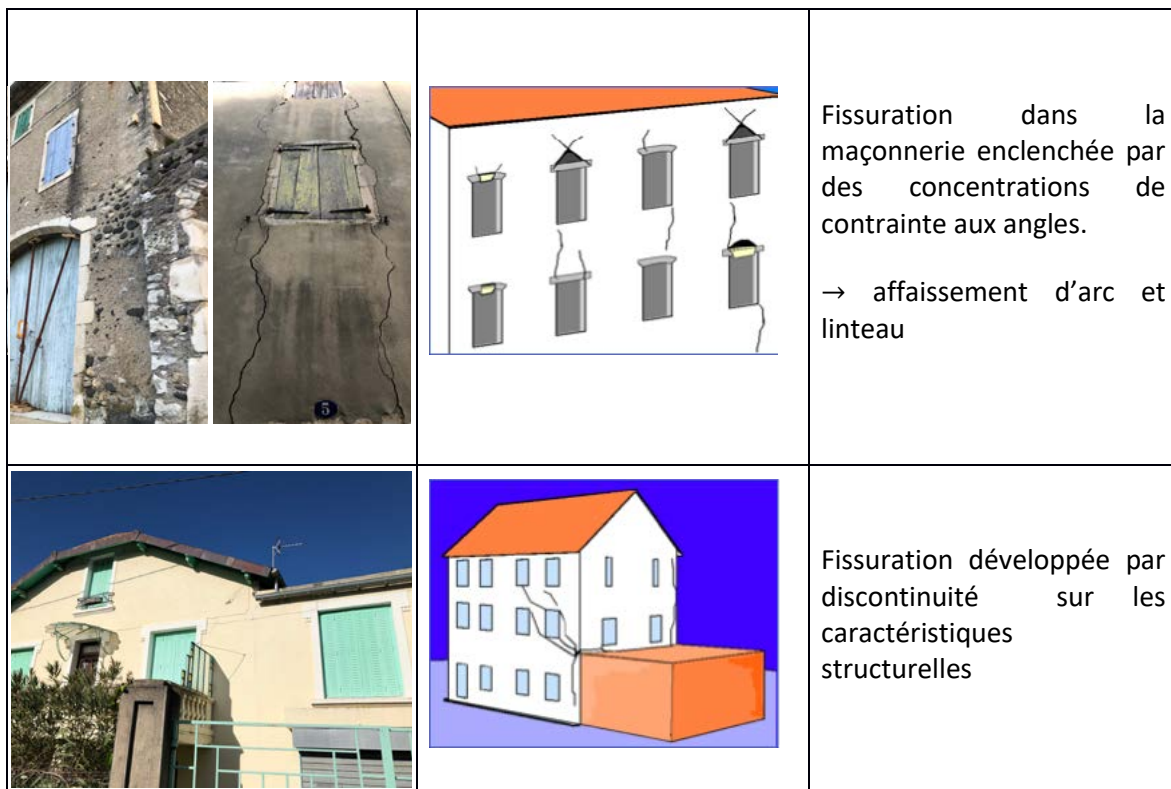


Figure 6-4 : Exemple de mécanismes de rupture – illustration mécanismes (MEDEA) – principe/fonctionnement rupture (Papa & Zuccaro, 2004).

6.1.2 Habitat Individuel récent

Globalement, très peu de dommages structurels ont été observés sur les constructions récentes, ce qui est confirmé par les ingénieurs ayant travaillé sur le terrain en tant qu'experts structures pour un diagnostic post-sismique (bureau BETEBAT, SOCOTEC, Bureau Veritas). Plusieurs exemples de maisons en construction ont pu être observés. Elles présentaient des chaînages horizontaux et verticaux, mais les chaînages de rampant en pignon n'étaient pas systématiques.



Figure 6-5 : La Rouvière, exemple de maison individuelle de type rez-de-chaussée en maçonnerie de brique simple en construction sans dégât apparent.

Cette maison située à 200m des bâtiments en pierre de type ferme (Figure 6-5 et Figure 6-6), très endommagés et effondrés, ne comporte aucun dégât apparent ; un entretien avec une personne

sur site indique que seule la charpente du garage situé à l'arrière de la villa en fin de construction a subi un léger dégât.



Figure 6-6 : Bâtiment de corps de ferme en maçonnerie de pierre non chaînée à proximité de la Rouvière.

Sur les Figure 6-7 et Figure 6-8, on observe d'autres maisons récentes n'ayant pas subi de dégâts, en comparaison avec des habitations situées à environ 400m et de conception plus ancienne.



Figure 6-7 : Viviers - Exemple de maison individuelle en maçonnerie R+1 sans dégât apparent -b) Maison en pierre très endommagée située à 400m c) Maison en maçonnerie endommagée suite tassement de sol dû au séisme.



Figure 6-8 : Le Teil, rue Joseph Lapierre –Maison à ossature bois sans dommages de structures. Les cloisons et doublages en plaques de plâtre ont systématiquement fissuré au niveau des jonctions plafond/cloisons, le mur du portail est fissuré horizontalement à la base et une construction située en face du portail, en pierre (chapelle), s’est effondrée.



Figure 6-9 : Le Teil, rue Joseph Lapierre –Maison récente (10 – 15ans). Une poutre de décoration en béton préfabriqué au niveau de la terrasse s’est désolidarisée. Au niveau de l’appui de la poutre, et sur le pignon opposé, le chaînage horizontal est rompu par défaut de recouvrement des barres et défaut d’ancrage.

Dans le quartier Frayol, rue Combe, proche du lycée, un garage en rez-de-chaussée de conception plus ou moins récente a attiré notre attention. A l'angle Nord Est, on observe une fissure de type rejet, qui montre un déplacement d'environ 1cm du mur par rapport à sa base qui se traduit par glissement Nord-Est et une légère rotation. Par ailleurs, on observe le rejet en façade avant Nord qui se traduit par un déplacement horizontal de plus de 1cm du chaînage de ré-empennage par rapport au reste du mur. Cela résulte, a priori, d'un défaut de liaison entre chaînage tête de mur et mur ou béton de ré-empennage de la charpente non solidaire du chaînage béton tête de mur.

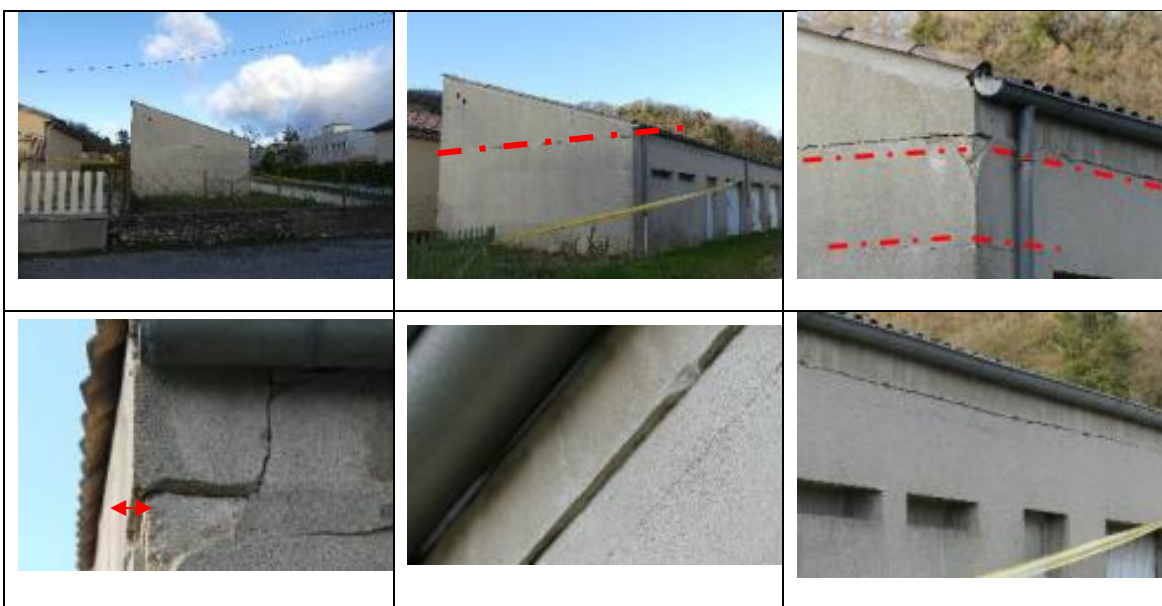


Figure 6-10 : Cas particulier d'un garage en maçonnerie - quartier Frayol.

6.1.3 Habitat collectif (HLM)

Les bâtiments d'habitat collectif dans l'ensemble réalisés en béton armé n'ont pas subi de désordres majeurs ; les ouvrages vus ne présentent pas de dégâts apparents significatifs et visibles de l'extérieur. Ce constat a été confirmé par les différents intervenants rencontrés sur place et ayant fait l'objet d'interviews.



Figure 6-11 : Exemple de bâtiment en béton armé R+4 -collectif habitation, rue Adrien Jouve, quartier Frayol.

6.2 Bâti scolaire et public

6.2.1 Ecoles maternelles et primaires du Teil


La commune compte 7 écoles publiques. Les diagnostics des écoles sont faits par un bureau d'étude et la sécurisation immédiate par les pompiers. L'inspection des établissements révèle que 4 écoles ne sont pas endommagées, pas de chute d'élément lourd constatée, quelques chutes de

faux plafond. Pour les autres, les classes doivent être déplacées, mais toutes les écoles (sauf l'école de Frayol Haut) sont ré-ouvertes et peuvent accueillir des bâtiments temporaires de type Algeco.

Le SDEA (syndicat départemental) recrute un cabinet d'architecte pour identifier les besoins et programmer les travaux pour une réouverture des écoles en janvier 2020. Une école est en construction à côté des services techniques rue Chamontin (projet antérieur au séisme) avec une ouverture prévue en janvier 2020. Elle devait déjà remplacer l'école Frayol Haut, vétuste. En attendant, les modules Algeco ont été installés à côté du futur emplacement.

Tableau 1-2: Etat d'endommagement du bâti scolaire public.

Ecole	Structure	Etat	Photo avant séisme (Google)
Astier place Voltaire	Béton armé, travaux réalisés il y a 10 ans	Rien à signaler	
Frayol Haut avenue Henri Barbusse	Maçonnerie	Détruite	
Violette 9 rue Victor Hugo	BA	Rien à signaler	
Frayol Bas rue Adrien Jouve	BA	Rien à signaler	
Centre 3 place Jean Macé	Maçonnerie	Toiture désolidarisée, dégât au 1 ^{er} étage	
Maternelle Mélas		Rien à signaler	

7 avenue Vaillant Couturier			
Ecole élémentaire Mélas 7 avenue Vaillant Couturier	Maçonnerie	Domages	

6.2.2 Lycée technique privé Saint André

Le lycée technique privé Saint André situé dans le quartier du Frayol -18 rue Emile Combe – a subi des dommages plus ou moins sévères. Une liste plus exhaustive détaillée par bâtiment du lycée est fournie ci-après.

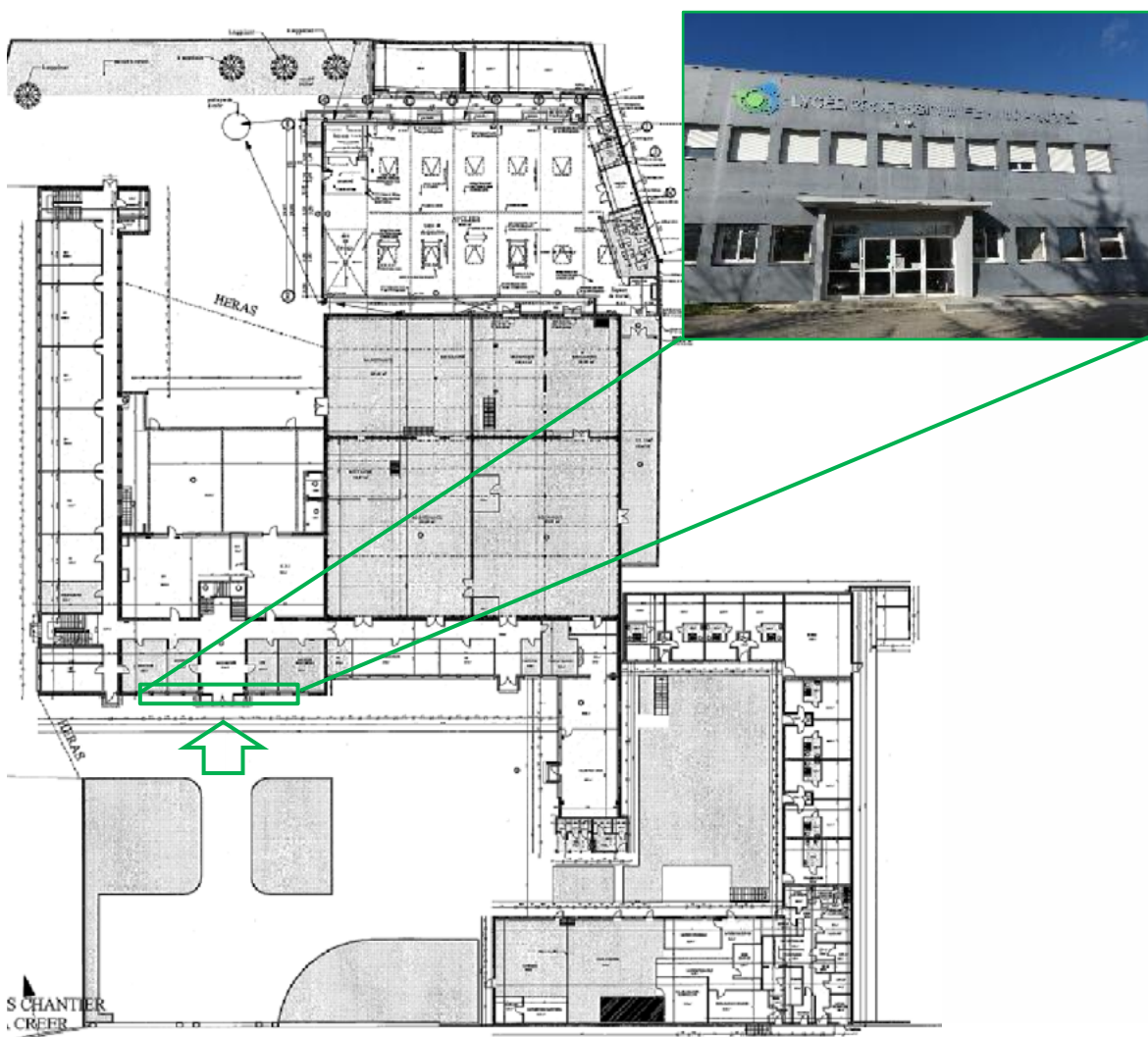


Figure 6-12 : Vue de la façade principale du lycée technique privé Saint André et plan de masse de l'établissement.

Le lycée se compose de plusieurs bâtiments :

- bâtiment principal datant de 1959 : R+1 construit par Lafarge ;

- bâtiment internat/restauration 2001 : simple RdC ;
- bâtiment ateliers électricité et mécanique 30 ans ;
- bâtiment "préau" rénové en 2014 transformé en salles de classe : charpente bois ;
- bâtiment extension atelier industriel 2011 : charpente métallique ;
- bâtiment annexe hors du lycée : fermé, 56 avenue Paul Langevin.

Le bâtiment industriel en charpente métallique est le bâtiment qui offre en apparence le moins de désordres. Le bâtiment principal est le plus endommagé ; les autres bâtiments montrent des dégâts mineurs type faux-plafonds ou équipement détériorés.

Bâtiment principal en béton armé :

Ce bâtiment principal en ossature poteau-poutre béton armé avec remplissage en panneaux de maçonnerie briques est un bâtiment R+1 (orienté Sud-Est / Nord-Ouest) en forme de L et constitué de 4 blocs séparés par un joint de dilatation (longueur d'un bloc $\approx 14\text{m}$).

Il comporte au 1er étage des salles de cours et au rez-de-chaussée les locaux administratifs.

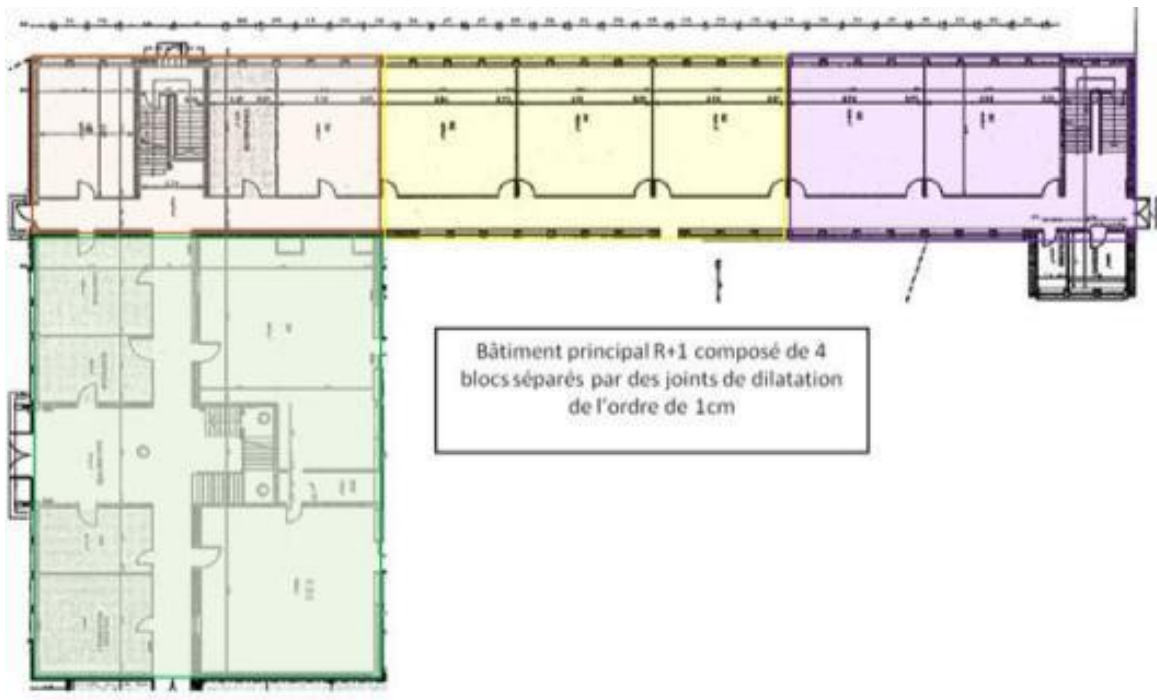


Figure 6-13 : Vue en plan schématique du bâtiment principal R+1 avec les 4 blocs de bâtiment.



Figure 6-14 : De gauche à droite : vue façade nord couloir du 1^{er} étage Blocs 1 et 2 ; vue façade sud salle au 1^{er} étage ; vue mur refend salle au 1^{er} étage ; vue salle au rez-de-chaussée.

L'analyse visuelle de la structure du bâtiment permet de donner les informations suivantes :

- les poteaux sont en béton armé ;
- les refends au 1er étage sont en cloison de briques de 10cm d'épaisseur pour la séparation des salles de classe ;
- la plancher haut 1er étage est constitué d'une charpente métallique (avec un faux plafond en plaque de plâtre) ;
- le plancher haut en rez-de-chaussée est constitué a priori d'une dalle béton armé ou poutrelle hourdis (présence d'un faux plafond en plaque de plâtre ne permettant pas de voir la dalle).





			
Joint de dilatation sur mur 1er étage	Poteau béton armé (acier rond lisse)	Cloison en brique	Charpente métallique plancher haut 1er étage

Figure 6-15 : Détails d'éléments de construction du bâtiment principal.

Les dégâts observés sont d'amplitude variable et très marqués au 1er étage ayant subi le déplacement le plus important lors de la secousse tellurique. On recense notamment :

- des poteaux en béton armé de section carrée :
 - des éclats du béton sont visibles. Ils sont essentiellement dus au phénomène de carbonatation du béton (gonflement des aciers corrodés ; résultat de la diffusion du CO₂ de l'atmosphère à travers la phase gazeuse du béton) ; lors du mouvement imposé par le séisme, une "purge" de ces éclats a été réalisée ;
 - un cisaillement des poteaux béton armé bridés par les allèges maçonnées ;
- des cloisons de séparation en brique : poussée des refends en brique contre le poteau béton armé qui a causé un écrasement de la maçonnerie et un début de désintégration des extrémités de ces panneaux de remplissage.



Figure 6-16 : Façade : Cisaillement des poteaux en béton armé bridés par les allèges maçonnées Zoom et vue large .



Figure 6-17 : Écrasement du panneau de remplissage sur le poteau en béton armé (P1090013) (Zacek, 1996).

Le bâtiment métallique de l'atelier de mécanique :

Le bâtiment atelier mécanique est un bâtiment de type hangar métallique classique 6 travées avec un contreventement longitudinal de type palée de stabilité triangulée et dans le sens transversal des portiques rotulés en pied (encastrement poteau-traverse en tête). Le diaphragme est assuré dans le sens transversal par une poutre au vent axée sur les palées de stabilité verticales. Il est à noter l'absence de poutre au vent longitudinale.

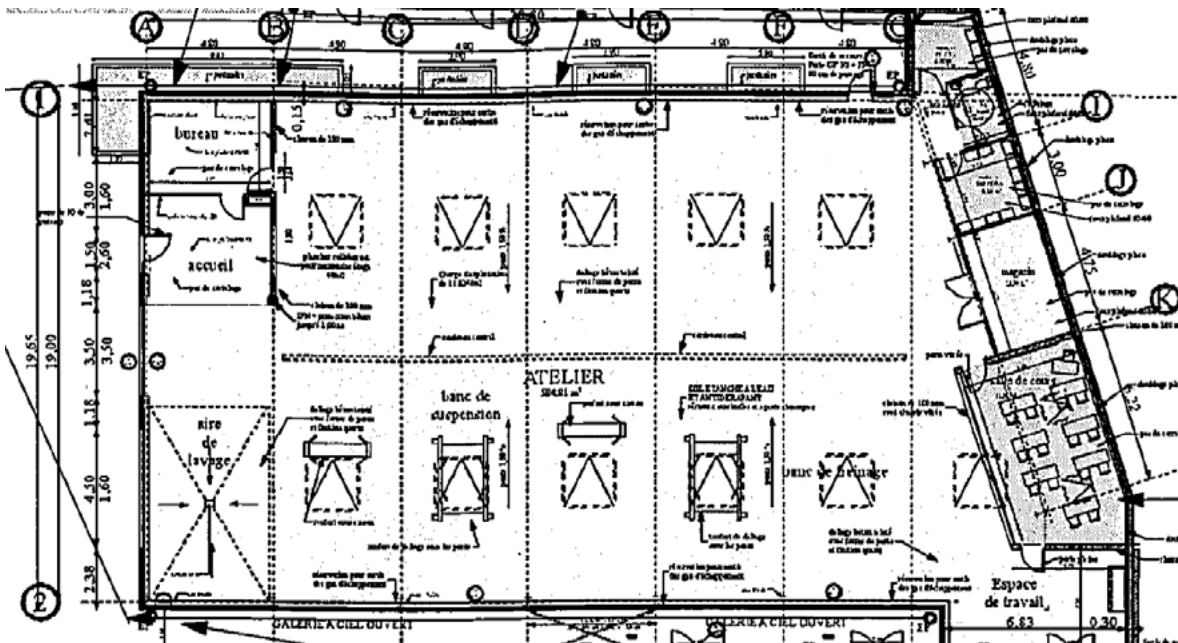


Figure 6-18 : Plan de masse de l'atelier de mécanique.



Figure 6-19 : Vue globale des portiques métalliques, de la palée de stabilité type diagonale et du rein de portique encastré.

Aucun dégât majeur n'a été relevé lors de la visite, toutefois il a été constaté sur une travée le flambement de quelques liernes et le déversement plus un désalignement des pannes par rapport aux autres. Une dissymétrie des charges portées par les portiques peut-être à l'origine de ce résultat : à l'extrémité du hangar, deux portiques supportent une pompe à chaleur de 1800kg disposée sur la toiture. Lors de la secousse tellurique, il y a suspicion que cet équipement ait induit une augmentation du déplacement des deux portiques la supportant.



Figure 6-20 : De gauche à droite : vue sur les 2 portiques métalliques concernés ; dispositif de supportage sur portique; emplacement de la pompe à chaleur sur la toiture.



Figure 6-21 : Du centre à droite : flambement de lierne ; déversement et désalignement de la panne faitière. Photo de gauche prise de loin.

Ce type de comportement au séisme est connu et le désordre est typique de charpentes conçues avec un déséquilibre des masses supportées par les portiques en l'absence de poutre au vent longitudinale. Sans diaphragme horizontal de toiture, les déplacements transversaux différentiels peuvent apparaître entre les structures plus sollicitées (masse supportée plus importante) et les portiques courants. Ces déplacements différentiels doivent être limités afin qu'ils ne soient pas susceptibles d'endommager la structure ou les éléments qu'elle supporte (intégrité mécanique des pannes et acceptabilité des déplacements des bacs de couverture sans risque de chute).

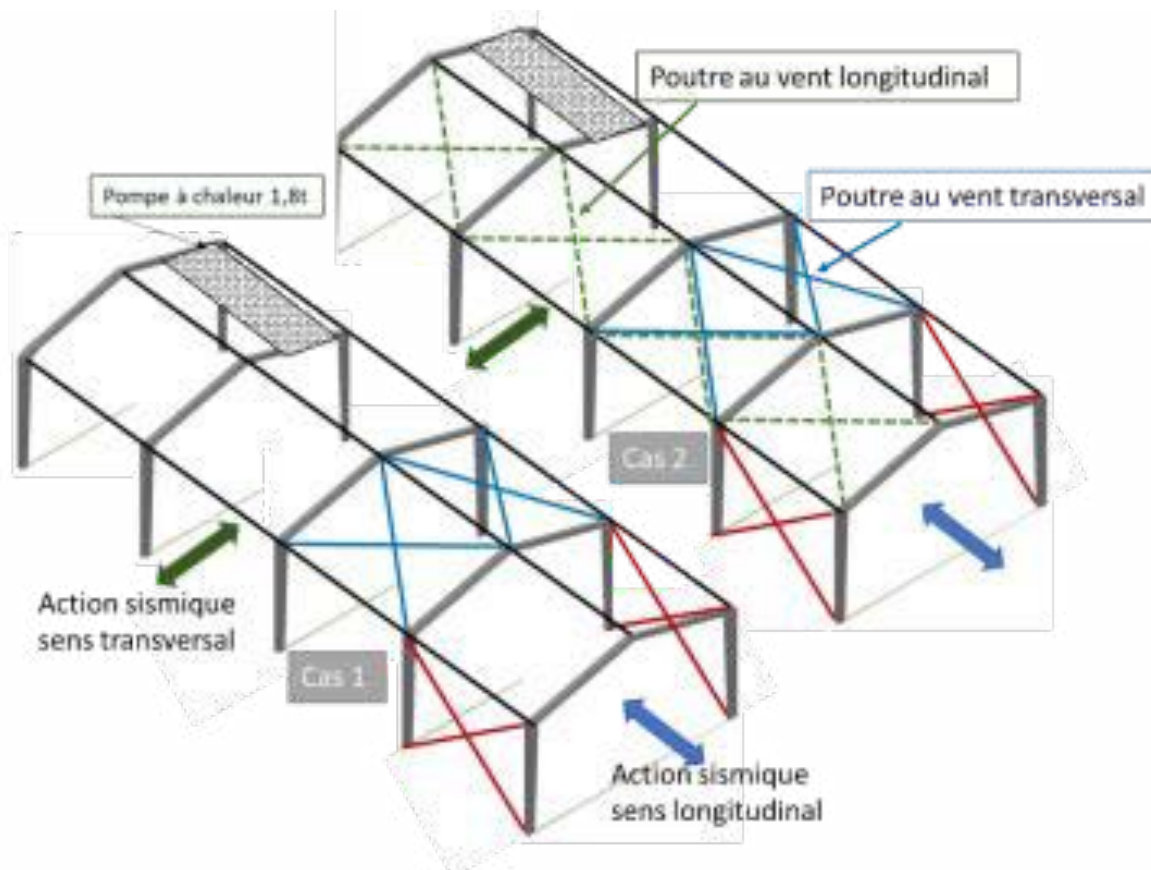


Figure 6-22 : Illustration du principe de diaphragme en toiture : cas 1) sans poutre longitudinale au vent ; cas2) avec poutre longitudinale au vent (AFPS). (Image basée sur une illustration issue du livre AFPS- Dispositions constructives parasismiques)

Dans notre cas (ici illustré par le cas 1), l'absence de poutre au vent de façade peut expliquer l'observation que les deux portiques les plus chargés se sont le plus déplacés. Usuellement un tel défaut de conception survient lorsque des charges additionnelles (ici un équipement de 1800Kg) sont omises lors du dimensionnement.

Les bâtiments en maçonnerie des ateliers

L'atelier Est est un ouvrage en maçonnerie avec une toiture en charpente métallique appuyée sur un mur en maçonnerie. La liaison poutre métallique/chaînage béton armé - tête de mur est réalisée par une platine métallique ancrée au moyen de chevilles métalliques à expansion de type goujons dans le mur (chaînage béton ?). Au droit de l'ancrage sont apparues des fissures et dégâts de type éclatement du mur ou début d'arrachement de la cheville. Lors de la secousse, les murs plus massifs ont imposé leur déplacement à la poutre. Les poutres métalliques se sont comportées comme des tirant-butons en stabilisant ces murs, provoquant une concentration d'efforts au droit des ancrages ce qui a entraîné soit l'endommagement du béton soit le desserrement des écrous de goujons ou le glissement/arrachement de ces derniers.



Figure 6-23 : Endommagement au droit de l'ancrage de la poutre métallique de toiture dans le mur en maçonnerie.

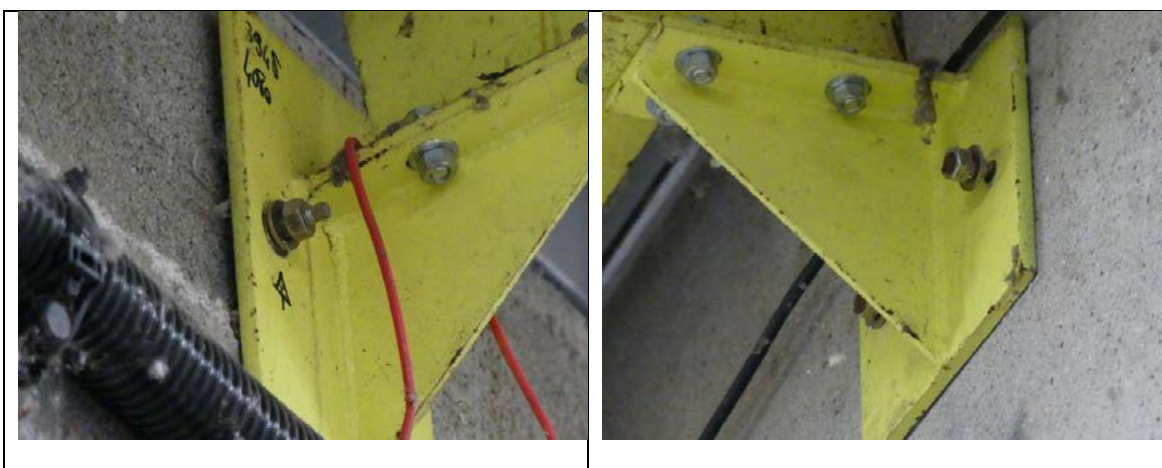


Figure 6-24 : Desserrement des écrous et glissement du goujon du support mur.

6.2.3 Le lycée polyvalent Xavier Mallet

Le lycée polyvalent Xavier Mallet situé dans le quartier du Frayol - rue Frédéric Mistral - a subi des dommages sévères et sera a priori démolé pour reconstruction (selon les Services Techniques de la commune) vu l'ampleur des dégâts, ou conforté (selon le BET Betebat) par chemisage des poteaux endommagés.

Le bâtiment internat situé juste à côté et réalisé en voile béton armé ne déplore aucun désordre visible ; il sert de refuge à l'administration depuis ce jour.



Figure 6-25 : Vue de la façade principale lycée polyvalent Xavier Mallet, rue Frédéric Mistral - Quartier Frayol.

Le lycée est un bâtiment de type R+1 construit en 1991, il est doté d'une structure de type poteau poutre avec de nombreux éléments préfabriqués et les poteaux encastrés en pied. L'ensemble de l'édifice est fondé sur pieux. La structure de contreventement est de type poteaux encastrés en pied avec quelques voiles en béton armé. Lors de la secousse les cages d'escalier constituées de voiles plus rigides que le reste de l'ouvrage semblent avoir été le plus impactées. Par ailleurs, Les poteaux encastrés présentent des fissures de cisaillement en pied et en tête ; enfin, il a été constaté des déplacements différentiels entre la toiture et son supportage ; ceci peut être la cause d'une liaison par clavetage ou appui simple entre ces éléments de structure.

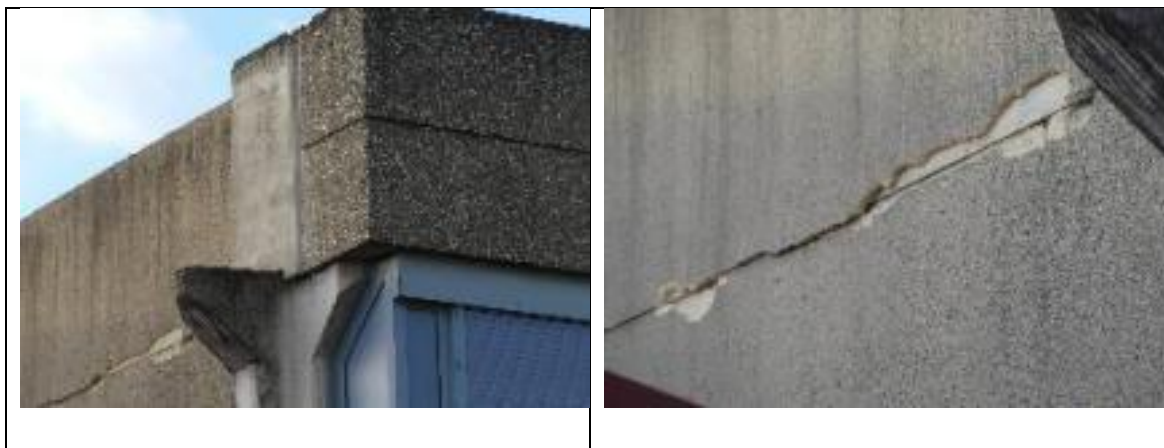


Figure 6-26 : Vue d'une poutre préfabriquée et du déplacement différentiel entre celle-ci et l'infrastructure.



Figure 6-27 : Vue de poteaux préfabriqués, endommagés en tête.

6.2.4 La mairie du Teil

La mairie du Teil est une construction ancienne du centre-ville en R+2. Elle présente des désordres surtout à l'intérieur. L'escalier principal est fissuré et a été immédiatement étayé pour utiliser la salle du conseil comme PC de crise. Le deuxième étage est condamné à cause des fissures aux cloisons, et des chutes de faux-plafond. Certaines fissures ont été équipées d'extensomètres qui au moment de la mission de terrain ne présentaient pas de déplacement notable. Après coup, le maire a regretté d'avoir utilisé la mairie comme PC de crise compte tenu de l'endommagement, bien que dans l'urgence ce choix paraissait alors adapté et efficace. Etant donné l'état d'endommagement de l'escalier, même avec un étaielement, l'utilisation du bâtiment n'est pas recommandée, en particulier pour une ouverture au public.



Figure 6-28 : Mairie du Teil – dommages intérieurs.

6.2.5 L'École de Puygiron

Le village de Puygiron a probablement connu un effet de site topographique, car les bâtiments endommagés sont situés au sommet d'une colline, et la commune se trouve assez éloignée de l'épicentre. L'école de la commune est restée ouverte, en dépit de quelques fissures superficielles en façade, une dégradation de corniches sous la toiture, et des fissures dans les cloisons et revêtement intérieurs. Il s'agit d'un bâtiment ancien en pierre, situé au point haut du village.



Figure 6-29 : École de Puygiron – faible endommagement.

6.3 Autres éléments

6.3.1 Les cheminées

Dans les premiers jours une bonne partie des interventions des pompiers ont concerné la sécurisation ou la démolition des cheminées. La commune du Teil a été très touchée.

Lors de la visite de la ville, certains vestiges, traces de l'emplacement des cheminées ou des résidus au sol sont encore visibles.

Le principe de l'accroche de ces cheminées semble être quasiment le même : une forme cylindrique creuse en brique accrochée au bâtiment par le biais de fers scellés dans le mur pignon et dépassant de l'ordre de 1 à 2 m la toiture. Lors de la secousse tellurique ces « chandelles » élancées subissent de forts déplacements en tête et se disloquent ou s'arrachent de leur support mur maçonné.

Dans plusieurs cas, ces cheminées tombées sur le toit ou menaçant de s'effondrer ont été abattues par les pompiers en prévention du risque de chute.



Figure 6-30 : Cheminée désolidarisée du bâtiment; à droite photo « Google Street view » avant séisme.



Figure 6-31 : Cheminée endommagée -quartier Frayol bas; à droite photo « Google Street view » avant séisme.

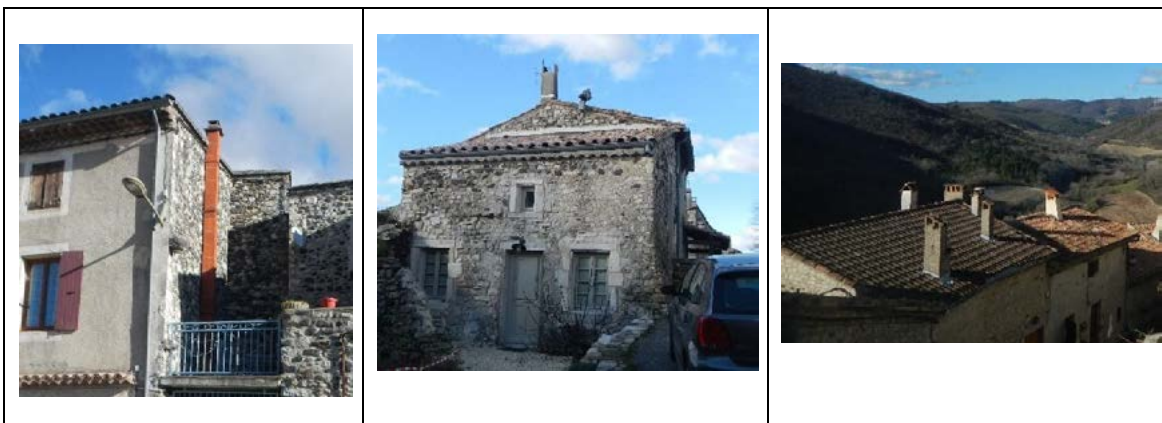


Figure 6-32 : Cheminée correctement tenue, non endommagée, Saint-Thomé, RD107, exemple de cheminée ayant perdu sa mitre et de cheminées intactes à proximité, Saint-Thomé.

6.3.2 Les équipements lourds

Lors de la visite du lycée il nous a été rapporté que plusieurs équipements lourds se sont déplacés lors du séisme.

La visite des locaux a permis de constater que des équipements posés au sol tels que des machines utilisées par les lycéens pour leurs travaux, se sont déplacés tous dans la même direction dans un mouvement de rotation les déplaçant de leur position initiale latéralement d'environ 10 cm.

De même, il nous a été signalé que la pompe à chaleur de 1 800 kg posée sur la toiture métallique de l'annexe Atelier lors de sa mise en mouvement s'est déplacée de son socle tout en sollicitant les portiques métalliques support (6.2.2).





Figure 6-33 : Équipements ayant subi un déplacement et une rotation par rapport à la position initiale.



Figure 6-34 : Pompe à chaleur sur la toiture d'un bâtiment métallique de mécanique.

6.3.3 Les stèles et les murs

Dans le cimetière du Frayol, le séisme a entraîné la fragilisation et le basculement de plusieurs stèles.



Figure 6-35 : Cimetière du Frayol – basculement de stèles.

Les basculements observés concernent des stèles orientées dans la direction nord - sud. Sur les stèles orientées dans la direction est-ouest (environ 1/5 des pierres tombales du cimetière), aucun dégât n'a été constaté. Ces éléments peuvent laisser supposer une composante sismique plus importante selon la direction nord – sud. Néanmoins, des calculs et données complémentaires sont nécessaires pour conforter cette hypothèse.

Il est à noter également que la croix en pierre à l'entrée du village de la Rouvière est tombée suite au séisme.



Figure 6-36 : Croix – village de la Rouvière.



Eglise de Saint-Thomé - Les décorations en forme de pyramide ont pivoté sur leur socle d'environ 20°



Le Teil - Pilier ayant pivoté, rue Joseph Lapierre

Figure 6-37 : Exemple d'éléments lourds ayant été déplacés.



Le Teil, rue Joseph Lapierre : de mur parapet ayant basculé (phénomène hors plan)



Le Teil, rue Joseph Lapierre : ruine hors plan d'un mur de soutènement de 1m de haut en maçonnerie

Figure 6-38 : Exemples de murs mal réalisés avec ruine hors plan.

6.3.4 Les cloisons et le second œuvre

On trouve principalement deux types de cloisons. Les cloisons lourdes en briques ont fissuré avec une forme caractéristique suivant les joints entre briques. D'autres se sont désolidarisées des murs de façades. L'endommagement rend parfois les cloisons instables hors plan.



Figure 6-39 : Exemples de fissures dans les cloisons en briques.

Les cloisons en plaque de plâtre présentent des fissures droites au niveau des raccords entre plaques, de la limite isolation/mur ou au niveau de la liaison cloison/plafond.



Figure 6-40 : Exemples de fissures dans les cloisons en plâtre.

6.4 Les infrastructures et les réseaux

Une mission du Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable (CGEDD) a fait l'état des dommages pour les biens non assurés de l'État. Une telle mission est déclenchée après chaque catastrophe pouvant impacter ce type de biens et sert de base à la commission qui définit l'éligibilité des dommages au fond de soutien du ministère de l'intérieur et évalue la contribution du Ministère de la Cohésion des Territoires aux travaux de réparation. Une inspection de l'Inspection Générale des Armées (Ministère des Armées) a aussi été évoquée. La mission du CGEDD ne relève pas de dommages majeurs pour les bien non assurés de l'État (constructions, ouvrages routiers, infrastructures assainissement, eau pluviales et eaux usées).

Le Centre d'Etudes et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA) qui a été questionné sur les diagnostics qui ont été réalisés sur les ponts, n'a pas non plus indiqué de dommages significatifs. Autoroutes du Sud de la France n'a constaté aucun dégât sur ses ouvrages d'art. Quelques tassements de talus ont été signalés, mais il est difficile de distinguer l'impact du séisme de celui des conditions météo de l'automne.

Le long de la digue du canal du Rhône, au sud de Châteauneuf, se trouve une conduite de prise d'eau (irrigation) d'1 m de diamètre simplement posée sur des poteaux supports. Il a été constaté un glissement de la conduite d'environ 1 cm sur l'un des poteaux et non sur les autres (la conduite semble intacte par ailleurs). Ce glissement résulte du déplacement relatif d'un des poteaux par rapport aux autres lui-même pouvant s'expliquer par le fait que chaque poteau est sur un talus séparé par un ruisseau. L'un des talus peut s'être affaissé légèrement entraînant le poteau support.



Figure 6-41 : Faibles déplacements relatifs observés au niveau des appuis d'une conduite e prise d'eau.

6.5 Les monuments historiques

6.5.1 Le contexte global

La région du Teil présente un nombre important de monuments historiques classés. Sur la zone d'investigation du GIM délimitée dans le rapport provisoire (Schlupp et al., 2019) à laquelle s'ajoutent les communes déclarées en catastrophe naturelle, pas moins de 124 monuments sont

classés (voir Figure 6-42). Ces monuments sont très divers (borne, croix, église, etc.). Dans le cadre de la mission, des églises et un château ont fait l'objet d'une analyse plus approfondie.

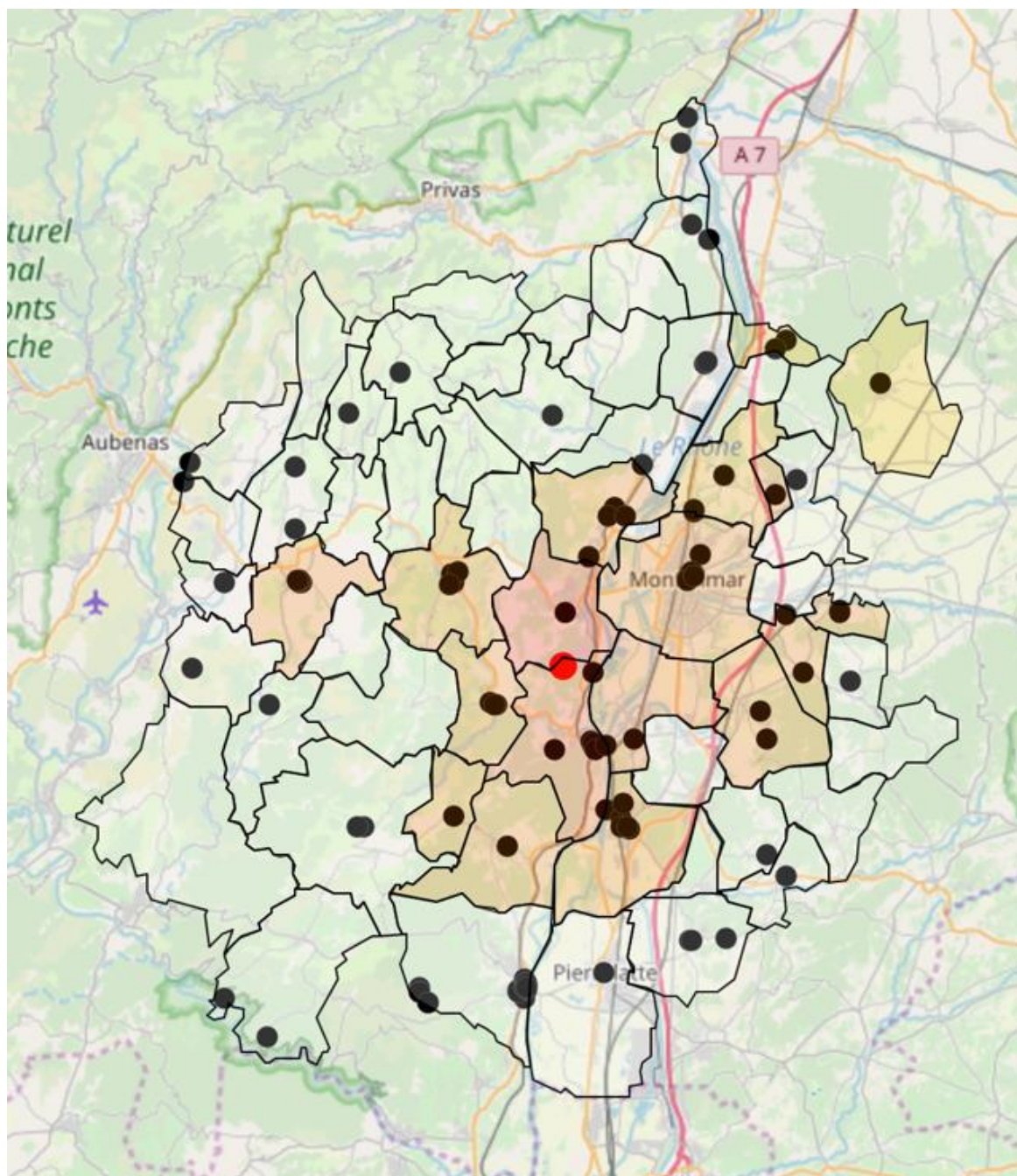


Figure 6-42 : Localisation des monuments historiques sur la zone du séisme (points noirs) (carte intensité GIM + communes en « CatNat ») – épicerentre supposé (point rouge).

6.5.2 L'église Saint-Etienne de Mélas (Le Teil)

L'église de Mélas a été fortement touchée par le séisme. Une inspection visuelle de l'extérieur a pu être menée sur celle-ci. La Figure 6-43 donne le plan de l'église de Mélas (Banchereau, 1923). On observe diverses époques de construction pour l'ouvrage avec la partie la plus ancienne étant le baptistère (antérieur au XI^{ème} siècle).

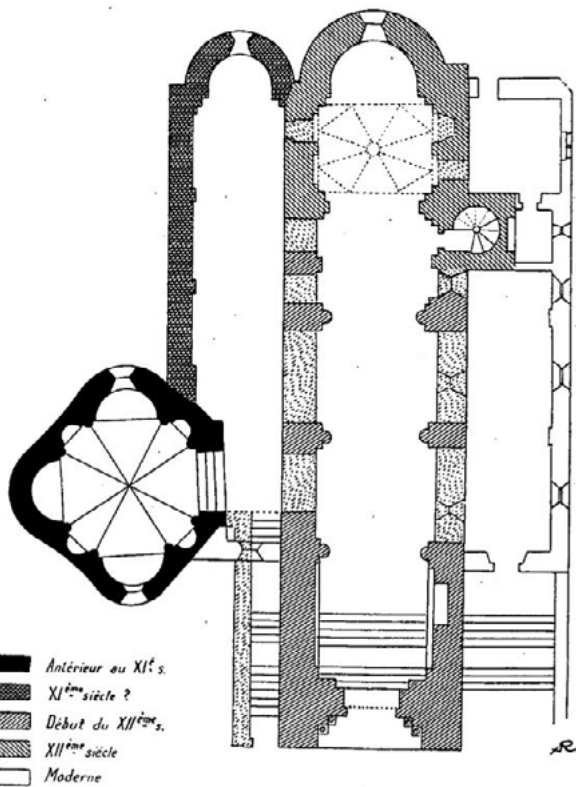


Figure 6-43 : Plan de l'église de Mélas - (Banchereau, 1923) – Carte postale. (<http://leteilmemoireenimages.net/patrimoine/avant1800/eglisedemelas/eglisedemelas.html>).

Comme le montre la figure (Figure 6-44), le baptistère a été fortement touché par le séisme, notamment sa partie hexagonale.

Cette défaillance peut être liée à la variation de rigidité en élévation (transition toit en appentis, partie en octogone) ainsi qu'à l'âge du matériau de maçonnerie. Il est à noter néanmoins que le baptistère a fait l'objet de restaurations entre 1872 et 1878. Il semblerait également qu'une décohésion entre le remplissage ancien et la partie refaite de la maçonnerie ait eu lieu (voir photo AFP – Figure 6-44)





Figure 6-44 : Dommages sur la toiture du baptistère (photo avant séisme extraite de : <http://www.patrimoine-ardeche.com/visites/melas.htm>, photo sans bache AFP- Jeff Pachoud).

Le portail présente également des défaillances au niveau des voissures. Sur la Figure 6-45 on observe très visiblement le déplacement des pierres en clé. L'ouverture située au-dessus des pierres en clé a pu être un facteur d'enclenchement de la défaillance.



Figure 6-45 : Dommages sur les voissures du portail.

La dernière zone ayant été fortement affectée par le séisme correspond au clocher de l'église. On observe localement une défaillance au niveau d'une ouverture sous la charpente avec un bloc largement fissuré. D'après les observations faites depuis l'extérieur et à l'exception des défaillances listées précédemment, la structure semble avoir globalement bien tenu au séisme.

On pourra noter parmi les éléments ayant sans doute permis à la structure de résister la présence de tirants et de contreforts (Figure 6-46).



Figure 6-46 : Tirants et contreforts sur l'église Saint-Etienne de Mélas.

6.5.3 L'église Notre-Dame de l'Assomption (Le Teil)

La commune du Teil possède une deuxième église sur son territoire : l'église Notre-Dame de l'Assomption. Celle-ci est plus moderne avec une construction datant de la fin du XIX^{ème} siècle (construction entre 1896 et 1897). A partir d'anciennes photos de l'ouvrage, on peut remarquer la présence de dommages initiaux sur la structure. La Figure 6-47 montre une fissure le long d'un contrefort.



Figure 6-47 : Dégâts initiaux sur les murs extérieurs de l'église Notre-Dame de l'Assomption au Teil.

Pour sécuriser la zone extérieure autour de l'église, le support de la croix a été démonté et déposé sur le parvis de l'église Figure 6-48.



Figure 6-48 : Église Notre-Dame de l'Assomption après le séisme et avant les travaux de sécurisation (vue « Google street view ») –support de la croix déposé sur le parvis de l'église.

Des dégâts importants ont pu également être observés à l'intérieur de l'église avec une chute de la voûte (Figure 6-49).



Figure 6-49 : Effondrement de la voûte à l'intérieur de l'église Notre-Dame de l'Assomption (photo <https://www.azurseisme.com/Seisme-de-Montelimar.html>).

Etant donnée la position des fermes, les voûtes n'ont pas de rôle structurel et sans doute un liaisonnement faible avec les arcs. La composante verticale observée peut être à l'origine des dégâts observés par décharge des actions gravitaires stabilisatrices de la voûte.

6.5.4 La cathédrale Saint-Vincent (Viviers)

La cathédrale Saint-Vincent de Viviers représente le seul monument sur le département de l'Ardèche faisant l'objet d'un suivi par l'Architecte en chef des Monuments Historiques. C'est également la plus petite cathédrale de France. La Figure 6-50 donne le plan d'ensemble du monument avec les époques de construction.

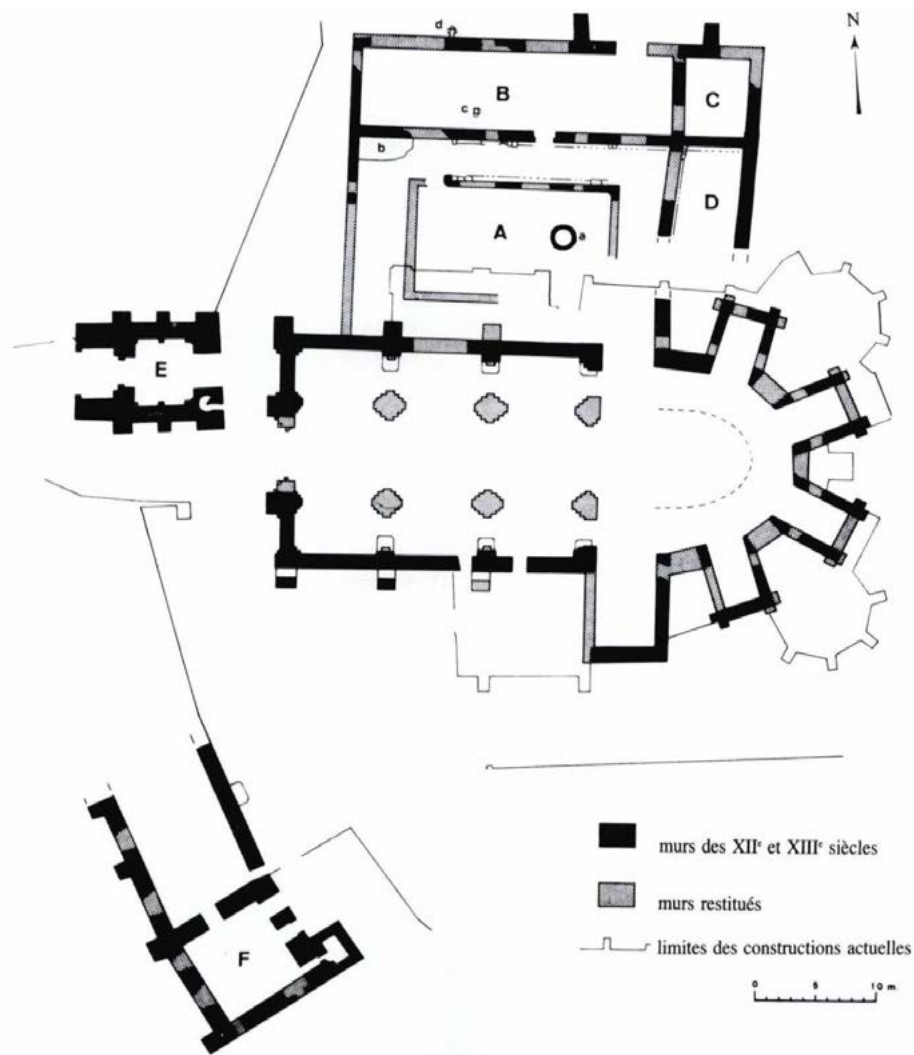


Figure 6-50 : Plan d'ensemble de la cathédrale de Viviers. (Esquieu, 1988).

Dans le cadre de la mission, il n'y a pas eu d'inspection visuelle spécifique pour cet ouvrage, néanmoins, un entretien téléphonique avec l'architecte en chef des Monuments Historiques en charge de ce monument a pu être réalisé. La cathédrale a subi quelques dégâts légers lors du séisme avec notamment l'apparition de fissures supplémentaires. Néanmoins, il est à noter que le monument présentait au préalable un état de dégradation non nul. Il était notamment prévu une étude de stabilité sur la zone de toiture avant le séisme. Ce dernier a eu pour effet d'accélérer la mise en place de cette étude qui sera réalisée par le bureau d'étude Brizot-Masse Ingénierie (B.M.I.).

6.5.5 Le château de Saint-Thomé

Le château de Saint-Thomé a fait l'objet d'une visite détaillée en la présence des propriétaires des lieux : Madame et Monsieur de Beaulieu. La Figure 6-51 donne une vue d'ensemble du château avec son orientation. Différents points observés lors de la visite sont également introduits. Il est à noter que les époques de construction et l'histoire du château sont assez mal connues, les archives ayant été brûlées lors de la révolution.

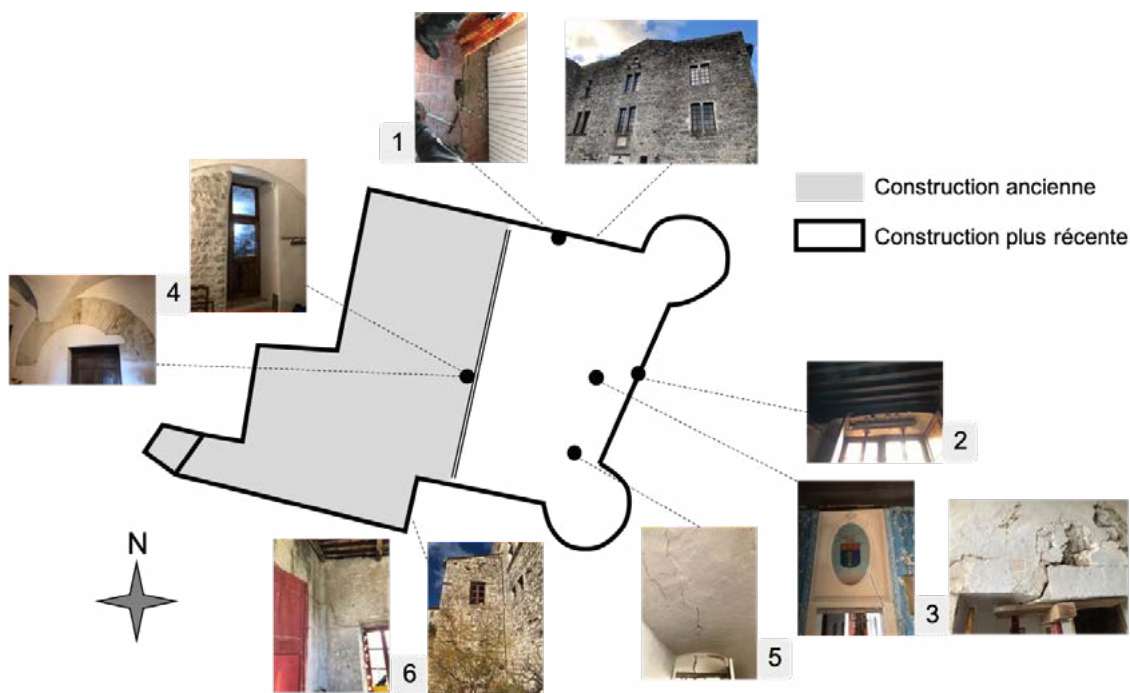


Figure 6-51 : Vue d'ensemble du château de Saint-Thomé et points particuliers.

Des traces à l'intérieur du bâtiment (par exemple n°4) montrent la présence d'un édifice plus ancien sur lequel ont été ajoutées des parties plus récentes.

Le château a été fortement impacté par le séisme avec l'observation de nombreuses fissures (apparition de fissures ou augmentation de l'ouverture des fissures existantes) (par exemple n°5 et 6). De nombreux linteaux ont subi des désordres nécessitant la mise en place de soutènements d'urgence. Ces ruptures peuvent être liées à la présence d'une composante verticale importante sur le séisme et dans certains cas, à des transferts de charge trop importants sur le linteau par des appuis positionnés au droit du milieu du linteau.

Parmi les dégradations les plus critiques pour le monument, un mouvement global de la façade Nord est constaté avec des fissurations importantes à l'intérieur au niveau de la tomette (voir n°1).

En revanche, les parties plus anciennes en rez-de-chaussée se sont relativement bien comportées notamment les zones avec voûte surbaissée (voir n°4).

7 Reconstruction et recomposition des territoires

7.1 Impact économique et indemnisation

7.1.1 L'impact économique

Il n'y a pas encore d'estimation officielle précise du coût des dommages engendrés par le séisme du Teil en Novembre dernier. Fin 2019, plusieurs sources d'information donnent un ordre de grandeur d'une dizaine de millions d'euros au total. Au moment de la mission sur place, des experts étaient encore attendus pour effectuer l'évaluation du coût des dommages des particuliers. Les bâtiments appartenant aux collectivités locales et à la Région avaient quant à eux déjà été expertisés. Certaines rénovations s'élèvent à quelques millions d'euros pour les bâtiments les plus endommagés. Concernant l'activité économique liée aux activités de commerces, des

craintes sont évoquées, 25 commerces ont fermé depuis le séisme (sur 168 commerces recensés dont 43 vacants avant le séisme) et certaines enseignes annoncent des fermetures ces prochains mois (liée à l'impact du séisme mais pas seulement : baisse du marché, stratégie de groupe). Les commerçants en activité sont inquiets sur le temps du retour à la normale mais aussi sur l'image du village, certains craignent une image de village sinistré « on ne connaîtra le Teil que pour le séisme » s'inquiète une commerçante interrogée.

Le séisme aura bien entendu un effet sur le marché de l'immobilier. Le tableau suivant donne des indications de prix de vente des logements sur les cinq dernières années pour différents quartiers du Teil. Le coût des réparations, les indemnisations et le choix de démolir ou de réparer, doivent être considérés dans le cadre des prix du marché.

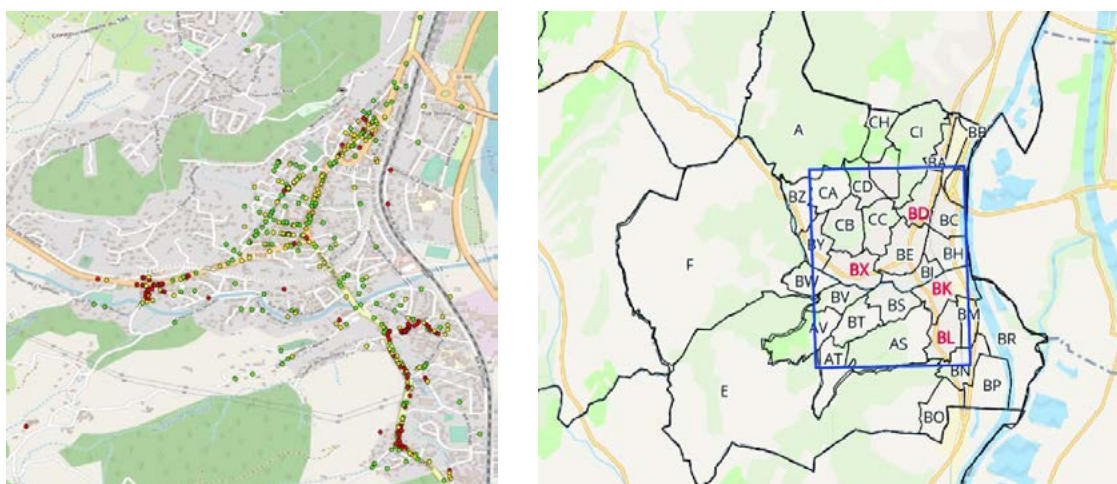


Figure 7-1 : à gauche la carte des diagnostics urgence AFPS, à droite la carte des sections cadastrales de la commune du Teil. Les sections indiquées en rouge sont celles où les effets du séisme ont été les plus destructeurs.

Tableau 1-2 : Prix de vente par section cadastrale au Teil avant le séisme, (source : <https://app.dvf.etalab.gouv.fr/>).

Section cadastrale	Type d'habitation	Prix minimum (euro) (période 2014-2019)	Prix maximum (euro) - (période 2014-2019)	Prix moyen (euro) - (période 2014-2019)
BL	Maison	36 000	203 820	122 778
	Appartement	10 000	200 000	98 372
BK	Maison	15 000	283 806	127 564
	Appartement	68 000	115 000	94 500
BX	Maison	45 000	240 000	161 780
	Appartement	40 500	120 000	74 700
BD	Maison	7 000	213 000	112 177
	Appartement	18 000	240 000	93 421

7.1.2 Le Régime « CatNat » et l'assurance dans le cas du séisme du Teil

Cette partie présente le déroulement du processus de reconnaissance des communes en état de catastrophe naturelle et d'indemnisation dans le cadre du séisme du Teil. Le mécanisme d'indemnisation est présenté en détail en Annexe de ce document.

Au 29 janvier 2020, 34 communes ont été reconnues en état de catastrophe naturelle, sur plus d'une centaine de dossiers soumis à la commission. Le tableau ci-dessous présente la liste des communes en fonction de la date à laquelle l'arrêté est paru au Journal Officiel, date qui fait foi pour lancer la procédure d'indemnisation auprès de l'assureur.

23 novembre 2019 (+12 jours après le séisme)	19 décembre 2019 (+38 jours après le séisme)	29 janvier 2020 (+79 jours après le séisme)
<ul style="list-style-type: none"> • Chateauneuf-du-Rhône • Montélimar • Puygiron • Montboucher-sur-Jabron • Viviers • Le Teil • Saint-Thomé • Alba-la-Romaine • Rochemaure 	<ul style="list-style-type: none"> • Allan • Ancône • Condillac • Donzère • Espeluche • Saint-Marcel-lès-Sauzet • Savasse • Larnas • Saint-Montan • Villeneuve-de-Berg 	<ul style="list-style-type: none"> • Baix • Bourg-Saint-Andéol • Cruas • Le Pouzin • Meysse • Saint-Bauzile • Saint-Jean-le-Centenier • Saint-Lager-Bressac • Saint-Marcel-d'Ardèche • Saint-Martin-sur-Lavezon • Saint-Pierre-la-Roche • Saint-Pons • Saint-Vincent-de-Barrès

Figure 7-2 : Liste des communes reconnues en état de catastrophe naturelle et date de l'arrêté.

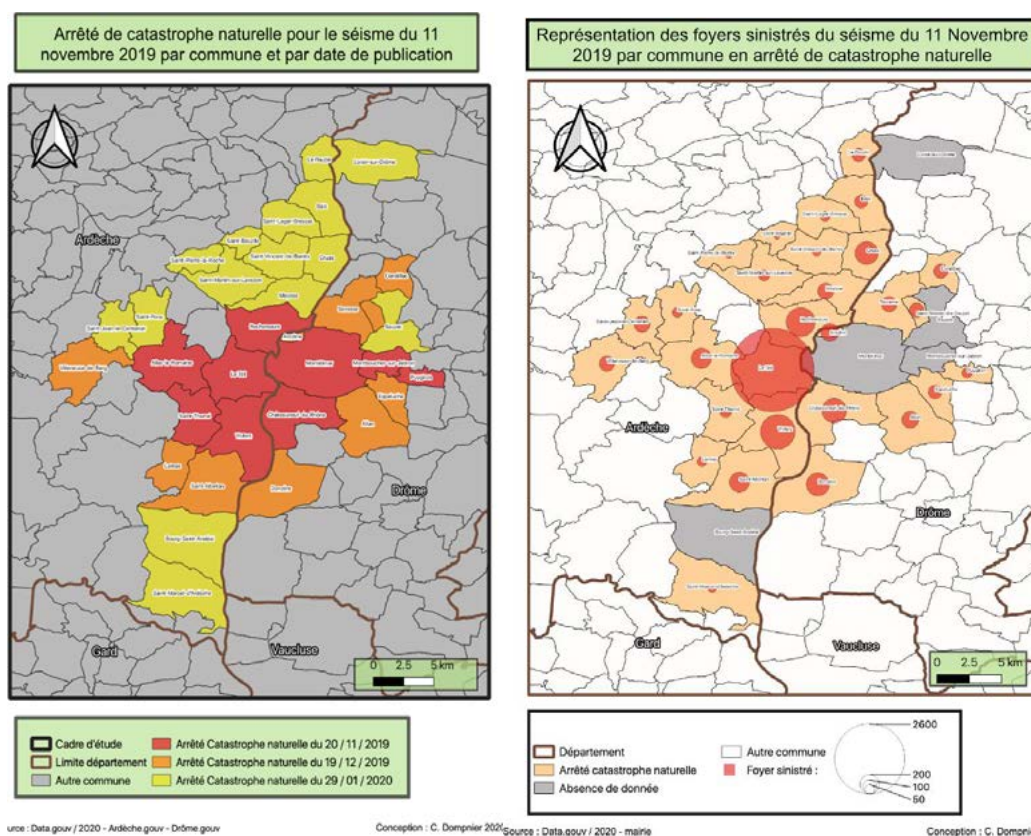


Figure 7-3 : Communes concernées par un arrêté « CatNat » suite au séisme du 11 novembre 2019 (par date).

Comme mentionné dans la section précédente, l'état de catastrophe naturelle dans le cas d'un séisme est déclaré selon les informations obtenues via l'étude macrosismique. Dans le cas du séisme du Teil, une procédure accélérée a été mise en place avec, notamment, un déplacement sur site d'experts du GIM pour traiter l'urgence.

La carte ci-dessous (réalisée sur des données extraites au 29 janvier 2020) représente les communes reconnues en état de catastrophe naturelle (contour noir en gras) ainsi que l'intensité macrosismique mesurée lors de la visite des experts du BCSF sur place (couleur de fonds des départements). Les points de couleur représentent les valeurs d'intensité macrosismique estimée à l'aide de l'enquête « Did You Feel It » (<https://earthquake.usgs.gov/data/dyfi/>). Il faut cependant noter que l'enquête USGS n'a recueilli que 13 réponses dans un rayon de 30 km de l'épicentre alors que le BCSF a collecté 1034 réponses dans la même zone. Cette estimation est moins fiable (notamment la localisation) que celles réalisées par le BCSF ou par notre équipe sur site mais donne néanmoins une information intéressante sur l'intensité ressentie.

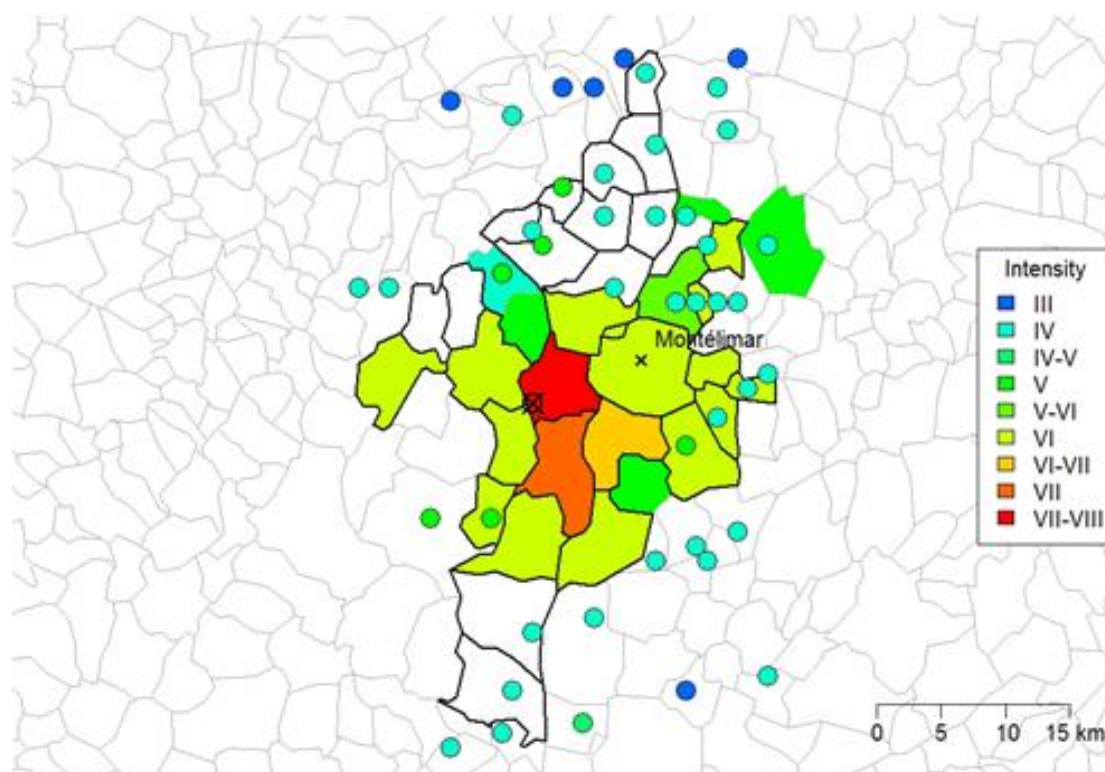


Figure 7-4 : Communes reconnues en « CatNat », intensité communale déterminée par le GIM, et valeurs estimées (points) à partir de l'enquête en ligne.

La reconnaissance de communes en état « CatNat » alors que l'intensité macrosismique est inférieure au seuil a déjà été observée lors de tremblements de terre passés.

La perception de l'assurance par la population

Lors des entretiens menés au cours de la mission post-sismique du Teuil, trois constats sont ressortis au sujet du processus d'indemnisation :

1. le processus d'indemnisation est peu connu, notamment le rôle de l'assureur. Il est perçu comme passif et le temps d'attente entre la déclaration de sinistre et l'indemnisation est perçu comme long, sans réelle compréhension des raisons ;
2. il y a parfois confusion entre les garanties proposées par le régime « CatNat » et celles proposées dans le contrat d'assurance ainsi que la manière dont elles sont déclenchées et leur interdépendance ;

- le processus d'indemnisation est mis en place après un premier processus d'évaluation de l'endommagement des bâtiments qui a eu lieu dans les jours qui ont suivi le tremblement de terre. Chacun de ces processus fait appel à des experts différents qui peuvent aboutir à des conclusions différentes. Un sentiment de redondance, et dans certains cas d'incompréhension, s'est fait ressentir.

De nombreux témoignages soulignent l'indélicatesse de certains experts d'assurance (notamment expertise par visioconférence en 2019).

7.2 Relogement des sinistrés

Un pôle « Accueil et Information » a ouvert le 15/11/2019, d'abord réservé aux habitants du Teil, il a ensuite été élargi à l'ensemble des communes sinistrées de l'Ardèche le 20/11/2019. Un pôle « Solidarités et Associations » lui est associé (Figure 7-5). Les acteurs impliqués sont nombreux tant dans la coordination que dans les partenariats. L'accueil est coordonné par la mairie du Teil; le stand logement est coordonné par le DDCSPP et la déléguée du Préfet, en partenariat avec la DDT, Communauté de communes ARC, Ardèche Habitat, l'association SOLIHA et l'ANEF; le stand social est coordonné par le CG de l'Ardèche en partenariat avec la CAF, le CCAS du Teil et la mission locale; le stand juridique est coordonné par l'AMAV en partenariat avec le CDAD et le CDIFF.

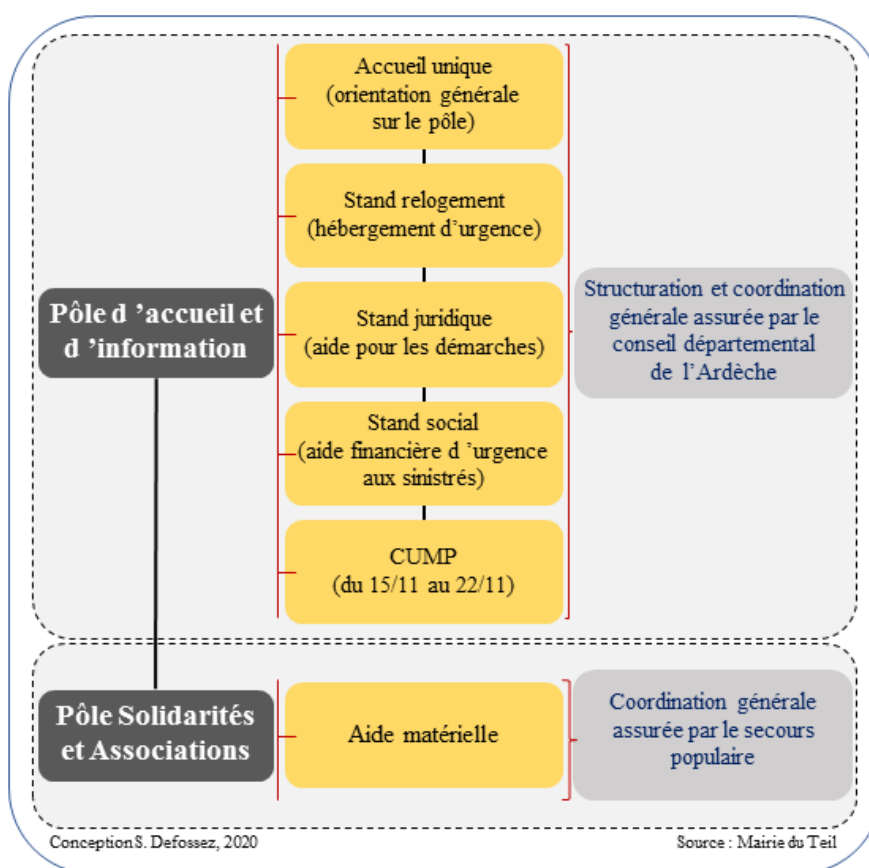


Figure 7-5 : Présentation et fonction des pôles créés suite au séisme.

La situation au 29 novembre était la suivante :

Depuis le 15 novembre 2019 (Figure 7-5), 228 foyers ont été relogés d'urgence par le stand logement (soit 617 personnes). Plusieurs solutions de relogement ont été proposées pour 192 solutions d'hébergements trouvées : 110 foyers en camping, 32 foyers en gîte, 50 foyers en

appartements et 1 sinistré en EHPAD. 201 nuitées d'hôtels ont permis d'accueillir 30 foyers. La situation au 29/11 montrait déjà une évolution puisque le stand relogement s'occupait de 132 foyers sinistrés dont 54 dans les campings et 9 dans les hôtels. Le stand social a apporté une aide financière à 307 foyers (secours d'urgence, bons alimentaires et de carburant), en plus d'une aide juridique auprès de 260 foyers (situation fin janvier). La question du relogement a posé des problèmes d'organisation et a notamment reporté plus de tâches à gérer encore sur les mairies. En effet, dans certaines communes aucune structure n'est venue en appui, et les maires regrettent le manque de centralisation des hébergements d'urgence. A Châteauneuf-du-Rhône des hébergements ont été proposés par la CNR et leur parc de logements sociaux mais il n'existait pas de base de données homogène et partagée, la municipalité a donc créé sa propre base de données sur du déclaratif en mairie.

La MOUS (Maîtrise d'Œuvre Urbaine et Sociale) a participé à cette phase d'organisation et de suivi du relogement. Il s'agit d'un « outil du plan départemental pour le logement des personnes défavorisées » (PDLPD) qui a vocation « à promouvoir l'accès au logement des personnes et familles défavorisées » (Définitions du Ministère de la Cohésion des Territoires).

Au Teil un sentiment de manque d'efficacité de la MOUS (Figure 7-6) dans la mise en œuvre de l'accompagnement pratique et logistique aux sinistrés a été évoqué même si la préfecture est venue en aide notamment en réunissant les bailleurs sociaux pour trouver des solutions de relogement. Cependant la MOUS a contribué à soutenir environ 300 ménages (335 bons d'hébergements émis).

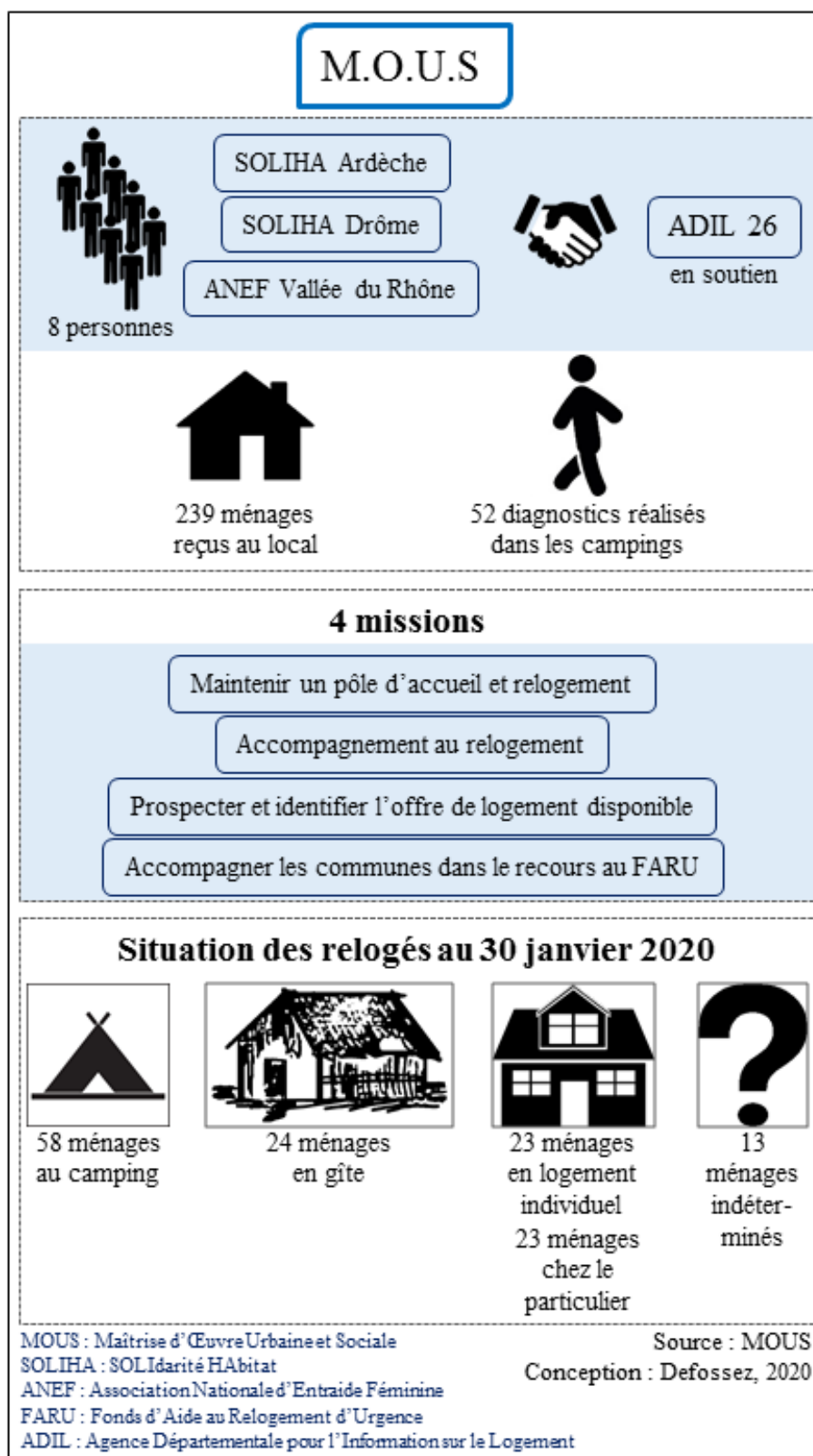


Figure 7-6 : Organisation, missions et situation des relogés (au 30 janvier 2020).

Les relogements dans les campings et hôtels sont hors du Teil, la commune n'ayant pas de camping et peu d'offres d'hébergements en hôtels (14 chambres selon l'Insee).

Les diagnostics de la MOUS

Toutes les personnes touchées par le séisme n'ont pas dû être relogées, pour connaître l'impact par commune nous pouvons dresser un état des lieux du nombre de sinistres déclarés par commune (cependant il s'agit d'un chiffre sous-estimé, en effet certains sinistrés n'ont pas fait part de leur sinistre à la commune). Comme déjà évoqué la commune du Teil a subi le plus d'endommagements aux habitations privées avec 2 600 sinistres déclarés ce qui représente plus de la moitié du parc des 4 630 logements de la commune (INSEE, 2016). Les communes situées aux alentours présentent un nombre de sinistres déclarés également non négligeable.

La question du relogement pose question à long terme, la démographie de la commune pourrait s'en trouver perturbée, le maire du Teil estime qu'une baisse de population de 1 500 à 2 000 personnes est à prévoir au total, ce qui impactera nécessairement la vie sociale et économique de la commune (effectifs scolaires, commerces, etc.).

Pour faciliter un relogement à proximité de la zone de résidence pendant la phase de travaux, un formulaire de demande d'installation de mobil-home, permettant de déroger à la demande de permis de construire normalement nécessaire, est mise à disposition des sinistrés sur le site internet de la commune pour permettre le relogement le temps des travaux de réparation.



Figure 7-7 : Installation d'un mobil-home à la Rouvière, le temps des travaux de reconstruction.

7.3 Evaluation des dommages, préconisation de travaux

7.3.1 Rappel du cadre réglementaire

La prévention du risque parasismique, et la reconstruction de bâtiments sûrs, passe par l'application de la réglementation parasismique. Les précisions suivantes ont été fournies par la DHUP. Pour rappel, la commune du Teil et les communes limitrophes sont situées en zone de sismicité « modérée » selon le zonage sismique des articles R 563-4 et R. 563-8-1 du code de l'environnement (décrets du 22 octobre 2020).

L'Arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal" définit les normes applicables. Dans le cas général, les règles de construction applicables sont celles définies dans l'Eurocode 8 (partie 1 (bâtiments), 2 (ponts), 3 (renforcement) et 5 (géotechnique)). Toutefois, concernant les maisons individuelles ou bâtiments assimilés, la réglementation permet le recours à des règles simplifiées (norme NF P 06-014 dite PSMI-89 en zone de sismicité 3 et 4).

Ces règles simplifiées sont issues du référentiel PS92, antérieur aux Eurocode 8, et sont donc obsolètes. Des règles simplifiées pour la construction des maisons individuelles compatibles avec les Eurocodes ont été préparées et devraient être publiées dans le courant de l'année 2020.

Une révision de l'arrêté, ne portant que sur le renvoi à deux nouveaux guides (Zone de sismicité 3-4 et Zone de sismicité 5) doit être publiée à l'été 2020, ce qui rendra ces nouveaux guides d'application réglementaire à la place des règles PSMI 89 ou du guide CPMI Antilles. Les nouveaux guides seront consultables et téléchargeables sur le site du ministère à la publication du nouvel arrêté. De plus, ces nouveaux guides qui se veulent pédagogiques car très illustrés, seront accompagnés de 12 exemples pédagogiques (constructions bois, métal, béton et maçonnerie).

Cependant, il n'y a pas de texte réglementaire qui traite des travaux (réparations) après séisme sans reconstruction totale car les dispositions de l'arrêté de 2010 s'appliquent (art. R563-5 du code de l'environnement) :

- aux équipements, installations et bâtiments nouveaux ;
- aux additions aux bâtiments existants par juxtaposition, surélévation ou création de surfaces nouvelles ;
- aux modifications importantes des structures des bâtiments existants.

Cette situation de « vide réglementaire » peut poser quelques difficultés pendant la phase de reconstruction car de nombreux bâtiments sont sévèrement endommagés mais pourraient être réparés. Les travaux réalisés par l'AFPS et la CNPS sur la définition de travaux aggravants (ou modification importantes) ne sont pas directement adaptés pour le cas de la réparation après séisme, même si les principes s'appliquent. Il est donc possible dans un certain nombre de cas que des interprétations différentes de la réglementation s'opposent, même s'il est assez clair que reconstruire à l'identique (donc avec la même vulnérabilité) des bâtiments endommagés n'est pas souhaitable du point de vue de la prévention des risques.

7.3.2 Mesures de réduction de la vulnérabilité

L'ampleur des conséquences potentielles de séismes appelle la mise en place de mesures de prévention afin de réduire l'impact de tels événements sur le bâti.

Un document a été rédigé en ce sens par l'AFPS pour le compte de la DGPR intitulé « *Réduction de la vulnérabilité sismique pour les maisons individuelles* », il donne des solutions techniques à l'attention des professionnels pour réduire la vulnérabilité des maisons individuelles à défaut d'un renforcement parasismique. Un recueil des techniques principales pouvant contribuer à cet objectif est proposé en tenant compte des moyens techniques et économiques disponibles pour le traitement du bâti existant de type maison individuelle.

Les différents dommages constatés sur le bâti du Teil et communes avoisinantes peuvent rentrer dans le cadre de ces préconisations de travaux qui auraient contribué à diminuer les dégâts ou minimiser leur impact.

De même d'autres cas de bâtis non endommagés, vus sur site ont montré que des travaux initiés avant le séisme ont permis à la structure ou l'équipement de bien se comporter.

Quelques exemples sont détaillés ci-dessous en faisant le parallèle avec les propositions techniques issues du guide DGPR réalisées sous formes de fiches pédagogiques illustrées.

Fixation des équipements (Fiche n°1) :

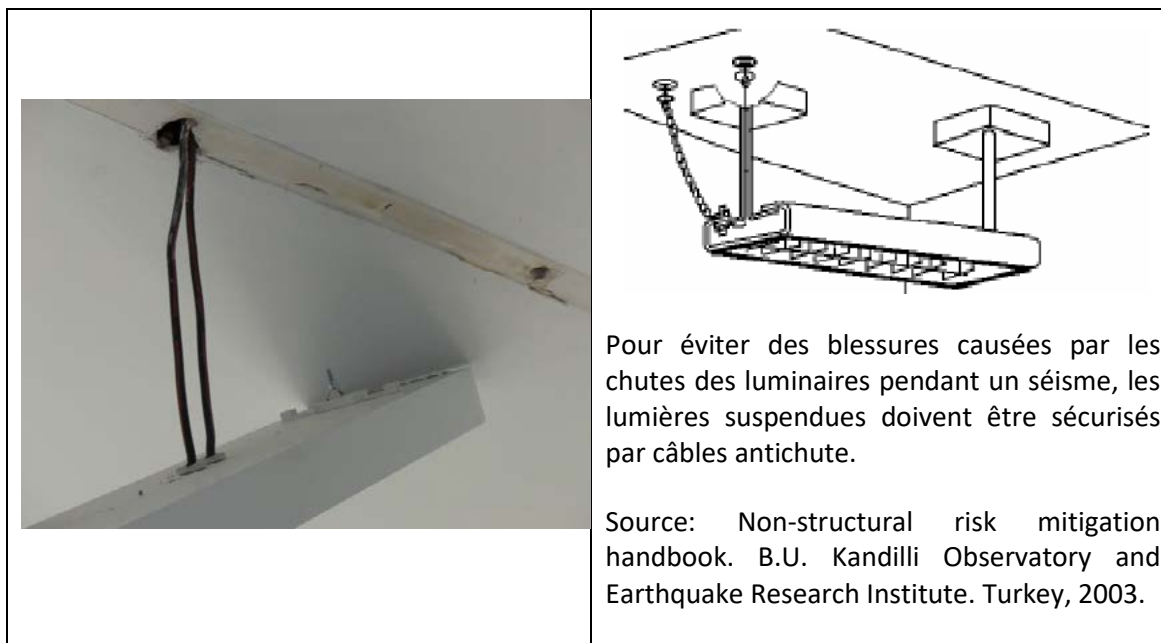
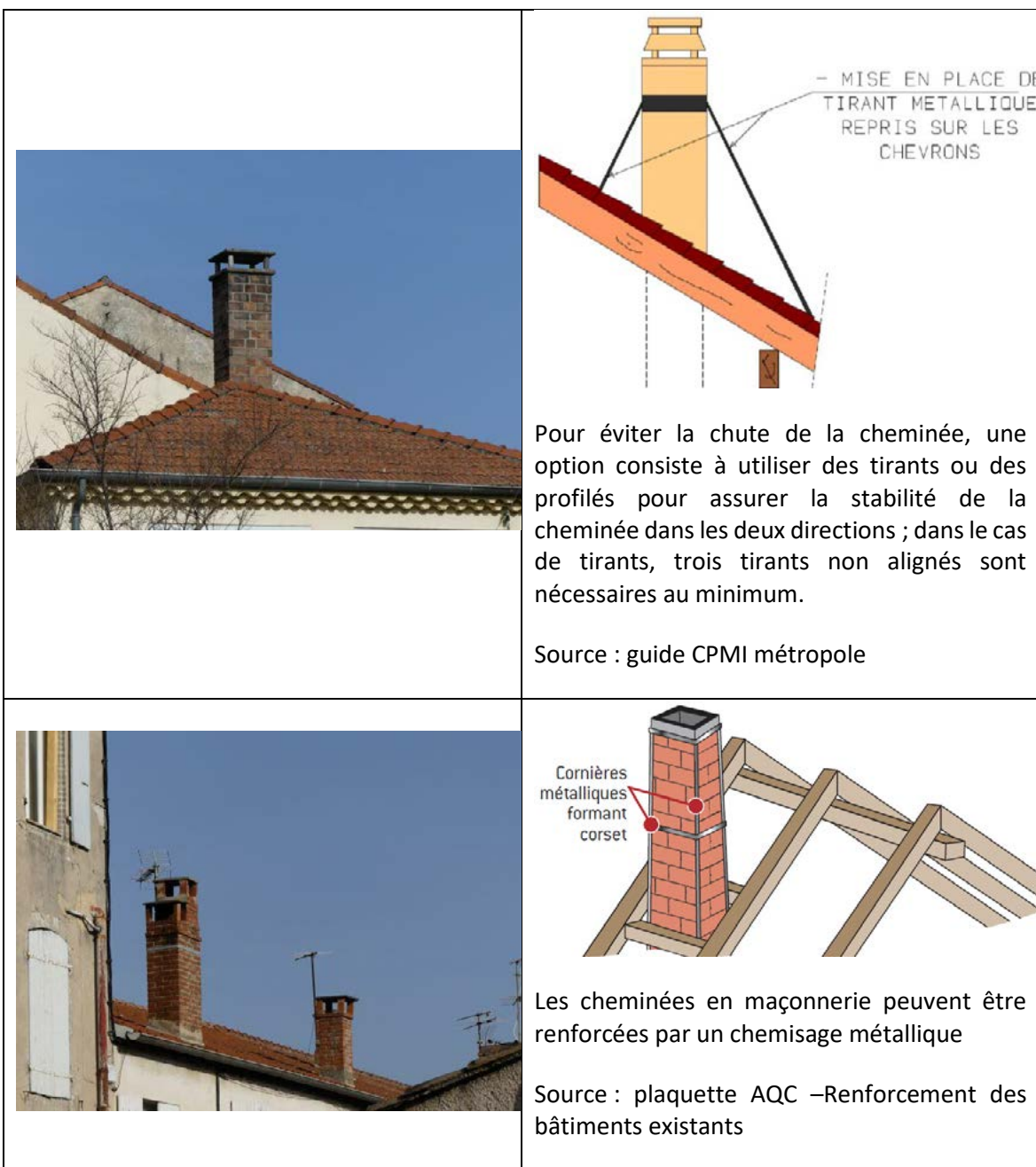


Figure 7-8 : A gauche : exemple de dégâts sur un luminaire; à droite : préconisations issues du Guide DGPR.

Renforcer ou supprimer une cheminée (Fiche n°2) :

Les objectifs à atteindre sont de réduire la masse de la cheminée mise en vibration lors d'une secousse sismique et éviter la rupture fragile du conduit, renforcer les connections entre la charpente et la cheminée.

Comme indiqué dans le guide DGPR, à défaut de réduire la hauteur de la cheminée (limitée à 1,40 m maxi) ou remplacer le conduit en maçonnerie par un conduit léger, ou supprimer la cheminée, mesures les plus efficaces, il est possible de procéder à des renforcements listés partiellement ci-dessous pour éviter l'effondrement partiel ou total de la cheminée et une ruine de la toiture.



Pour éviter la chute de la cheminée, une option consiste à utiliser des tirants ou des profilés pour assurer la stabilité de la cheminée dans les deux directions ; dans le cas de tirants, trois tirants non alignés sont nécessaires au minimum.

Source : guide CPMI métropole

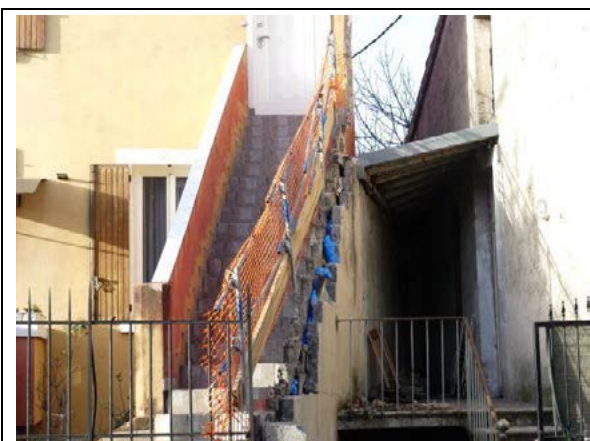
Les cheminées en maçonnerie peuvent être renforcées par un chemisage métallique

Source : plaquette AQC –Renforcement des bâtiments existants

Figure 7-9 : A gauche : exemples de cheminées de hauteur limitée ou avec chemisage métallique vues au Teil; à droite : préconisations issues du Guide DGPR associées.

Sécuriser les éléments lourds (Fiche n°3) :

L'objectif à atteindre est d'éviter la chute des éléments lourds en limitant les masses mises en jeu en cas de séisme en supprimant les éléments lourds et en les remplaçant si nécessaire par des éléments plus légers et correctement ancrés.



Le garde-corps en maçonnerie alourdit l'escalier : à remplacer par un garde-corps plus léger ou à sécuriser avec des chaînages horizontaux et verticaux et fixations adéquates avec la structure.

Figure 7-10 : A gauche : exemple de dégâts sur un garde-corps en maçonnerie; à droite : préconisations issues du Guide DGPR.

Ajouter des tirants (Fiche n°7) :

L'objectif à atteindre est de prévenir l'effondrement des murs en maçonnerie non armée en renforçant les liaisons entre murs et avec le plancher pour éviter leur décrochement et en conférant de la résistance en traction en tête de mur.

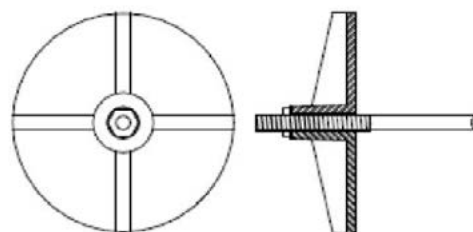


Figura 62. Capochiave circolare in ghisa fissa

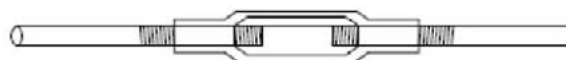


Figura 63. Catena con manicotto centrale

Source : guide Rehabimed

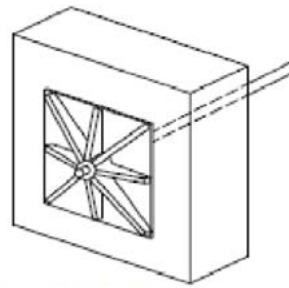


Figura 57. Schema di catena con piastra nervata

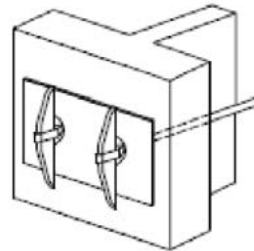


Figura 58. Schema di catena con capochiave a doppio paletto e piastra per muro di spina

Source : guide Rehabimed

Figure 7-11 : A gauche de haut en bas : exemples de mise en place de tirants dans les deux directions, maison non endommagée, Saint-Thomé ; exemple de disposition à chaque niveau de plancher, Saint-Thomé ; à droite : préconisations issues du Guide DGPR.

Ajout de chaînages en béton armé (Fiche n°11) :

L'objectif à atteindre est de prévenir l'effondrement des murs en maçonnerie non armée en rajoutant des chaînages horizontaux et verticaux, liaisonnés aux fondations, ainsi qu'entre eux et aux planchers.

Lors des travaux sur le bâti comme sur les cas vus au Teil et illustrés dans la figure ci-dessous, cette solution peut être mise en place par réalisation de chaînages coulés sur place ou d'encadrement par mise en place de linteau préfabriqué.

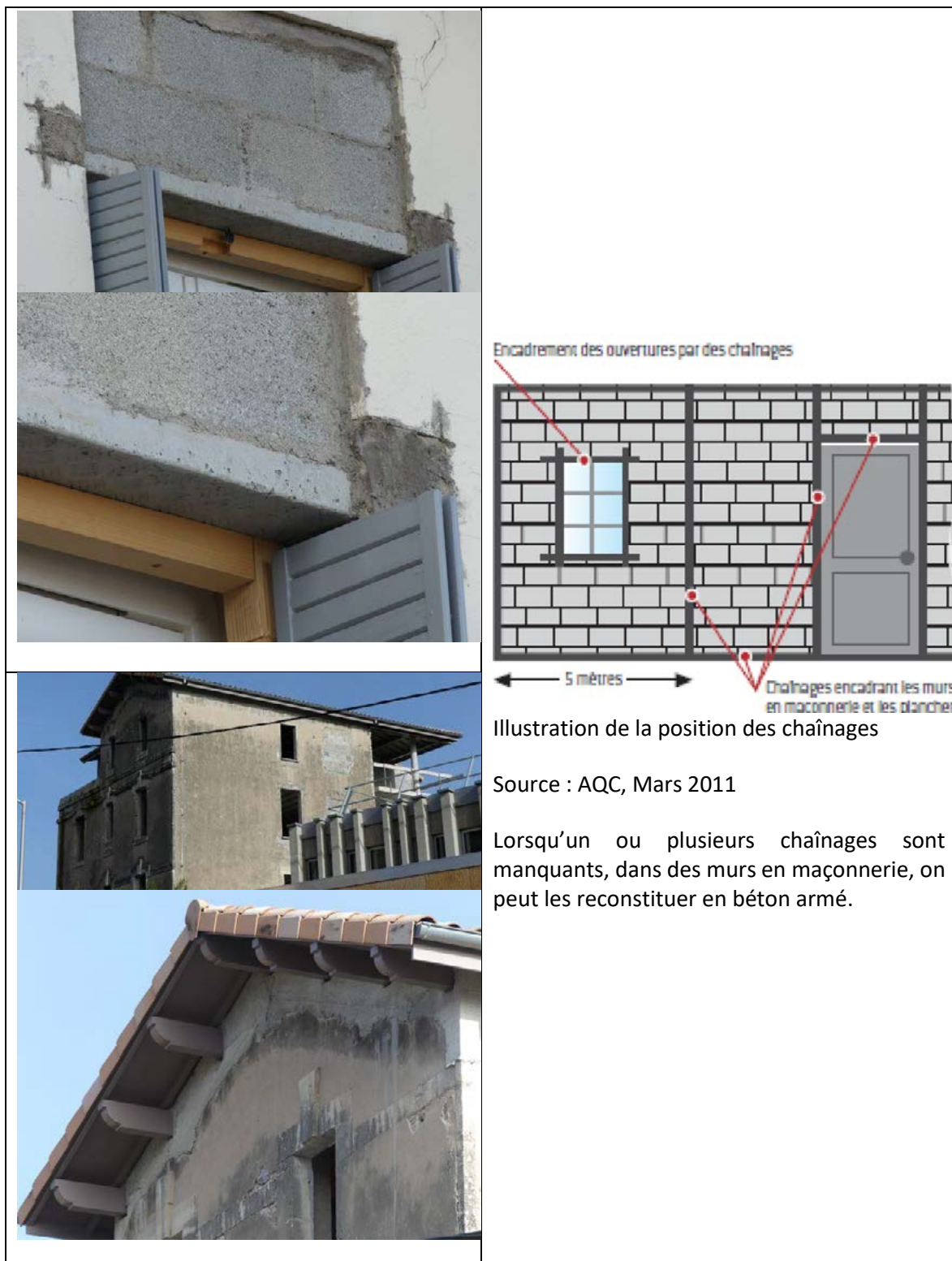


Figure 7-12 : A gauche, de bas en haut : exemple de travaux de mise linteau béton en encadrement de fenêtre ; exemples de travaux de réalisation de chaînage en béton armé de couronnement de mur en combles ; à droite : préconisations issues du Guide DGPR.

Ajouter un diaphragme en toiture (Fiche n°13) :

L'objectif à atteindre est d'augmenter la raideur horizontale du volume de toiture et d'assurer la transmission des efforts horizontaux aux murs primaires en installant une membrane composée de panneaux et/ou poutres au vent.

Lors des travaux de toiture comme ici sur des maisons au Teil dans la figure ci-dessous, cette solution peut être mise en place par réalisation d'un diaphragme par voile travaillant en OSB.

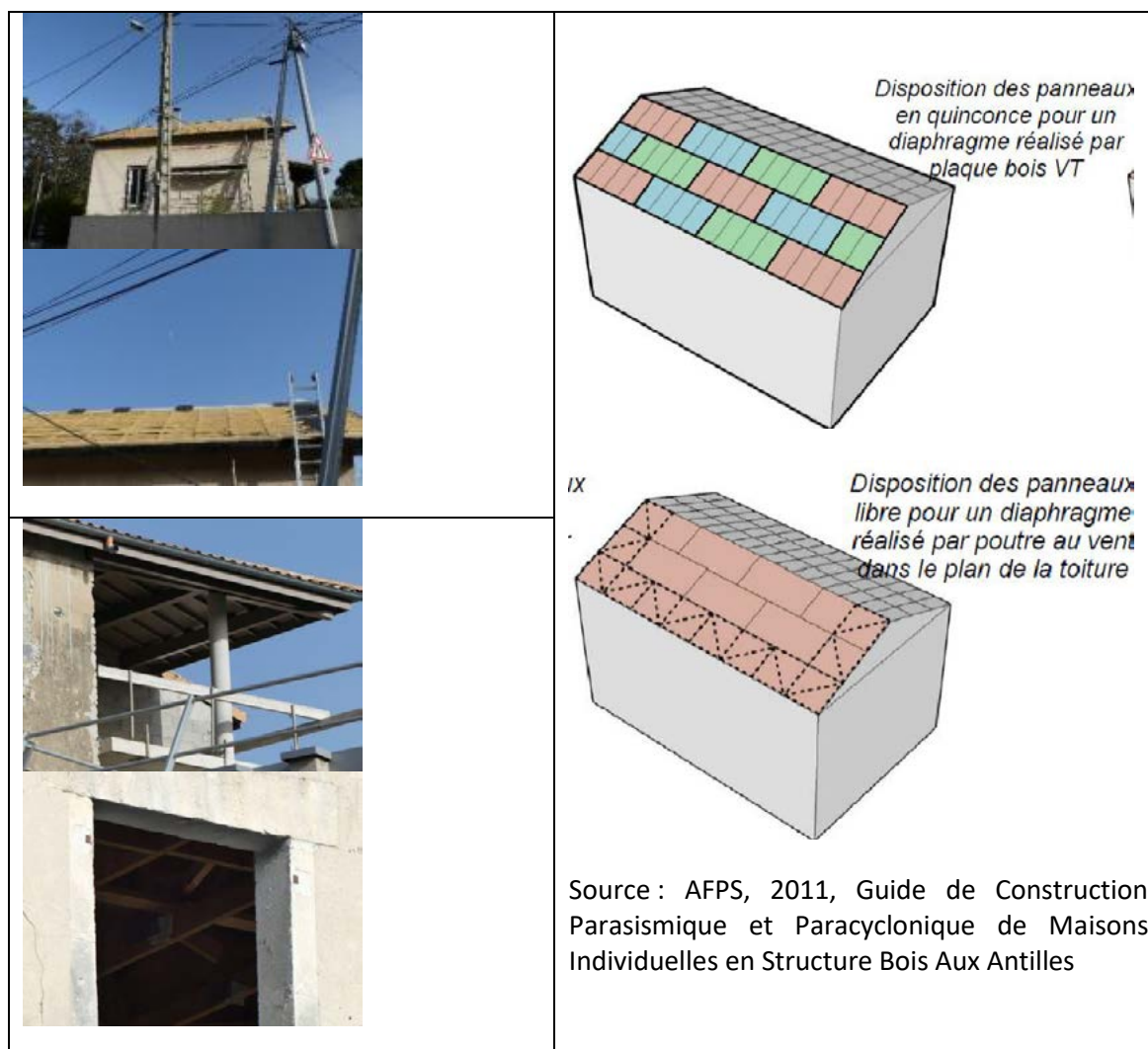


Figure 7-13 : A gauche : exemples de travaux de reprise de la toiture avec mise en place de panneaux OSB en sous toiture et de liteaux avant la pose des tuiles ; à droite : préconisations issues du Guide DGPR.

Agrafage des fissures : bâtiment R +2 -35 avenue Joliot Curie :

Selon les dires de l'occupant, la maison présentait des fissures avant le séisme, mais les fissures se sont ouvertes davantage lors du séisme. Sur le mur en façade, des agrafes ont été mises en œuvre après le séisme. Il semble que cette technique ait été appliquée sur de nombreux bâtiments pour traiter les fissures.



Figure 7-14 : Le Teil : Exemple de travaux par agrafage des fissures après le séisme.

Cas particulier de la villa, 2 rue Emile Combe :

Ci-dessous un extrait de l'entretien avec le propriétaire : villa R+1 et combles :

- Suite au séisme les propriétaires on fait état de quelques fissures ;
- maison construite en 1939 par Lafarge avec un bâtiment en maçonnerie de pierre ayant l'objet de travaux de rénovation, il y a 20 ans :
 - consolidation des chaînages tête de mur lors de travaux de charpente bois, chaînages béton armé ;
 - augmentation la section des pannes de 20cm à 40cm ;
 - reprises en façade des joints qui sont entièrement réfectionnés en enlevant le vieux joint en mortier et en y projetant mécaniquement du ciment.



Figure 7-15 : Villa n°2 ayant fait l'objet de travaux a subi peu de quelques dommages.

Villas situées dans la même rue (n°6 et n°4), du même type de construction et de la même époque, très endommagées et classées en péril :



Villa n°6 : Fissure oblique à l'angle de la fenêtre jusqu'en rive de mur



Villa n°4 : Fissure oblique à l'angle de la fenêtre jusqu'en rive de mur et fissure verticale (accentuée mais existante) à la jonction avec le bloc voisin R+1

Figure 7-16 : Villa n°6 et n°4 ayant subi de lourds dégâts.

7.4 Le cas des écoles

La commune du Teil compte 7 écoles publiques, et le service scolarité emploie 60 personnes. Des exercices de réaction aux risques sont menés dans le cadre des Plans Particuliers de Mise en Sécurité existants, avec des cadres qui sont adaptés aux risques principaux dans chaque quartier. Le séisme n'avait jamais fait l'objet d'exercice au Teil, mais le ministère de l'éducation nationale a inscrit la mise en sécurité en cas de séisme dans les prochains exercices.

Les personnels de l'académie apportent un soutien technique au service jeunesse/ éducation de la mairie et au personnels enseignants dès le 12 novembre. Les diagnostics des écoles sont faits par un bureau d'étude et la sécurisation immédiate par les pompiers. Les écoles non endommagées sont ré-ouvertes dès le lundi suivant, le temps que les classes des établissements fermés puissent être aménagées dans des salles communales ou des bâtiments modulaires. De cette façon toutes les classes reprennent en même temps dans la commune.



Figure 7-17 : Bâtiments modulaires remplaçant l'école Frayol-Haut, source www.mairie-le-tel.fr.

Le SDEA (syndicat départemental) a recruté un cabinet d'architecte pour identifier les besoins et programmer les travaux. La réouverture de tous les établissements est prévue en janvier. Une nouvelle école est en construction à côté des Services Techniques rue Chamontin pour remplacer l'école de Frayol, vétuste et ayant été détruite ; le projet date d'avant le séisme.

Impact du relogement :

Un fonctionnement normal est constaté après seulement 10 jours. Dans la semaine qui suit le séisme, 70% des effectifs retournent en classe le lundi, 100% dès le mardi. L'école est vue comme un repère et permet aussi de « soulager les parents » en évitant que les enfants restent toute la journée dans un contexte de destruction. 6 psychologues scolaires sont mobilisés, et organisent des séances d'expression pour les enfants. Peu de cas d'enfants déstabilisés sont constatés, même en classes spécialisées ULIS (2 classes école, 1 collège). Les parents sont autorisés à entrer dans les écoles pour visiter à la réouverture. Dans l'école en travaux, le technicien du bureau d'étude s'est rendu disponible pour expliquer aux enfants le but des travaux. La commune a communiqué l'état des écoles et les mesures prises par Facebook, sur son site et par courrier aux parents en expliquant l'impact du séisme sur les établissements et en détaillant les travaux programmés.

Une difficulté logistique a été rencontrée temporairement quand le ramassage scolaire (classes de primaire) du quartier Sablière (2 500hab) a été interrompu à cause du risque d'effondrement des bâtiments riverains de la N102. La sécurisation rapide de l'itinéraire, priorité de la préfecture, a permis de résoudre le problème.

7.5 Stratégie d'urbanisme du Teil

Le nombre de bâtiments très endommagés sur la commune du Teil, notamment sur des quartiers très vulnérables pose la question de la stratégie d'urbanisme au moment de la décision de reconstruire ou de réparer. L'entretien avec M. Peverelli, maire du Teil et son adjoint aux travaux, M. Faysse, a permis de mieux appréhender cette question et d'identifier les dispositifs d'accompagnement qui peuvent être mis en place.

La question de l'hébergement d'urgence s'est posée dès les premiers jours. Il a fallu décider comment les populations sinistrées qui ne pouvaient pas réintégrer leur logement seraient hébergées, en particulier à l'issue du délai de prise en charge par les assurances. Le recours à des modules préfabriqués ou des mobil-homes a été jugé pas assez durable, compte-tenu du délai de retour à la normale estimé. D'autres systèmes de construction rapides auraient requis des espaces disponibles, mais les terrains libres qui pourraient être appropriés manquent sur la commune

(zone inondables, excentrement du centre). Le choix a été fait de reloger les sinistrés dans les campings de la commune puis dans des logements des communes avoisinantes.

La gestion de la phase de reconstruction se fait sur le modèle de la gestion de la crise rue d'Aubagne à Marseille : mise en place d'un programme partenarial d'aménagement sur la durée de la reconstruction avec l'objectif de commencer les démolitions en 2020. Des expropriations et indemnisation seront nécessaires dans certains îlots très vulnérables. Dans d'autres cas, la commune rachètera le foncier, la démolition sera couverte par l'assurance, et des programmes de construction associant les propriétaires seront mis en place avec des objectifs de renouvellement urbain, surtout au centre-ville. Le PLU était en cours de révision au moment du séisme, avec un projet d'urbanisme sur 20 ans proposé par un cabinet spécialisé en octobre, juste avant le séisme. Des études urbaines globales sont prévues pour les quartiers très sinistrés du Frayol et de Robespierre. Des réunions de concertation avec les riverains sont en cours. Le vendredi 7 février a eu lieu la première réunion du comité de pilotage du projet partenarial d'aménagement (PPA) du Teil. 3 mois après le séisme, cette rencontre avait pour objectif de mettre autour de la table tous les partenaires qui apportent leur contribution à la reconstruction de la ville.



Figure 7-18 : Réunion des acteurs de la reconstruction, 19 février 2020, source www.mairie-le-teil.fr.

Le mercredi 19 février, le Maire a réuni de nombreux acteurs de la reconstruction (chefs d'entreprises locaux, notaires, architectes, banques, bureaux d'étude, investisseurs privés) pour échanger autour de la reconstruction du Teil et évoquer des pistes de travail pour réinventer et repenser la ville à long terme. Les échanges ont porté sur les besoins de reconstruction, sur l'organisation des chantiers et travaux afin de trouver une meilleure coordination et réactivité de tous les intervenants et informer sur les dispositifs existants et les négociations en cours avec les organismes comme l'ANRU, l'ANAH, EPORA, EPARECA qui peuvent accompagner la reconstruction. La demande aux services de l'Etat pour la mise en place d'un taux de TVA réduit pour les travaux de reconstruction des bâtiments privés est aussi étudiée.

Le projet partenarial d'aménagement (PPA) est un contrat piloté par la commune, l'état et la communauté de communes auxquels sont associés le conseil départemental de l'Ardèche et la

région Auvergne Rhône-Alpes (sollicités pour des financements). Il doit permettre d'obtenir des aides de l'agence nationale d'amélioration de l'habitat (ANAH), de l'agence nationale de rénovation urbaine (ANRU) mais aussi d'apporter un appui en termes d'expertises et d'ingénieries (urbanistes, économistes, sociologues...). La première étape consistera à la mise en place d'une étude urbaine à l'échelle de la commune (d'environ six mois) qui permettra de définir précisément l'état de chaque habitation afin de mettre en œuvre un projet de reconstruction quartier par quartier, en concertation avec les propriétaires.

L'Aide Nationale à l'Amélioration de l'Habitat (ANAH) peut être mobilisée pour subventionner des travaux pour les foyers modestes ; les plafonds et les critères d'éligibilité pourraient être revus dans le cas de la reconstruction du Teil pour agrandir l'assiette des logements éligibles. Un projet de mise en place d'un Office Foncier Solidaire est aussi à l'étude pour les cas où les indemnités des assurances ne suffiraient pas à la reconstruction. Le foncier pourrait être acheté par la commune (sur un prêt de la caisse des dépôts) et, soit gardé par la commune, soit restitué au propriétaire avec un prêt accordé sur 80 ans. Dans les deux cas le propriétaire assumerait les frais de reconstruction.

Pour le parc bâti public, un partenariat régional incluant une dotation de solidarité d'investissement local est à l'étude. Ce fond associé aux indemnités d'assurance devrait permettre de financer les travaux pour les écoles, les églises et les bâtiments publics.

Une aide technique de la métropole du Grand Lyon est envisagée sous forme d'assistance à maîtrise d'ouvrage sur ces dispositifs.

Selon M Peverelli, maire du Teil, la réaction des propriétaires à la perte de leurs bâtiments dépend des profils sociologiques, et des quartiers. Les propriétaires-occupants sont généralement attachés à leur quartier (âme du quartier) et veulent être associés aux projets. Ils sont sensibles à l'amélioration de leur cadre de vie (résolution des problèmes récurrents de circulation, parking, espaces verts) rendue possible par les projets d'urbanisme globaux. Les propriétaires-bailleurs, majoritaires dans le centre sont préoccupés par la valeur locative des biens (retour sur investissement) avec moins d'exigence sur la forme urbaine proposée.

Une perte de population de 1500 à 2000 personnes est estimée dans les 3 prochaines années. La commune était sur une dynamique d'augmentation de la population depuis 5 ans (+1 000 habitants). La ville du Teil est la 5^e d'Ardèche en population, avec la dynamique la plus forte sur les dix dernières années. Environ 30 à 40 permis de construire étaient accordés par an. La baisse de population n'est pas vue comme nécessairement négative par le maire. Pour lui, l'attractivité de la commune doit être conservée. L'étalement urbain n'est pas souhaitable, il est d'ailleurs incompatible avec les risques naturels (mouvements de terrain, inondations) et les capacités des services publics. La disponibilité du foncier était faible, l'implantation d'activité (artisanat, commerce principalement) est favorisée. L'implantation d'industries est plus délicate compte tenu des faibles réserves foncières. En conséquence, les efforts sont portés prioritairement sur l'implantation d'activité, et sur l'amélioration du cadre de vie : pas de création de nouvelles zones résidentielles, mais amélioration globale de la qualité du bâti de la commune (en rénovant l'existant ou reconstruisant sur place). Le programme ANRU en cours vise à aérer le centre-ville, en aménagement des espaces publics, en favorisant des logements de meilleure qualité et en construisant des équipements culturels (médiathèque, espaces d'art visuel, salle nationale de concert, résidence d'artiste, dojo). Les destructions provoquées par le séisme ne remettent pas en cause cette politique, mais pourront accélérer sa mise en œuvre, car les zones les plus touchées sont celles où le renouvellement urbain était le plus nécessaire.

7.6 Au-delà de la reconstruction physique

Plusieurs initiatives culturelles et artistiques ont été entreprises dans la commune du Teil afin d'aider la population à se reconstruire, échanger sur l'évènement, et entretenir la solidarité. Par exemple, l'association de photographes locale réalise des clichés et collecte les photos des habitants concernant l'évènement en vue d'une exposition. Un groupe de musiciens, Marelous, a composé la chanson « Debout le Teil », qui est devenue l'hymne local post catastrophe et symbole de la volonté de se relever. Différents spectacles vivants ont été également été programmés autour de la perception du séisme.

Enfin, le Teil sera ville départ d'une étape du tour de France le 2 Juillet 2020, s'il est maintenu. Ce sera certainement une fenêtre d'opportunité à la fois pour communiquer autour du risque sismique en France, mais aussi pour mettre en valeur les efforts de reconstruction.

8 Conclusions et premières leçons tirées des observations

Les conclusions proposées ci-dessous résultent de l'analyse par les membres de la mission, d'observations réalisées sur le terrain, des données recueillies et des réponses aux enquêtes et entretiens conduits sur place ou à distances.

8.1 Les attentes et besoins post-urgence

L'enquête de terrain a permis de recenser par ailleurs un certain nombre d'attentes et de besoins reflétant les difficultés individuelles, dont certaines ne sont pas inhérentes au séisme (cf. 2.4), mais qui ont été largement exacerbées et révélées par ce dernier. Passé le choc de l'évènement, les attentes exprimées à ce jour concernent essentiellement le processus de reconstruction et l'information préventive face aux séismes. La prise en charge des assurances (expertises et indemnisations) ainsi que les informations sur le début des travaux de reconstruction des habitations préoccupent la majorité des habitants. La reconstruction est au cœur des attentes à l'échelle individuelle (délais d'attente, nature voire faisabilité des travaux, relogement) mais aussi collective (retour à la vie normale pour leur commune). Viennent donc également les attentes en matière d'information et de prévention face aux séismes, sur les comportements à adopter, sur les normes parasismiques, sur la nature de l'évènement (cause) et sur la façon de s'y préparer. Les échanges avec la population ont fait ressortir un sentiment de méconnaissance et de grand étonnement face à un tel évènement. Il semble désormais acquis, mais pour combien de temps, que chacun a pris conscience de l'existence possible d'un séisme sur ce territoire.

Les mécanismes de solidarité et les autres types de réponses collectives seront développés plus loin dans ce rapport en complément des entretiens conduits avec les différents acteurs de la crise (urgence) et de la post-crise (récupération, reconstruction).

8.2 Résumé des principaux enseignements et propositions issus de l'enquête

Rappelons les principaux résultats issus de l'enquête auprès de la population :

- un évènement brusque, fortement ressenti, effrayant ;
- un bruit d'explosion et des secousses brèves (moins de 10 secondes) ;
- des effets surtout au niveau de la commune du Teil et selon un axe nord-sud ;
- un séisme identifié comme tel après sa manifestation ;

- quelques comportements inhabituels des animaux ;
- des comportements inadaptés au moment des secousses pour une grande majorité (94%) ;
- des comportements davantage adaptés après les secousses (71%), toutefois 85% des personnes qui sont sorties des bâtiments après les secousses y sont retournées dans les 30 minutes qui ont suivi et 50% des personnes ayant subi des dommages lourds dans leur domicile y sont retournées moins de 10 minutes après le séisme ;
- une inquiétude liée aux centrales nucléaires ;
- une recherche d'informations sur l'évènement surtout auprès des proches et via le téléphone ;
- une information recherchée jugée satisfaisante en qualité et en temps ;
- une bonne compréhension des caractéristiques du séisme (source, localisation, magnitude), toutefois des questionnements sur une potentielle cause anthropique (identifiée comme étant Lafarge) ;
- une très bonne connaissance du risque de répliques ;
- une mémoire très lacunaire de la sismicité historique française ;
- une très bonne conscience d'un risque sismique sur le territoire national, toutefois une ignorance du niveau de menace sur leur lieu de vie ;
- une très faible proportion de personnes ayant déjà fait l'expérience d'un séisme dans le passé ;
- une connaissance très partielle des consignes de mise en sécurité pendant et après les secousses ;
- un défaut de dispositions prises au domicile pour se protéger des séismes reconnus par 15% de l'échantillon ;
- des attentes très fortes en matière d'information préventive de la part des autorités ;
- un recours nécessaire à des exercices de mise en situation ;
- un vif intérêt pour les conclusions de notre retour d'expérience (70%).

En termes de préparation (recommandations) à un tel évènement, il ressort de l'enquête des conduites qu'il faudrait adopter :

- mettre l'accent en priorité sur l'information préventive (le risque sismique dans la région, mesures de sauvegarde : avant, pendant, après) ;
- privilégier la mise en pratique dans le cadre des PCS (commune), des PPMS (établissements scolaires) ou des PFMS (cellule familiale) ;
- faciliter l'accès des populations aux bonnes sources scientifiques sur l'évènement sismique vécu (information sur l'évènement) ;
- prévoir des consignes claires émises par les autorités sur le moment du retour dans les logements après les secousses ;
- identifier un référent risque sismique au niveau départemental ou régional (DREAL, Conseils départementaux) ;
- développer une offre de prévention au niveau local (construction parasismique) (mal formulé) ;
- organiser des réunions publiques pour présenter nos résultats.

En termes de retour d'expérience, la mission, riche en enseignements, nous invite à amplifier ou à modifier certains aspects de notre intervention :

- maintenir une phase préalable d'enquête terrain (contexte, contacts pour diffusion, réceptivité de la population) ;
- généraliser ce type d'enquête dans le cadre des missions post-sismiques au moyen d'un questionnaire en ligne ;

- augmenter la taille de l'échantillon ;
- diffuser (auprès de qui ?) les résultats au moyen de publications et d'études comparatives ;
- permettre aux populations de proposer des solutions (co-construction de savoirs) ;
- restituer les résultats dans le cadre de réunions publiques à vocation pédagogique.

8.3 Culture du risque et prévention

Lors des entretiens réalisés avec les services risques naturels et hydrauliques et risques technologiques de la direction générale des risques, il est ressorti les éléments suivants :

Le séisme du Teil doit avoir un impact sur la politique de prévention des risques.

Le séisme du Teil (zone de sismicité 3) intervient alors que la pertinence d'une réglementation sismique en zone 2 et 3 a été contestée par certains élus et associations. Une étude de la DHUP relative à l'efficacité de la réglementation parasismique dans les zones 2 et 3 est en cours de finalisation. Cette étude avait été lancée à la suite du rapport Lambert-Boulard sur « l'inflation normative » (mars 2013) (Rapport de la Mission de Lutte contre l'Inflation Normative – Jean-Claude Boulard et Alain Lambert). Du point de vue de la prévention, le séisme du Teil doit rappeler à tous que des séismes destructeurs sont possibles en zone 3.

L'occurrence du séisme a pu amener certains à se poser la question du besoin éventuel de réviser le zonage réglementaire. La pertinence d'une telle révision se pose cependant au regard de l'évolution général des connaissances sur la sismicité en France, et non pas seulement sur l'évènement isolé. Pour reprendre les propos d'un intervenant, « on ne refait pas le zonage à chaque séisme », d'autant que la démarche à la base du zonage est probabiliste. Le zonage actuel repose sur des travaux datant d'une vingtaine d'années. Les questions de recherche associées au séisme du Teil pourront éventuellement conduire à reconsidérer le zonage quand les éléments scientifiques seront suffisants pour envisager un changement réglementaire : mécanismes de la sismicité en zone continentale stable, période de retour des séismes sur les failles superficielles, paramètres naturels et non tectoniques pouvant influencer la sismicité, prise en compte de ces phénomènes dans une démarche probabiliste ; de façon parallèle, la question de l'évolution de la réglementation des ouvrages à risque spécial et des ouvrages nucléaires se pose d'autant plus que pour ces derniers un aléa déterministe est utilisé pour le dimensionnement et que la connaissance des failles actives est de première importance.

Dans ce cas, une étude tectonique locale est réalisée, et le zonage local prend en compte l'activité des failles. Cela peut conduire à considérer des séismes de magnitude et de localisation tels que l'aléa calculé (accélération) est plus faible que la valeur forfaitaire. Compte tenu de l'expérience du séisme du Teil et de l'incertitude sur la classification des failles qu'il a rappelée, la question de savoir jusqu'à quel point on peut déroger à la réglementation nationale réputée conservatrice avec une étude locale se pose.

En tout état de cause, l'occurrence d'un séisme sur une faille non classée active, et l'énergie réelle libérée devront être prises en compte à long terme dans les procédures.

Les actions de sensibilisation et de prévention doivent être renforcées :

- les services déconcentrés (DREAL) sont en première ligne. La question de l'efficacité des dispositifs existants (portés à connaissance, DDRM, DICRIM, PCS, ...) devrait faire l'objet d'un retour d'expérience spécifique. Après le séisme de Barcelonnette un recensement

des documents traitant du séisme avait été fait (Reyet al., 2016). Plus généralement se pose la question des leviers et des moyens pour atteindre la population ;

- la nécessité d'informer la population sur la phénoménologie, l'occurrence de séismes historiques en France, et plus particulièrement dans sa région est apparue. Les personnes ont aussi besoin d'être informées sur l'étude de l'aléa sismique et la manière dont ces informations sont utilisées pour le dimensionnement/vérification des installations industrielles.

Il est incontournable de former la population aux bons réflexes à adopter pendant une secousse (à titre d'exemple, une personne a raconté qu'elle est sortie de chez elle alors que les tuiles étaient en train de tomber). Pendant la mission des échanges ont eu lieu avec M. Kerdjou (personne en charge des écoles) et il a été constaté que le PPMS ne prévoyait pas d'exercices séismes. Suite au séisme du Teil cette situation est en train d'évoluer. A Châteauneuf-du-Rhône des exercices sont régulièrement répétés ; en septembre 2019 un exercice "séisme" avait été joué.

Une journée de sensibilisation au risque sismique, animée par le BRGM, à destination des différents services de l'Etat : DREAL (services risques/constructions et délégation de zone), DDT (Services Risques et Habitat) et Préfectures (SIDPC) a été organisée à l'automne 2019 (entretien DREAL). La DREAL a pour projet d'organiser à Valence, au premier semestre, un atelier de témoignages (journée « regards croisés sur le séisme du Teil ») rassemblant des acteurs des différents services de l'état, de ses opérateurs et des collectivités pour partager l'expérience de la gestion de la catastrophe. Cet atelier s'inscrit dans le cadre des actions de sensibilisation au risque dans la démarche régionale sismique.

8.4 Questions en débat : actions en cours pour apporter des éléments techniques

Les parties dédiées au traitement médiatique du séisme et les enquêtes auprès de la population ont montré que la question de l'origine du séisme est prégnante dans la population. Dans la communauté scientifique, la question de la dynamique tectonique et des moteurs de la sismicité régionale est également un sujet en discussion.

Un certain nombre de questions autour de l'origine du séisme et de ses conséquences restent posées :

- la question sur la possible contribution de l'exploitation de la carrière sur le déclenchement du séisme,
- la question de la sécurité des centrales nucléaires,
- la question de la possibilité de survenue d'un autre séisme destructeur à court terme dans cette zone (« *la faille peut-elle continuer à rompre ailleurs ?* »),
- la question de la durée pendant laquelle les fissures peuvent évoluer (« *dois-je attendre pour réparer ?* »).

Sur la première question, la communauté scientifique se mobilise, notamment pour mieux comprendre le phénomène, et tirer des enseignements de ce séisme sur la sismicité en contexte intra-plaque ou continental stable. On peut, à ce sujet, consulter par exemple le rapport CNRS/INSU (Delouis et al., 2019). Il est cependant difficile d'émettre des conclusions tranchées, et le traitement médiatique ou politique des conclusions est variable selon les intérêts des commentateurs. La seconde question a fait l'objet de communications dans les jours qui ont suivi le séisme par l'IRSN et EDF.

Les deux dernières sont, à ce jour, encore difficiles à aborder, et l'information scientifique ou les travaux en cours ne toucheront pas la population avant longtemps.

Même si le traitement médiatique de telles questions et la compréhension que peut en avoir le public non initié évolue en fonction du temps et du contexte (contexte de l'accident Lubrizol ou Fukushima pour la sécurité des installations industrielles ou nucléaires) la question du niveau d'information que doit donner la communauté scientifique et de sa temporalité reste ouverte.

8.5 Préparation et gestion de crise

Les interlocuteurs mentionnent dans la majorité des cas l'existence d'un Plan Communal de Sauvegarde (PCS), qui est un document avec les actions et mesures à mettre en place lors d'une crise. Il est semble-t-il peu consulté. Une explication récurrente repose sur le caractère inattendu de ce type d'aléa, alors que les PCS inondation par exemple sont mieux appropriés par les élus. La méconnaissance concerne le déclenchement du PCS puis la gestion de l'urgence ; les interlocuteurs soulignent l'absence de connaissances techniques notamment pour pallier l'absence d'experts menant les diagnostics sur les premiers jours après le séisme. Parfois, le PCS n'a pas été jugé pertinent vu le nombre faible de sinistrés qui se déclaraient. A l'instar de Châteauneuf-du-Rhône, certaines communes jouent régulièrement des exercices de gestion de crise (divers scénarios risques naturels et anthropiques). A l'école de Châteauneuf-du-Rhône, un exercice séisme avait été organisé en septembre 2019.

La gestion de crise apparaît largement dépendante du niveau d'impact du séisme (nombre de sinistrés, ressenti...). En effet, certains élus ne se sont pas considérés en crise (peu de sinistrés, dommages très légers...). L'expérience de cette gestion de l'urgence révèle le manque d'anticipation et de préparation pour ce type d'aléa et d'autres, les élus en charge se sont sentis seuls dans la prise de décision et l'organisation de cellule de crise. Dans certaines communes, seuls les élus et leurs adjoints composaient cette cellule de crise. Une organisation homogène et anticipée est souhaitable. Une commune a par exemple organisé l'accueil dans des "box" afin de respecter la confidentialité des situations. Mais lorsque le nombre de sinistrés est important, des solutions valables au cas au cas ne sont répliquables que si elles sont anticipées.

De nombreux interlocuteurs ont souligné la pertinence de l'existence d'un numéro d'urgence (direct) pour joindre les institutions départementales, régionales et nationales, et ont exprimé le souhait de mettre en place des fiches réflexes. Le colonel Rivière, directeur du SDIS Ardèche, mentionne par exemple le besoin de disposer rapidement d'une information fiable sur la survenue du séisme (assimilé au départ à une explosion par les témoignages et les appels d'urgence).

La diffusion d'informations au sujet du Dispositif Urgence (que faire, comment préparer l'intervention, comment le mobiliser) serait souhaitable, à l'échelle de la préfecture comme de la commune. Enfin, le retour d'expérience de la Cellule Urgence, en interne à l'AFPS et avec les partenaires institutionnels, devrait permettre de mettre au point des outils facilitant le déploiement du dispositif et la remontée d'informations, sa capitalisation, et les flux vers les acteurs concernés (mairies, pompiers, préfecture). Il ressort nettement des différents entretiens réalisés sur le terrain que le dispositif a été très apprécié et répond à un besoin important. La première mise en œuvre à échelle réelle du dispositif conduit logiquement à retour d'expérience riche qui permettra de le rendre encore plus efficace et à cette finalité, un travail de coordination est en cours au niveau national entre l'AFPS, les sapeurs-pompiers et l'Entente Valabre en lien avec la DGSCGC et le COGIC.

8.6 Application des règles parasismiques

C'est le séisme le plus important depuis l'application des règles parasismiques en France. Les bâtiments les plus anciens en maçonnerie de pierre non chaînée ont payé le prix fort et subi le plus de dégâts, ce qui est malheureusement une confirmation de la vulnérabilité bien connue de ce type de bâti. Mais, on peut aussi conclure que les bâtiments récents à moyennement récents ont eu très peu de dommages structuraux ; cela a été confirmé par les différents acteurs professionnels locaux rencontrés (bureaux de contrôle, bureaux d'étude). Les efforts pour faire connaître et appliquer les règles parasismiques, et accompagner leur mise en œuvre par des guides, des règles simplifiées et des formations, reste un objectif prioritaire. La publication des nouveaux guides pour les maisons individuelles y contribuera beaucoup. L'application des règles parasismiques a forcément contribué à limiter les dégâts mais la prise en compte de ces règles, au regard du rythme de la construction neuve, est probablement insuffisante pour assurer à moyen terme une sécurité satisfaisante vis-à-vis du risque sismique. Il est donc indispensable de favoriser, d'une part, le développement du renforcement parasismique des bâtiments, notamment à l'occasion de travaux importants et, d'autre part, une reconstruction de qualité pour les zones sinistrées. Le vide réglementaire relatif constaté autour de la question de la réparation (à partir de quand considère-t-on qu'une reconstruction doit être soumise à la réglementation parasismique) mérite une attention particulière, pour ne pas perdre une opportunité de réduire la vulnérabilité du territoire, à l'occasion de la reconstruction.

Par ailleurs, des travaux minimes et simples effectués sur la structure ou la sécurisation des équipements ou cheminées ont aussi permis à certains bâtiments de n'être affectés que par des dommages limités ; ceci prouve que la réduction de la vulnérabilité des bâtis existants hors renforcement par la réalisation de travaux minimes mais efficaces, peut aider dans ce type de cas de séisme à diminuer les dommages et destructions. Le futur guide DGPR, quand il sera publié et appliqué, permettra certainement de contribuer à la réduction de la vulnérabilité des petits bâtiments anciens existants.

Les photos collectées lors de la mission post-sismique et la phase de diagnostic d'urgence sont très nombreuses. Une exploitation et un archivage systématique seraient souhaitables pour nourrir les travaux de l'AFPS sur la vulnérabilité des bâtiments et l'efficacité des mesures parasismiques.

8.7 Comparaison avec les séismes d'Arette, d'Epagny et de Saint-Paul de Fenouillet

A titre de comparaison, le tableau ci-dessous donne des éléments quantitatifs permettant de mettre en correspondance les 4 derniers séismes destructeurs en France Métropolitaine. Les données sont essentiellement issues des rapports de missions AFPS ou de publications de l'association. Ces éléments soulignent l'importance du séisme du Teil, tant dans ses caractéristiques physiques, ses conséquences, que par les leçons que le retour d'expérience à court et plus long terme pourra apporter à la prévention des risques et la préparation aux catastrophes.

Tableau 8-1 : Comparaison des impacts des 4 derniers séismes importants en France métropolitaine.

Séisme	Arette, 1967	St Paul de Fenouillet, 1996	Epagny, 1996	Le Teil, 2019
Magnitude ⁵	MI :5 Mw :5.2	MI :4.8 à 5.6 Mw :4.7	MI : 4.9 à 5.5 Mw :4.9	MI :5 à 5.4 Mw :4.8-4.9
Profondeur	10km	5 à 20km	3km	1 à 3km
Intensité maximum	VIII MSK	VI MSK	VII-VIII MSK	VII-VIII EMS98
Surface Intensité ≥VI	1 500 km ²	200 km ²	250 km ²	420 km ²
Population Intensité ≥VI	~2 000 hab.	~2 000 hab.	90 000 hab.	74 000 hab.
Nombre de bâtiments endommagés (estimation)	2 283 dans 62 communes	Environ 300, surtout à St-Paul (rapport AFPS)	72 recensés dans le rapport AFPS	3000 déclarations de sinistres en Ardèche et 780 arrêtés de péril au Teil
Pertes (estimation actualisée ⁶)	176 M FF ⁷ 211 M€	<10 M€ ⁸	300 M FF 58 M€	En cours d'estimation 40 à 100M€
Durée de la reconstruction	7 ans	-	-	
Règles parasismiques	-	PS69 et PS92		PS69, PS92, PSMI, et Eurocodes

⁵ Valeurs Mw issues du catalogue SiHex sauf pour le séisme du Teil (Vallage et al., 2020), les valeurs MI dépendent de la méthode utilisée, celles indiquées viennent du Renass du LDG ou d'autres organismes, surface calculées à partir des données du rapport GIM.

⁶ Conversion : <https://www.insee.fr/fr/information/2417794>

⁷ Ce montant de 176 MFF, qui semble être l'évaluation faite pour la reconstruction totale pour toutes les communes touchées par le séisme, se retrouve dans l'article de 1968 paru dans la Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest.

⁸ <https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/les-evenements>

Au-delà des informations scientifiques sur les caractéristiques physiques du séisme, il serait utile de poursuivre l'étude de la région, notamment sur l'aspect reconstruction et relèvement pendant plusieurs années. Par exemple, la reconstruction suite au séisme d'Arette a pris 7 ans. Au Teil, plusieurs années seront également nécessaires. Un groupe de travail chargé de suivre chaque année l'évolution de la situation permettrait de mieux comprendre les aspects économiques, politiques et institutionnels de cette phase qui n'a jamais été observée à cette échelle pour la France métropolitaine.

8.8 Synthèse - conclusions générales

Le séisme du Teil présente des caractéristiques remarquables sous plusieurs aspects :

- Sa magnitude est peu commune dans l'époque récente en France métropolitaine et dans une zone peuplée. Elle n'est cependant pas surprenante au regard de l'évaluation probabiliste de l'aléa en France. L'analyse des conséquences de séismes est donc très importante pour la prévention des risques en métropole.
- Sa faible profondeur intrigue, mais n'est pas incohérente avec les séismes historiques de la région. Le besoin de continuer les recherches sur les conditions de déclenchement de tels séismes en découle donc.

La rupture en surface visible sur une longueur significative est extrêmement rare en France métropolitaine. La possibilité de faire des observations sur la faille, juste après séisme, est exceptionnelle. On pourra donc retenir :

- qu'un « petit séisme » peut générer une rupture en surface ;
- que ce type de rupture de surface peut se produire en France;
- que si un petit séisme a produit une rupture de surface un grand peut le faire.

Des dégâts conséquents, mais pas de victimes, ont été constatés ; ceci a permis le déploiement du Dispositif Urgence dans de relatives bonnes conditions et d'en tirer des leçons pour améliorer ses prestations futures.

Par ailleurs, du point de vue scientifique et technique, il est à noter que :

- l'apport de l'interférométrie radar qui a permis, pour la première fois en France, de pouvoir localiser rapidement la rupture de surface, et apporter des informations exploitables pour l'étude du mécanisme de déclenchement ;
- la survenue du séisme sur un territoire concerné depuis plusieurs années par l'application des règles parasismiques, qui permet un premier retour sur leur efficacité, même s'il est encore partiel, en tenant compte des spécificités constructives françaises (maçonnerie chaînée par exemple).

9 Références

9.1 Ouvrages et articles

AFPS. (s.d.). Dispositions constructives parasismiques. Ponts et Chaussées.

Banchereau, J. (1923). Mélas. *Congrès archéologique de France. 86e session*, (pp. 217-226). Valence et Montélimar.

BCSF RéNaSS. (2019). Rapport préliminaire de la mission du Groupe d'intervention macrosismique (G.I.M.).

Cartier & Colbeau-Justin. (2010). La sécurité scolaire à l'épreuve du risque sismique. Fractures de coordination et solidarité de responsabilité. Comparaison Antilles-Alpes – Coll. Réponses environnement, Ed. La documentation française, Paris, 172 p. ISBN : 978-2-11-007985-5.

Chardon, D., Hermitte, D., Nguyen, F., Bellier, O. (2005). First paleoseismological constraints on the strongest earthquake in France (Provence) in the twentieth century, *Geology*, 33(11), 901-904.

CNRS BRGM. (2019). Note sur le séisme du 11/11/2019 en Ardèche (Le Teil).

CSTB AFPS. (2013). Diagnostic et renforcement du bâti.

Delouis, B. E. et al. (2019). Rapport d'évaluation du groupe de travail (GT) CNRS-INSU sur le séisme du Teil du 11 novembre 2019 et ses causes possibles.

Elmi, S., Busnardo, R., Clavel, B., Camus, G., Kieffer, G., Bérard, P., Michaëly, B. (1996). Notice explicative, Carte géol. France (1/50000), feuille d'Aubenas (865). Orléans : BRGM, 170 p.

Esquieu, Y. (1988). *Viviers, cité épiscopale : études archéologiques*. Région Rhône-Alpes, Direction des antiquités historiques.

Gaillard & Peek. (2019). Disaster-zone research needs a code of conduct. *Nature*, 575, 440-442 (2019), doi: 10.1038/d41586-019-03534-z.

Grünthal, G. (1998). *European macroseismic scale 1998*. European Seismological Commission (ESC).

Grünthal, G. et al. (2001), Echelle macrosismique européenne, Cahier du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Luxembourg, 2001.

Husen, S., Kissling, E., Deichmann, N., Wiemer, S., Giardini, D., Baer, M. (2003). Probabilistic earthquake location in complex three-dimensional velocity models: Application to Switzerland, *J. Geophys. Res.*, 108(B2).

Lambert, J. (2013). séismes du Tricastin (moyenne vallée du Rhône) en juillet et août 1873.

Leone. (2008). Caractérisation des vulnérabilités aux catastrophes « naturelles » : contribution à une évaluation géographique multirisque (mouvements de terrain, séismes, tsunamis, éruptions volcaniques, cyclones) – Ed. Edilivre Universitaire Collection, Paris, 336 p. ISBN : 978-2-8121-0037-6

Leone, F. (2014). Atlas des risques naturels et des vulnérabilités territoriales de Mayotte – Géorisques, hors-série, coll. de l'UMR GRED, Ed. Presses Universitaires de la Méditerranée, Montpellier, 176 p., ISSN : 1956-4252.

Mairie du Teil. (2020). Journal d'information de la ville du Teil - Janvier 2020.

Masson, C. (2019). Perfectionnement des méthodes d'analyse GPS pour l'étude de la déformation intraplaque, cas de la France. Thèse de doctorat de l'Université de Montpellier, 237 pages, 2 annexes.

Mavoungou & Leone. (2000). Séisme du 8 juin 1999. Martinique. Résultats de l'enquête post-sismique sur les personnes se trouvant dans des bâtiments – Rapport pour le compte de l'Equipe d'Accueil GEODE-Caraïbe, Université des Antilles et de la Guyane, Schœlcher, Martinique, 39 p.

Mazzotti, S., Jomard, H., & Masson, F. Processes and deformation rates generating seismicity in metropolitan France and conterminous Western Europe, soumis à Bull. Soc. Geol. Fr.

Ourdouillie & Leone. (2005). Séisme en Guadeloupe du 21 novembre 2004. Retour d'expérience. Mémoire de master 1 GCRN, Université Montpellier 3, 72 p.

Papa, F., & Zuccaro, G. (2004). Medea: a multimedia and didactic handbook for seismic damage evaluation. European Seismological Commission.

Reyet al. (2016). (Reyet al., 2016)- Estimation des pertes financières assurées relatives au risque sismique en PACA : retour d'expérience sur le séisme de l'Ubaye de 2014 et production d'indicateurs de risque sismique à l'échelle régionale. Rapport final. BRGM/RP-66095-F.

Schlupp et al. (2019), Séisme du Teil, 11 novembre 2019, 11h52 heure locale (10h52 TU) – Rapport préliminaire de la mission du groupe d'intervention macrosismique (G.I.M.) du Bureau Central Sismologique Français et Réseau National de Surveillance Sismique (BCSF-RéNaSS), 5p.

Souliman, F. (2020). Retex à chaud de niveau local.

Thouvenot, F. et Bouchon, M. (2008), What is the lowest magnitude threshold at which an earthquake can be felt or heard, or objects thrown into the air ? In: *Historical Seismology: Interdisciplinary Studies of Past and Recent Earthquakes* (J. Fréchet, M. Meghraoui and M. Stucchi, eds), pp. 313-326. Springer, Dordrecht.

Thouvenot, F., Jenatton, L., Gratier, J.-P. (2009). 200-m-deep earthquake swarm in Tricastin (lower Rhône Valley, France) accounts for noisy seismicity over past centuries. *Terra Nova*, 21(3), pp.203-210.

Thouvenot, F. et al. (1998).. The ML 5.3 Epagny (French Alps) earthquake of 1996 July 15: a long-awaited event on the Vuache Fault. *Geophysical Journal International*, 135(3), pp.876-892.

Vallage, A., Bollinger, L., Cano, Y., Champenois, J., Duverger, C., Hernandez, B., Herry, P., Le Pichon, A., Listowski, C., Mazet-Roux, G., Menager, M., Merrer, S., Pinel-Puysegur, B., Rusch, R., Sèbe, O., Vergoz, J., and Guilhem Trilla, A. (2020). Full characterization of the $M_L=5.4$ 2019/11/11 earthquake in France based on a multi-approach technology approach, European Geological Union Meeting, 4-8 May, 2020.

Zacek, M. (1996). *Construction parasismique*. Editions Parenthèses.

9.2 Sites internet

https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/-/seisme_teil_novembre_2019

<https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-31446-rapport-cat-nat-ccr.pdf>

<https://www.ccr.fr/documents/23509/25291/indemnisation+cat-nat.pdf/ff905a8f-ccb3-44e2-a0d0-b92c6d2e352e>

<https://www.ccr.fr/-/indemnisation-des-catastrophes-naturelles-en-france>

<https://www.senat.fr/rap/r18-628/r18-6280.html>

<http://variances.eu/?p=2705>

<http://www.leparisien.fr/societe/etat-de-catastrophe-naturelle-comment-ca-marche-07-09-2017-7243008.php>

<http://www.seine-et-marne.gouv.fr/Demarches-administratives/Toutes-les-demarches/Procedure-generale-de-demande-de-reconnaissance-de-l-etat-de-catastrophe-naturelle>

<https://www.francebleu.fr/infos/societe/seisme-en-ardeche-colere-des-maires-dont-le-dossier-de-catastrophe-naturelle-n-a-pas-ete-examine-1576262241>

<https://www.ledauphine.com/techniques/2019/11/20/seisme-du-11-novembre-22-communes-ont-fait-la-demande-de-reconnaissance-de-catastrophe-naturelle>

<https://www.francebleu.fr/infos/societe/seisme-au-teil-xxx-communes-de-drome-ardeche-reconnues-en-etat-de-catastrophe-naturelle-1576504978>

<http://www.planseisme.fr/Que-faire-en-cas-de-seisme.html>

<https://sisfrance.irsn.fr/>

https://www.imdr.eu/offres/file_inline_src/818/818_A_33906_5ae31a9d22fb4_1.pdf

<http://www.world-stress-map.org/>

<http://www.afps-seisme.org/PUBLI/Rapports-de-missions/AFPS-Rapport-mission-2004-Seisme-Al-Hoceima-Maroc>

<http://www.afps-seisme.org/PUBLI/Rapports-de-missions/AFPS-Rapport-mission-2001-Seisme-Salvador-Salvador>

<http://leteilmemoireenimages.net/patrimoine/avant1800/eglisedemelas/eglisedemelas.htm>

<https://www.azurseisme.com/Seisme-de-Montelimar.html>

<https://app.dvf.etalab.gouv.fr/>

<https://earthquake.usgs.gov/data/dyfi>

<http://www.georisques.gouv.fr/>

<http://www.georisques.gouv.fr/>

<https://sites.google.com/site/cellulepostsismique/seisme-de-magnitude-5-0-localise-5-a-10-km-a-l-ouest-de-montelimar-france>

<http://www.franceseisme.fr/nseisme.php?IdSei=930>

http://www.franceseisme.fr/donnees/intensites/2019/191111_1052/Rapport-preliminaire-GIM-Teil-diff.pdf

10 Acronymes et abréviations

AFPS : Association française de génie parasismique

AMAV : Association de médiation et d'aide aux victimes

ANAH : Aide nationale à l'amélioration de l'habitat

ANRU : Agence nationale pour la rénovation urbaine

BCSF : Bureau central sismologique français

BERSSIN : Bureau d'évaluation des risques sismiques pour la sûreté des installations

BET : Bureau d'études techniques

BRGM : Bureau de recherches géologiques et minières

BSS : Base de données du sous-sol

CAF : Caisse d'allocations familiales

CAPEB : Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment

CatNat : Catastrophes naturelles

CCAS : Centre d'allocations familiales

CCI : Chambre de commerce et d'industrie

CDAD : Conseil départemental de l'accès au droit

CDIFF : Centre d'information sur les droits des femmes et des familles

CEREMA : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

CGEDD : Conseil général du développement durable

CNPS : Commission de normalisation des règles parasismiques

CNR : Compagnie nationale du Rhône

CNRS : Centre national de la recherche Scientifique

COGIC : Centre opérationnel de gestion interministériel des crises

COS : Centre d'opération des secours

COZ : Centre opérationnel de zone

CSP : Catégorie socio-professionnelle

CSTB : Centre scientifique et technique du bâtiment

CTA : Centre de traitement des appels

CUMP : Cellule d'urgence médico-psychologique

DDCSPP : Direction départementale de la cohésion sociale et de la protection des populations

DDRM : Dossier départemental des risques majeurs

DDT : Direction départementale des territoires

DGALN : Direction générale de l'aménagement du logement et de la nature

DGPR : Direction générale de la prévention des risques

DGSCGC : Direction générale de la sécurité civile et de la gestion de crise

DHUP : Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages

DICRIM : Document d'information communal sur les risques majeurs

DOS : Directeur des opérations de secours

DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

DTU : Document technique unifié

EHPAD : Etablissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes

EMS98 : Européen macroseismic scale

EMZ : Etat major de zone

ENS : Ecole normale supérieure

EPARECA : Etablissement public national d'aménagement et de restructuration des espaces commerciaux et artisanaux

EPORA : Etablissement public foncier de l'ouest Rhône-Alpes

FORMISC : Formations militaires de la sécurité civile

GASPAR : base de Gestion assistée des procédures administratives relatives aux risques

GIM : Groupe d'intervention macrosismique

INSEE : Institut national du statistique et des études économiques

IRSN : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

ISTerre : Institut des sciences de la terre

LDG : Laboratoire de détection et de géophysique commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA)

MASC : Mission d'appui de la sécurité civile

MOUS : Maîtrise d'œuvre urbaine et sociale

MTES : Ministère de la transition écologique et solidaire

NOVI : Nombreuses victimes

ONG : Organisations non gouvernementales

ORSEC : Organisation des secours

OSB : Panneau bois de grandes particules orientées

PC : Poste de commandement

PCS : Plan communal de sauvegarde

PDLPD : Plan départemental pour le logement des personnes défavorisées

PFMS : Plan familial de mise en sûreté

PLU : Plan local d'urbanisme

PPA : Projet partenarial d'aménagement

PPMS : Plan particulier de mise en sûreté

PS69/82 : Règles de construction parasismiques

PSE : Personnes soumises à l'enquête

PSMI89 : Règles de construction parasismiques pour les maisons individuelles

SDEA : Syndicat départemental de l'équipement et de l'aménagement

SDIS : Service départemental de l'incendie et des secours

SIDPC : Service interministériel de défense et de protection civile

ST : Services techniques

ULIS : Unité localisée pour l'inclusion scolaire

11 Annexes

11.1 Chronologie et organisation de la réponse à la crise

Chronologie des évènements vue de la commune du Teil, reconstituée à partir des entretiens réalisés auprès du SDIS, du Maire, des services techniques du SIDPC et des informations publiées dans le journal d'information de la ville du Teil.

Le 11 novembre - Jour du séisme

Lundi 11 novembre, fin de matinée : les cérémonies sont terminées, les élus et officiels rentrent chez eux. C'est un jour férié, beaucoup de personnes sont chez elles.

11h52 : le séisme est perçu comme une explosion.

11h53 : premier appel au 18 reçu par le centre de traitement des appels ; on signale une explosion au Teil, impasse des Augustins, mais non localisée.

Les numéros d'urgence (15, 18, 112) reçoivent 9 appels/min pendant 30 minutes. Le standard est saturé.

12h05 : première mention d'un tremblement de terre, mais pas d'information officielle. Demande d'information du SDIS 26 qui reçoit beaucoup d'appels.

Tous les riverains sortent dans la rue (attroupements) par peur des fissures.

Le SDIS donne la consigne de sortir, en sous-estimant le risque de rester sur le trottoir.

12h16 : mail de www.franceseisme.fr (appel à témoignages) reçu sur une boîte aux lettres non veillée de la préfecture. *Information non consultée.*

12h30 : convocation d'un Centre Opérationnel Départemental (COD) par la préfecture.

13h : mise en place du PC de crise à la Mairie. Ouverture de la mairie pour recueillir les demandes des habitants, et mobilisation de volontaires pour noter les demandes d'interventions et les besoins d'hébergement. 2000 personnes seront reçues en 3 jours.

13h24 : mail d'information de la survenue d'un séisme envoyé par le BRGM et reçu sur une boîte aux lettres non veillée de la préfecture. *Information non consultée.*

Le séisme est confirmé.

14h : arrivée de la préfète de l'Ardèche et ouverture de la cellule de crise (certaines sources indiquent 13h).

La cellule de crise se réunit trois fois par jour 6h/12h/17h.

15h : bouclage des accès au Teil par la gendarmerie, pour éviter les risques liés aux effondrements.

A partir de 15h : le SDIS dirige les sinistrés vers le gymnase, les pompiers effectuent des levées de doutes, premières évacuations. Les équipes cynophiles du département sont appelées en renfort. Une intervention pour fuite de gaz, puis tournées de reconnaissance sur différentes communes : Le Teil, Viviers, Alba-la-Romaine.

Visite du lycée et fermeture puis réquisition du bureau d'étude BETEBAT pour évaluer les dangers et sécuriser l'église.

300 personnes sont accueillies dans les gymnases pour la nuit (600 lits mis à disposition).

Le plan ORSEC est déclenché le 11 dans l'Ardèche mais pas le plan NOVI (nombreuses victimes).

19h45 : communiqué de presse de la préfecture de l'Ardèche. Consignes et informations aux populations en cas de nouveau séisme. Informations sur les moyens engagés et sur les impacts actuels du séisme.

Moyens et actions engagés le 11 novembre :

- 100 sapeurs-pompiers pour 85 interventions dont 73 au Teil ;
- 50 gendarmes pour sécurité des biens et des personnes (1er bilan : blessés légers surtout dus à des crises de panique; écoles primaires et secondaires fermées jusqu'à nouvel ordre pour vérification des bâtiments) ;
- Communiqué de presse de la préfecture de la Drôme avec un bilan des actions menées (50 sapeurs-pompiers et des gendarmes déployés). 1er bilan : 77 interventions de pompiers, plus d'un millier d'appels reçus par les services de l'état ;
- 1 blessé grave, plusieurs évacuations préventives, écoles expertisées par le SDIS et ouvertes, alarme déclenchée sur le site nucléaire de Cruas donc arrêt des réacteurs pour un audit.

Du 12 au 29 novembre – gestion de crise

Mardi 12 novembre, 8h : prise de conscience de l'étendue des dégâts : première estimation à 100-300 bâtiments touchés. Point de situation COZ, demande renfort sauvetage déblaiement (3 sections) et appuis diagnostic. Dispositif Urgence AFPS souhaité à la demande des autorités locales via le COGIC.

12h : demande d'activation du Dispositif Urgence de l'AFPS après échanges avec la cellule Urgence de l'AFPS ;

Difficulté : pas d'évaluation complète de la situation, pas de liste.

Ouverture du Pôle Solidarité par la mairie, dont la direction est confiée à la Croix Rouge. Le pôle rassemble les associations caritatives intervenant sur la commune : Croix Rouge Française, Secours Populaire, Arc en Ciel, Secours Catholique.

12 novembre (soirée) : visite du ministre de l'intérieur, C. Castaner.

Tournée d'inspection des écoles ;

Rapport de l'IRSN : évaluation de l'impact du séisme sur les centrales nucléaires de Cruas et Tricastin (Aucun site nucléaire, ni SEVESO touchés).

Mercredi 13 novembre : communiqué de presse de la préfecture de l'Ardèche : point de situation sur les moyens engagés : 110 gendarmes et 90 sapeurs-pompiers ;

“Demain, 60 sapeurs-pompiers du sud de la France et 30 FORMISC en provenance de l'USC de Brignoles vont arriver en renfort. Ils viendront appuyer les services d'incendie et de secours zonaux et ardéchois afin de terminer l'évaluation des risques bâtimentaires et de protéger l'espace public et les biens.”

Arrivée de la coordination des inspecteurs AFPS à 9 h sur site puis des premiers inspecteurs urgence de l'AFPS à midi, premiers diagnostics en fin de matinée avec priorité donnée aux sans-abris hébergés dans le gymnase. Au total 43 inspecteurs AFPS seront mobilisés sur deux semaines environ ;

Mise en place d'un débriefing quotidien avec les bénévoles qui recensent les déclarations pour organiser les remontées d'information ;

Le service social du département propose une aide pour les outils informatiques (fichiers sinistrés). L'académie apporte son soutien au service écoles de la mairie et au personnel scolaire.

Jeudi 14 novembre : communiqué de presse de la préfecture de l'Ardèche : point de situation sur les moyens engagés, état actuel du relogement (170 interventions des SP, 110 personnes relogées).

Vendredi 15 novembre : changement de stratégie COGIC/COZ : augmenter la puissance de frappe diagnostics. Mobilisation de 30 binômes des corps Sauvetage Déblaiement et Risque Bâtimentaire : 10 du sud-est et 20 des autres zones. Mise en place d'un outil de remontée (googlesheet) partagé avec le COS et la mairie ;

Les premiers arrêtés d'interdiction de séjourner sont pris par la mairie. Au total 751 arrêtés seront pris sur la base des diagnostics réalisés par les pompiers et les inspecteurs de l'AFPS ;

Communiqué de presse de la préfecture de l'Ardèche : point de situation sur les moyens engagés, état actuel du relogement (161 expertises bâtimentaires ont été réalisées. 64 bâtiments ont été classés en vert, 65 en jaune et 32 en rouge. Il est estimé à environ 1800 expertises supplémentaires nécessaires ; 600 interventions des SP depuis le lundi 11/11 ; 32 personnes supplémentaires relogées ; pas de solutions pérennes pour la scolarisation) ;

Communiqué de presse du gouvernement : une enveloppe de 2 M€ allouée par l'État pour la reconstruction pour les collectivités reconnues en état « CatNat », reconstruction et maintien des services publics locaux.

Dimanche 17 novembre : organisation d'une journée solidarité par la mairie, avec repas partagé. Arrivée de la mission du GIM (17 au 23 novembre) avec 7 personnes mobilisées pour l'analyse des dommages en fonction de la vulnérabilité des bâtiments afin d'estimer les intensités EMS98.

Lundi 18 novembre : reprise des cours dans les écoles primaires. 6 psychologues scolaires sont mobilisés, séances d'expression des enfants. Les classes de 3 écoles sont relogées dans des gymnases et des salles communales en attendant la fin des travaux de réparation ;

Communiqué de presse de la préfecture de l'Ardèche, point de situation : 142 SP; une centaine de sapeurs-pompiers de renforts extra départementaux comprenant 38 binômes d'experts bâtiments (sapeurs-pompiers et Association Française du Génie Parasismique), des moyens en sauvetage-déblaiement, des équipes de pilotes de drone de reconnaissance et des cadres spécialisés en

gestion de crise; accélération du dispositif de bâchage en cas de dégradation météo; consolidation du clocher en cours mais pas d'information sur la réouverture de la RN 102.

Mardi 19 novembre : communiqué de presse de la préfecture de l'Ardèche, point de situation : le préfet de l'Ardèche rencontre les victimes du séisme ainsi que les acteurs mobilisés ; réunions en mairie, mission de reconnaissance aux abords de la RN102 prévue le 20/11 avec experts et SP pour évaluer le risque sur la zone, sécurisation du clocher terminée.

20 novembre : démobilisation du Dispositif Urgence de l'AFPS. Date de la commission CatNat accélérée. Réception par la commission CatNat du 1er rapport du GIM pour les 7 premières communes étudiées.

21 novembre : prise de l'arrêté de catastrophe naturelle pour la commune du Teil (publication 23/11).

A partir du 22 novembre : la Préfecture met en place un point hebdomadaire (toujours actif en février) avec 17 communes touchées pour suivre l'évolution de la situation.

Communiqué de presse de la préfecture de l'Ardèche, point de situation : préfet de l'Ardèche, nouvelle réunion en Mairie et rencontre des maires les plus touchés par le séisme ; pôle accueil relogement mis en place à l'école centrale du Teil; prévention sur le risque météo et la chute d'objets ou l'utilisation de chauffage pouvant engendrer une intoxication au CO2 après mouvement des conduits.

29 novembre : la cellule de crise est désactivée.

Fin de la crise pour le SDIS, mise en place d'un logigramme pour traiter les demandes d'intervention.

Communiqué de presse de la préfecture de l'Ardèche, le préfet de l'Ardèche préside une nouvelle réunion de crise au Teil. Une cellule d'accompagnement et de relogement des sinistrés, placée sous l'autorité du préfet de l'Ardèche, se substituera au poste de commandement opérationnel. Un sous-préfet et deux cadres administratifs sont par ailleurs missionnés, à compter de ce lundi 2 décembre 2019, pour assurer spécifiquement le suivi des conséquences du séisme. Réouverture de la RN 102 prévue en alternance avant les vacances de Noël.

Du 30 novembre au 5 février – préparer le relèvement

2 décembre : Restriction de la circulation des poids lourds. Suite au séisme des bâtiments représentent des risques d'effondrement donc restriction de circulation sur RN102 et RD86.

12 décembre : création de l'association « collectif des sinistrés du 11 novembre 2019 » soutenue par la mairie pour recenser, informer et fédérer les sinistrés.

15 décembre : organisation de la deuxième journée de solidarité par la mairie.

17 décembre : communiqué de presse de la préfecture de l'Ardèche apportant des éclairages (partiels) sur l'origine du séisme : naturel ou naturel et anthropique (déclenché ou accentué par les tirs de mine de la carrière Lafarge suite à un article paru dans Le Point et après publication du rapport du CNRS.

18 décembre : communiqué de presse de la préfecture de l'Ardèche : réouverture de la RN102 (circulation alternée).

Janvier : réouverture de toutes les écoles primaires. Les classes de l'école de Frayol haut sont logées dans des préfabriqués à côté des services techniques à partir du 16 janvier 2020, jusqu'à la fin de la construction de la nouvelle école (prévue avant le séisme) sur le terrain adjacent.

Janvier 2020 : 1500 personnes logées dans les campings.

Février 2020 : 70 familles logées dans les campings.

11.2 Simulation de dommages et comparaisons au données macrosismiques

C. Negulescu, du BRGM, a réalisé des simulations de dommages aux bâtiments à partir de données statistiques sur la vulnérabilité des bâtiments avec le logiciel Armagedon (plateforme Vigirisk, BRGM) qui permet de croiser une carte d'accélération simulée avec la vulnérabilité des enjeux. Pour les résultats présentés ici, une relation d'atténuation en intensité (équation de prédiction de l'intensité de Bakun&Scotti, 2006) a été utilisée. Les amplifications liées au type de sol sont prises en compte (effets de site lithologiques) mais pas les effets de site topographiques. Les amplifications sont calées sur les valeurs du coefficient S de l'Eurocode 8, en déduisant la classe de sol uniquement à partir de la géologie.






Le scénario sismique considéré est le suivant (sur la base des données du rapport du (Delouis et al., 2019) dans une version provisoire:

Longitude	Latitude	Prof. (km)	Mw
4,61E-4,65 E	44,53N-44,61N	3	4.8 - 4.9

Pour un scénario sismique représentant au mieux le séisme réel, les résultats d'endommagement aux bâtiments sont donnés ci-dessous pour la commune du Teil (2 700 bâtiments considérés), par zone IRIS puis agrégés au niveau communal. Les niveaux D1 à D5 correspondent à la classification des dommages établis dans l'échelle macrosismique européenne EMS98 (Grünthal, 1998).

Tableau 11-1 : Nombre de bâtiments par degré de dommages et pour la commune du Teil (résultats de simulation)

Niveau de dommages	Nombre de bâtiments	%
D0	574	21%
D1	890	33%
D2	713	26%
D3	393	15%
D4	122	5%
D5	9	0,3%

Classification des dégâts aux bâtiments en maçonnerie	
	Degré 1: Dégâts négligeables à légers (aucun dégât structural, légers dégâts non structuraux) Fissures capillaires dans très peu de murs. Chute de petits débris de plâtre uniquement. Dans de rares cas, chute de pierres descellées provenant des parties supérieures des bâtiments.
	Degré 2: Dégâts modérés (dégâts structuraux légers, dégâts non structuraux modérés) Fissures dans de nombreux murs. Chutes de grands morceaux de plâtre. Effondrement partiel des cheminées.
	Degré 3: Dégâts sensibles à importants (dégâts structuraux modérés, dégâts non structuraux importants) Fissures importantes dans la plupart des murs. Les tuiles des toits se détachent. Fractures des cheminées à la jonction avec le toit; défaillance d'éléments non structuraux séparés (cloisons, murs pignons).
	Degré 4: Dégâts très importants (dégâts structuraux importants, dégâts non structuraux très importants) Défaillance sérieuse des murs; défaillance structurale partielle des toits et des planchers.
	Degré 5: Destruction (dégâts structuraux très importants) Effondrement total ou presque total.

On peut mettre en regard le résultat de la simulation estimant à 1300 bâtiments ayant un endommagement supérieur au niveau D2, avec les 2000 déclarations de sinistres enregistrées sur la commune, ainsi que 780 arrêtés de péril et le nombre estimé de bâtiments ayant des dommages graves (selon la simulation environ 520 bâtiments ont un degré de dommage de D3 et plus).

Le tableau suivant donne les résultats de simulations et les résultats de l'enquête GIM pour les communes de son périmètre.

Tableau 11-2: Nombre des bâtiments par degré de dommages et par commune du Teil (résultat de simulation).

Commune	Intensité GIM ⁹	Résultats de simulation					
		I simul	nb hab	nb bat	D2+	D3+	D4+
Alba-la-Romaine	VI	6-7	1402	667	129	33	4
Aubignas	V	6-7	473	224	46	12	2

⁹ Intensité GIM : Intensité de référence basée sur les observations directes sur le terrain par le GIM.

Larnas	VI	6-7	214	209	26	6	1
Le Teil	VII-VIII	7-8	8292	2702	1239	526	133
Rochemaure	VI	7	2331	858	252	80	14
Saint-Montan	VI	6-7	1865	840	155	39	5
Saint-Thomé	VI	7-8	429	236	73	24	4
Sceautres	IV	6-7	144	104	17	4	0
Villeneuve-de-Berg	VI	6	2887	1168	80	14	1
Viviers	VII	7-8	3847	1503	594	225	49
Allan	VI	8	1629	635	340	161	48
Ancône	VI	7-8	1273	478	144	48	9
Châteauneuf-du-Rhône	VI-VII	8	2571	988	638	343	120
Condillac	VI	6-7	142	65	10	2	0
Donzère	VI	7	5471	1810	370	102	15
Espeluche	VI	8	1049	425	163	65	15
Les Tournettes	V	6-7	1065	388	22	4	0
Malataverne	V	8	1929	764	327	130	31
Marsanne	V	6	1243	592	69	14	1
Montboucher-sur-Jabron	VI	7-8	2235	779	247	87	18
Montélimar	VI	8	36643	10209	4707	2048	548
Puygiron	VI	7	410	189	59	20	4
Saint-Marcel-lès-Sauzet	VI	7	1184	486	75	17	2
Savasse	V-VI	7	1372	562	124	34	5

Isimul est la valeur d'intensité simulée (résultant de l'équation de prédiction de l'intensité retenue). Les colonnes D2+, D3+ et D4+ donnent le nombre de bâtiments présentant un niveau de dommage supérieur à D2, D3 et D4 respectivement. S'agissant de résultats de simulations, il convient de considérer les ordres de grandeurs plus que les valeurs précises.

Les simulations sont assez proches des observations du GIM, mais surestiment l'intensité sur plusieurs communes (Sceautre, Malataverne, Aubignas, Montélimar, Espeluche, Allan). On note sur la carte du GIM que 3 de ces communes apparaissent comme moins affectées localement que les communes limitrophes (elles forment des taches plus claires). Par ailleurs les résultats relatifs à la commune la plus peuplée, Montélimar, sont aussi surestimés, en intensité et en nombre de bâtiments endommagés. Les communes de la Drôme, proches du cercle 16km (situées entre 12 et 20km de l'épicentre) offrent des résultats de simulations surestimés de façon assez significative ; c'est moins flagrant côté ardéchois.

Les deux cartes suivantes montrent les dommages estimés en nombre de bâtiments par niveau d'endommagement. On retrouve la surestimation des dommages côté drômois.

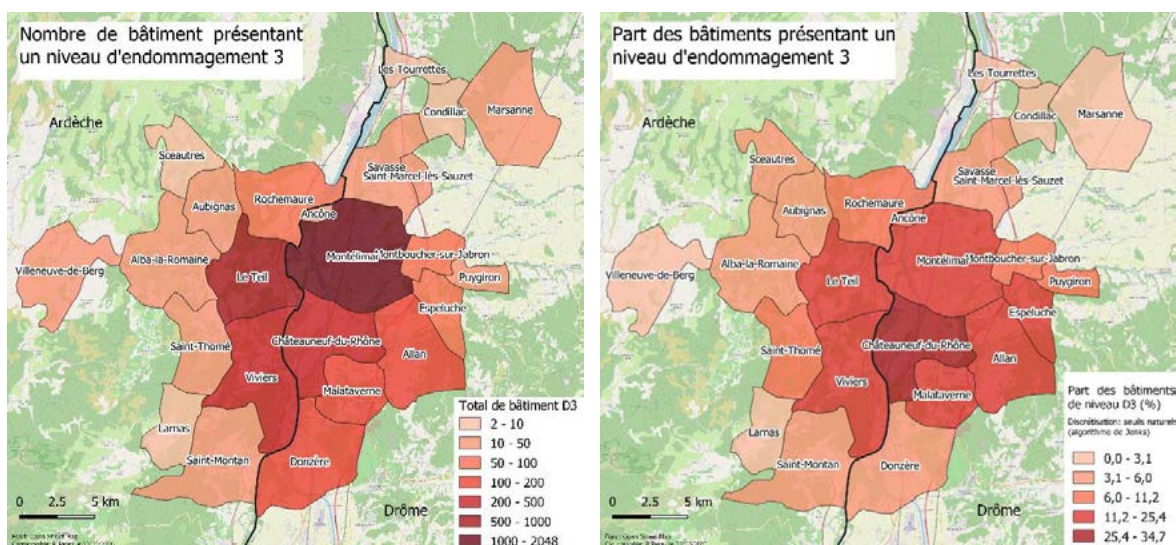


Figure 11-1 : Carte des dommages simulés par commune pour un niveau d'endommagement supérieur à D3 (fissures importantes) en nombre de bâtiments et en %.

11.3 Régime d'indemnisation des catastrophes naturelles

11.3.1 L'assurance des catastrophes naturelles en France

Le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles, communément appelé régime « CatNat », a été créé par la loi du 13 juillet 1982 suite à des inondations de grande ampleur. Cette loi prévoit une indemnisation des dommages aux biens provoqués par un événement naturel d'intensité anormale et non couverts par les contrats d'assurance traditionnelle. Le régime « CatNat » a été mis en place pour combler le déficit de protection des populations face aux catastrophes naturelles et encourager la mise en place de mesures effectives de prévention (via notamment les Plans de Prévention des Risques financés par le Fonds Barnier).

Le mécanisme « CatNat » est garanti par l'Etat, et opéré par la Caisse Centrale de Réassurance (CCR), réassureur public, créé en 1946, qui a pour mission de proposer aux assureurs ayant des activités en France des couvertures contre les catastrophes naturelles et les risques non assurables.

Le régime « CatNat » propose une garantie qui est obligatoirement incluse dans les contrats d'assurance dommages. Elle est associée à une surprime de 12% de la prime pour les contrats protégeant les biens hors véhicules à moteur et de 6% de la prime d'assurance vol et incendie pour les véhicules à moteur. Dans le cas des risques naturels, deux catégories sont considérées :

1. les risques naturels pris en charge par les assureurs. Les contrats couvrent les dégâts liés au vent de la tempête en France métropolitaine, à la grêle, au poids de la neige et au gel ;
2. les risques naturels non pris en charge par les assureurs car évalués non assurables. Des mécanismes spécifiques sont alors mis en place par l'Etat via notamment le régime « CatNat ». Ces derniers couvrent notamment les dégâts liés aux cyclones tropicaux, aux inondations, à la sécheresse, aux séismes et aux avalanches.

Le déclenchement du mécanisme ainsi que l'étendue des communes qui peuvent en bénéficier sont décidés par l'Etat, au travers d'une commission inter ministérielle.

11.3.2 Le fonctionnement de l'indemnisation en cas de catastrophe naturelle

Le schéma ci-dessous présente le parcours de l'assuré après l'occurrence d'une catastrophe naturelle. Comme n'importe quel sinistre, l'assuré doit se rapprocher au plus vite (sous 5 jours) de son assureur pour lui faire part du sinistre et fournir les pièces nécessaires. L'assuré ayant subi un sinistre doit également se déclarer en mairie afin d'appuyer la demande de reconnaissance d'état de catastrophe naturelle. La demande de reconnaissance, faite par le maire, est un document CERFA demandant uniquement de spécifier le type de catastrophe naturelle qui a affecté la commune.

Lors de la mission sur place, nous avons appris que des documents complémentaires comme des photos peuvent également être fournies, d'où l'importance que les sinistrés se déclarent en mairie.

L'ETAT DE CATASTROPHE NATURELLE

COMMENT ÇA MARCHE ?

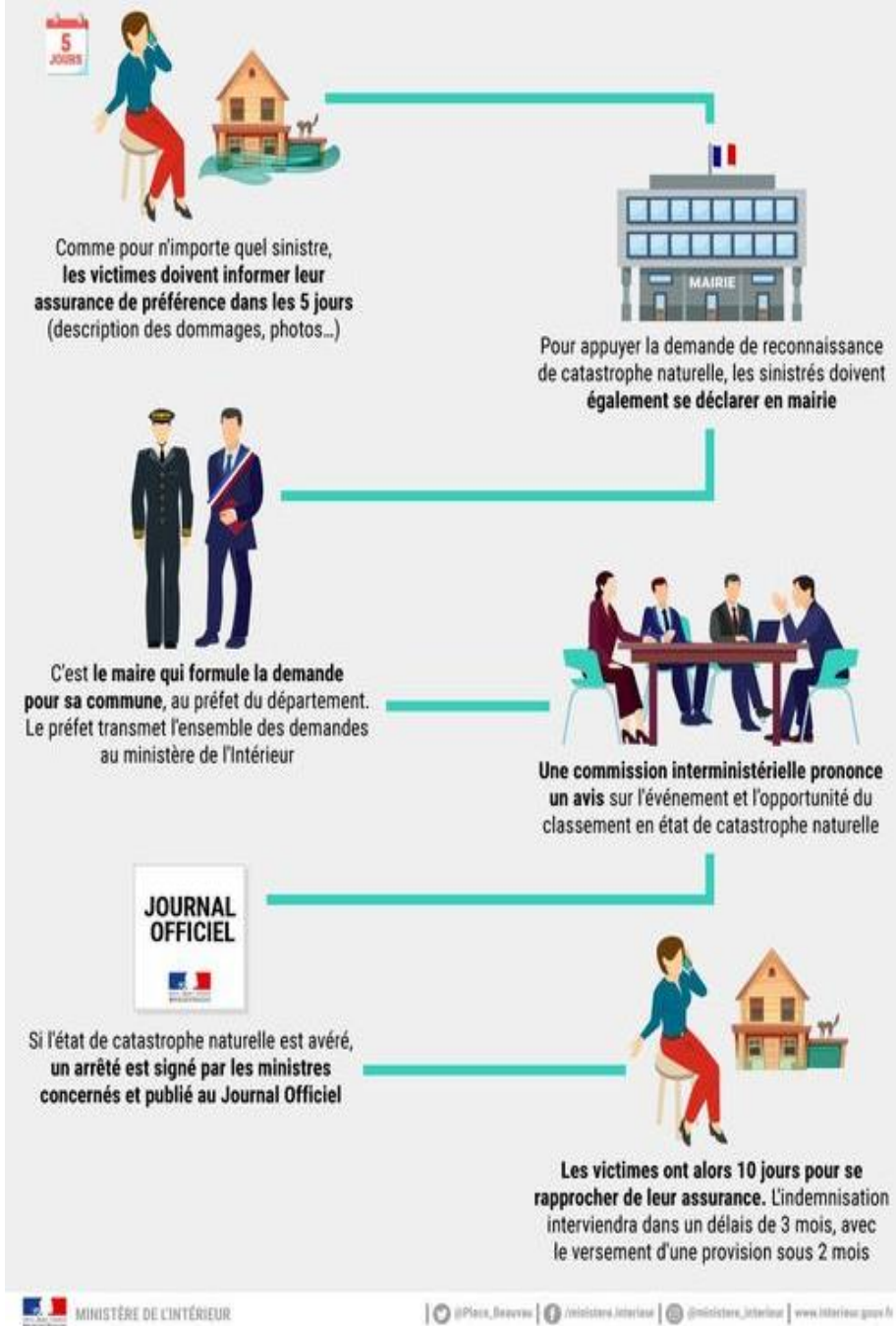


Figure 11-2 : Schéma de la procédure de déclenchement du dispositif « CatNat ».

Une fois la demande faite par le maire auprès du préfet, le dossier est examiné par une commission interministérielle qui va reconnaître ou non l'état de catastrophe naturelle de la commune. Cette commission regroupe :

- des représentants de la Direction Sécurité Civile (Ministère de l'Intérieur) ;
- des représentants de la Direction du Budget et du Trésor (Ministère de l'Economie) ;

- un représentant du Ministère chargé de l'Outre-mer lorsque les départements et les collectivités territoriales d'Outre-mer sont concernés ;
- des conseillers techniques du Ministère du Développement Durable.

Le secrétariat de la commission est assuré par la Caisse Centrale de Réassurance (CCR).

La reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle s'appuie d'une part sur des éléments quantitatifs (seuils permettant d'évaluer l'anormalité de l'évènement). Les seuils définissant une intensité anormale pour un séisme sont une intensité $\geq VI$ et une magnitude locale ≥ 5 . L'intensité macrosismique est estimée à partir d'une enquête sur l'endommagement des bâtiments en fonction de leur vulnérabilité, les effets sur le mobilier, les objets ainsi que le ressenti des personnes selon l'échelle EMS98 (Grunthal et al, 2001). L'évaluation de l'intensité macrosismique est réalisée par le BCSF-Rénass (Bureau central sismologique français et Réseau national de surveillance sismique) à l'aide d'un questionnaire à renseigner par chaque mairie potentiellement touchée. Le délai de réponse des mairies et l'analyse des dossiers peuvent prendre plusieurs mois.

En cas de dommages de degré 2 et plus aux bâtiments, le Groupe d'intervention macrosismique (GIM) du BCSF-Rénass se mobilise rapidement (dans les jours qui suivent le séisme) pour une enquête et étude de terrain qui consiste à rencontrer dans chaque commune les services des mairies et d'analyser la fréquence et le niveau des dégâts selon la vulnérabilité des bâtiments dans la zone concernée. Les intensités sont définies à l'échelle de la commune.

Dans le cas du séisme du Teil, afin de lancer rapidement la reconstruction et le relogement dans les communes les plus touchées, le BCSF-Rénass a lancé un appel à mobilisation du GIM dès le 11 novembre. Il mobilise rapidement 7 experts issus de l'EOST/BCSF-Rénass, l'ISterre/RAP, l'IRSN, CEREMA et PACTE qui se rendent sur zone du 17 au 22 novembre. Un premier rapport du GIM avec 7 communes analysées a été remis dès le 20 novembre à la commission CatNat accélérée qui se réunissait le même jour. Le rapport intégrant les 24 communes analysées sur le terrain a été remis à la commission le 10 décembre. Le 19 février 2020 est communiqué un rapport intégrant l'analyse de 387 communes en termes d'intensité EMS98.

En ce qui concerne les critères et les seuils, une intensité VI ou plus dans une commune ainsi qu'une magnitude minimale de 5 assure la reconnaissance systématique pour l'évènement sismique considéré. Pour les communes ayant subi une intensité V-VI (signifiant localement V et localement VI), une analyse plus détaillée est faite pouvant également mener à une reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.

Lorsque les critères ne sont pas remplis, l'état de catastrophe naturelle n'est pas reconnu. L'indemnisation des sinistres relève du contrat d'assurance classique, si couvert. Si l'état de catastrophe naturelle est déclaré par arrêté et publié au Journal Officiel (JO), les assurés doivent finaliser leur déclaration de sinistre dans les 10 jours suivants la parution dans le JO. L'assureur a ensuite 3 mois pour indemniser l'assuré.

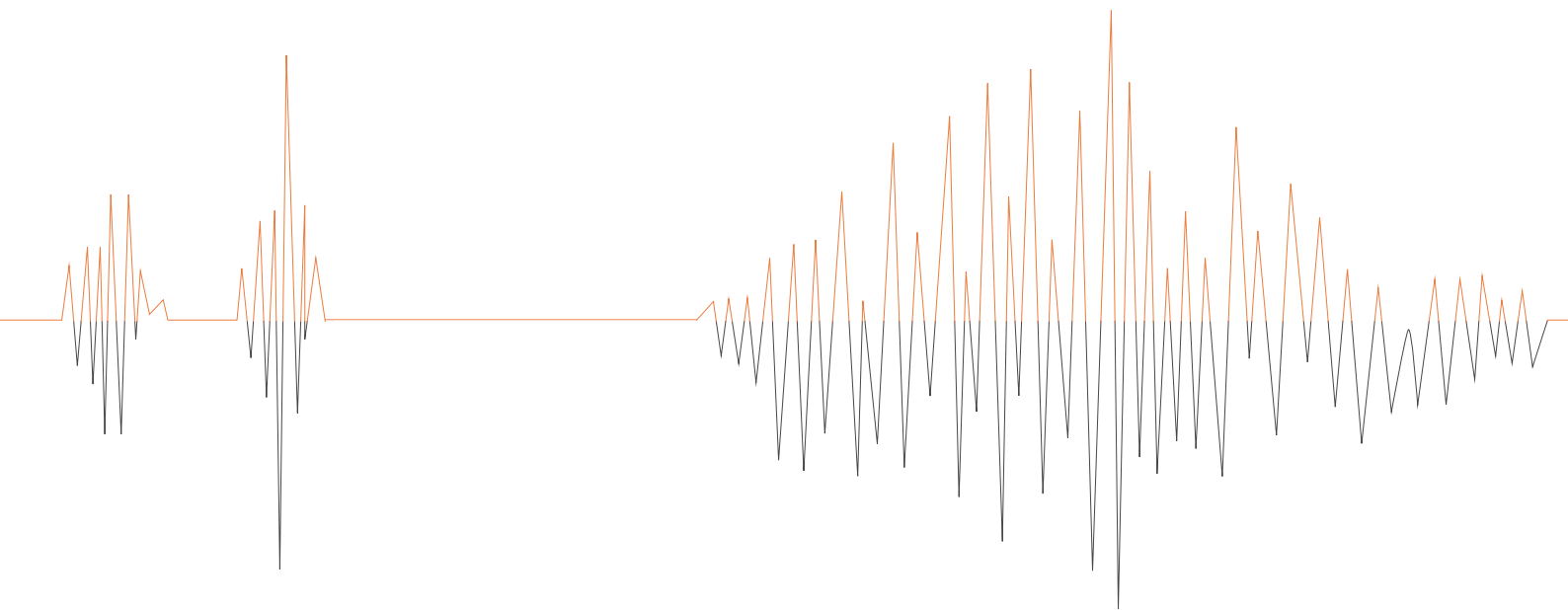
11.3.3 Le rôle de l'assureur dans le processus d'indemnisation

Les assureurs peuvent également proposer des garanties complémentaires qui couvrent les dégâts provoqués par les risques naturels couverts par le régime « CatNat », dans le cas où la garantie de ce dernier ne soit pas déclenchée ou pour couvrir des dommages ou des frais non pris en charge par la garantie « CatNat ».

La garantie catastrophes naturelles prévoit en effet la prise en charge des dommages matériels directs causés uniquement aux biens assurés si ceux-ci sont couverts dans le contrat d'assurance :

- les dommages matériels directs aux bâtiments, au matériel et au mobilier, y compris la valeur à neuf si elle est prévue au contrat,
- les honoraires d'architecte, de décorateur, de contrôle technique,
- les frais de démolition et de déblais des biens assurés sinistrés,
- les dommages imputables à l'humidité ou à la condensation consécutive à la stagnation de l'eau dans les locaux,
- les frais de pompage, de nettoyage et de désinfection des locaux sinistrés et toute mesure de sauvetage,
- les frais d'études géotechniques nécessaires à la remise en état des biens garantis,
- les véhicules assurés en dommages (la seule garantie responsabilité civile obligatoire ne couvre pas ce type de sinistre).

Les dommages ou les frais pris en charge par le contrat d'assurance sont par exemple les frais de logement, les pertes de loyer... Ils varient d'un contrat à l'autre.





Publié par :

L' AFPS

Association Française du Génie Parasismique
French Association for Earthquake Engineering

Tel : +33 (0)1 85 34 33 19

E-Mail : secretariat@afps-seisme.org

Site internet : www.afps-seisme.org

Siège social et secrétariat :

42 rue Boissière, F-75016 Paris

*AFPS, Association déclarée (loi du 1er juillet 1901)
sans but lucratif, non inscrite au registre du commerce,
Siret N° 330631565 00034 - APE 7219Z.*

Copyright :

© AFPS, Association Française du Génie Parasismique
*La reproduction de cette publication à des fins commerciales,
notamment en vue de la vente, est interdite sans autorisation
écrite préalable du détenteur des droits d'auteur.*

Responsable de publication :

Nicolas TAILLEFER

Auteurs :

Pierre ARROUCAU, Julien CLÉMENT, Stéphanie DEFOSSEZ,
Madeleine-Sophie DÉROCHE, Cédric GIRY, Maria LANCIERI,
Frédéric LEONE, Paul QUISTIN, Nicolas TAILLEFER.

Photos : AFPS

Conception graphique :

Valérie SCOTTO DI CÉSARÉ - www.vsd.com.fr

Publication Novembre 2020



Novembre 2020