



HAL
open science

MOVISS : Méthodes et Outils pour l'évaluation de la Vulnérabilité Sociale aux Séismes

Elise Beck, Isabelle I. André-Poyaud, Sonia Chardonnel, Paule-Annick
Davoine, Céline Lutoff

► **To cite this version:**

Elise Beck, Isabelle I. André-Poyaud, Sonia Chardonnel, Paule-Annick Davoine, Céline Lutoff. MOVISS : Méthodes et Outils pour l'évaluation de la Vulnérabilité Sociale aux Séismes. [Rapport de recherche] Conseil Général Isère. 2010. halshs-00989869

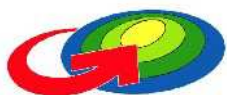
HAL Id: halshs-00989869

<https://shs.hal.science/halshs-00989869>

Submitted on 12 May 2014

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

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



Programme de recherche 2008

Financé par le Conseil général de l'Isère

Rapport final

MOVISS : Méthodes et Outils pour l'évaluation de la Vulnérabilité Sociale aux Séismes

Coordinateur :

Elise Beck

PACTE-Territoires

Participants :

Isabelle André-Poyaud (PACTE-Territoires)

Sonia Chardonnel (PACTE-Territoires)

Paule-Annick Davoine (LIG-STEAMER)

Céline Lutoff (PACTE-Territoires)

28 janvier 2010

Le projet MOVISS a été réalisé dans le cadre des activités de recherche du Laboratoire PACTE (équipe Territoires) et du Laboratoire d'Informatique de Grenoble (équipe Steamer).

Chercheurs investis dans le projet :

Elise Beck (Coordinateur, MCF, PACTE-Territoires)

Isabelle André-Poyaud (Ingénieure d'études, PACTE-Territoires)

Sonia Chardonnel (Chercheure, PACTE-Territoires)

Paule-Annick Davoine (LIG-STEAMER)

Céline Lutoff (MCF, PACTE-Territoires)

Ont participé à certaines étapes du travail :

Pour la réalisation de l'enquête :

- étudiants en 2e année de master « évaluation et gestion des environnements et paysages de montagne » : Benjamin Pierrelcin, Olivier Stachowicz, Séverine Novak, Sophie Pebay-Peyroula, Carole Reiffers, Alexandra Gotteland, Christelle Souvy, Cécile Munsch, Mathilde Gouret, Philippe Gambier, Mathilde Poncet, Juliette Pangon, Antoine Amoureux, Grégory Persicot, Virgile Metral, Gabriel Pic, Etienne Pierredon, Gaël Forest, Séverin Garcia, Willy Bardin, Bertrand Bessy, Sylvain Cavallini, Guillaume Carini, Johannès Reignir, Marc Bertran-Rojo, Marie-Myrtille Nouhant, Andrea Smreckova, Francesco Bariani, Pierre Herrmann.

- étudiants en 1ere année de master « sciences du territoire » : Noémie Balbinot, Julien Boyer, Chloé Degiovanni, Marilis Desvignes, Thomas Echelard, Cécile Fournival, Emeline Fumez, Simon Lemellec, Alexandre Prina, Théo Rühl.

- Vacataires, docteurs en géographie : Aurélie Giacomini, Olivier Alexandre, Anthony Tchéckémian, Nassima Hessa

Pour le développement de la plateforme de Géovisualisation (GENGHIS) :

Bogdan Moisuc, Ingénieur d'étude, Laboratoire d'Informatique de Grenoble

Laurent Gayet, stagiaire Ingénieur CNAM, Grenoble

Anton Telechev, Stagiaire Master 2 pro DCISS, Université Pierre Mendès France

Benoit Lerubrus (3 mois vacances)

Table des matières

1	Introduction	4
2	Enquête sur la vulnérabilité sociale des populations grenobloises aux séismes.....	6
2.1	Hypothèses.....	6
2.2	Questionnaire.....	6
2.3	Méthode d'échantillonnage.....	7
2.4	Passation de l'enquête.....	11
2.5	Saisie de l'enquête.....	11
2.6	Bilan méthodologique de l'enquête	12
3	Les enseignements de l'enquête.....	14
3.1	Composition de l'échantillon	14
3.2	Présentation thématique des résultats.....	19
3.2.1	Perception des risques.....	19
3.2.2	Connaissance du phénomène.....	25
3.2.3	Comportements à suivre en cas de séisme.....	31
3.2.4	Expérience d'un séisme.....	37
3.2.5	Information sur les risques.....	38
3.2.6	Confiance dans les bâtiments.....	41
3.3	Indice de vulnérabilité sociale aux séismes (IVS).....	47
3.4	Les Vingt enseignements de l'enquête.....	51
3.5	Conclusions.....	52
4	Développement d'un système d'information pour l'analyse spatio-temporelle de la vulnérabilité.....	53
4.1	Approche méthodologique retenue.....	53
4.2	Réingénierie de GenGHIS : de la maquette au prototype opérationnel.....	53
4.3	Intégration de la problématique MOVISS dans GenGHIS : de GenGHIS à MOVISS.....	57
4.3.1	Conception et génération de l'interface de géovisualisation de MOVISS.....	57
4.3.2	Intégration de fonctionnalités pour la construction de scénarios de réduction de la vulnérabilité	60
4.4	Conclusions.....	62
5	Préconisations.....	63
6	Limites de l'étude – perspectives.....	64
7	Valorisation scientifique et opérationnelle	65
7.1	Valorisation scientifique.....	65
7.2	Retombées opérationnelles	65
7.3	Budget.....	66
8	Références bibliographiques.....	67
	Index des figures.....	68
	Index des tableaux.....	69
	Annexes.....	70

1 Introduction

Le projet MOVISS a pour objectif de développer des méthodes et des outils pour évaluer la vulnérabilité sociale aux séismes. Il est appliqué à la ville de Grenoble (figure 1) qui est exposée à différents risques naturels, qu'il s'agisse d'inondations, de mouvements de terrain ou de tremblements de terre. La présence d'industries classées Seveso et d'un complexe de recherche nucléaire est également générateur de risques technologiques. La sismicité de la région y est modérée : la sismicité annuelle est faible mais le contexte tectonique est favorable à l'occurrence d'un séisme de magnitude égale à 6. Le fait que les tremblements de terre se produisent rarement peut constituer un frein au développement d'une culture du risque sismique, car la population n'est pas habituée à expérimenter de tels événements. Ceci peut alors la rendre plus vulnérable face à un événement potentiellement dommageable. L'objectif général de ce projet est de développer une méthode d'évaluation de la vulnérabilité sociale et de proposer un outil permettant de réfléchir aux moyens de la diminuer, notamment par le biais de l'information préventive.

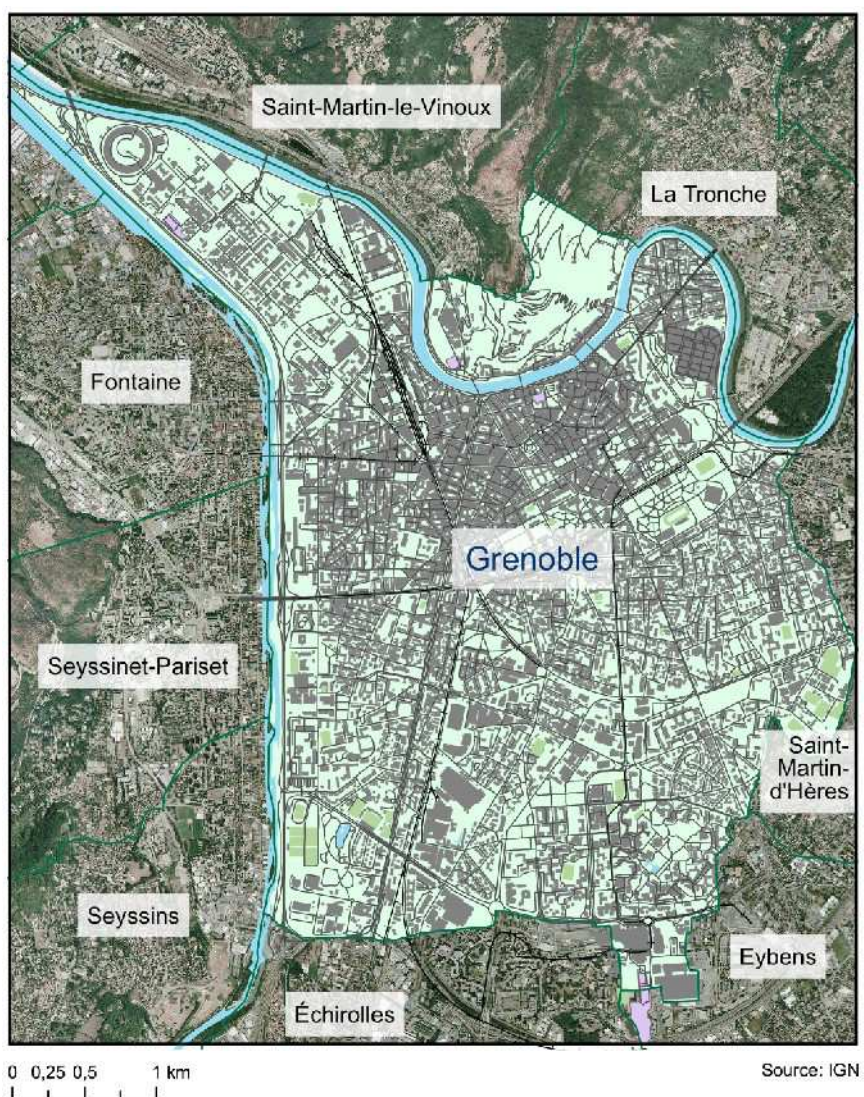


Figure 1 : Etendue de la zone d'étude (commune de Grenoble).

Pour ce faire, deux tâches apparaissent nécessaires :

1) Identifier les facteurs (ou déterminants) de la vulnérabilité sociale sur lesquels il faut intervenir pour la diminuer. La structure de la population, la politique de prévention des différents acteurs de la gestion des risques, la répartition de la population dans l'espace... peuvent en effet constituer des facteurs de vulnérabilité plus ou moins déterminants. Ce premier objectif d'acquisition de connaissances vise à évaluer la vulnérabilité sociale de la population grenobloise face aux séismes par l'intermédiaire de questionnaires. Afin de dépasser les démarches classiques d'évaluation de la vulnérabilité de la population à son lieu de résidence (Guéguen *et al.*, 2009 ; Glatron et Beck, 2008 ; Bonnet, 2002), nous avons souhaité proposer une méthode qui prenne en compte la variation de la localisation des personnes au cours de la journée. En effet, compte tenu de la mobilité quotidienne des populations, la vulnérabilité face à un aléa sismique peut être variable dans l'espace et dans le temps. Nous proposons donc une méthode pour l'évaluation spatio-temporelle de la vulnérabilité, en nous basant sur des données de mobilité quotidienne. L'objectif est in fine de prendre en compte des différenciations spatiales de vulnérabilité en vue de la réduction de cette vulnérabilité.

2) Élaborer des scénarios de réduction de la vulnérabilité sociale au moyen d'un système d'information dédié aux risques naturels. L'intégration des résultats de l'enquête dans un système d'information dédié aux risques naturels constitue une étape importante dans l'achèvement de notre objectif, puisqu'elle va permettre de construire des scénarios de réduction de la vulnérabilité par une intervention plus ciblée à la fois sur les déterminants et sur les entités géographiques choisies (secteurs enquêtés).

La région grenobloise avait déjà fait l'objet d'une enquête permettant d'évaluer la vulnérabilité sociale, dans le cadre du projet VULNERALP¹. La méthode mise en place reposait sur l'élaboration et la passation d'un questionnaire auto-administré (pas d'enquêteur), distribué en masse (90 000 envois) par courrier postal, et dont les réponses s'effectuaient sur la base du volontariat. Si cette étude avait permis d'avoir une première approche de la manière dont le risque sismique est perçu par la population grenobloise, néanmoins, les résultats obtenus devaient être relativisés du fait de la non représentativité de l'échantillon, les résultats ayant été élaborés sur l'échantillon des personnes qui avaient accepté de répondre à l'enquête. C'est pourquoi, l'un des objectifs poursuivis par le projet MOVISS consiste à mettre en place une méthodologie d'enquête permettant d'obtenir une représentativité sociale mais également spatiale.

¹Projet Thématiques Prioritaires 2003-2005 de la Région Rhône-Alpes coord. : P. Guéguen, LGIT.

2 Enquête sur la vulnérabilité sociale des populations grenobloises aux séismes

2.1 Hypothèses

L'enquête menée dans le cadre du projet MOVISS est basée sur plusieurs hypothèses.

- **Information, comportements en cas de crise, vulnérabilité**

Le projet MOVISS est basé sur un postulat selon lequel l'information sur les séismes et sur les consignes à adopter en cas de tremblement de terre influence les perceptions et les comportements des populations en cas d'évènement. Des auteurs comme Cutter (1993), Lindell et Barnes (1986) ou encore Lindell et Perry (2004) montrent qu'il existe bien une corrélation entre la vulnérabilité des populations et leur niveau d'information qui participe à leur capacité à adopter un comportement adapté.

- **Différenciations entre résidents et pratiquants**

La population présente dans un quartier à un temps t est constituée de trois groupes de personnes : les résidents (qui habitent le quartier), les personnes y transitant et celles qui y effectuent toute autre activité exceptés le transit et la résidence (travail, loisirs, visite à des amis, rendez-vous médical, courses...) et que nous dénommons « pratiquants ».

La réglementation en matière d'information préventive sur les risques est basée sur la loi n°87-565 du 22 juillet 1978, renforcée notamment par la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003. Elle impose aux maires de procéder à l'information sur les risques naturels auprès de leurs subordonnés, même si, depuis la loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile, le citoyen est considéré comme acteur de la sécurité civile et donc de sa sécurité face aux risques naturels. C'est pourquoi il lui revient également de s'informer sur les consignes de sécurité à suivre. Néanmoins, compte tenu du fait que le maire soit responsable de la diffusion de l'information, on peut s'attendre à ce que les résidents, qui reçoivent l'information à leur domicile, soient mieux informés sur les risques auxquels ils sont exposés dans leur quartier, et donc moins vulnérables. C'est pourquoi, le statut de l'enquêté (résident/pratiquant) devrait permettre d'observer des différences significatives dans les réponses données aux questions .

- **Évolution de la vulnérabilité au cours du temps**

La distribution de la population dans l'espace varie au cours du temps. Ainsi, les caractéristiques sociales évoluent également dans l'espace et le temps, par exemple, les campus universitaires sont caractérisés par une forte proportion de jeunes pratiquants diplômés dans la journée, peu de résidents, et une faible occupation dans la soirée et la nuit. Étant donné que la vulnérabilité est liée à certaines caractéristiques sociales, on peut s'attendre à ce que celle-là évolue aussi dans le temps et l'espace.

2.2 Questionnaire

Cette enquête intervient quatre années après l'enquête VULNERALP, menée également par des enseignants chercheurs et étudiants de l'Institut de Géographie Alpine auprès de plus de 4500 personnes. Cette première enquête avait permis de mettre en évidence certains éléments de la perception du risque sismique par les Grenoblois. Toutefois, les choix méthodologiques effectués pour cette première enquête ne permettaient pas de garantir la représentativité de l'échantillon consulté (représentativité spatiale notamment). Par ailleurs, cette enquête tentait une première approche des aspects dynamiques de la vulnérabilité. Une série de questions concernait le déplacement des personnes interrogées et de leurs proches selon les différents moments de la journée. Cependant, les questions de cette partie de l'enquête, trop compliquées dans leur

formulation ont conduit à des réponses imprécises et de qualité irrégulière. Elles n'ont donc pu être exploitées.

L'enquête MOVISS a cherché à renouveler ce type d'analyse, en comblant autant que possible les manques de l'enquête VULNERALP. Basée de manière plus rigoureuse sur un échantillonnage représentatif à la fois de la population résidente et de la population fréquentant Grenoble, le questionnaire proposé est revenu sur certaines des questions abordées quatre ans plus tôt, mais a aussi cherché à approfondir certains des aspects de la représentation des risques (le questionnaire complet est présenté en annexe du présent rapport).

Le questionnaire MOVISS est ainsi structuré en 9 parties. Une première série de questions permet de vérifier les critères d'inclusion de l'enquête : type de fréquentation du secteur (activité ou résidence), âge, ancienneté de fréquentation du secteur. Le questionnaire ouvre ensuite sur les questions relatives à la perception du risque pour la ville de Grenoble et au sentiment d'exposition : risques naturels par rapport à d'autres types de risques (routier, sanitaire, économique, etc.), risque sismique par rapport à d'autres types de phénomènes naturels. La troisième partie permet d'évaluer les connaissances sur les séismes : causes possibles, manifestations concrètes, conséquences possibles pour la ville. La quatrième partie permet de tenir compte de la situation spécifique des populations ayant déjà vécu des séismes. Nous avons ici cherché à savoir à quel épisode sismique ces personnes font référence : séisme en France ou à l'étranger? S'agit-il d'un séisme d'intensité forte ou très modérée, comme ceux que nous connaissons généralement dans nos régions? Quelles ont été les réactions de ces personnes au moment de la secousse et juste après. Le questionnaire propose ensuite une mise en situation fictive pour tester la connaissance des consignes de sécurité et évaluer des attitudes envisagées en cas de secousse. Puis sont abordés les modes d'information disponibles pour en savoir plus sur les risques sismiques à Grenoble et sur les moyens de s'en prémunir. La dernière série de questions concerne d'une part les variables de contrôle : âge, sexe, CSP, statut professionnel (actifs/non actifs), situation familiale (seul, en couple, avec ou sans enfants à charge). D'autre part, des questions très spécifiques permettent d'en savoir plus sur les bâtiments fréquentés au titre du logement ou d'une activité, et d'évaluer de quelle manière les personnes interrogées perçoivent la résistance de ces bâtiments en cas de secousse.

2.3 Méthode d'échantillonnage

Le principe adopté pour constituer l'échantillon est de composer une sous-population représentant la variété des personnes présentes aux différentes heures de la journée et dans les différents quartiers de la ville de Grenoble. Il s'agit donc de prendre en considération les populations résidentes et pratiquantes telles que nous les avons définies dans le paragraphe précédent.

Connaître les populations fréquentant une commune nécessite d'utiliser des données décrivant les déplacements quotidiens des personnes. Les enquêtes les plus détaillées portant sur les déplacements des personnes dans les grandes agglomérations françaises sont les Enquêtes Ménages et Déplacements. Elles sont réalisées de manière régulière dans un intervalle de dix années en moyenne et couvrent le plus souvent plusieurs communes d'une agglomération-voire d'une région urbaine - correspondant à la zone d'influence de la commune centrale. Ces enquêtes portent sur un échantillon représentatif des ménages de la zone d'enquête ; elles décrivent l'ensemble des déplacements d'une journée de semaine (hors vacances scolaires) de chaque membre (de plus de 5 ans) des ménages enquêtés en spécifiant :

- les lieux d'origine et de destination de tous les déplacements selon un découpage fin infra-communal
- les heures de départ et d'arrivée de chaque déplacement
- les raisons (motifs) des déplacements.

Par ailleurs, ces enquêtes précisent les profils des personnes enquêtées selon leurs caractéristiques sociales (âge, situation familiale...) et économiques (emploi, revenus...).

Nous avons donc utilisé l'enquête ménages et déplacements de la région urbaine de Grenoble réalisée en 2002 avec laquelle nous avons déjà obtenu un ensemble de résultats (André-Poyaud *et al.*, 2008, Tabaka, 2009) dans le cadre d'un projet de recherche financé par la Région Rhône Alpes (Cluster 12 – 2006-2010).

Ces données permettent de connaître :

- la variation de la fréquentation de Grenoble au cours du temps de la journée
- la variation de la fréquentation de Grenoble dans les différentes zones de la ville (découpages en zones fines)
- le profil des personnes

Nous en déduisons ainsi un échantillon spatio-temporel définissant le nombre (quantification) de personnes aux différentes périodes de la journée dans les différentes zones de la ville ainsi que les types de profils (qualification) des personnes. Pour l'Enquête Ménages Déplacements de 2002, la ville de Grenoble a été découpée en 13 secteurs. Ce même découpage a été repris dans le cadre du projet MOVISS.

Compte tenu des moyens financiers alloués, nous sommes partis sur une base de 1001 questionnaires répartis de manière identique entre chaque secteur, soit 77 personnes à enquêter. Cette répartition présente l'avantage d'obtenir un nombre de personnes suffisamment important par zone et permet par la suite des comparaisons entre ces différentes zones.

La sélection de ces personnes repose sur la méthode des quotas. Pour chacun des 13 secteurs 2 quotas sont calculés : un quota simple reprenant la répartition de la structure par âge des personnes présentes et un quota croisé reprenant, aux différents moments de la journée, la répartition des personnes selon leur statut de résident ou de pratiquant. La journée a été découpée en 4 plages horaires : « 8h-12h », « 12h-14h », « 14h-18h » et « après 18h ».

Les tableaux (1 et 2) présentent pour chaque secteur les quotas escomptés et les quotas réalisés lors de la collecte. Globalement les quotas sont respectés.

	Centre ville	Esplanade Championnet	Administration Albert 1er	Berriat Sud	Ile-Verte	Boulevards	Berriat Nord	Bajatière Teissère	Malherbe Capuche	Villeneuve	Reyniès Bayard, Village olympique	Eaux claires	Mistral
Effectifs classe d'âge	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
15-24ans	20	19	18	17	14	16	18	15	21	21	20	23	25
25-34ans	13	16	13	16	10	12	18	14	12	12	10	12	12
35-44ans	11	10	15	16	17	16	17	13	12	15	16	14	20
45-54ans	15	14	15	12	18	17	14	10	11	16	16	12	12
55-64ans	9	8	8	7	10	5	5	11	8	7	6	8	3
65 et +	9	10	8	9	8	11	5	14	13	6	9	8	5
nombre de résidents													
entre 8h et 12h	3	7	5	8	8	7	4	11	7	12	8	8	12
entre 12h et 14h	2	5	4	6	7	8	3	9	7	12	7	7	13
entre 14h et 18h	3	5	4	7	11	8	3	10	7	13	8	8	13
après 18h	4	9	6	10	10	11	6	13	9	18	11	11	16
total	12	26	19	31	36	35	16	43	30	55	34	34	54
nombre de pratiquants													
entre 8h et 12h	12	12	13	10	10	11	15	7	11	3	11	9	3
entre 12h et 14h	11	8	11	7	7	7	14	5	10	4	9	8	4
entre 14h et 18h	26	18	22	16	6	13	22	13	17	9	15	16	10
après 18h	16	13	12	13	18	12	10	9	9	6	8	10	6
total	65	51	58	46	41	33	61	34	47	22	43	43	23

Tableau 1: Quotas escomptés

	Centre ville	Esplanade Championnet	Administration Albert 1er	Berriat Sud	Ile-Verte	Boulevards	Berriat Nord	Bajatière Teissère	Malherbe Capuche	Villeneuve	Reyniès Bayard, Village olympique	Eaux claires	Mistral
Effectifs classe d'âge	77	77	77	77	77	77	82	77	77	78	74	77	76
15-24ans	20	19	18	17	14	16	18	15	21	21	20	23	24
25-34ans	13	16	13	16	10	12	19	14	12	12	10	12	14
35-44ans	11	10	15	16	17	16	24	13	12	15	17	14	20
45-54ans	15	14	15	12	18	17	14	10	11	16	13	12	12
55-64ans	9	8	8	7	10	5	3	11	8	8	5	8	3
65 et +	9	10	8	9	8	11	4	14	13	6	9	8	3
nombre de résidents													
entre 8h et12h	3	7	5	8	8	7	4	11	7	12	8	8	12
entre 12h et 14h	2	5	4	6	7	8	3	8	7	12	6	6	12
entre 14h et 18h	3	6	4	7	11	8	4	11	7	14	8	9	11
après 18h	4	8	6	10	10	11	8	13	9	17	12	11	16
total	12	26	19	31	36	34	19	43	30	55	34	34	51
nombre de pratiquants													
entre 8h et12h	12	12	13	10	10	11	16	7	11	3	10	9	3
entre 12h et 14h	11	8	11	7	7	7	14	6	10	4	10	8	4
entre 14h et 18h	26	18	22	16	6	13	22	13	17	9	14	16	12
après 18h	16	13	12	13	18	12	11	8	9	7	6	10	6
total	65	51	58	46	41	43	63	34	47	23	40	43	25

Tableau 2: Quotas réalisés

Si cette méthode présente l'avantage d'obtenir un échantillon spatio-temporel, deux critiques doivent être signalées. En premier lieu, la répartition des quotas repose sur des données déjà anciennes (2002), même si ce sont les dernières disponibles. Entre 2002 et 2009, la population pratiquant et résidant les secteurs de Grenoble s'est sans doute modifiée par la combinaison de plusieurs phénomènes, comme par exemple la création de nouveaux quartiers (quartier de bonne) qui amène de nouvelles populations, la « gentrification » de certains quartiers, la création de nouveaux commerces... En second lieu, il convient de préciser que le découpage spatial a une incidence sur la mesure de la mobilité des populations d'un secteur à l'autre (plus le découpage est fin, plus les occasions de changer de zones sont grandes et plus le nombre de déplacements enregistrés est important).

2.4 Passation de l'enquête

La collecte des questionnaires s'est déroulée entre le 18 novembre 2008 et le 13 mai 2009 avec une interruption en mars 2009. Le tableau ci-dessous présente le nombre de questionnaires recueillis au cours des différents mois.

Dans l'organisation de la passation, il convient de préciser que 3 ou 4 enquêteurs étaient affectés par secteur. En revanche, faute de moyens, il ne nous a pas été possible de débiter l'enquête simultanément dans tous les secteurs. Au total, le travail de passation de l'enquête a été réalisé par une équipe de 42 enquêteurs et 2 superviseurs.

	Effectifs	Pourcentages
Novembre 2008	151	15,1
Décembre 2008	407	40,6
Janvier 2009	211	21,0
Février 2009	87	8,7
Avril 2009	76	7,6
Mai 2009	71	7,1
Total	1003	100,0

Tableau 3 : Calendrier des enquêtes.

Pour mener cette étude, nous avons défini un protocole d'enquêtes par questionnaires en face à face. La passation des questionnaires s'est déroulée dans les rues de la ville de Grenoble à différentes heures de la journée. Pour organiser la collecte, les enquêteurs disposaient d'un plan de leur secteur d'études, d'une ortho-photographie, de la liste des rues et d'une feuille de quotas. Au cours de la collecte, les enquêteurs devaient respecter leur feuille de quotas, sillonner leur secteur et diversifier au maximum les points de collecte.

2.5 Saisie de l'enquête

La saisie des questionnaires a été effectuée au fur et à mesure de la collecte, par une contractuelle et par des étudiants de niveau Master 1 et 2 de l'Institut de Géographie Alpine à partir d'un masque de saisie élaboré sous EXCEL. Le masque de saisie intègre des contrôles de manière à éviter les erreurs de frappe : Les cellules ne peuvent recevoir que les codes attribués aux items des questions et des sous-questions.

Avant d'être saisis, les questionnaires ont été relus par un superviseur. Un second contrôle, a eu lieu lors de la fusion des différents fichiers en élaborant soit des tris à plat, soit des statistiques descriptives sur l'ensemble des questions du questionnaire.

Pour respecter les feuilles de quotas établies lors de la phase d'échantillonnage, il a fallu retirer 83 questionnaires.

2.6 Bilan méthodologique de l'enquête

Sur les apports de l'enquête MOVISS par rapport à l'enquête VULNERALP :

L'un des apports essentiels de MOVISS par rapport à VULNERALP est d'ordre méthodologique. Si les questionnaires des deux enquêtes abordent des thèmes comparables, MOVISS a réellement cherché à combler les manques de VULNERALP en garantissant une représentativité spatiale et temporelle de l'échantillon interrogé. Ainsi l'une des critiques majeures de VULNERALP tenait au type d'enquête, auto-administrée et basée sur le volontariat. Si cette méthode permet d'obtenir un nombre important de questionnaires (plus de 5000 questionnaires collectés), elle ne peut assurer la représentativité spatiale des réponses. La méthode déployée dans MOVISS, si elle s'adresse à un échantillon plus restreint, a particulièrement veillé à ce que chacun des secteurs de Grenoble soit représenté de manière équitable au sein de cet échantillon. Par ailleurs, VULNERALP avait cherché à appréhender l'aspect temporel et la variation de fréquentation des différents espaces urbains en fonction des moments. Cependant, cette tentative restait très rudimentaire et difficilement exploitable. MOVISS innove en la matière en s'appuyant sur les EMD. L'enquête a ainsi permis de collecter une base de donnée permettant de tenir compte des mobilités urbaines de manière contrôlée

Problèmes généraux liés à la technique d'enquête en face à face :

Enquête de perception et discours des enquêtés : comme toute enquête réalisée auprès d'un individu, et notamment en face à face, l'enquête par questionnaire menée dans le cadre du projet MOVISS souligne le problème du déclaratif. En effet, les réponses données par l'individu ne sont pas objectives mais surtout, sont liées à son envie de répondre, au besoin qu'il peut ressentir d'être « reconnu » par l'enquêteur, à son humeur du moment, au temps qu'il est prêt à consacrer à l'enquête... C'est notamment le cas pour la question des comportements adoptés lorsque l'enquêté a expérimenté un séisme. Un travail sur la manière de formuler les questions et sur les méthodes d'enquête doit être poursuivi pour limiter le plus possible les décalages entre les comportements effectivement adoptés, la pensée de l'enquêté et son discours. Compléter les questionnaires par des entretiens semble être également une méthode à systématiser. De même, poursuivre les recherches en matière d'observation directe de la vulnérabilité pourraient permettre de pallier les difficultés induites par le déclaratif.

Sur-représentation de certains profils socio-démographiques en raison de la technique de passation d'enquête : le fait de réaliser la passation enquête dans la rue fait qu'une partie de la population échappe à l'enquête. En effet, les catégories socio-professionnelles intellectuelles et supérieures, les personnes ayant un intérêt plus ou moins grand pour la thématique des risques ou de l'environnement... ont davantage tendance à répondre à des enquêtes de ce genre. Ainsi, malgré les efforts faits pour enquêter une population la plus variable possible, l'échantillon présente une sur-représentation des individus diplômés par rapport à la population recensée par l'INSEE en 2006.

Sur l'enquête MOVISS en particulier :

Formulation des questions : malgré les tests de pré-enquête effectués avant la passation auprès de l'ensemble de l'échantillon, certaines questions ont été mal comprises (notamment la question Q18 sur les conséquences indirectes d'un tremblement de terre, ce qui les rend plus difficilement interprétables.

Durée de la période de passation : en raison de la difficulté à recruter des enquêteurs, l'enquête s'est déroulée sur une période de 6 mois, ce qui introduit un biais non négligeable, surtout lorsque des événements susceptibles de modifier les réponses des individus se produisent au cours de cette période (catastrophe

naturelle notamment). Dans le cas de l'enquête MOVISS, comme on l'a vu, le séisme de L'Aquila semble avoir joué dans certaines des réponses obtenues. Cependant, l'évènement s'est produit dans une région suffisamment éloignée géographiquement pour ne pas avoir eu une influence majeure et globale sur l'enquête.

Taille de l'échantillon : bien que dépassant les 1000 individus, l'échantillon demeure trop réduit par rapport à la taille de la population mère (ensemble des résidents grenoblois auxquels s'ajoutent les pratiquants non résidents de la ville). Cela constitue d'autant plus un frein à certains traitements que les sous-échantillons sont très réduits (par exemple, les individus constituant le groupe des jeunes femmes du quartier des Eaux-Claires).

Biais généré par les enquêteurs : les enquêteurs ont été recrutés au sein des étudiants en géographie. Il en ressort une sur-représentation des étudiants dans le secteur de l'institut de géographie alpine (quartier Reyniès-Bayard-Village Olympique).

Sur-représentation de certains profils en raison de la technique d'échantillonnage : le réajustement des données d'EMD pour constituer l'échantillon (arrondis par excès) a entraîné une légère sur-représentation des jeunes.

Relation entre information-vulnérabilité- comportements : le problème du déclaratif dans les enquêtes pose également le souci de l'étude de la relation entre information, comportements en cas de crise et vulnérabilité. Celle-ci part du postulat suivant lequel un individu bien informé est plus susceptible d'adopter les comportements adéquats en cas de crise, ce qui réduit sa vulnérabilité. Si l'enquête MOVISS s'intéresse aux trois composantes sus-citées, elle n'aborde la question des comportements que par le témoignage post-événement de certains individus, qui peuvent être différents des comportements qu'ils ont adoptés. Elle ne permet pas de mesurer la véritable influence de l'information sur les comportements. D'autres études se sont intéressées à cette question et sont allées dans le sens de l'influence positive de l'information sur les comportements préventifs ou adoptés en cas de crise Cutter (1993), Lindell et Barnes (1986) ou encore Lindell et Perry (2004). Mais d'autres études ont mis en doute cette relation (Ruin, 2007). Il est donc nécessaire de poursuivre les travaux dans ce sens, que ce soit par le développement de méthodes d'observation de la vulnérabilité ou, dans la mesure du possible, la multiplication des enquêtes ante-post-catastrophes ou ante-post-exercices de crise (cf. exercices Richter par exemple, visant à simuler la gestion d'une crise sismique).

3 Les enseignements de l'enquête

3.1 Composition de l'échantillon

Avant d'aborder les résultats de l'enquête, il convient de présenter les caractéristiques socio-démographiques des 1004 personnes interrogées.

La répartition par sexe est très légèrement favorable aux hommes (516 hommes contre 486 femmes). L'âge constitue une variable de quotas dans l'élaboration de notre échantillon. Comme le montre le tableau, la population interrogée est plutôt jeune. 6 personnes sur 10 ont moins de 45 ans. Les personnes de plus de 65 ans représentent, quant à elles 11% de l'échantillon.

	Effectifs	Pourcentages
15-24 ans	247	24,6
25-34 ans	173	17,2
35-44 ans	200	19,9
45-54 ans	179	17,8
55-64 ans	93	9,3
65 ans et plus	112	11,2
Total	1004	100,0

Tableau 4 : Répartition des enquêtés selon l'âge.

Comparée à la population résidente dans la communauté d'agglomération de Grenoble (les 26 communes de la Métro) lors du recensement rénové millésimé en 2006, l'échantillon enquêté présente une légère sur-représentation de 3 points des jeunes ayant entre 15 et 24 ans et une sous-représentation de 6 points des 65 ans et plus.

En termes de statut, à l'échelle de l'échantillon, 42% sont des résidents et 58% des pratiquants. Les cartes de la figure 2 représentent la proportion des pratiquants et des résidents dans chaque quartier.

Ces cartes montrent une proportion plus élevée de pratiquants que de résidents au nord d'une bande nord-ouest sud-est comprenant en grande partie le centre ville de Grenoble. Ces quartiers constituent des pôles d'activités avec de nombreux magasins, des lieux de travail et des centres de loisirs.

Dans une deuxième zone, on trouve les quartiers avec autant de résidents que de pratiquants. Enfin, deux quartiers présentent une plus grande proportion de résidents (Mistral et La Villeneuve). Ce sont les quartiers populaires, composés principalement par des grands ensembles. Dans ces quartiers, plus de 70% des répondants sont des résidents.

La proportion de résidents varie d'un quartier à l'autre mais aussi au cours de la journée dans un même quartier. Tout d'abord, à l'exception du district de l'Île Verte, nous observons que la proportion de résidents diminue l'après-midi et augmente le soir (figures 3 et 4). Il y a deux explications à ce phénomène : d'abord certains résidents passent la matinée dans leur quartier et se déplacent en centre-ville ou dans les autres quartiers centraux uniquement l'après-midi. Ensuite, certains pratiquants provenant de l'extérieur de la ville de Grenoble viennent dans les quartiers centraux. Cela est particulièrement le cas pour le centre-ville et le quartier Berriat Nord, où sont situés de nombreuses entreprises, une partie de l'université et un centre de recherche important.

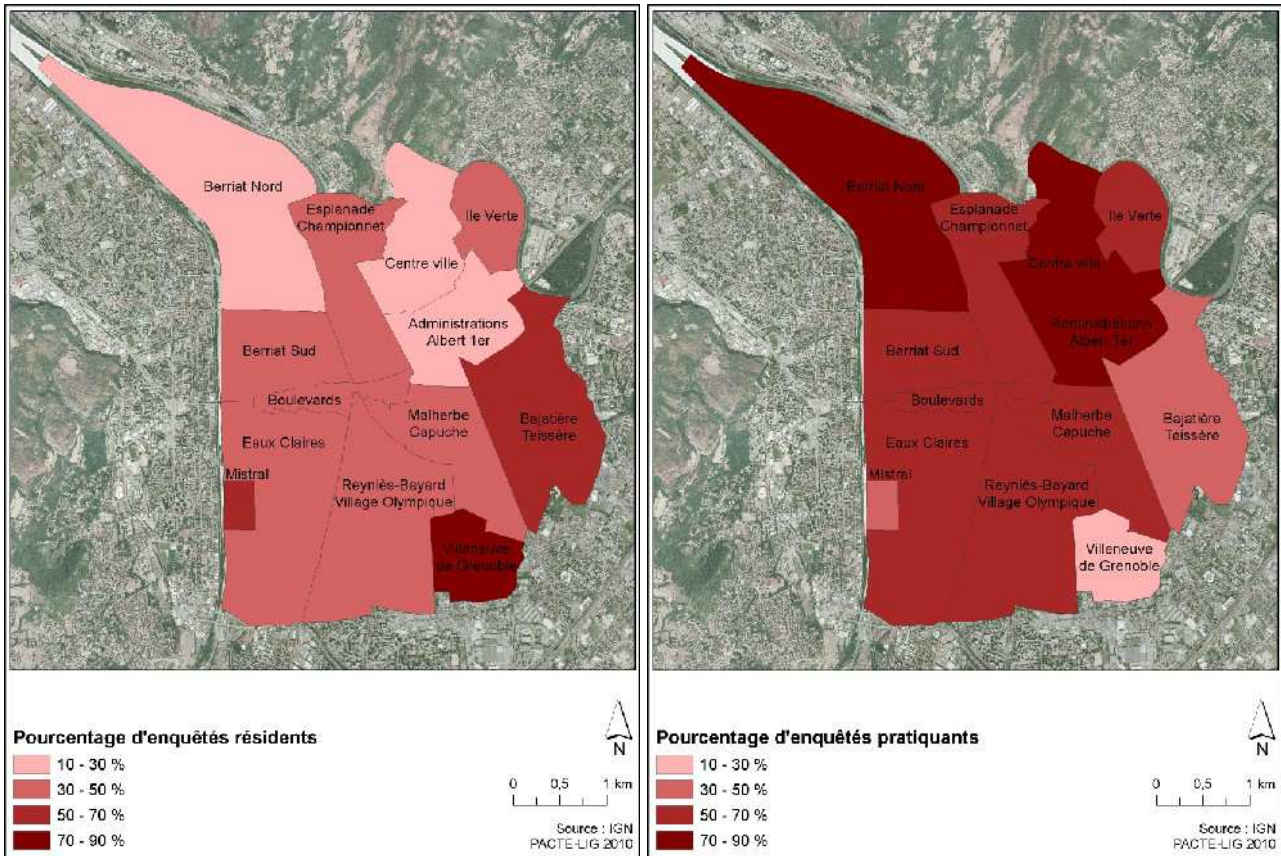


Figure 2 : Distribution spatiale des enquêtés suivant le quartier et leur statut (à gauche : résidents ; à droite : pratiquants)

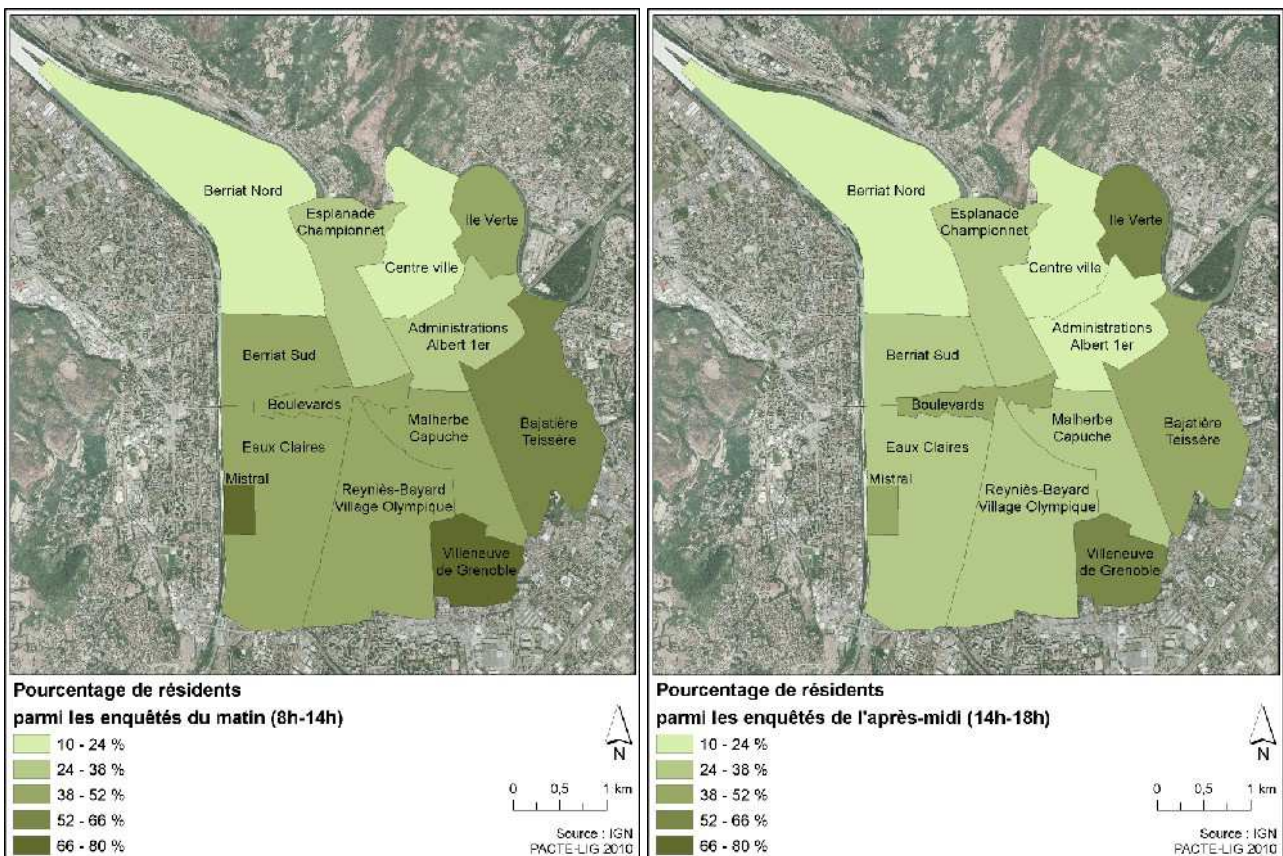


Figure 3 : Pourcentage de résidents parmi les individus enquêtés le matin (gauche) et l'après-midi (droite).

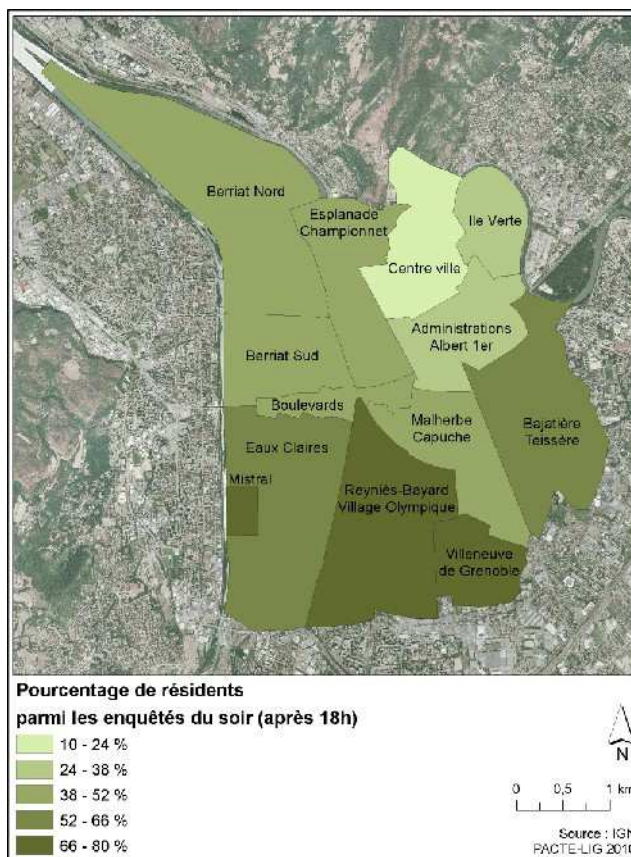


Figure 4 : Pourcentage de résidents parmi les individus enquêtés le soir.

Concernant le statut d'activité, la moitié des personnes interrogées occupe un emploi, 7% se déclarent être au chômage et 3% comme des personnes au foyer. Les retraités représentent 14% de l'échantillon. Enfin, 23% des personnes interrogées suivent un cursus scolaire ou universitaire : 17% sont étudiants et 5% sont collégiens ou lycéens.

Si l'on regroupe les activités selon deux catégories, l'une correspondant aux actifs, étudiants, lycéens ou collégiens (donc des individus qui sont « dans le système », qui sont en contact avec la société, bénéficient de formations, d'information, etc.) et l'autre aux chômeurs, retraités et personnes au foyer (des individus susceptibles d'être davantage « hors du système »), leur distribution dans l'espace n'est pas homogène (figure 5). On rencontre de manière générale une majorité de la première catégorie (74% contre 26% pour la seconde). Mais le quartier Berriat-Nord ainsi que Reyniès-Bayard-Village-Olympique montrent une plus forte proportion d'actifs/étudiants/lycéens/collégiens, ce qui est à mettre en relation avec la présence du polygone scientifique dans le premier et certainement avec la présence de l'institut de géographie alpine dans le deuxième (d'où sont issus les enquêteurs).

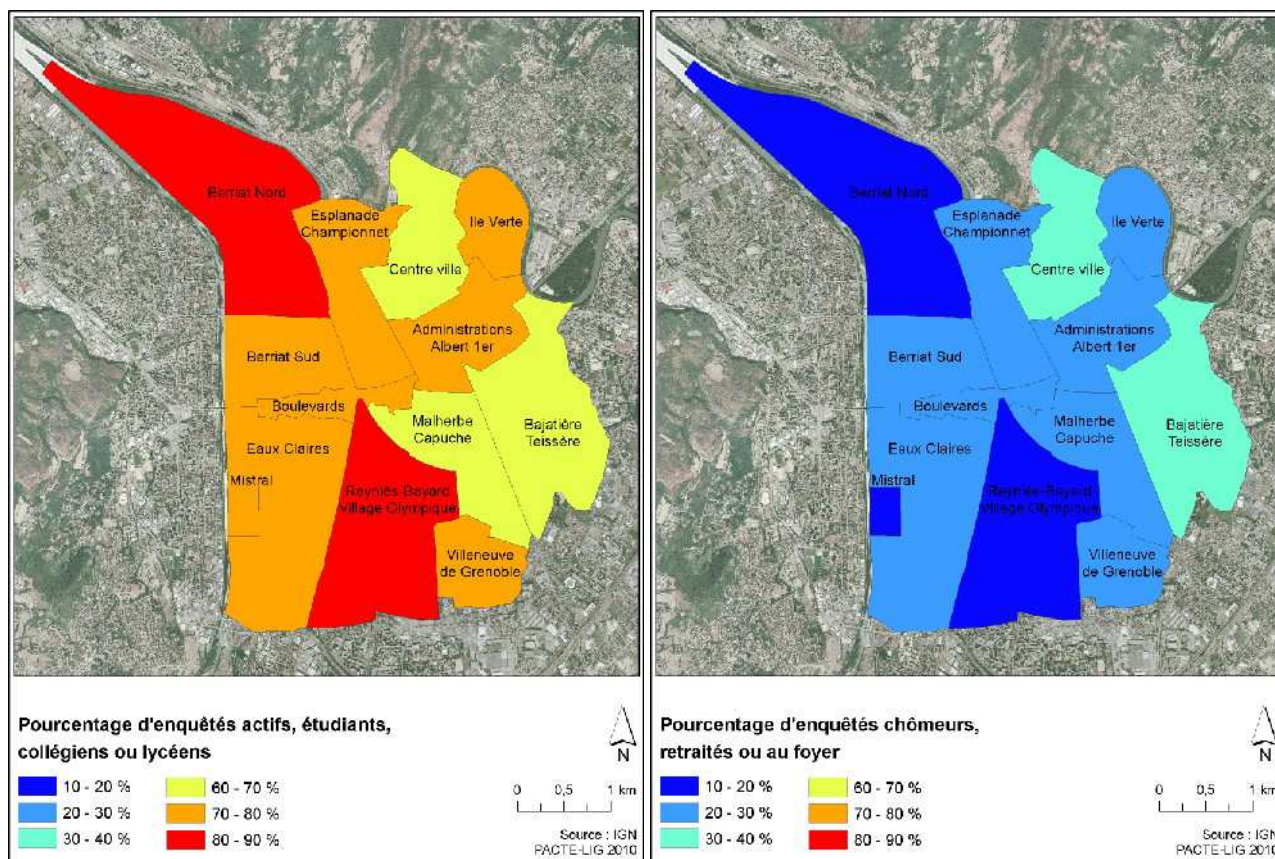


Figure 5 : Pourcentage d'enquêtés actifs, étudiants, collégiens ou lycéens par quartier (gauche), de chômeurs, retraités ou au foyer (droite).

Parmi les personnes actives occupées, une majorité d'entre elles (44%) occupe un poste d'employé, un quart fait partie de la catégorie des « cadres, professions libérales et intellectuelles supérieures », un peu plus d'une personne sur 10 appartient à la catégorie des « artisans, commerçants et chefs d'entreprises », 10 % déclare exercer une profession intermédiaire et 6% sont ouvriers.

Le niveau de diplôme des personnes de l'échantillon est globalement plus élevé que pour l'ensemble de la population de plus de 15 ans résidant dans l'aire urbaine de Grenoble ou dans la communauté d'agglomération de Grenoble (cf données INSEE recensement de 2006). Le diplôme n'ayant pas été un quota dans l'élaboration de l'échantillon, l'enquête MOVISS n'a pas échappé à un biais sociologique : une personne diplômée accepte plus facilement de répondre à une enquête qu'une personne non diplômée. En termes de niveau de formation, 8% des personnes interrogées déclarent ne pas posséder de diplôme. Un quart a un diplôme de niveau V (BEP, CAP) ou le BEPC, 18% ont obtenu un diplôme de niveau IV (Baccalauréat ou équivalent), 24% sont titulaires d'un diplôme de niveau III (Bac +2 ou 3) et 22% ont un diplôme de niveau II ou I (2e ou 3 cycle universitaire, école d'ingénieurs ou de commerce).

Les cartes de la figure 6 représentent la répartition spatiale de la population échantillonnée suivant le diplôme qu'elle possède. Deux catégories ont été construites : la première concerne les individus peu ou non diplômés (BEP, CAP, BEPC, Baccalauréat) alors que la deuxième regroupe les titulaires d'un diplôme de niveau III, II ou I.

Curieusement, la population enquêtée dans le quartier de l'Ile-Verte relève davantage de la première que de la seconde catégorie (61%), et l'inverse est observé pour le quartier Berriat-Sud (68%). En revanche, on retrouve des tendances plus attendues dans les quartiers Mistral (54% de peu ou non diplômés) et Berriat Nord (57% de diplômés de niveau I, II ou III), ces deux valeurs étant pourtant moins élevées qu'attendu.

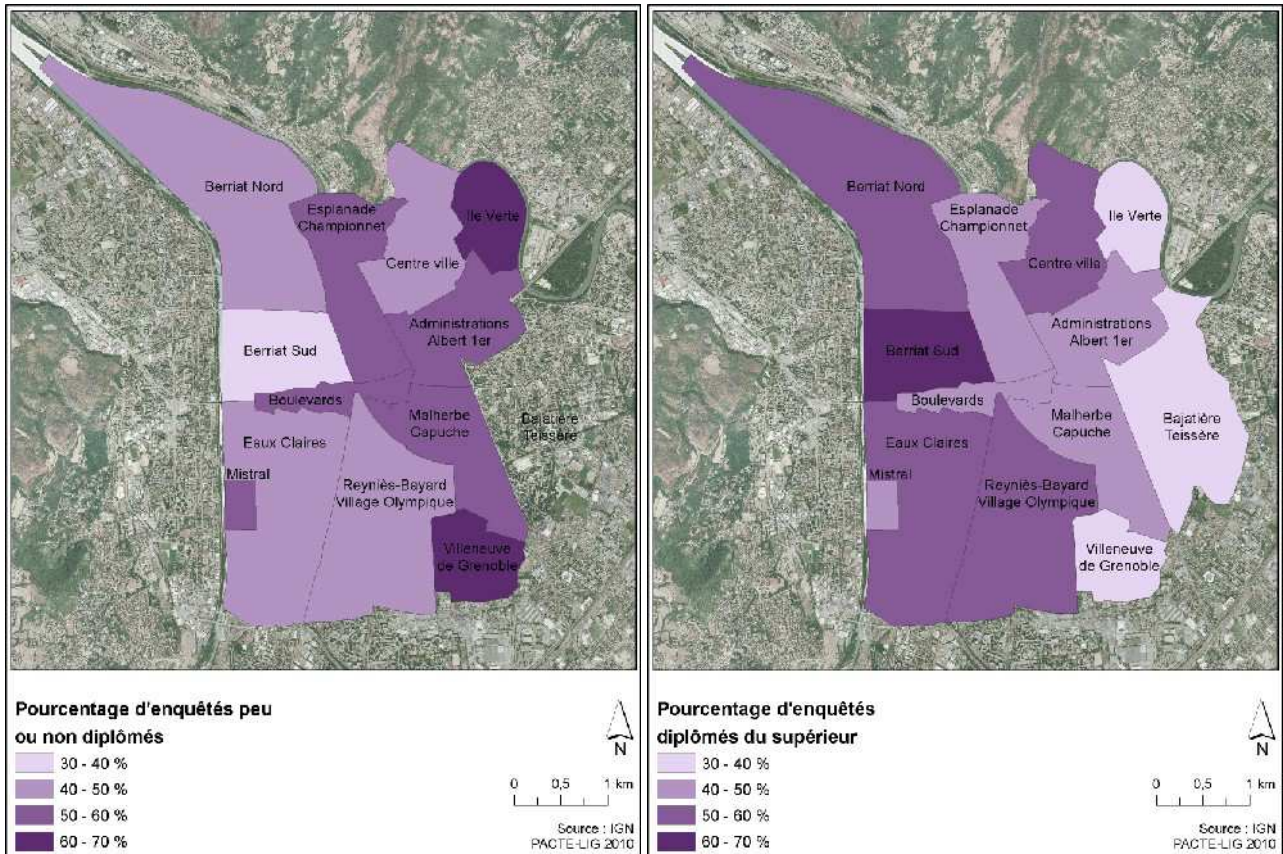


Figure 6 : Pourcentage d'enquêtés peu ou non diplômés (gauche) et diplômés du supérieur (droite).

Concernant la situation familiale, un peu plus de la moitié des personnes déclare vivre en couple, un peu plus d'un tiers habite seul et 10% vivent avec leurs parents. 3 enquêtés sur 10 ont des enfants à charge (38% un enfant, 44% deux enfants, 13% trois enfants, 5% quatre enfants ou plus).

La plus grande majorité des personnes enquêtées résident dans la communauté d'agglomération de Grenoble (la Métro) : respectivement 71% dans la ville de Grenoble et 19% dans les autres communes de la Métro (Figure 7).

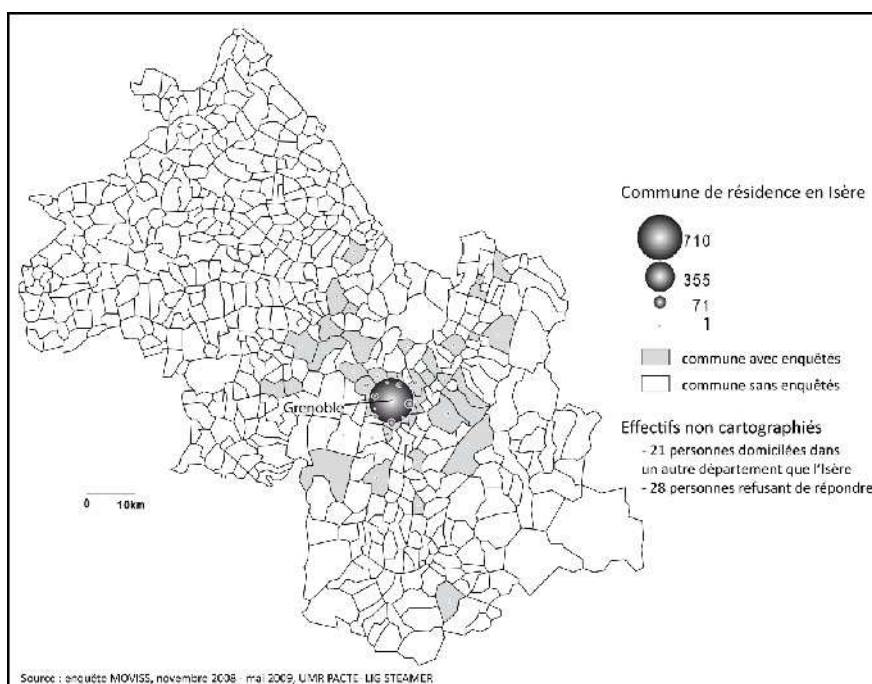


Figure 7 : Commune de résidence des enquêtés.

3.2 Présentation thématique des résultats

Outre les traitements statistiques classiques (tris simples, tris croisés²), nous avons construit des sous-indices à partir des réponses données à certains groupes de questions. Un score est attribué à chaque réponse, score dont la valeur varie selon que la réponse est juste ou fausse (pour les sous-indices de comportements et d'information) ou si elle accroît/diminue la vulnérabilité de l'individu : 0 pour une mauvaise réponse, 3 pour une réponse correcte. Par exemple, à la question « Un tremblement de terre se produit à Grenoble alors que vous êtes à l'intérieur d'un bâtiment. Selon vous, quelle attitude faudrait-il adopter pendant la secousse ? », lorsque la réponse « Rester au milieu d'une pièce » est donnée, un 0 est attribué. Si l'enquêté a répondu « Se protéger sous un meuble (table, lit), un 3 lui est attribué.

Lorsque l'enquêté a le choix de plusieurs réponses, l'ensemble des combinaisons de réponses possibles est listé et en fonction de la combinaison entre réponses justes et/ou fausses, des scores sont attribués selon l'échelle suivante :

deux réponses justes > une réponse juste > une réponse juste et une réponse fausse > une réponse fausse > deux réponses fausses

La valeur d'un sous-indice correspond à la moyenne des scores des questions contribuant au sous-indice, ramenée à une note sur 20³.

Les paragraphes suivants présentent les principales conclusions issues du traitement statistique des questions relatives à chaque sous-indice, la méthode adoptée pour construire ces sous-indices, ainsi que leur traitement statistique et spatial.

L'indice de vulnérabilité sociale est finalement construit à partir des sous-indices et correspond à une moyenne de ceux-ci.

3.2.1 Perception des risques

La place des risques naturels parmi d'autres risques

Il est assez usuel de débiter une enquête de perception des risques en demandant à l'enquêté de positionner les risques naturels (ou technologiques, selon l'objet de l'enquête) parmi d'autres risques, ceci pour mieux comprendre l'importance attribuée au sujet abordé (Lalo *et al.*, 1995 ; Bonnet, 2002 ; Glatron et Beck, 2008 ; Beck *et al.*, 2009 ; Guéguen *et al.*, 2009 ; Heitz, 2009 ; IRSN, 2009...).

Quand on demande aux individus enquêtés quels sont les trois risques les plus préoccupants pour la ville de Grenoble (Q12), les risques naturels sont cités en troisième position (52% des personnes enquêtés l'ont cité) après les risques environnementaux (65%) et industriels-nucléaires (59%). La crise financière ne semble pas avoir marqué davantage les Grenoblois, qui se trouvent en position privilégiée en comparaison à d'autres régions françaises (Figure 8). Si l'on compare les résultats de l'enquête MOVISS au baromètre de l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (Figure 9), qui établit chaque année les préoccupations des Français, les enquêtés grenoblois semblent davantage préoccupés par des problèmes environnementaux que des problèmes d'ordre socio-économiques.

2 Les tris simples et tris croisés sont présentés en annexe de ce rapport.

3 Sur la proposition des étudiants de 1ère année (Guillaume Albrieux, Erwan Audouin, Martin Chapsal, Benjamin Escallier, Jimmy Favre) et 2e année (Adrien Delmas, Adrien Marchetto, Basile Vauquois, Mylène Veyrat) de DUT STID (Statistique et Traitement informatique des Données, Université Pierre Mendès-France, Grenoble) dont les projets tutorés ont porté sur une partie des données de l'enquête MOVISS.

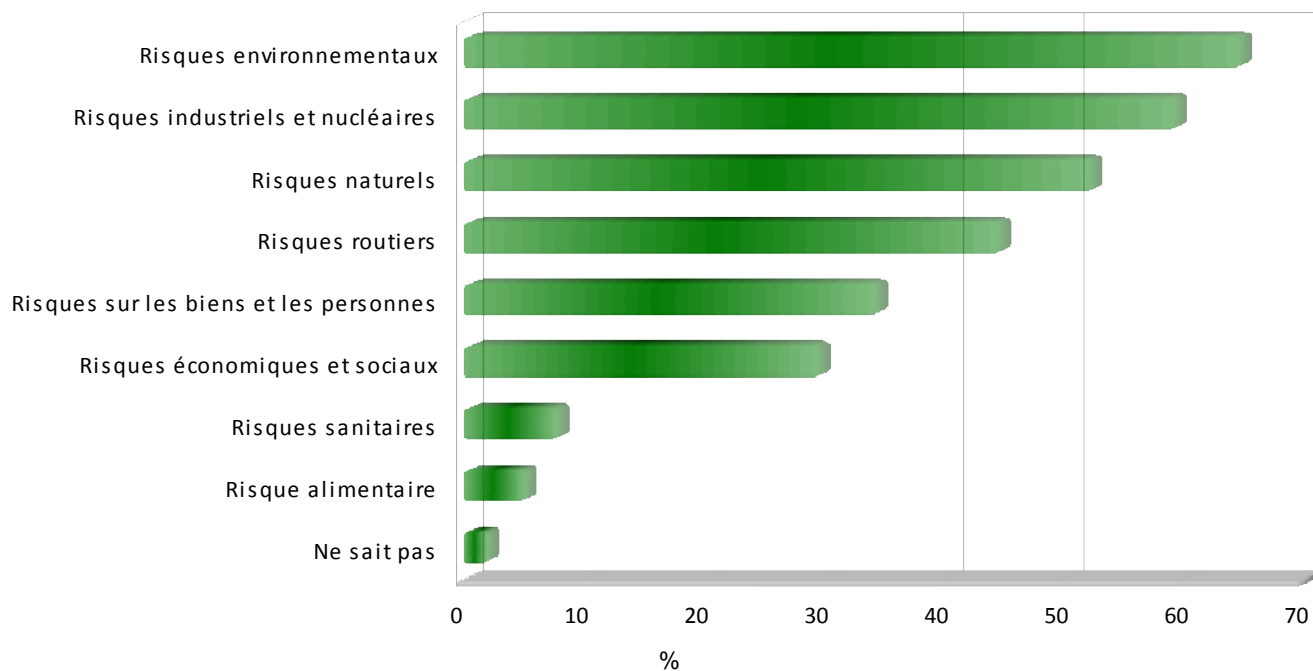


Figure 8 : Répartition des réponses à la question Q12 ("quels sont les trois risques les plus préoccupants pour la ville de Grenoble ?")



Figure 9 : Préoccupations des Français en 2008 (IRSN, 2009).

« En France, parmi les problèmes actuels suivants, lequel est pour vous le plus préoccupant ? » (2 réponses possibles) ». Le diagramme présente les résultats cumulés.

La tendance générale cache cependant quelques différenciations selon les groupes sociaux. Les risques naturels sont un peu plus souvent cités par des personnes ayant entre 35 et 64 ans, qu'elles soient actives ou au foyer. A l'inverse, ils sont beaucoup moins présents chez les collégiens et lycéens, davantage préoccupés

par les risques routiers. Les risques environnementaux préoccupent, quant à eux, davantage les hommes, les étudiants (74%) et les 45-54 ans (70%) et des personnes ayant un niveau d'études supérieures (75% des Bac+2-3 et 77% des Bac+4). Parmi les personnes préoccupées par les risques sur les biens et les personnes, on retrouve une plus forte proportion de collégiens (48%), plus souvent soumis aux violences verbales dans les établissements scolaires. Les risques économiques et sociaux sont un peu plus fréquents chez les femmes.

La répartition cartographique des résultats ne montre pas de logique spatiale particulière (Figure 10). La présence du Synchrotron dans le quartier Berriat Nord, générant il y a encore peu de temps un risque nucléaire, n'est pas à l'origine d'une crainte particulière vis-à-vis de ce risque dans ce quartier. De même, la proximité des installations de Jarrie et Pont-de-Claix ne semble pas influencer particulièrement les secteurs sud de Grenoble. Il faut cependant relativiser ces observations, car une grande partie du territoire communal grenoblois est exposé au risque industriel (Figure 11). Les risques environnementaux sont préoccupants pour plusieurs des quartiers nord de Grenoble (> 70%), mais cette particularité est difficilement interprétable cartographiquement. En effet, la totalité de la ville est exposée à une pollution atmosphérique importante, notamment en raison de sa situation en cuvette.

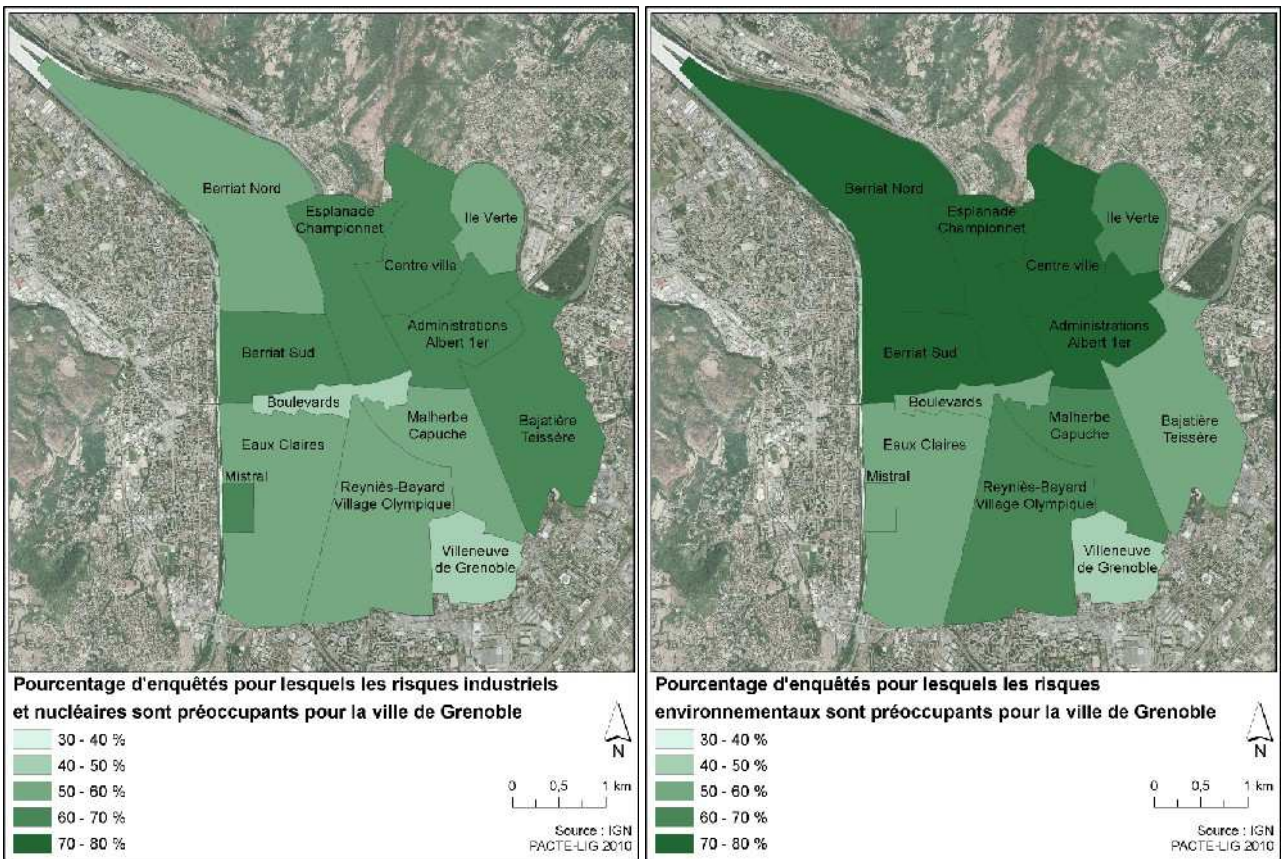


Figure 10 : Pourcentage d'enquêtés pour lesquels les risques industriels/nucléaires (gauche) et environnementaux (pollution de l'air...) (droite) sont préoccupants pour la ville de Grenoble (Q12).

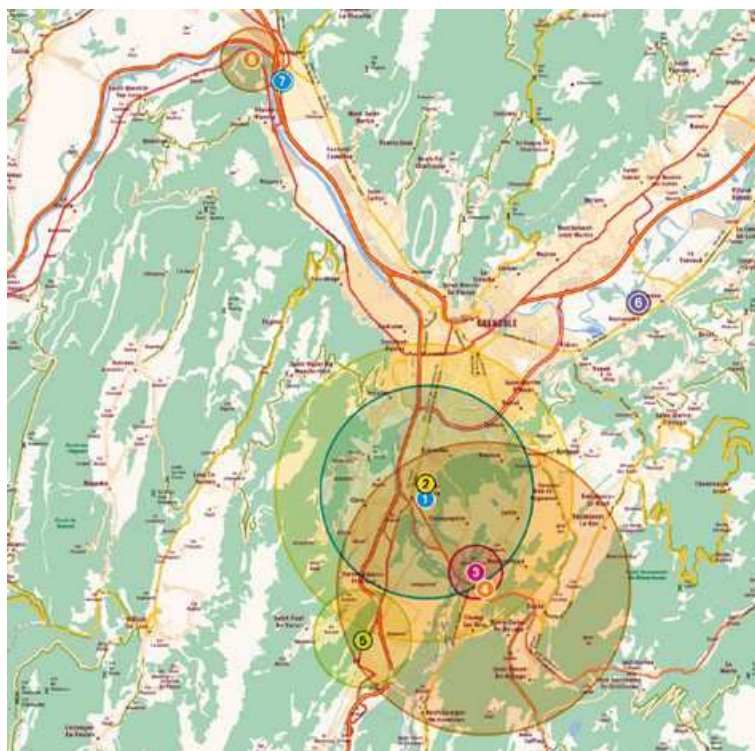


Figure 11 : Périmètres de danger technologique dans le Y Grenoblois. Source : DRIRE Rhône-Alpes.

1, 2 : Pont-de-Claix ; 3, 4 : Jarrie.

Quant aux risques naturels (séismes, crues, incendie de forêt... ; Figure 12), là encore, la logique spatiale n'est pas perceptible. L'incendie du Néron (fin juillet-début août 2003) ou encore les crues de l'Isère ne semblent pas avoir particulièrement sensibilisé les secteurs nord. Il s'agit donc d'une perception générale à l'ensemble de la ville, où des quartiers comme Berriat Sud, Villeneuve de Grenoble ou encore Administrations Albert 1er semblent plus sensibles que d'autres, comme Malherbe-Capuche ou les Eaux-Claires. Cependant, le questionnaire à lui seul et sous la forme proposée ne permet pas d'expliquer davantage ces différenciations, notamment parce que l'ensemble des risques naturels étaient regroupés sous cette catégorie.

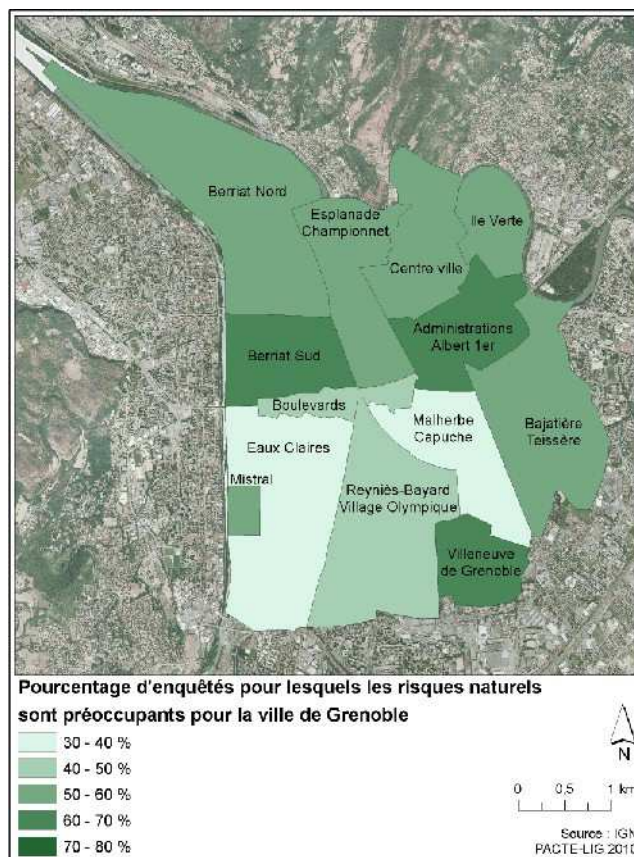


Figure 12 : Pourcentage d'enquêtés pour lesquels les risques naturels sont préoccupants pour la ville de Grenoble (Q12).

Sentiment d'exposition individuelle au risque sismique

La question (Q13) demande aux enquêtés de se positionner sur une échelle allant de 0 à 4 sur six risques naturels. A partir de cette échelle, nous avons calculé une note moyenne par risque naturel (Figure 13). Quand on leur demande quels sont les risques auxquels ils se sentent exposés, les personnes répondent en première position les inondations (score moyen de 1,91), puis les tempêtes (1,45) et enfin les tremblements de terre (1,37)⁴. Ceci s'explique par le fait que les berges de l'Isère sont régulièrement inondées à Grenoble et que la population a encore la tempête de 1999 à l'esprit. En outre, de petites secousses sismiques perceptibles par l'homme surviennent de temps en temps, les derniers séismes les plus marquants étant ceux d'Epargny (15/07/96, intensité épicentrale $I_0=V^5$) et Laffrey (11/01/99, intensité épicentrale $I_0=VII$).

De manière globale, cependant, les personnes enquêtées ne semblent pas se sentir très exposées, puisqu'un score de 1,37 correspond à une exposition faible à moyenne.

Si l'on reprend le détail des niveaux de l'échelle, on note que ¼ des enquêtés ne se sent pas du tout exposé. Ce sentiment de non exposition est beaucoup plus marqué chez les plus jeunes, qu'ils soient collégiens ou lycéens ou étudiants, (33% pour les 15-24 ans contre 18% pour les 65 ans et plus), ainsi que chez les non diplômés (34% contre 26% pour les Bac +2-3 et 21% pour les Bac+4). Un tiers se sent peu exposé (niveau 1 de l'échelle). On retrouve davantage de pratiquants que de résidents (36% contre 28%) et de personnes au foyer (43%) dans cette catégorie. ¼ des personnes se sent moyennement exposé (niveau 2 sur l'échelle) et plus d'une personne sur 10 (12%) a un fort sentiment d'exposition. Ce niveau d'exposition (3 sur 4) est plus fréquemment cité chez les plus âgés (20% des 65 ans et plus), ainsi que chez les cadres et professions libérales et intellectuelles supérieures (20%). Enfin, une minorité (5%) se sent très exposée.

4 0 = « pas du tout exposé » ; 4 = « très exposé »

5 Source : SisFrance

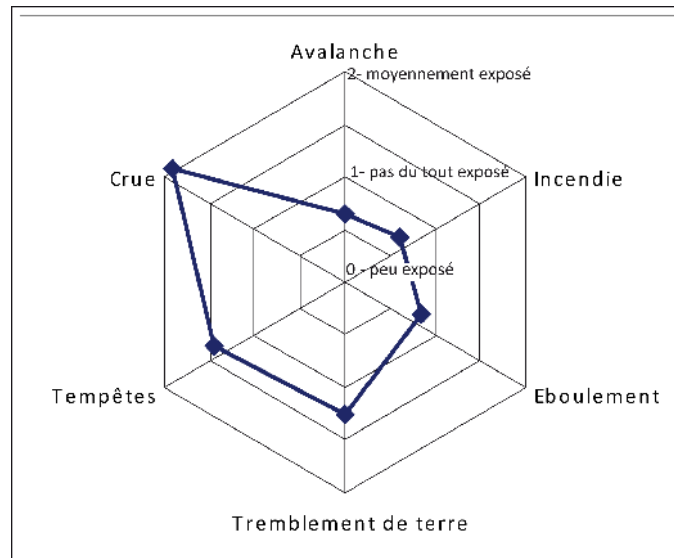


Figure 13 : Note moyenne d'exposition aux risques naturels.

Les résidents ont une moyenne d'exposition de 1,45 (0 = pas du tout exposé ; 4 = très exposé), alors que les pratiquants ont une moyenne d'exposition de 1,32.

Le risque sismique étant un risque à grande échelle puisqu'il affecte généralement des territoires étendus, la composante géographique ne peut expliquer à elle-seule la mise en carte des résultats (Figure 14). En revanche, ces cartes peuvent servir d'appui pour comprendre l'origine des vulnérabilités sociales. On observe par exemple que certains quartiers montrent un sentiment d'exposition individuelle moyen (Berriat Nord et dans une moindre mesure, Esplanade-Championnet, Bajatière-Teissère, Malherbe-Capuche, Reyniès-Bayard Village Olympique, Villeneuve de Grenoble).

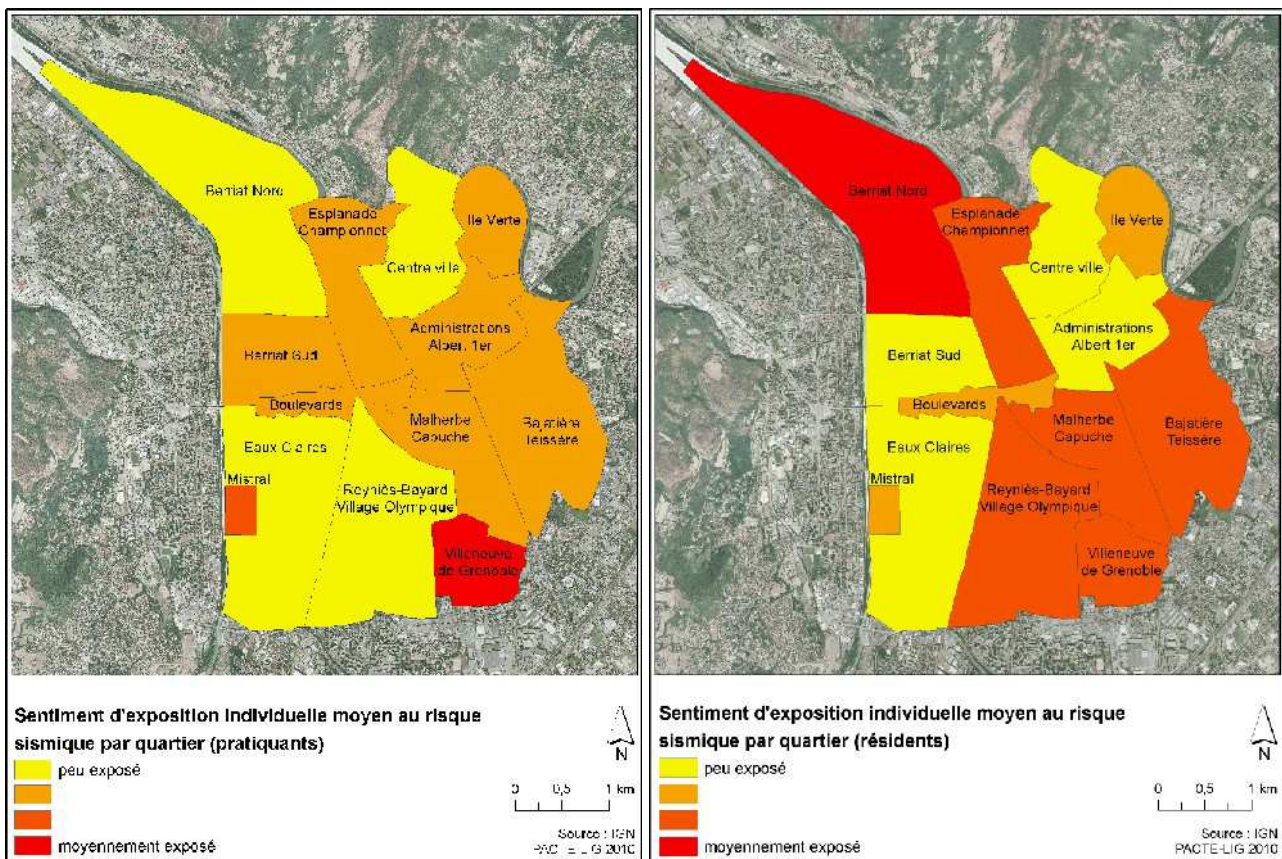


Figure 14 : Sentiment d'exposition individuelle au risque sismique par quartier ; gauche : ensemble de l'échantillon ; droite : résidents (Q13c).

La perception du risque est prise en compte dans l'indice de vulnérabilité sociale par l'intermédiaire du sentiment d'exposition individuelle au risque sismique (Q13c), les autres questions portant sur d'autres risques.

3.2.2 Connaissance du phénomène

Interroger des personnes sur leurs connaissances du phénomène investigué s'appuie sur l'hypothèse qu'une bonne connaissance du tremblement de terre, de ses manifestations... assure une bonne reconnaissance de celui-ci lorsqu'il se produit, ce qui permet alors d'appliquer plus facilement et plus rapidement les bonnes consignes. De même, les questions posées permettent d'observer si les individus surestiment ou sous-estiment le niveau de risque dans la région étudiée, puisqu'un séisme n'aura pas les mêmes manifestations selon sa magnitude. Or, le contexte tectonique grenoblois ne permet pas *a priori* l'occurrence d'un tremblement de terre de magnitude supérieure à 6.

Causes d'un séisme

Les ¼ des personnes interrogées savent que les séismes sont liés au mouvement des plaques tectoniques. Le quart restant se partage entre les personnes qui ne savent pas répondre (9%) et celles qui donnent une mauvaise réponse (16%). La mauvaise réponse la plus récurrente est celle du réchauffement climatique (9% de l'échantillon). Seule une minorité de personnes estime que les séismes sont provoqués par des essais nucléaires et des affaissements miniers (respectivement 3% et 2,5%) (Figure 15). Si l'âge, le sexe ne jouent pas sur cette question des connaissances, le diplôme semble en revanche discriminer la population. En effet, plus le niveau de diplôme obtenu est élevé, meilleure est la connaissance sur les causes d'un séisme. 19 points séparent les personnes de niveau BEPC, BEP, CAP des personnes diplômées d'un niveau BAC + 4 et plus. Les pourcentages de personnes citant les mouvements tectoniques des plaques comme étant la cause de séismes sont respectivement 66% et 85%. Au regard de la variable d'activité, les collégiens et lycéens sont en proportion les plus nombreux à avoir déclaré ne pas connaître les causes des tremblements de terre (20% contre 8% pour l'ensemble de l'échantillon). Le groupe des étudiants obtient le meilleur taux de réponse à cette question (82%), suivi des actifs (78%), des personnes au foyer (75%), des retraités (73%). Les chômeurs obtiennent quant à eux le moins bon score. 6 personnes sur 10 dans ce groupe ont cité le mouvement des plaques tectoniques comme étant la cause d'un séisme.

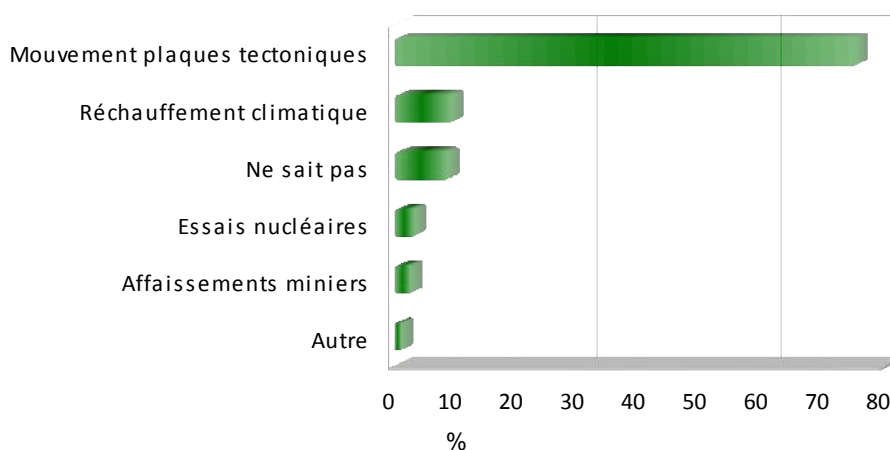


Figure 15 : "D'après vous, quelles sont les causes possibles d'un tremblement de terre à Grenoble ?"

D'un point de vue spatial il est important de noter des différences entre les secteurs. Les meilleurs taux de connaissance sont obtenus pour les personnes enquêtées dans les quartiers de l'Esplanade-Championnet (80%), Berriat-Sud (80%), l'Île verte (82%) et Mistral (82%). A l'inverse, les scores les moins bons sont observés pour les personnes enquêtées dans les quartiers de Villeneuve, Malherbe-la capuche et des Eaux-Clares. Pour

les secteurs de Villeneuve et de Malherbe la Capuche, on observe un report sur le réchauffement climatique comme étant une cause de séisme (15% des personnes de ces secteurs contre 9,3% sur l'ensemble de l'échantillon) alors que pour les Eaux-Clares le report s'opère plus sur la réponse ne sait pas (15% contre 9% sur la totalité de l'échantillon).

Reconnaître un séisme

La question (Q 17) propose aux enquêtés de citer les phénomènes qui permettent de reconnaître un tremblement de terre. Parmi la liste proposée, les enquêtés avaient la possibilité de choisir plusieurs réponses. En calculant pour chaque modalité, la part des personnes ayant choisi l'item sur l'ensemble de l'échantillon, on obtient un classement qui isole principalement 2 phénomènes : celui des murs qui tremblent et celui des vitres qui vibrent (Figure 16).

Pour affiner les résultats, nous avons croisé chaque choix de réponses avec des variables socio-économiques, démographiques, spatiales. Les résultats présentés ci-dessous mettent en évidence le classement des réponses et les principales différences observées dans des sous-groupes de population.

En première position se situent les réponses relatives aux murs qui tremblent. Près de 7 personnes sur 10 reconnaissent un séisme par le tremblement des murs. Les femmes sont en proportion un peu plus nombreuses que les hommes à avoir choisi cette réponse (72% contre 65%).

Les vibrations des vitres, citées par 6 personnes sur 10, se positionnent au 2^e rang. Il convient de noter une sur-représentation des personnes de moins de 44 ans dans ce choix de réponse. Par ailleurs, à l'exception des non diplômés, le diplôme joue un rôle. Plus les personnes ont un niveau de diplôme élevé, plus elles citent cette modalité de réponse. Des différences sont également observées selon les secteurs d'enquête. Cette modalité de réponse est beaucoup plus fréquente pour les personnes interrogées dans les secteurs Berriat nord (74%), Esplanade-Championnet (70%), Administration-Albert 1^{er} de Belgique (70%) et Berriat sud (67%). A l'inverse, cette réponse est sous-représentée dans les secteurs de Malherbe-Capuche (50%), l'île verte (54%) et les Eaux-Clares (56%).

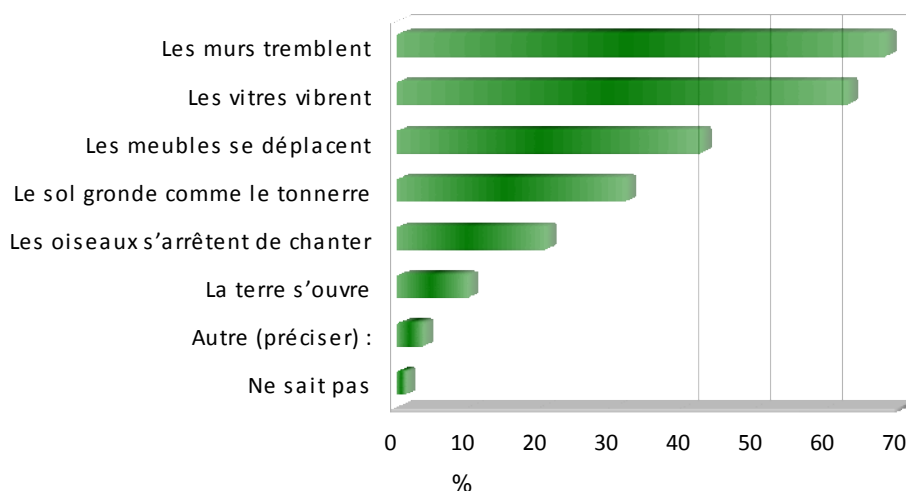


Figure 16 : "D'après vous, qu'est-ce qui permet de reconnaître un tremblement de terre lorsqu'il se produit ?"

Dans une moindre mesure, 42% des enquêtés reconnaissent un tremblement de terre par le déplacement des objets qu'il peut provoquer. Cette réponse est beaucoup plus mentionnée par les personnes enquêtées dans les secteurs de Esplanade-Championnet (65%), Mistral (54%) et de la Bajatière-Teissière (53%).

Un tiers des personnes reconnaît un séisme par la résonance des grondements du sol. Il convient de souligner la très légère sur-représentation des hommes dans ce choix de réponse (35%) et des différences significatives

entre les secteurs d'enquête. C'est dans les secteurs Administration-Albert 1^{er} de Belgique, Ile verte, Villeneuve et Bajatière-Teissère que les plus fortes proportions sont observées (respectivement 47%, 44%, 37% et 36%).

20% des personnes interrogées reconnaissent un séisme par l'arrêt du champ des oiseaux. Cette modalité est beaucoup plus présente chez les 65ans et plus (32%)

Enfin, 10% pense que la terre s'ouvre. Sont plus fréquemment associées à cette réponse les femmes (12%), les ouvriers (14%) et les professions intermédiaire (18%).

Le plus dangereux

La question (Q 19) cherche à capter une échelle de danger physique que peuvent s'imaginer les individus face à un séisme sur Grenoble (Figure 17). 70% des personnes interrogées ont peur d'être ensevelies sous les décombres des bâtiments voisins. Une analyse de ces résultats par mois de collecte semble intéressante à mener car rappelons que la dernière vague de collecte de l'enquête MOVISS (début avril 2009) a correspondu à la période où la ville de L'Aquila en Italie a été frappée par une série de séismes, ces événements ayant été très largement relatés dans la presse française. Les personnes interrogées lors de cette dernière vague d'enquête semblent plus sensibles à ce choix de réponses. Effectivement, les pourcentages de cette modalité atteignent 87% en mai 2009, 78% en avril 2009 contre 68% en décembre 2008 et 71% en janvier 2009. Par ailleurs, parmi les variables socio-démographiques et économiques, seul le sexe joue un rôle dans le choix de cette modalité avec une légère sur-représentation de femmes (+ 4 points par rapport à la moyenne). Au niveau spatial, les personnes interrogées dans les secteurs de Mistral (86%), l'Ile verte (78%), Reyniès-Bayard-Village Olympique (77%) et Villeneuve (77%) demeurent plus sensibles à cette réponse que celles interrogées dans les autres secteurs. La présence dans le paysage urbain de tours à étages élevés peut expliquer ces différences.

Une personne sur 2 envisage d'être blessée par la chute d'objets ou de meubles. L'analyse des tris croisés ne montre pas de différences entre les sous-groupes de population, que ce soit au niveau de l'âge, de la situation d'activité, du lieu d'enquête. A noter tout de même que les hommes ou les personnes enquêtées au-delà de 18 heures optent en proportion davantage pour cette réponse. Enfin plus le niveau de diplôme s'élève, plus les personnes ont sélectionné cette réponse.

Un peu plus d'un tiers des personnes craignent de se faire écraser par un arbre ou un poteau. Seule la variable spatiale du secteur présente quelques différences entre des sous-groupes. Ce scénario est en proportion davantage cité par les personnes enquêtées dans le Centre-Ville (46%) et dans la zone Esplanade-Championnet (51%).

Une minorité de personnes 7% a peur de faire une crise cardiaque. Dans ce groupe, on retrouve surtout des personnes de 55 ans ou plus (17%), des personnes n'ayant pas de diplômes (16%) ou des diplômes de type BEP, CAP, BEP (11%), des personnes au foyer ou à la retraite ou des ouvriers (17%).

Enfin 5% des personnes envisage un scénario rocambolesque en tombant dans la faille. Les femmes ont une plus légère proportion à choisir cette modalité de réponse que les hommes (8% contre 3,5%).

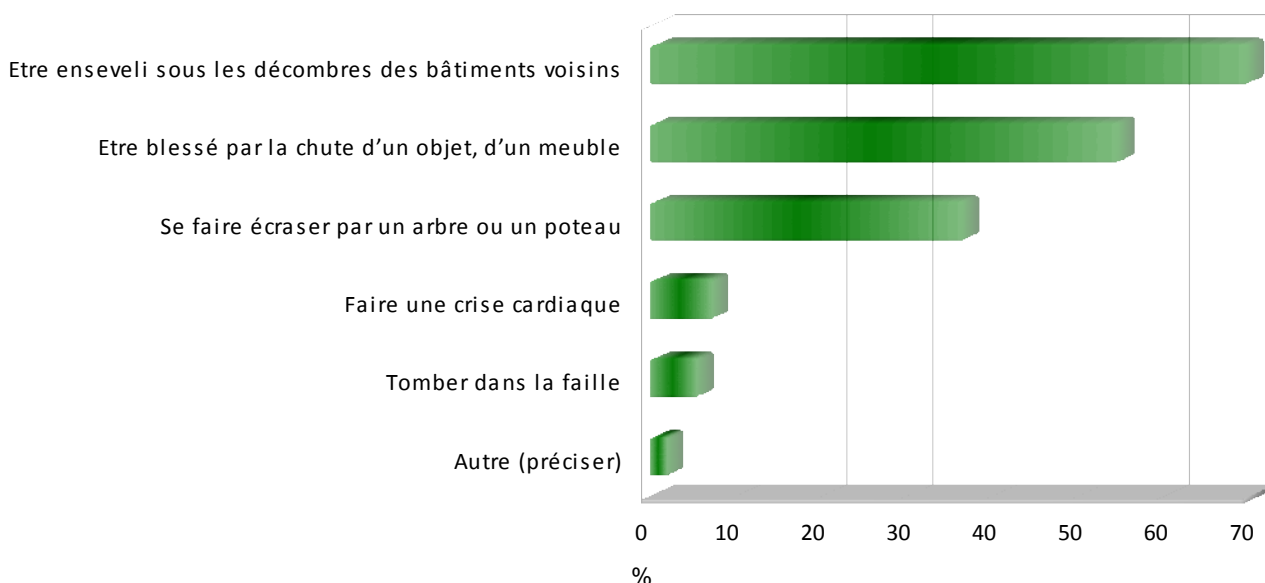


Figure 17 : "Qu'est-ce qui serait le plus dangereux pour vous si un tremblement de terre se produisait à Grenoble ?"

Limiter les conséquences d'un tremblement de terre.

La question « Que peut-on faire pour limiter les conséquences d'un tremblement de terre ? » cherche à identifier si les personnes ont une capacité d'anticipation ou non vis-à-vis de ce risque naturel, si elles tentent ou non à s'en prémunir (Figure 18). Ainsi, 4 personnes pensent que les séismes restent l'affaire des spécialistes. Près d'une personne sur 3 estiment que chacun peut essayer de s'en protéger. Pour ¼ d'entre elles, on ne peut rien y faire. Enfin 8% des personnes ont répondu en donnant d'autres réponses, beaucoup plus concrètes, qui relèvent de la pratique. Parmi ces personnes, plus de la moitié a donné des réponses justes telles que « adapter les constructions aux normes parasismiques », ou « apprendre les règles de protection », ou « développer des plans de prévention et d'évacuation », ou encore « savoir tirer des enseignements des pays soumis à ce genre de risques (japon) et intégrer leurs savoir-faire en matière de gestion ». Une minorité n'a pas su choisir entre les 3 modalités proposées et le restant a donné des réponses considérées comme fausses (prier, quitter la ville, raser les villes, déménager).

D'un point de vue socio-démographique et économique, on relève des différences dans le choix de ces propos. En premier lieu, il convient de signaler qu'aucune différence ne s'observe sur le sexe. Par contre, l'âge, le niveau de diplôme, la situation d'activité sont des facteurs déterminants. Le fait de déclarer que chacun peut s'en protéger relève un peu plus des personnes jeunes (30% chez les 15-24 et 34% chez les 25-34 ans contre 27% en moyenne), mais surtout de personnes diplômés de niveau baccalauréat et 2 et plus (29% chez bac+2-3 et 42% chez les bac +4 et plus), d'étudiants (35%) ou des cadres et des professions libérales et intellectuelles supérieures (36%).

A l'inverse le discours « c'est l'affaire des spécialistes » est plus souvent choisi par des personnes inactives ou appartenant aux catégories sociales moyennes et n'étant pas diplômées (50% chez les 65 ans et plus et 44% chez les 45-54 ans, 47% des retraités et 56% des personnes au foyer, 46% des personnes n'ayant pas de diplôme, 48% des collégiens et lycéens, 45% des ouvriers).

Enfin on retrouve une plus forte proportion d'ouvriers (37%, soit 12 points de plus que l'échantillon), de personnes de plus de 55 ans (30% dans les 2 groupes 55-64 ans et 65 ans et plus) à déclarer que l'on ne peut rien faire pour limiter les conséquences d'un séisme.

Concernant les secteurs d'enquête, on enregistre également des différences. Les personnes enquêtées au centre ville, à Berriat-Sud, à Villeneuve et à Mistral sont proportionnellement plus nombreuses à déclarer que chacun s'en protège (respectivement 35%, 40%, 31% et 31% contre 27% en moyenne).

Dans les secteurs des Boulevards et de l'Île verte, les enquêtés s'en réfèrent plus à une affaire de spécialistes (respectivement 48% et 46% contre 40% pour l'ensemble). Enfin, c'est dans les secteurs connotés « populaires » de Bajatière-Teissère (36%), de Reyniès-Bayard-Village Olympique (32%), de Malherbe-Capuche (32%), et dans ceux de l'Île verte (32%) et des Eaux-Claires (30%) que l'option « on ne peut rien y faire » est sur-représentée (entre 5 et 11 points de plus que la moyenne).

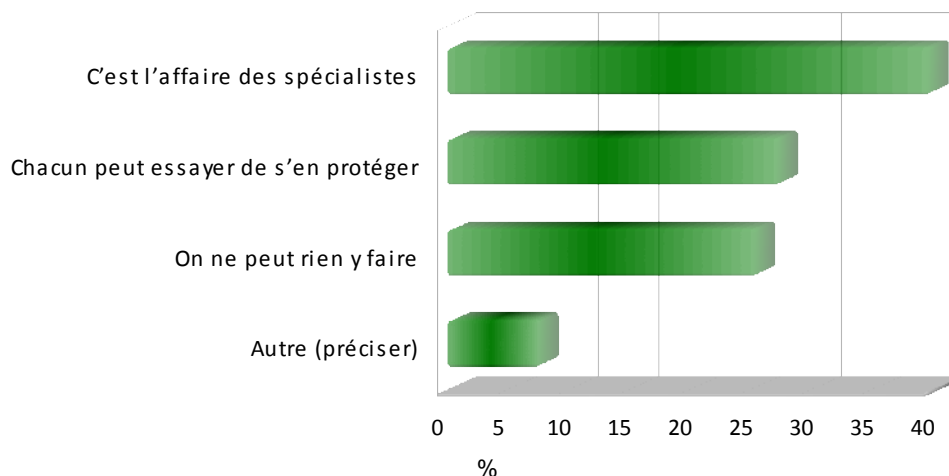


Figure 18 : "Que peut-on faire pour limiter les conséquences d'un tremblement de terre?"

Sous-indice de connaissance du phénomène sismique

Le sous-indice de la connaissance du phénomène sismique est construit à partir des questions 16, 17, 19 et 20. Il revient à calculer une note moyenne de connaissance comprise entre 0 et 20. La note moyenne obtenue pour l'ensemble de l'échantillon s'élève à 13,64 sur 20. L'intervalle inter-quartile, qui comprend 50% de la population, est compris entre 11,6 et 16,5. (Figure 19).

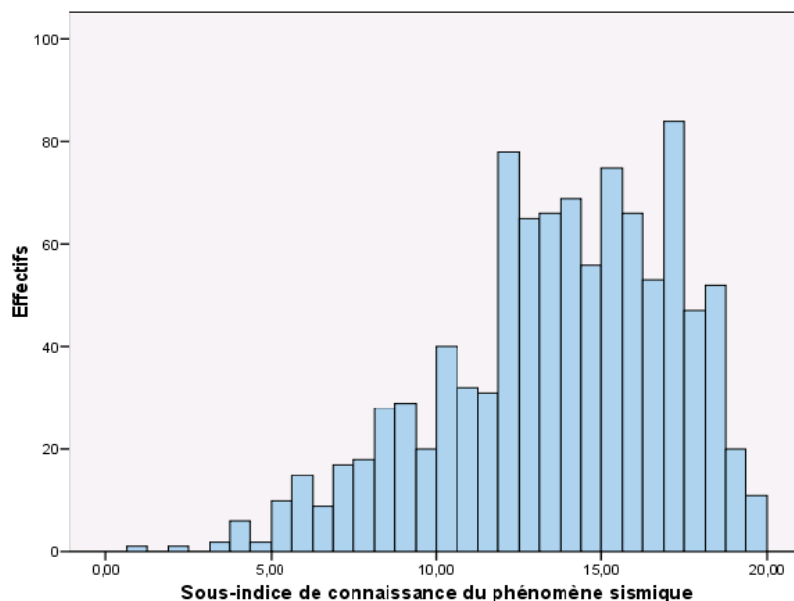


Figure 19 : Histogramme de fréquence du sous-index de connaissance du phénomène sismique.

Comme cet indicateur est une manière synthétique de reprendre les différentes questions de connaissance, il est normal de retrouver les tendances sociodémographiques mises en évidence auparavant. Cependant, avant de regarder les résultats, il est important de rappeler au lecteur que nous travaillons sur des notes moyennes obtenues sur chaque sous-groupe de population. L'effet générationnel joue un rôle dans la connaissance : globalement, les plus jeunes obtiennent une meilleure note moyenne de connaissance que les plus âgés (14,2 chez les 25-34 ans et 12,7 chez les 65 ans et plus). Ces résultats sont à mettre en relation avec le contenu des programmes scolaires. Le niveau de connaissance varie en fonction du niveau d'études. En moyenne, plus une personne est diplômée, meilleure est sa connaissance. Les personnes de niveau Bac+4 obtiennent une note moyenne de 15,0 contre 12,5 pour les personnes d'un diplôme de niveau V (BEP, CAP). Les personnes en situation d'inactivité (chômage ou retraite) demeurent les moins bien informées avec des notes moyennes de 12,8 et 12,6. Parmi les actifs, les meilleures notes moyennes sont obtenues par les cadres et les professions libérales et intellectuelles supérieures, ainsi que par les professions intermédiaires.

Le fait d'avoir reçu une information, à l'échelle de l'échantillon, semble avoir une influence sur la connaissance du phénomène, puisque les individus ayant déclaré avoir reçu une information sur le risque sismique à Grenoble ont une note de 14,3 contre 13,4 pour les enquêtés n'en ayant pas reçu. Cette conclusion est intéressante, car elle se montre en faveur des campagnes d'information, alors que d'autres travaux ont plutôt montré l'inverse (Glatron et Beck, 2009). Cependant, il n'est pas possible de savoir si c'est l'information reçue par plaquettes qui est à l'origine de cette connaissance.

Cette remarque vaut aussi pour la réception d'information sur les consignes à suivre en cas de séisme : les enquêtés affirmant avoir reçu cette information ont une meilleure connaissance du phénomène sismique (14,2 contre 13,2 pour ceux n'en ayant pas reçu).

Par ailleurs, il nous semble intéressant de croiser le niveau de connaissance et le sentiment d'exposition au risque sismique. Dans la présentation sur le module des perceptions, nous avons souligné qu'une minorité de personnes (46 personnes, 5% de l'échantillon) se sent très exposée au séisme. Malgré leurs appréhensions, ces personnes ne cherchent pas à s'informer sur les séismes. Ce groupe, composée de tous âges, de personnes diplômées ou non obtient la plus mauvaise note de connaissance (12,7). En revanche, si l'on met de côté ce groupe, il est intéressant de noter que plus les personnes se sentent exposées et meilleure est leur connaissance (note de connaissance de 14,3 pour les personnes se situant au niveau 3 de l'échelle d'exposition). On peut se demander si le sentiment d'exposition entraîne une recherche d'informations, et par

conséquent une meilleure connaissance, ou bien si c'est le fait d'être informé sur les séismes qui entraîne ce sentiment d'exposition.

La représentation cartographique (Figure 20) de ce sous-indice permet d'identifier les secteurs où la connaissance est moyenne et où, éventuellement, des campagnes d'informations pourraient être menées en ciblant particulièrement sur cet aspect du risque sismique (par exemple, dans le quartier Malherbe-Capuche).

Aucun des secteurs enquêtés ne montre de « très bonne connaissance » moyenne à l'échelle du quartier, ce qui n'exclut pas que certains individus aient, à l'échelle de la ville, une très bonne connaissance du phénomène sismique, sur la base des questions posées dans le cadre de ce questionnaire (8% ont un indice de connaissance du phénomène supérieur à 18/20, 20/20).

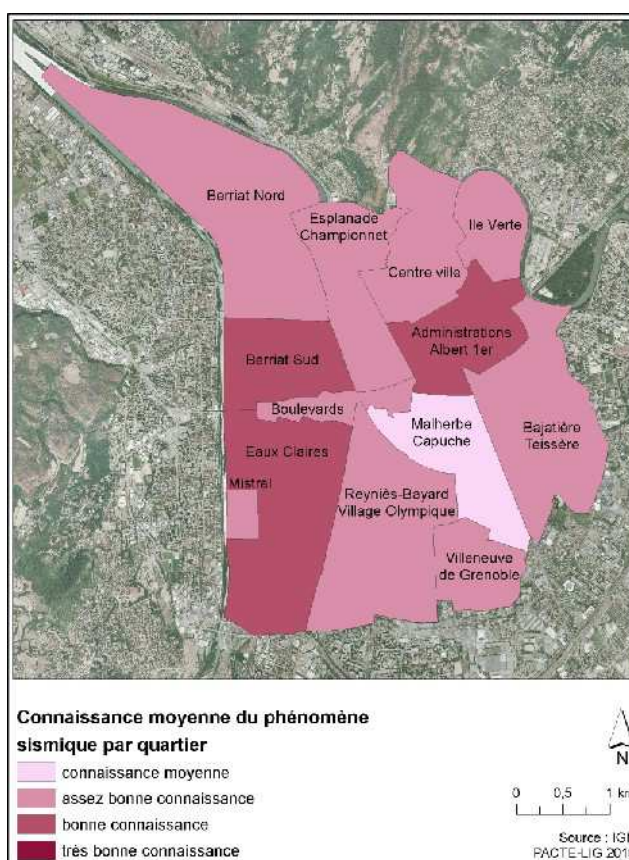


Figure 20 : Sous-indice moyen de connaissance du phénomène sismique par quartier.

3.2.3 Comportements à suivre en cas de séisme

Les comportements à suivre en cas de séisme sont évalués par l'intermédiaire de 4 questions qui mettent la personne enquêtée en situation de séisme, pendant ou après la secousse.

Les attitudes à adopter pendant la secousse

Pendant la secousse, 6 personnes sur 10 adopteraient le bon comportement en se protégeant sous un meuble. Près d'une personne sur 5 adopterait un comportement que l'on peut qualifier de moyen en se plaçant dans l'encadrement d'une porte. Le reste de l'échantillon donne des réponses que l'on peut traduire comme un comportement inadapté, risquant de le blesser. Ainsi 9% des personnes interrogées resteraient au milieu de la pièce, 8% auraient le réflexe de sortir de chez elles, 2% retiendraient les objets et les meubles. Une minorité (1%) n'a pas su se prononcer.

Si le sexe ne joue pas sur les attitudes des enquêtés mis en situation de tremblement de terre, en revanche l'âge, le niveau de diplôme et le statut d'activité sont déterminants. Tout d'abord, on observe un effet de

génération. Plus une personne est jeune et plus elle adopterait la meilleure des solutions (se protéger sous un meuble). A titre d'illustration, la part des 15-24 ans retenant ce comportement représente 67%. Cette proportion perd 6 points chez les 34-45 ans (61%), pour chuter à 45% pour les plus de 65 ans. A l'inverse, ces derniers adopteraient davantage un comportement de fuite en sortant des bâtiments. Pour chaque groupe d'âge de plus de 45 ans, la proportion de personnes choisissant cette réponse atteint 10% ou plus contre 5% chez les 15-24 ans et 7% chez les 25-34 ans.

Les attitudes diffèrent également selon le niveau de diplôme. Les personnes n'ayant pas de diplôme ou des diplômes de type BEP, CAP ou BEPC resteraient plus au milieu de la pièce et sortiraient davantage des bâtiments que les personnes ayant un niveau bac ou plus. En effet, Les non diplômés sont en proportion deux fois plus nombreux que l'ensemble de l'échantillon à déclarer rester au milieu d'une pièce. 12% des diplômés d'une BEPC, BEP ou CAP envisage de sortir, soit 5% de plus que l'ensemble des personnes interrogées. A l'inverse le bon comportement est plus souvent cité chez les personnes d'un niveau baccalauréat ou plus. Cette proportion atteint son maximum chez les personnes de niveau bac+2 ou 3 (65%) pour chuter à 48% pour les non diplômés et 52% pour les personnes ayant un diplôme de niveau V (BEP, CAP, BEPC).

Par ailleurs, les enquêtés se différencient selon leur statut d'activité. En effet, il convient de remarquer que les personnes en situation d'activité (travail ou études) pensent davantage à se protéger sous un meuble que les personnes en situation d'inactivité, qu'elles soient à la retraite, au chômage ou personne au foyer. Si les proportions de personnes cherchant à se protéger sous un meuble atteignent 70% chez les collégiens, lycéens et étudiants et 60% chez les actifs, elles chutent à 46% dans le groupe des chômeurs et retraités et 44% pour les personnes au foyer.

D'un point de vue spatial, on observe une très forte sur-représentation du meilleur comportement pour les personnes interrogées dans le centre ville. Plus de 7 personnes sur 10 déclare vouloir se protéger sous un meuble soit 15 points de plus que pour l'ensemble de l'échantillon. A l'inverse, les personnes interrogées dans les secteurs de Mistral (51%), Malherbe-Capuche (53%), Villeneuve (55%), l'Ile verte (55%) et des Boulevards (56%) sont en proportion moins nombreuses à choisir de se protéger sous un meuble. Dans les secteurs de Mistral, Ile verte et Bayard-Reyniès-Village olympique, on observe une sur-représentation de personnes adoptant un comportement moyen en déclarant se mettre dans l'encadrement d'une porte. Dans les secteurs de Malherbe-Capuche et Villeneuve, on observe une plus forte proportion de personnes déclarant une attitude risquée en voulant sortir du bâtiment (respectivement 19% et 13%). Les autres secteurs ont des profils semblables au profil moyen.

Les attitudes à adopter après la secousse

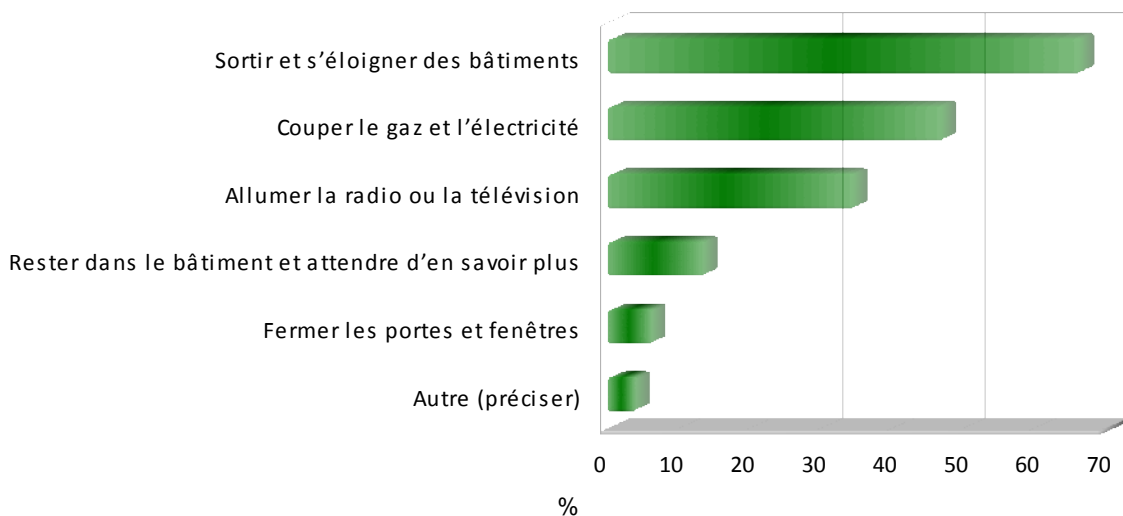


Figure 21 : "Quelles sont les attitudes qu'il faut adopter après la première secousse ?"

Après la secousse (Figure 21), deux tiers des personnes interrogées déclarent qu'elles sortiraient et s'éloigneraient des bâtiments. Aucune différence significative n'est observée au niveau du sexe, de l'âge et du statut d'activité. En revanche, on note des différences selon le niveau de diplôme, la catégorie socioprofessionnelle et le secteur d'enquête. Les personnes les plus diplômées (d'un niveau bac +2-3 ou plus) envisagent plus que les autres de sortir du bâtiment (respectivement 75% et 70%). Il en est de même pour les cadres (76%) et les professions intermédiaires (70%). Au niveau spatial, les personnes interrogées au centre ville se distinguent nettement des autres par une plus faible proportion à avoir cité cette réponse (57%, soit 11 points de moins que dans l'ensemble de l'échantillon). A l'inverse, les personnes interrogées dans les secteurs de Berriat sud (80%), Albert 1^{er} de Belgique et administrations (78%), et dans une moindre proportion les Eaux-Clares (71%) sont plus nombreuses à déclarer sortir et s'éloigner après une secousse.

Un peu moins d'une personne sur 2 (47%) penserait à couper le gaz et l'électricité. Les critères socio-économiques et démographiques (sexe, âge, niveau de diplôme, statut d'activité, catégorie socioprofessionnelle) ne jouent pas dans la déclaration de ce comportement post secousse.

Un tiers des personnes interrogées chercherait à obtenir de l'information par le biais de médias. Cette attitude est plus souvent mise en avant chez les plus diplômés (38% chez les « bac +4 » contre 28% pour les personnes sans diplôme). Par ailleurs, on observe une très forte sous-représentation chez les personnes inactives, et plus particulièrement chez les personnes au foyer (12%) et dans une moindre mesure chez les retraités (27%).

Un peu plus d'une personne sur 10 (13%) resterait dans le bâtiment et attendrait d'en savoir plus. Ce comportement à risque se retrouve davantage chez les personnes interrogées dans le secteur du centre ville (28%, soit 15 points de plus qu'en moyenne).

Enfin, une minorité de personnes (6%) se cloisonnerait en fermant portes et fenêtres. Cette attitude, plus marquée chez les ouvriers (15%), révèle une confusion des consignes de sécurité à respecter selon les risques auxquels un individu peut être soumis. Le fait de rester dans un bâtiment et de fermer portes et fenêtres est valable pour les risques technologiques et pour les crues, mais pas dans le cas d'un tremblement de terre.

Attitudes après secousse avec enfants à charge

288 personnes ayant des enfants à charge se sont prononcées sur leurs attitudes après une secousse. Les résultats montrent que près des 2/3 de ces personnes adopteraient un mauvais comportement, soit en cherchant à rejoindre leurs enfants au plus vite (36%), soit en appelant par téléphone pour prendre des nouvelles. Seules 37% des personnes auraient un comportement adéquat en estimant que leurs enfants sont en sécurité à l'école et déclarent prévoir d'aller les chercher lorsque ce sera possible. Les personnes cherchant à rejoindre leurs enfants sont en proportion plus nombreuses chez les non diplômées et celles ayant un niveau CAP-BEP, BEPC (plus de 50%). A l'inverse, les personnes adoptant le bon comportement sont davantage des personnes au diplôme les plus élevées (55% des « bac+4 ou plus »), des cadres ou professions libérales ou intellectuelles supérieures (49%) ou des professions intermédiaires (44%). Compte tenu des effectifs trop faibles, il est difficile de tester une relation entre le secteur d'enquête et ces comportements.

Attitudes en cas d'évacuation

En cas de demande d'évacuation après une première secousse, plus de la moitié des enquêtées (56%) adopterait un comportement approprié en se dirigeant à pied vers un parc ou un stade. Un quart aurait un comportement inadéquat en cherchant à quitter la ville en voiture au risque de saturer le réseau routier et de ralentir l'intervention des secours. Viennent ensuite dans une moindre mesure, les personnes qui resteraient sur place (10%) et celles qui chercheraient à rejoindre le réseau de tramway pour quitter leur quartier (7%).

Ces comportements diffèrent en fonction de groupes sociaux et des secteurs d'enquête. Ainsi, le fait de quitter la ville en voiture relève plus des personnes au chômage (39%), de personnes au foyer (31%), des

groupes d'âge compris 35 et 55 ans (30%), d'artisans-commerçants (30%) ou d'employés (28%) ou de personnes ayant un niveau baccalauréat (28%). Ce comportement est plutôt féminin (28% chez les femmes, soit 4 points de plus que la moyenne). On le retrouve plus souvent pour les personnes interrogées dans les secteurs de Championnet-Esplanade (41%), Boulevards (35%) et Bajatière-Teissère (31%).

Rester où l'on se trouve est plus marqué chez les personnes les plus âgées (22% des plus de 65 ans contre 10% en moyenne), les retraités (20%), les personnes sans diplôme (22%), et dans une moindre mesure chez les ouvriers (15%). Les personnes ayant choisi cette option, appartiennent plus au secteur de Mistral (18%), de Bajatière-Teissère (17%) et dans une moindre mesure de Berriat sud (13%) et Malherbe-Capuche (13%)

Enfin les personnes les plus jeunes (61% des 15-34 ans), les cadres (68%), les étudiants (66%) et les collégiens-lycéens (59%) ont davantage tendance à se diriger vers un parc ou un stade. Il convient de remarquer que ce comportement est plus marqué chez les hommes (62% soit 6 points de plus que la moyenne). D'un point de vue spatial, les personnes enquêtées à Villeneuve (64%), les Eaux claires (74%) et Berriat Nord (64%) privilégient plus cette attitude. La présence d'un grand parc à Villeneuve influence très certainement le choix des personnes enquêtées dans ce secteur.

Sous-indice des comportements à suivre en cas de séisme

Le sous-indice des comportements est construit à partir des questions 27, 28, 29 et 30. La moyenne est égale à 13,55 (Figure 22), soit une moyenne relativement élevée (une valeur de 20 équivaut à une connaissance parfaite des comportements à suivre en cas de séisme).

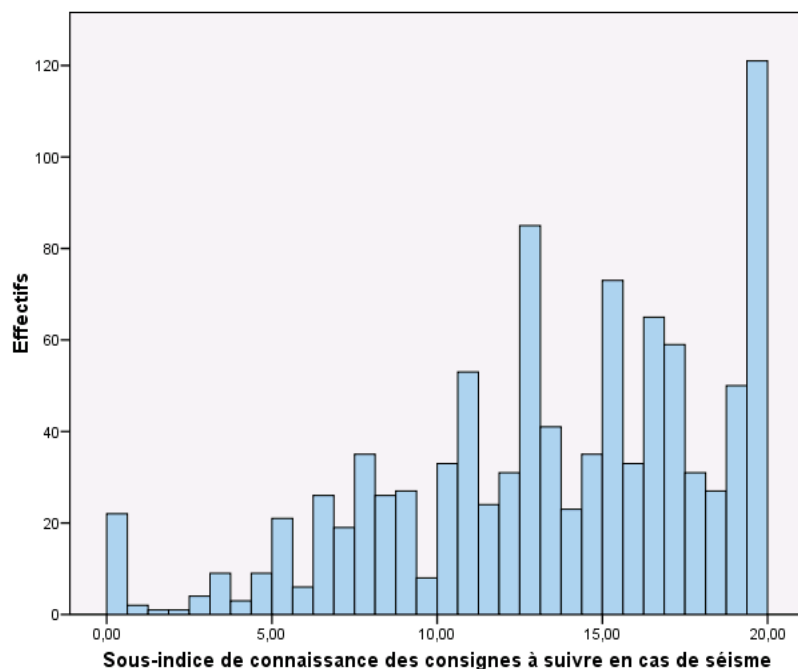


Figure 22 : Histogramme de fréquence du sous-indice de connaissance des consignes à suivre en cas de séisme.

L'analyse des valeurs obtenues par plusieurs groupes socio-démographiques montre des résultats intéressants.

Tout d'abord, les plus jeunes, qui sont aussi ceux qui sont encore dans le système éducatif (secondaire ou supérieur), ont de bons résultats (14,9) et globalement de meilleurs résultats que leurs aînés (12,4 pour les 65 ans et plus, 12,9 pour les 55-64 ans... (Figure 23). Les récents changements dans les programmes scolaires, qui laissent une plus grande place à la thématique des risques majeurs, peuvent expliquer ces résultats.

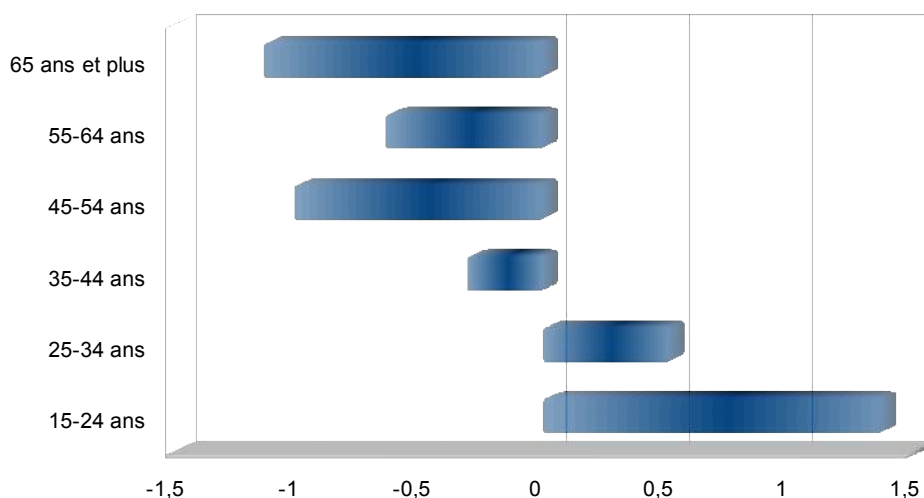


Figure 23 : Ecart à la moyenne du sous-indice de connaissance des consignes à suivre en cas de séisme, suivant la catégorie d'âge.

La qualification a aussi une influence sur la connaissance des procédures de sécurité (Figure 24) : les plus qualifiés sont ceux qui connaissent le mieux ces procédures. Les diplômés du supérieur ont des scores plus élevés (14,8 pour les diplômés de niveau I et 14,4 pour ceux de niveau II, contre 11,99 pour les non diplômés et 12,4 pour les titulaires d'un BEP, CAP ou BEPC).

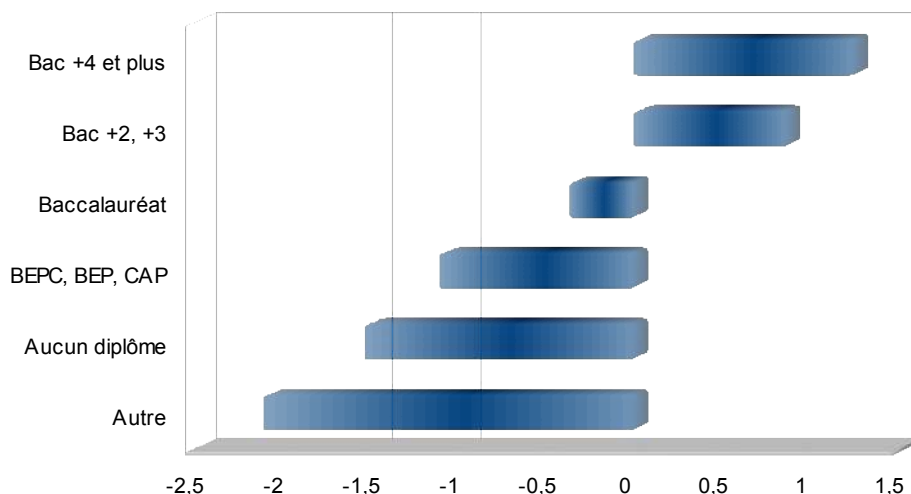


Figure 24 : Ecart à la moyenne du sous-indice de connaissance des consignes à suivre en cas de séisme, suivant le niveau de diplôme.

Le type d'activité semble également influencer la connaissance des procédures (Figure 25), puisque les actifs, les collégiens-lycéens et les étudiants, montrent un bon score (respectivement 13,6 15,0 et 15,2, alors que les personnes en situation d'inactivité, comme les chômeurs, les hommes et femmes au foyer et les retraités, ont une moins bonne connaissance de ces consignes (respectivement 12,1 10,7 et 12,5). Le sexe n'a pas d'influence sur ces résultats (les hommes ont un score très légèrement plus élevé mais cette différence n'est pas statistiquement significative).

Le fait que les plus jeunes aient une meilleure note globale se ressent également au travers de l'analyse de l'indice en fonction de la situation familiale et du nombre d'enfants. Les individus vivant chez leurs parents (soit les étudiants, collégiens, lycéens) ont une meilleure connaissance des consignes (14,4) que les enquêtés vivant seul (13,8) ou en couple (13,3), et plus on a d'enfants, moins bonne est la note (14,0 pour les personnes sans enfant ; 12,7 pour ceux en ayant 2 ; 11,9 pour ceux en ayant 4...). On aurait pu cependant penser que les individus ayant des enfants seraient davantage susceptibles de connaître ces consignes, vis-à-vis de l'instinct de protection de leurs enfants, mais ce n'est pas le cas.

A l'échelle de l'échantillon, les résidents ont une moins bonne connaissance des consignes par rapport aux pratiquants (13,2 contre 13,8).

Enfin, le fait d'avoir reçu une information sur les consignes à suivre en cas de séisme influence la connaissance de celle-ci, ce qui rejoint l'observation précédemment établie sur l'impact positif de l'information préventive. En effet, les enquêtés ayant reçu une information sur les consignes ont une valeur moyenne du sous-indice de connaissance des comportements à suivre égale à 14,1 contre 13,3 pour ceux qui n'en ont pas reçue.

Toute comme pour le sous-indice de connaissance du phénomène sismique, la cartographie du sous-indice de connaissance des consignes permet d'identifier les quartiers présentant des lacunes dans ce domaine, à savoir les quartiers Mistral, Boulevards, Esplanade-Championnet et Malherbe-Capuche (Figure 26).

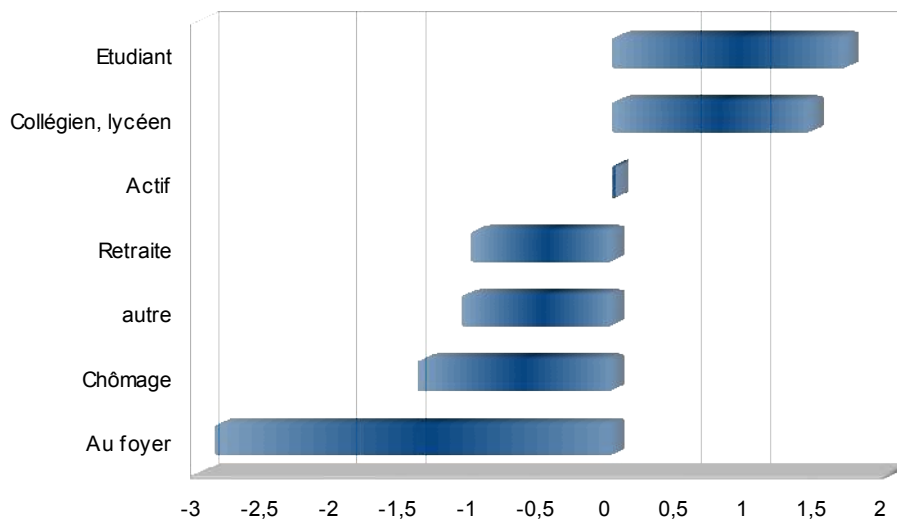


Figure 25 : Ecart à la moyenne du sous-indice de connaissance des consignes à suivre en cas de séisme suivant le statut d'activité.

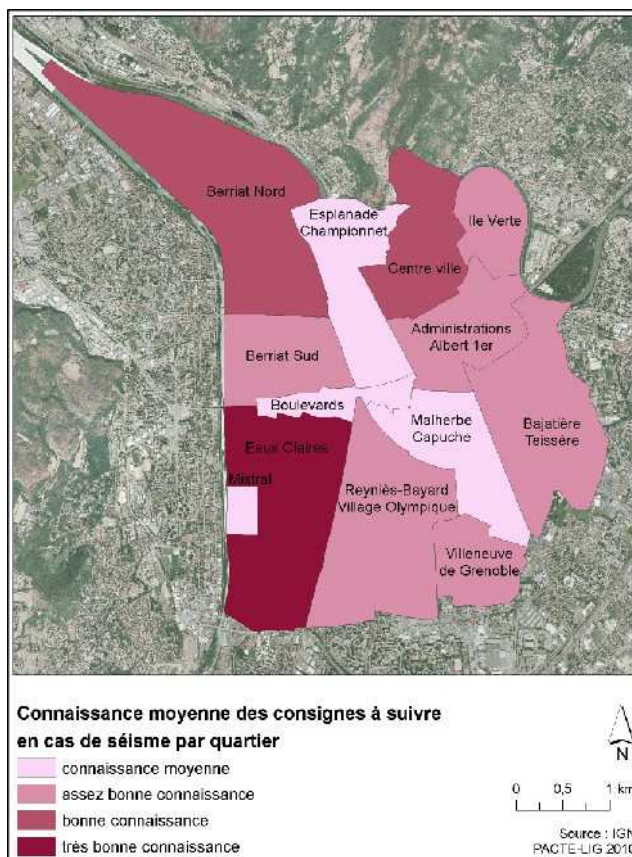


Figure 26 : Sous-indice moyen de connaissance des consignes à suivre en cas de séisme, par quartier.

3.2.4 Expérience d'un séisme

Le questionnaire comporte un module de questions relatif à l'expérience d'un séisme dans lequel les enquêtés signalent s'ils ont déjà vécu un ou plusieurs séismes. Dans le cas d'une réponse positive, les enquêtés donnent l'année, le lieu et l'intensité (à partir de l'échelle MSK) du séisme qui était le plus marquant à leurs yeux. Par ailleurs, deux questions portent sur les comportements que les enquêtés ont adoptés au moment de ces séismes, en l'occurrence pendant et après les secousses.

Au total, 433 personnes déclarent avoir vécu un séisme, soit un peu plus de 4 personnes sur 10. Parmi elles, 55% n'en ont vécu qu'un seul et 45% plusieurs.

Les $\frac{3}{4}$ de ces personnes ont connu un tremblement de terre en France. Près d'une personne sur 10 témoigne d'un séisme vécu en Afrique du Nord (Algérie, Tunisie, Maroc), ce qui n'est guère surprenant compte tenu de la part de la population originaire de ces pays dans l'agglomération grenobloise. D'autres se rappellent d'un séisme vécu dans d'autres pays étrangers, que ce soit en Amérique latine ou du Nord, en Europe, en Asie ou encore en Afrique.

Comme en témoigne le graphique suivant (Figure 27), toutes ces personnes n'ont pas été marquées de la même manière par l'intensité du séisme qu'elles relatent. Si 6 personnes sur 10 déclarent n'avoir ressenti que des secousses faibles ou à peine perceptibles, elles sont 10% à avoir vécu un séisme évoquant de la frayeur jusqu'à un changement de décor.

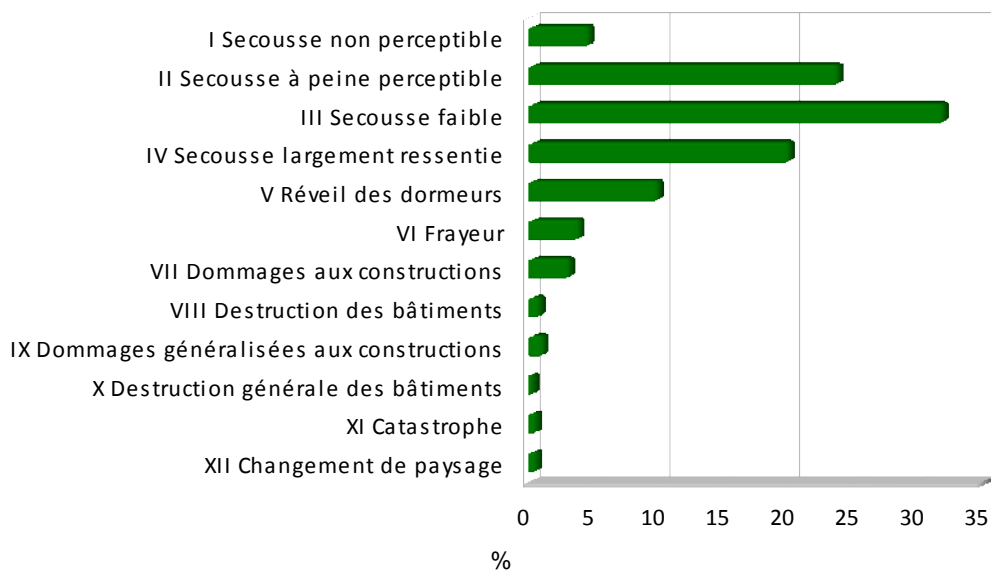


Figure 27 : Intensité des séismes ressentis par les enquêtés.

En découlent des comportements différents que les personnes ont adoptés pendant et après la ou les secousses. Lors de la secousse, près des $\frac{3}{4}$ ont déclaré n'avoir rien fait et ont attendu que ça se passe. Il convient de souligner que les personnes que l'on retrouve dans ce type de comportement ont peu ou faiblement senti les secousses. Une minorité (5%) a adopté un comportement de protection en se mettant sous une table ou dans l'encadrement d'une porte. Ce comportement est plus souvent cité dès lors que les secousses du séisme ont été largement ressenties. 8% ont quant à elles paniqué et 7% sont sorties en courant. Ces comportements ont plus souvent été signalés par des personnes ayant vécu des secousses supérieures à celles du réveil d'un dormeur. Il convient de noter que 6% ne se souviennent pas de leur réaction.

Après la secousse, près d'une personne sur 6 déclare n'avoir rien fait. Comme pour les comportements adoptés pendant les secousses, ce sont les personnes ayant vécu des séismes de faible intensité qui sont sur-représentées. 15% ont cherché de l'information en allumant la radio ou la télévision. Ce comportement a plus été signalé sur les secousses de faible intensité. 13% sont sorties dehors. Les personnes témoignant de ce comportement sont plus nombreuses que la moyenne dès lors qu'elles ont senti au minimum de fortes secousses. Une petite minorité (3%) dit avoir sécurisé son logement en coupant le gaz et l'électricité. 6% ne se souviennent pas de leur comportement et enfin une minorité (1%) a cherché à récupérer ses enfants et à prendre la fuite.

L'expérience du séisme (Q21) est prise en compte pour le calcul de l'indice global. Nous considérons que l'expérience d'un séisme peut modifier la réaction d'un individu lorsqu'un nouveau tremblement de terre se produit. Cette première expérience facilite la reconnaissance d'un événement et donc rend l'individu moins vulnérable. L'indice de vulnérabilité ne tient pas compte de cette question lorsque l'individu n'a pas vécu de séisme.

3.2.5 Information sur les risques

Le questionnaire comporte un module sur les moyens d'information que les personnes ont eu à disposition pour s'informer sur les séismes à Grenoble en général et sur les comportements à adopter en cas de secousse.

Près d'une personne sur 3 (27%) déclare avoir reçu de l'information sur le risque de séisme à Grenoble. Les personnes interrogées dans les secteurs Esplanade-Championnet (44%), Bajatière-Teissère (39%), Centre-Ville (32%) et Villeneuve (31%) semblent avoir été mieux informées-ou se souviennent mieux d'une information reçue-que les personnes enquêtées dans les autres secteurs. Par ailleurs, les résidents sont en proportion plus

nombreux à avoir reçu de l'information sur le risque de séisme à Grenoble que les pratiquants (respectivement 33% et 23%).

En moyenne, les personnes ont reçu un ou deux supports d'information. Parmi les multiples supports existants (presse écrite, télévision radio, internet, magazine, conférence...), le plus fréquent reste le prospectus dans la boîte aux lettres, cité par 11% des personnes suivi dans une moindre de mesure de la télévision (cité par 7% de ces personnes ; Tableau 5). Les journaux locaux (municipaux ou autres) ont été mentionnés par 8% des personnes. La radio, a été désignée par 3% de personnes au même titre qu'Internet. Enfin, les transactions immobilières ou la contractualisation d'un bail de location peuvent être une source d'information. Ceci est à mettre en relation avec la loi du 30 juillet 2003, qui oblige les propriétaires de biens immobiliers à informer les locataires ou acquéreurs de leur logement des risques auxquels ce dernier est exposé.

	Effectif	%
Prospectus dans la boîte aux lettres	112	11,2
Télévision	71	7,1
Journal municipal	45	4,5
Journal d'une autre collectivité (Métro, Conseil Général...)	36	3,6
Radio	34	3,4
Site internet	34	3,4
Magazine d'information (hebdomadaire ou mensuel)	20	2,0
Etude	20	2,0
Immobilier	19	1,9
Journal local (Dauphiné Libéré...)	17	1,7
Autre	17	1,7
Conférence	13	1,3

Tableau 5 : Source d'information sur le risque sismique à Grenoble

Contrairement aux informations générales sur les risques de séisme à Grenoble, un plus grand nombre de personnes (43%) déclare avoir reçu de l'information sur les comportements à adopter. 46% des répondants affirment ne pas avoir reçu d'information et 11% ne s'en souviennent pas. L'absence d'information sur les comportements à adopter en cas de séisme est plus soutenue pour les personnes enquêtées dans les secteurs de Bayard-Reyniès-Village Olympique, Mistral, Malherbe-Capuche, Berriat-Sud et Berriat-Nord. A l'inverse, les personnes enquêtées dans les secteurs Esplanade-Championnet (60%), Eaux-Clares (52%), Boulevards (56%) et Centre-ville (49%) sont les mieux informées.

Dans le cadre des informations sur les comportements à adopter (Tableau 6), la télévision prédomine les autres moyens d'information (avec 24% de citations pour ce support). Viennent dans une très moindre mesure les prospectus diffusés dans les boîtes aux lettres (8%), suivis de près par la radio. L'école ou les lieux de formations restent des moyens privilégiés (avec 6% de citations). Internet, les magazines d'informations sont mentionnés par 6% des personnes ayant reçu de l'information.

	Effectif	%
Télévision	242	24,1
Prospectus dans la boîte aux lettres	81	8,1
Radio	76	7,6
comportement école	62	6,2
Site internet	57	5,7
Magazine d'information (hebdomadaire ou mensuel)	55	5,5
Journal municipal	34	3,4
Autre	33	3,3
Journal local (Dauphiné Libéré...)	14	1,4
Conférence	14	1,4

Tableau 6 : Sources d'information sur les consignes à suivre en cas de séisme.

La mairie de Grenoble a lancé sa dernière campagne d'information en 2003-2004 suite à la réalisation du Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM) en 2003. Celui-ci était inséré dans le bulletin d'information mensuel (Les Nouvelles de Grenoble) avec une affiche résumant les bons réflexes à suivre. Il a été distribué à l'ensemble des résidents grenoblois ainsi qu'aux établissements recevant du public. Cependant, les entreprises n'ont pas été touchées par cette campagne d'information. Aucune campagne d'information sur les risques majeurs n'a eu lieu depuis cette date, cependant, le DICRIM est téléchargeable sur le site internet de la commune. A noter qu'une campagne d'information sur les risques technologiques auxquels la ville de Grenoble et les communes alentours sont exposées a été lancée par la préfecture de l'Isère au cours de l'automne 2008 auprès des résidents exposés à ces risques (ce qui ne concerne pas la totalité de la ville de Grenoble). Une brochure accompagnée d'un aimant a été distribuée en boîtes aux lettres et des réunions d'informations ont eu lieu. Il est possible que cette campagne, bien que portant exclusivement sur les risques majeurs, soit restée dans les esprits des personnes enquêtées.

Les cartes montrant que certains quartiers sont particulièrement sous-informés constituent là encore un outil pertinent pour les autorités locales qui pourraient focaliser la distribution des plaquettes d'information, ou plus généralement, leurs campagnes d'information préventive, dans ces quartiers (Figure 28). Il n'existe pas, a priori, de relation entre la connaissance générale du phénomène (Figure 20) et la réception d'une information sur le sujet. Les quartiers où le plus d'individus déclarent avoir reçu une information (Esplanade-Championnet, Bajatière-Teissère) ne font pas partie des quartiers où la connaissance du phénomène sismique est la meilleure. Mais ce sont là des résultats moyens à l'échelle du quartier, alors que les résultats statistiques au niveau de l'individu (voir paragraphes précédents sur les sous-indices de connaissance du phénomène et de connaissance des consignes à suivre) montraient qu'il existait une relation entre réception de l'information et connaissance.

Cette observation est moins évidente pour la connaissance des consignes à suivre en cas de séisme (Figures 28 et 26) : le quartier des Eaux-Clares montre une forte proportion d'enquêtés ayant reçu une information et une très bonne connaissance des consignes ; l'observation inverse est valable pour Malherbe-Capuche. Pour l'Ile-Verte, Bajatière-Teissère et Villeneuve de Grenoble, une réception par un peu plus de la moitié de la population enquêtée renvoie une connaissance moyenne des consignes. Mais cette relation n'est pas valable pour les autres quartiers.

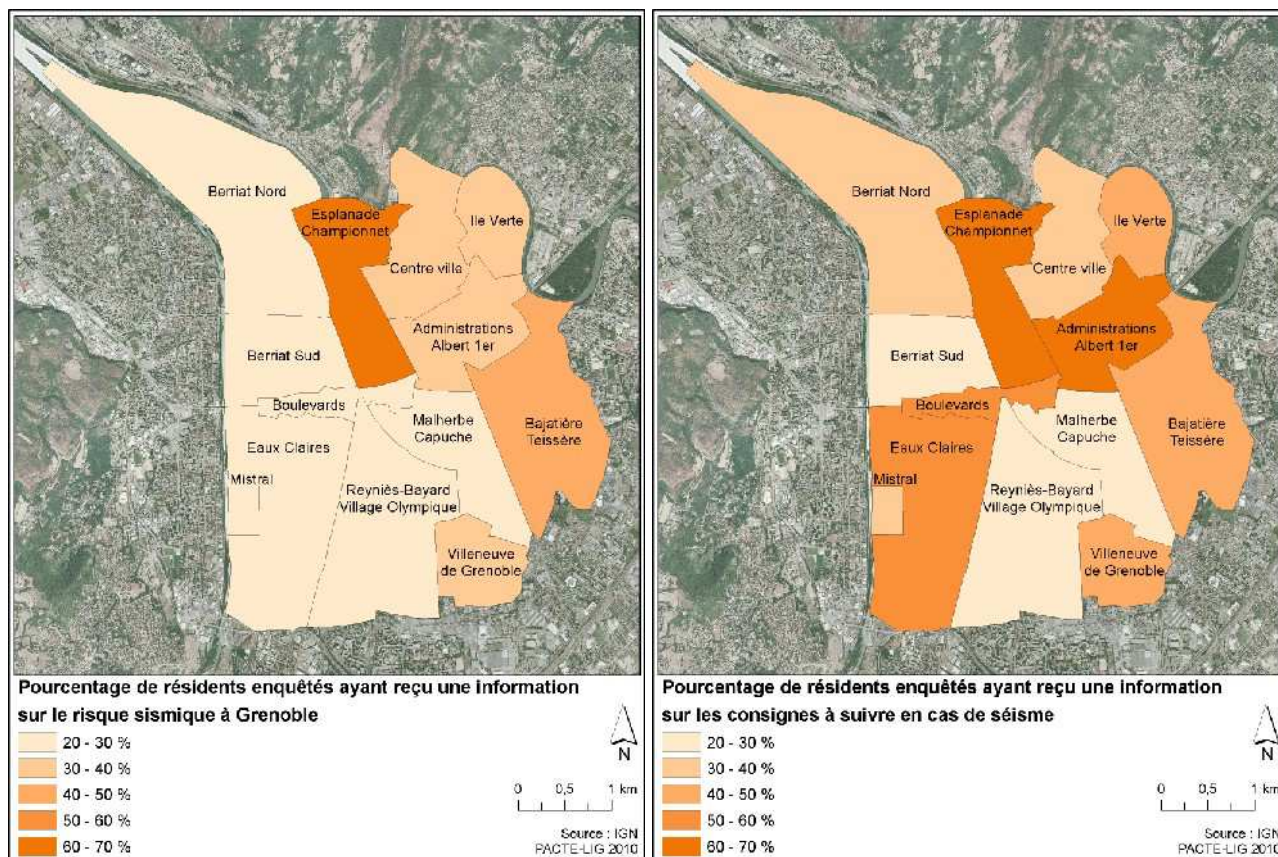


Figure 28 : Pourcentage des résidents enquêtés ayant reçu une information sur le risque sismique à Grenoble (gauche ; Q31), une information sur les consignes à suivre en cas de séisme (droite ; Q33).

3.2.6 Confiance dans les bâtiments

Le thème de la confiance dans les bâtiments n'a pas fait l'objet d'un indice, mais des analyses croisées ont été effectuées. Les cartes de confiance dans les bâtiments ont été comparées à la carte de vulnérabilité physique des bâtiments grenoblois, réalisée par P. Guéguen *et al.* (2007). Cette carte fait apparaître un centre-ville à vulnérabilité élevée, une couronne de quartiers moyennement vulnérables et enfin des quartiers périphériques plus récents et à vulnérabilité plus faible.

Confiance des résidents dans leur bâtiment d'habitation

La majorité des résidents enquêtés (Figure 29) pense que le bâtiment dans lequel ils habitent résistera à l'occurrence d'un séisme (42%). Par ailleurs, une forte proportion d'individus ne sait répondre à cette question (28%). Les plus pessimistes, qui imaginent que leur résidence s'effondrera, sont 24%, alors que 6% imaginent que ce sont davantage les bâtiments voisins qui représentent un danger pour l'intégrité de leur propre bâtiment d'habitation. Globalement, donc, outre une méconnaissance de la vulnérabilité physique du bâti, une grande confiance est accordée à la résistance du bâtiment face à un séisme. L'intensité du séisme n'ayant pas été précisée dans la question, on peut se demander si les enquêtés ont supposé qu'il s'agissait d'une faible secousse ou d'un tremblement de terre de magnitude élevée.

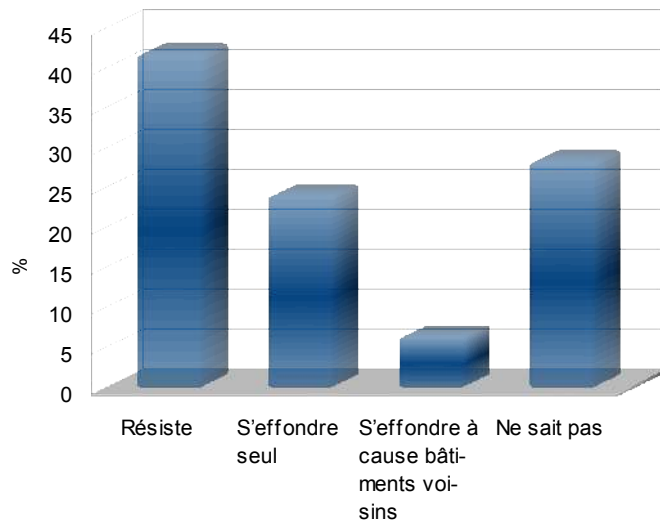


Figure 29 : Répartition des réponses des résidents à la question Q45 (« en cas de séisme, pensez-vous que votre bâtiment résiste, s'effondre, s'effondre à cause des bâtiments voisins ? »).

Les tris croisés effectués avec l'expérience passée d'un séisme ou encore le statut d'occupation du logement (locataires/propriétaires) ne montrent pas de différences significatives dans les réponses à cette question.

La qualification ne semble pas influencer véritablement la connaissance de la vulnérabilité physique du bâtiment (Figure 30) : si les plus diplômés déclarent plus majoritairement que leur bâtiment résiste (40%), ils se situent en-deçà de la moyenne de la totalité de l'échantillon (43%) et sont tout de même 28% à ne pas se prononcer. En revanche, les non diplômés déclarent préférentiellement ne pas savoir si leur bâtiment résistera ou non (42% par rapport à 27% pour la totalité de l'échantillon).

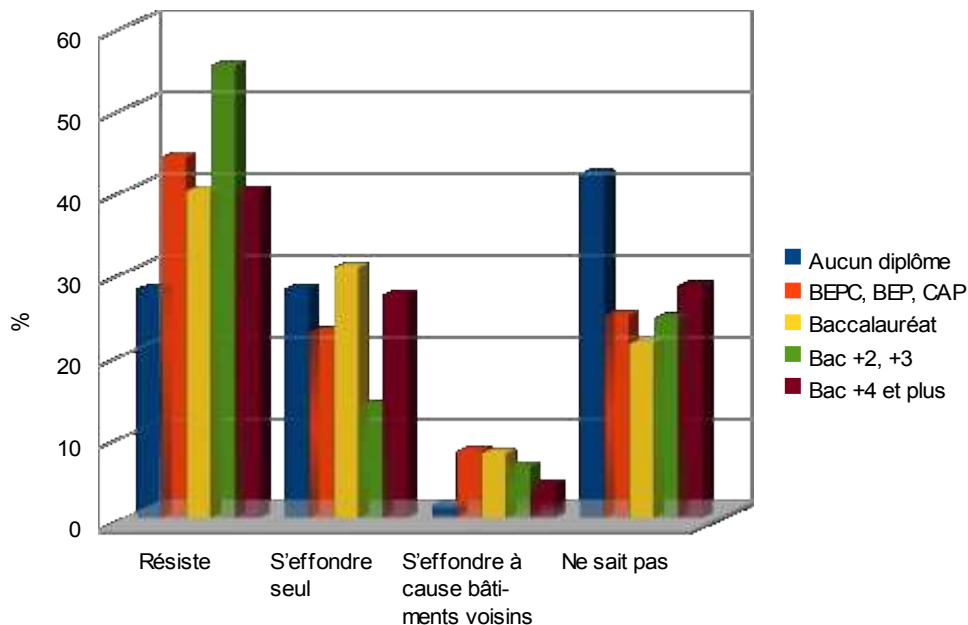


Figure 30 : Répartition des réponses des résidents à la question Q45 en fonction de leur niveau de diplôme.

La figure 31 présente la répartition spatiale des réponses des résidents à la question 45.

L'interaction entre bâtiments, matérialisée par le fait que les bâtiments s'écroulent sous l'effet de leurs voisins, est davantage envisagée dans le centre-ville (quartier dense), Berriat-Nord, Reyniès-Bayard-Village Olympique et Villeneuve (bâtiments de grande hauteur).

Le fait qu'un bâtiment s'écroule semble plus probable aux résidents des quartiers composés de tours et des faubourgs (sud), et moins probable dans les quartiers plus anciens, pourtant effectivement plus vulnérables (Centre-Ville).

Enfin, une grande confiance est accordée à la résistance des bâtiments des quartiers localisés au nord des grands boulevards (excepté Berriat-Nord et Berriat-Sud) : l'image que l'ancien a jusque-là résisté peut expliquer ces résultats, les 3 Tours de l'Île-Verte sont réputées construites aux normes parasismiques, ce qui n'est peut-être pas considéré comme étant le cas des immeubles de grande hauteur des quartiers sud et périphériques.

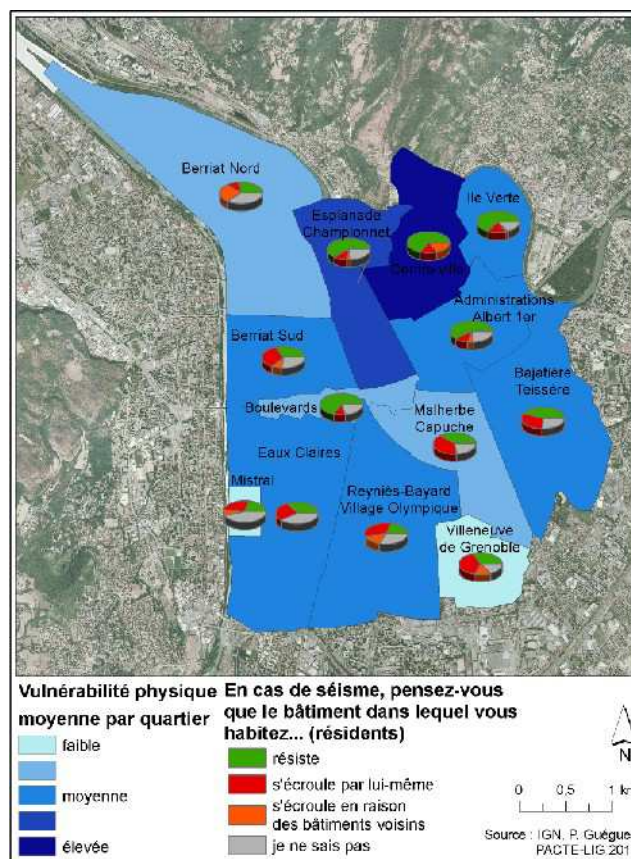


Figure 31 : Confiance des résidents dans le bâtiment dans lequel ils résident (Q45) - répartition des réponses par quartier et confrontation avec les données de vulnérabilité physique.

Confiance dans la résistance des bâtiments d'un quartier habité ou fréquenté

De nouveau 1/3 des enquêtés ne réussit pas à évaluer le comportement des bâtiments dans lequel ils se trouvent si un séisme se produisait (Figure 32). Comme précédemment cité, ceci peut provenir du fait que la magnitude du séisme n'ait pas été précisée dans la question. En outre, ils sont 38% à penser que les bâtiments résistent.

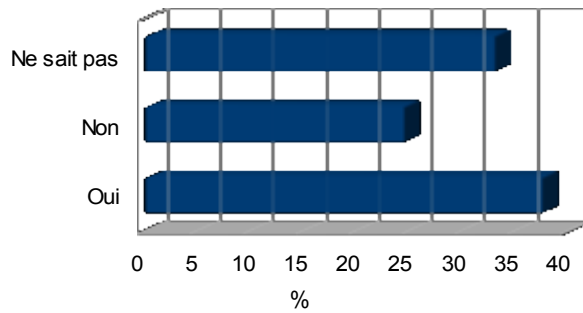


Figure 32 : "En cas de séisme, pensez-vous que les bâtiments de ce quartier résistent ?"

Curieusement, les résidents d'un secteur déclarent davantage que les pratiquants qu'ils ne savent pas si les bâtiments du quartier qu'ils habitent résisteraient en cas de séisme (35% contre 32% pour les pratiquants ; figure 33). En revanche, les deux catégories citent en premier lieu que les bâtiments du quartier sont susceptibles de résister (35% pour les résidents, 40% pour les pratiquants), puis qu'ils ne savent pas se prononcer (35% pour les résidents, 32% pour les pratiquants) et enfin qu'ils pensent que les bâtiments ne résisteraient pas (24% pour les résidents, 25% pour les pratiquants).

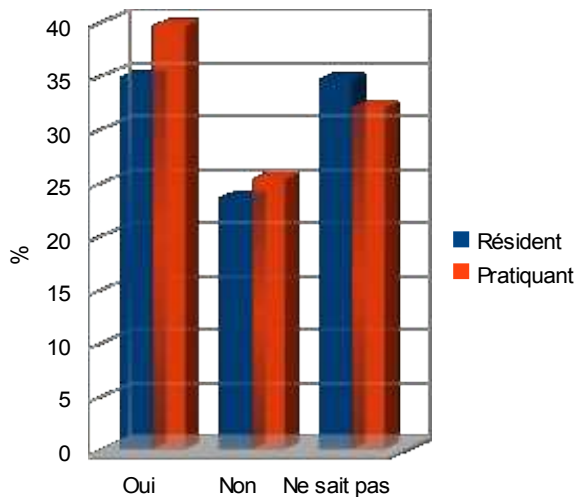


Figure 33 : Répartition des réponses à la Q52 en fonction du statut résident/pratiquant.

Les résidents propriétaires sont en revanche plus nombreux à pouvoir se prononcer vis-à-vis de la résistance de leur quartier (27% ont répondu « ne sait pas » contre 43% pour les locataires publics et 39% pour les locataires privés ; Figure 34). Ils déclarent préférentiellement que les bâtiments du quartier dans lequel ils résident sont susceptibles de résister (43% contre 24% pour les locataires publics et 38% pour les locataires privés). Du fait qu'ils soient propriétaires, ils sont peut-être plus susceptibles de se renseigner sur leur quartier de résidence. Ils ont peut-être aussi plus tendance à affirmer à l'enquêteur qu'ils ont cette connaissance de leur quartier, par souci du paraître et de la reconnaissance d'un tiers, qui est fréquente dans les enquêtes en face à face. Cependant, ils n'en ont pas une meilleure connaissance, comme le montrent la figure 36.

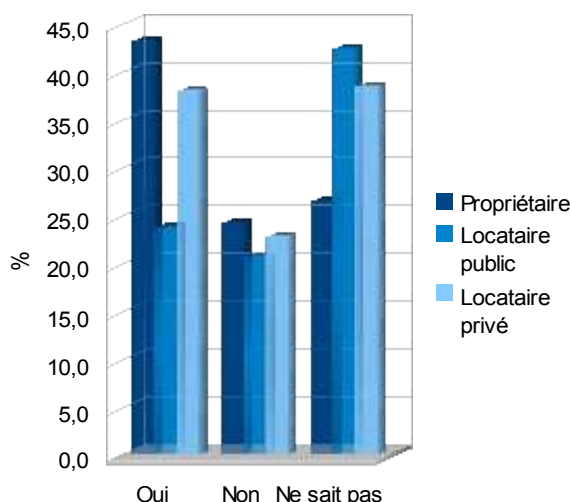


Figure 34 : Répartition des réponses des résidents à la Q52 selon leur statut d'occupation du logement.

La confrontation avec les données de vulnérabilité physique donne des résultats surprenants mais en accord avec les observations faites à l'échelle du bâtiment pour les résidents (Figure 35). Cette fois, la question est posée pour l'ensemble du quartier dont l'enquêté est résident ou pratiquant. La difficulté à se projeter vis-à-vis de la résistance ou non des bâtiments en cas de séisme est à nouveau visible et se traduit par des parts importantes de la population enquêtée qui ne savent pas si les bâtiments du quartier considérés résisteraient ou non à un séisme. C'est notamment le cas des quartiers ouest pour les résidents (Mistral, notamment 68% ou les Eaux-Clares 50% et Berriat-Sud 52%) à l'opposé des quartiers est, comme le Centre-Ville (17%), l'Ile-Verte (25%) ou Administrations-Albert-1er (21%). Cette opposition est moins franche pour les pratiquants, mais on note encore une fois une part importante des enquêtés des quartiers Mistral, Bajatière-Teissère, Eaux-Clares, Berriat-Nord, qui ne savent pas se positionner (respectivement 48%, 53%, 65%, 42%).

Si les tests de significativité ne sont pas concluants dans l'analyse de la corrélation statistique entre vulnérabilité physique et confiance dans la résistance du bâti, il apparaît visuellement que les quartiers les plus vulnérables (Centre-Ville, Esplanade-Championnet) sont aussi les quartiers où les enquêtés déclarent majoritairement que les bâtiments résisteront (faire un renvoi vers figure avec totalité échantillon) : Centre-Ville 53% et Esplanade-Championnet 53%.

A l'opposé, les quartiers qui semblent en apparence les plus vulnérables, parce qu'ils sont composés d'immeubles de grande hauteur, et sont donc considérés comme vulnérables par les enquêtés (18% à Mistral et 37% à Villeneuve, 52% à Malherbe-Capuche) sont en réalité plus récents et donc davantage construits aux normes parasismiques ou suivant des règles assurant une bonne résistance en cas de séisme.

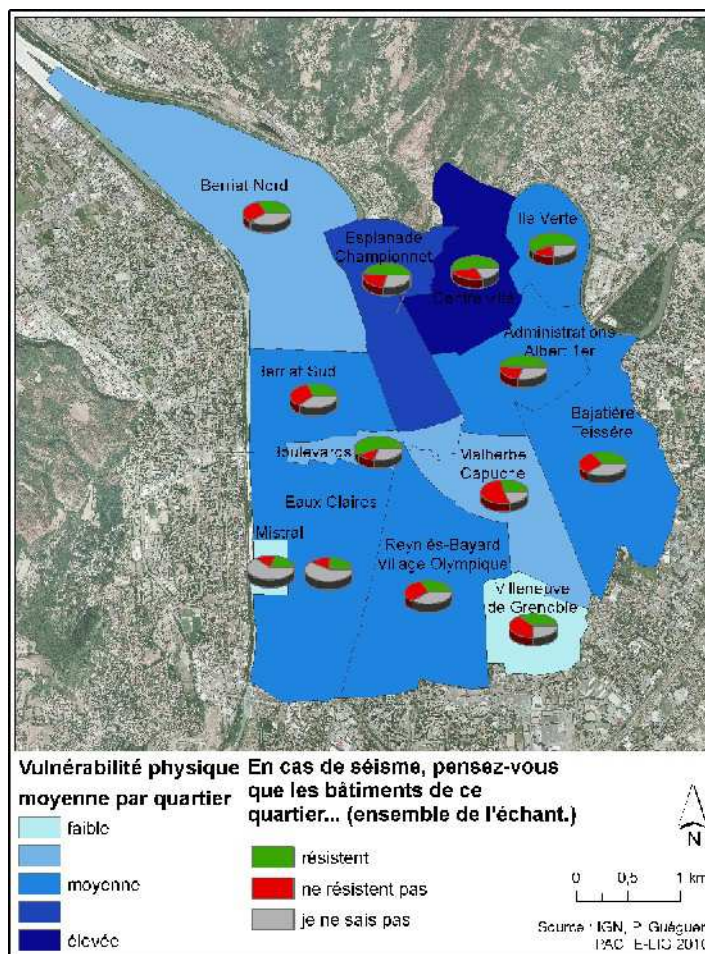


Figure 35 : Répartition des réponses à la Q52.

Pour Mistral, il est intéressant de noter qu'une part plus importante des pratiquants pense que les bâtiments ne résisteraient pas, certainement en raison de l'image véhiculée sur le quartier et ses constructions élevées (Figure 36). Pour Bajatière-Teissère et Reyniès-Bayard-Village-Olympique, le contraste entre pratiquants et résidents est remarquable : les pratiquants de ce dernier quartier ont une vision beaucoup moins pessimiste que les résidents (45% des pratiquants pensent que les bâtiments résisteraient à un séisme, contre 18% des résidents). Ceci peut là encore s'expliquer par le fait que les enquêteurs aient préférentiellement interrogé des étudiants, qui fréquentent le secteur est du quartier, composé de bâtiments récents, ce qui n'est pas le cas de la partie ouest du quartier. La tendance inverse est observée à Bajatière-Teissère, les pratiquants sont très nombreux à ne pas savoir se prononcer (53% contre 28% pour les résidents). Dans les autres quartiers, les contrastes sont moins marquants. Au Centre-Ville, à l'Ile-Verte et dans le quartier Administrations-Albert-1er, les résidents pensent davantage que les pratiquants que les bâtiments du quartier vont résister. Dans Berriat-Sud, les pratiquants ont une moins bonne confiance dans la résistance des bâtiments.

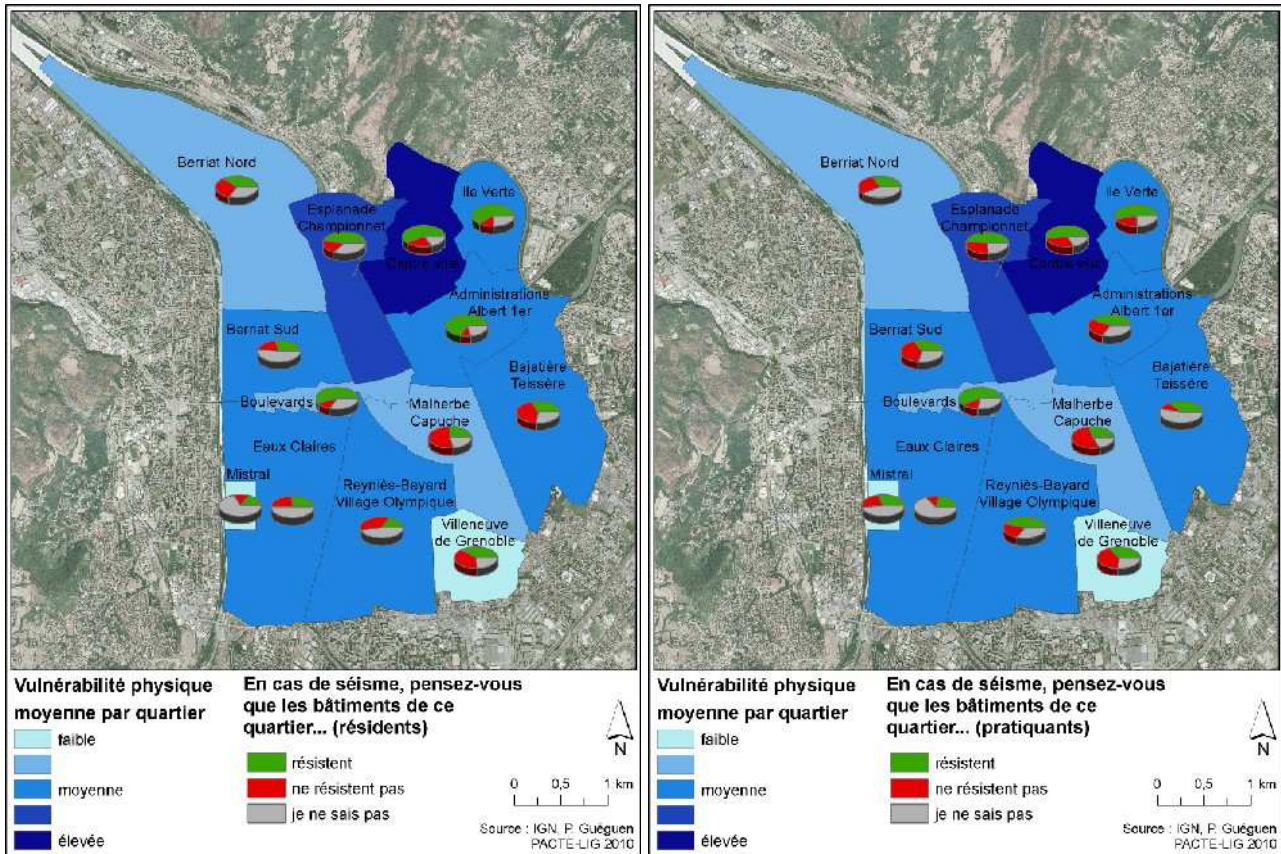


Figure 36 : Confiance des résidents (gauche) et des pratiquants (droite) dans les bâtiments du quartier dans lequel ils résident /qu'ils fréquentent (Q52) - répartition des réponses par quartier.

3.3 Indice de vulnérabilité sociale aux séismes (IVS)

Afin d'aller plus loin que l'analyse statistique classique, nous avons traité nos données de manière à obtenir des résultats plus synthétiques. Pour cela, un indice de vulnérabilité a été conçu, sur la base des sous-indices (Chardon et Thouret, 1994 ; D'Ercole, 1996 ; Cutter *et al.* 2000 ; Beck et Glatron, 2006).

Bien que l'IVS soit le résultat de la moyenne des sous-indices, nous avons inversé les valeurs de l'indice, de manière à ce qu'une faible valeur de l'IVS corresponde à une faible vulnérabilité. Les résultats présentés dans ce paragraphe ne correspondent pas à une moyenne pondérée, bien que l'on puisse envisager d'apporter un poids plus important à l'un ou l'autre des sous-indices, en fonction de l'orientation recherchée dans l'interprétation.

Pour l'ensemble de l'échantillon, la moyenne de l'indice de vulnérabilité est 8.8. La distribution est centrée sur la moyenne (figure 37). La vulnérabilité de la population échantillonnée est donc moyenne, sur une échelle de 0 à 20, 0 correspondant à une très faible vulnérabilité, 20 à une vulnérabilité très élevée.

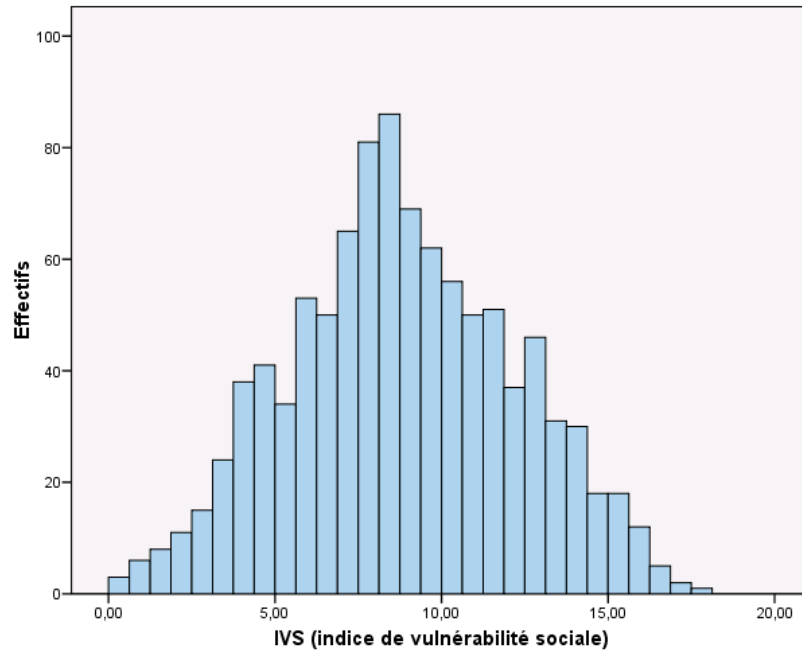


Figure 37 : Histogramme de fréquence de l'indice de vulnérabilité sociale aux séismes (IVS).

Une première analyse montre que la qualification a une forte influence sur la vulnérabilité (Figure 38). Une fois de plus, les répondants les plus qualifiés sont les moins vulnérables, parce qu'ils ont une meilleure connaissance du phénomène sismique et des consignes de sécurité. Les diplômés de niveau I ont ainsi un IVS moyen de 7,7 contre 9,0 pour les titulaires du baccalauréat et 9,9 pour les non diplômés.

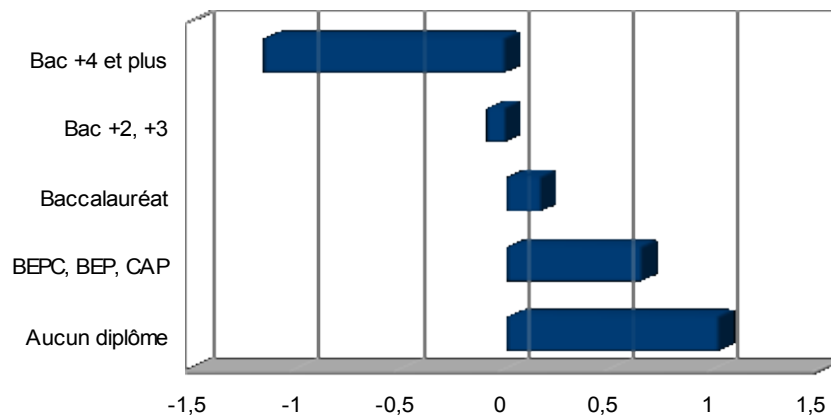


Figure 38 : IVS suivant le niveau de qualification.

L'influence de l'âge sur les vulnérabilités est plus complexe (Figure 39), étant donné que l'indice de vulnérabilité sociale synthétise des données de perception (pour lesquelles on avait observé que les plus jeunes avaient moins conscience d'être exposés au risque sismique) et de connaissance (les plus jeunes avaient les meilleurs scores). Au final, les 15-24 ans ont une vulnérabilité moyenne de 8,9, les 25-34 ans 8,5, les 35-44 ans 9,4, les 45-54 ans 8,9, les 55-64 ans 8,4 et les plus de 65 ans un IVS moyen de 8,3. Les moins vulnérables sont donc les plus âgés et les plus vulnérables les 35-44 ans. L'âge à lui seul ne suffit pas à comprendre les variations de vulnérabilité (les écart d'IVS sont très faibles d'un groupe d'âge à un autre). Une analyse multi-variée permettrait de mieux identifier les imbrications des déterminants sociaux de la vulnérabilité.

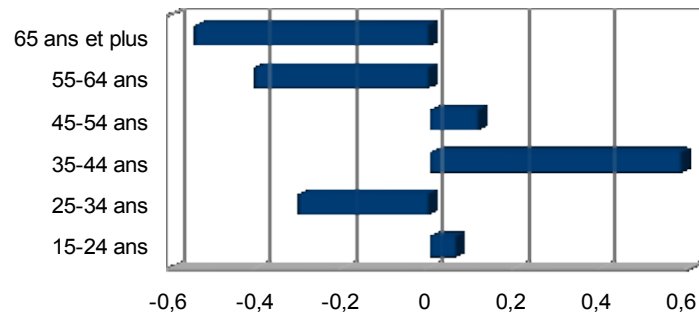


Figure 39 : IVS suivant les groupes d'âge.

Pour les professions et catégories socioprofessionnelles (Figure 40), l'indice de vulnérabilité sociale aux séismes confirme les résultats intermédiaires des sous-indices de connaissance et de perception. D'une manière générale, plus les personnes occupent des professions et catégories professionnelles élevées et moins elles semblent vulnérables. Les cadres (avec un IVS moyen de 7,9) et les professions intermédiaires (IVS de 8,2) sont moins vulnérables que les employés, les ouvriers et les artisans (respectivement l'IVS de ces 3 groupes atteint 8,9 ; 9,3 et 9,5).

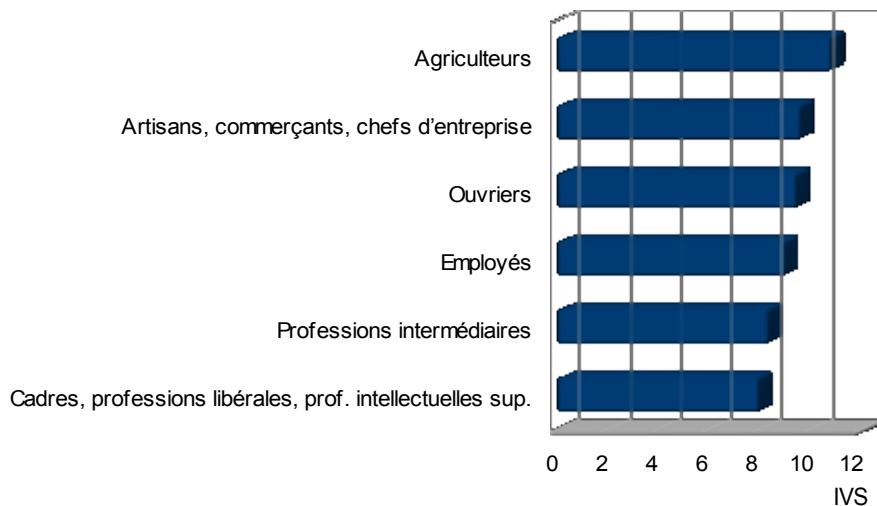


Figure 40 : IVS suivant les professions et catégories socio-professionnelles.

Le quartier d'appartenance de l'enquêté semble également avoir une influence significative sur l'indice de vulnérabilité (Figure 41). Les quartiers Mistral, Bajatière-Teissère, Berriat-Sud, caractérisés par une forte proportion de classes populaires, montrent une plus grande vulnérabilité, alors que les quartiers Esplanade-Championnet et Centre-Ville sont moins vulnérables. Il s'agit de deux quartiers de populations plutôt issues des classes moyennes ou supérieures. Bien que le quartier de Berriat-Sud connaisse une dynamique de gentrification (arrivée de familles de catégories supérieures) depuis plusieurs années, il conserve une part de sa population historique composée d'ouvriers, d'employés et de retraités. Cette composition mélangée peut expliquer que l'indice moyen de vulnérabilité du quartier soit (encore) élevé.

Considérant l'ensemble de l'échantillon, la différence entre les résidents et les pratiquants n'est pas significative (8,9 pour les résidents contre 8,7 pour les pratiquants).

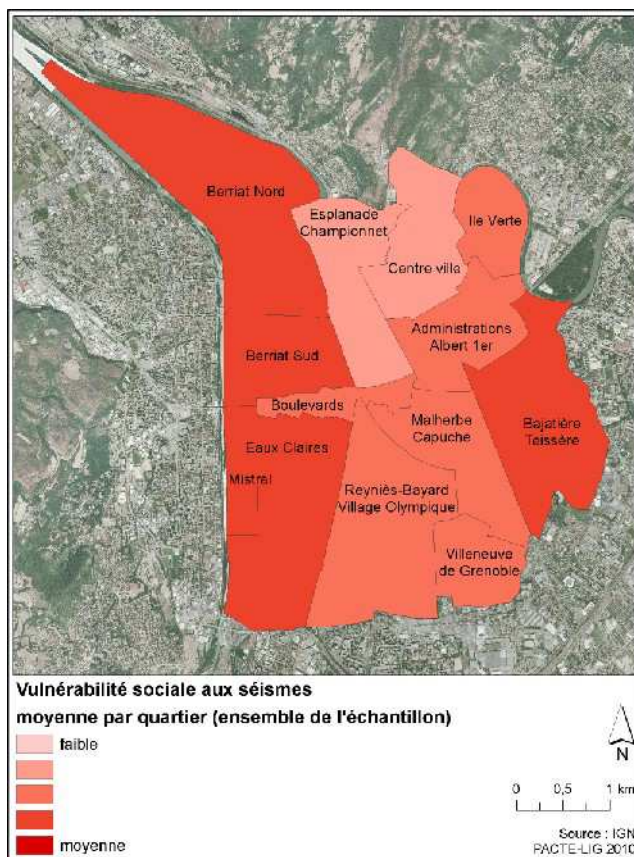


Figure 41 : Indice moyen de vulnérabilité sociale aux séismes par quartier.

3.4 Les Vingt enseignements de l'enquête.

Perception des risques

- 1- Les Grenoblois perçoivent les risques majeurs (environnement, nucléaire, naturel) comme étant les risques les plus préoccupants sur le site grenoblois.
- 2- Les Grenoblois sont plus sensibles aux risques majeurs, à la différence de la population française qui cite en premier lieu les risques sociaux et économiques.
- 3- Parmi les risques naturels auxquels les Grenoblois se sentent exposés, le tremblement de terre arrive en troisième position après les inondations et les tempêtes.
- 4- Les Grenoblois se sentent moyennement exposés aux risques sismiques.

Connaissance et comportement

- 5- Plus de la moitié des Grenoblois ont une bonne connaissance des consignes à suivre pendant et après une secousse.
- 6- Au sein de la population grenobloise, les jeunes (moins de 24 ans) ont une meilleure connaissance du risque sismique et des consignes à adopter ; en revanche, ils se sentent moins exposés que leurs aînés.
- 7- Le niveau de connaissance sur les séismes et sur les comportements est directement corrélé au niveau de diplôme.
- 8- Les Grenoblois en situation d'inactivité (retraités, personnes au foyer, chômeurs) ont une mauvaise connaissance des consignes de sécurité.
- 9- Contrairement aux préconisations établies, la majorité des adultes qui ont la charge d'enfants déclare vouloir les rejoindre à l'école ou prendre de leurs nouvelles en cas de séisme.

Information sur les risques

- 10- Peu de personnes déclarent avoir reçu une information sur le phénomène sismique à Grenoble.
- 11- En revanche, elles sont plus nombreuses à déclarer avoir reçu de l'information sur les consignes à suivre.
- 12- Le fait d'avoir reçu une information (phénomène ou consignes) semble améliorer le niveau de connaissance des Grenoblois.

Confiance dans la résistance des bâtiments

- 13- Une part importante des Grenoblois ne savent pas se prononcer quant à la résistance des bâtiments de leur quartier (pratiqué ou habité).
- 14- Les Grenoblois se méfient de bâtiments a priori résistants (quartiers périphériques avec bâtiments élevés) alors qu'ils accordent une confiance erronée aux bâtiments des quartiers les plus vulnérables (quartiers centraux anciens).

Vulnérabilité sociale aux séismes

La vulnérabilité sociale aux séismes est estimée à partir d'un indice synthétique (IVS) construit à partir des réponses sur la connaissance, la perception et l'expérience des séismes :

- 15- L'indice de vulnérabilité des Grenoblois est estimé moyen.
- 16- Les catégories socio-professionnelles supérieures sont les moins vulnérables.
- 17- Le niveau de diplôme constitue l'un des déterminants de la vulnérabilité sociale aux séismes.

Répartition spatiale des résultats

- 18- Le niveau de connaissance des consignes à suivre enregistrés dans les quartiers Malherbe-Capuche, Boulevards, Mistral, Esplanade-Championnet, est plus faible que dans les autres quartiers de la ville.
- 19- Les résidents des quartiers Berriat-Sud, Malherbe-Capuche, Reyniès-Bayard-Village Olympique, se souviennent moins d'avoir reçu de l'information sur les consignes.
- 20- La vulnérabilité mesurée dans les quartiers Bajatière Teissère, Mistral, Eaux-Claires, Berriat-Sud et Berriat-Nord, est plus élevée que dans les autres quartiers de Grenoble.

3.5 Conclusions

Les premiers traitements statistiques ont mis en exergue l'influence de plusieurs déterminants dans la vulnérabilité : l'âge, l'activité. Ces résultats rejoignent les déterminants de la vulnérabilité mis en lumière par l'enquête VULNERALP. Cependant, une analyse multivariée permettrait de confirmer ces résultats, voire de les affiner.

En revanche, le statut (résident vs pratiquant) ne semble pas avoir une influence sur la vulnérabilité à l'échelle de l'échantillon, bien que des différenciations soient observées pour un même quartier (ceci est lié à la répartition entre résidents et pratiquants, différente d'un quartier à l'autre).

Dans la première partie de cette étude, la dimension temporelle est intervenue dans la collecte des données d'enquête. Elle a servi à construire l'échantillon, dans l'objectif d'enquêter une population plus proche de la réalité quotidienne du fonctionnement de la ville (prise en compte des proportions différentes de pratiquants et de résidents au cours de la journée et de la soirée). Elle a ainsi permis de varier les populations enquêtées, d'aboutir à une plus grande diversité des profils socio-démographiques.

Dans une deuxième partie, la dimension temporelle intervient pour voir quelles variations de la vulnérabilité on peut observer, en fonction des périodes de la journée et en fonction des secteurs. L'enquête MOVISS a montré que la vulnérabilité variait suivant certaines caractéristiques socio-démographiques, comme par exemple l'âge, le diplôme, le type d'activité ou encore les catégories socio-professionnelles. La répartition de la population évoluant dans l'espace et le temps, et leurs caractéristiques également, on peut donc supposer que la vulnérabilité varie dans l'espace et le temps, et que l'on détecte des « poches » de vulnérabilité. L'intégration des données d'enquête au sein d'un système de géovisualisation qui tient compte des dimensions spatiales et temporelles constitue une étape intéressante pour la représentation et l'analyse de ces résultats.

4 Développement d'un système d'information pour l'analyse spatio-temporelle de la vulnérabilité

Une des ambitions du projet est de définir les spécifications d'un système d'information pour l'évaluation spatio-temporelle de la vulnérabilité sociale face aux risques sismiques. Les objectifs fixés sont doubles :

- d'une part disposer d'un outil permettant la visualisation et la gestion de données spatio-temporelles liées à la vulnérabilité ;
- d'autre part, disposer de fonctionnalités permettant l'élaboration de scénarios de réduction de la vulnérabilité sociale en faisant varier les différents paramètres influant l'IVS.

4.1 Approche méthodologique retenue

La mise en place d'un tel outil s'inscrit dans une problématique de développement des systèmes d'information dédiée aux risques naturels (SIRN). La conception et la réalisation de ces outils posent des problèmes liés aux caractéristiques des données et de l'information à intégrer dans l'outil, aux fonctionnalités attendues, à la diversité des utilisateurs finaux présentant des intérêts, des niveaux de perceptions et de compréhension différents. Ces aspects sont difficilement pris en compte par les systèmes d'information géographique dits « classiques » qui ne gèrent pas les temporalités. Or le projet MOVISS a pour particularité d'appréhender la vulnérabilité sociale selon une approche spatio-temporelle. Nous avons donc pris le parti de recourir aux outils et méthodes issues de la géovisualisation qui s'appuient sur des techniques de la visualisation scientifique (multivue, forte interactivité, dynamique...), tout en intégrant les fonctionnalités des outils SIG.

Par ailleurs, la recherche consiste aussi à proposer une démarche de conception et de réalisation d'un outil qui soit évolutif et adaptable à différents environnements géographiques et interopérables. C'est la raison pour laquelle nous avons fait le choix de développer notre propre environnement à partir de la capitalisation des travaux menés au sein de l'équipe STEAMER du Laboratoire d'Informatique de Grenoble liés à la conception et au développement de SIRN.

Différents travaux de recherche dédiés à la valorisation de l'information historique pour les risques naturels (SPHERE, SIDIRA, SHIREN, ce dernier ayant bénéficié d'un financement du Pôle Grenoblois) ont conduit l'équipe STEAMER à définir les spécifications et les fonctionnalités de base d'un SIRN. Celles-ci ont été implémentées, donnant lieu à une première maquette appelée *GenGHIS Generator for Geographical and Historical Information System*), un générateur de Système d'Information spatio-temporelle et Historique. GenGHIS permet l'intégration, la gestion et la diffusion de données spatio-temporelles et multimédia.

Dans le cadre du projet MOVISS, le travail a consisté :

- d'une part à rendre opérationnelle la maquette GenGHIS pour développer un prototype adapté à la problématique de MOVISS,
- d'autre part à intégrer, dans GenGHIS, de nouvelles fonctionnalités liées à l'évaluation spatio-temporelle de la vulnérabilité sociale du risque sismique.

4.2 Réingénierie de GenGHIS : de la maquette au prototype opérationnel

Le processus de réingénierie consiste à partir d'une maquette logicielle à aboutir à un outil stable et opérationnel. Dans le cadre du projet, les développements informatiques ont été réalisés par un stagiaire ingénieur CNAM à temps plein pendant 12 mois. Celui-ci a mené une refonte complète de la maquette afin d'une part de corriger les nombreuses erreurs de programmation, d'autre part de rendre l'outil plus convivial et intuitif. A l'issue de ce travail, un outil relativement stable et opérationnel a été mis en place.

Aujourd'hui, GenGHIS permet la création d'un SIRN spécifique prenant en charge toutes les étapes : la modélisation et l'instanciation des données, la conception et la création d'une interface de géo-visualisation multidimensionnelle.

Dans GenGHIS, la conception de l'interface est basée sur une vision pluridimensionnelle de l'information, avec des modalités de visualisation adaptées à chaque dimension (spatiale, temporelle et attributive). L'interface générée permet :

- La visualisation de données matricielles et vectorielles en lien avec leur contexte spatial, temporel et thématique ;
- La production de cartes interactives et multimédias ;
- L'interrogation des données via des requêtes spatiales, thématiques et si nécessaire temporelles.

L'originalité des interfaces générées sous GenGHIS repose sur la manière visuelle de formuler des requêtes et de consulter les résultats à travers plusieurs fenêtres : elles sont toutes interconnectées et chacune représente une des différentes dimensions de l'information intégrée dans le SIRN. La figure ci-après (Figure 42) présente un exemple d'interface de géo-visualisation et spécifie les modalités de consultation multidimensionnelle offertes par GenGHIS.

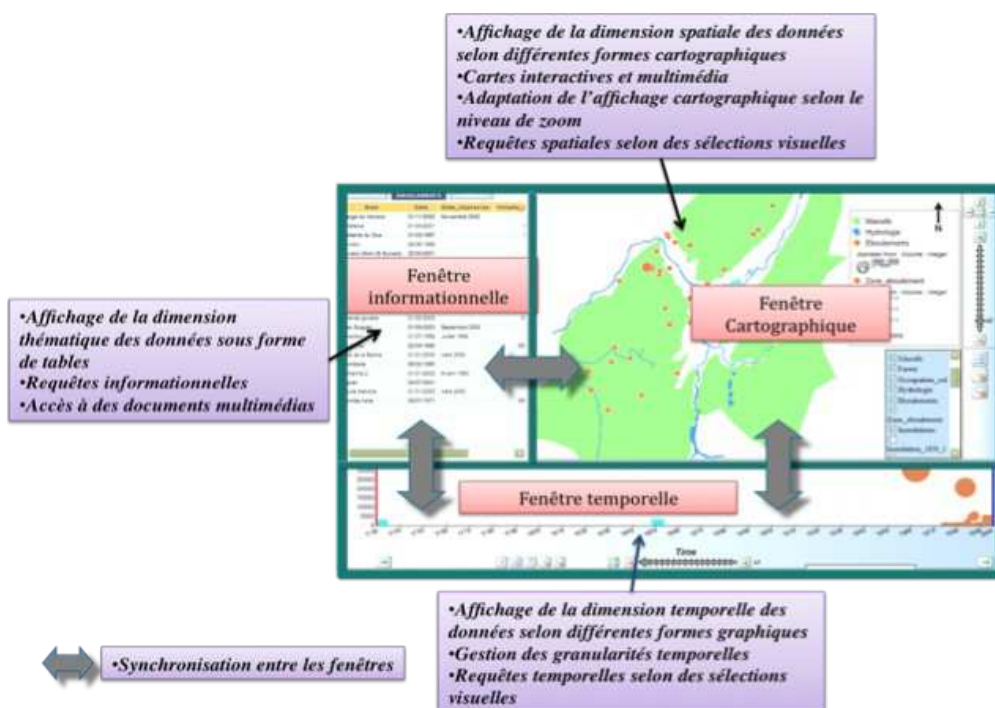


Figure 42 : Exemple d'interface de visualisation générée par GenGHIS.

D'un point de vue technologique, ce logiciel se trouve à l'intersection de plusieurs domaines. Il est conçu en Java, son interface graphique utilise les composants de Swing. En respectant le principe du modèle MVC (Modèle -Vue - Contrôleur). Il sépare la présentation des données à traiter du modèle de présentation visuelle de ces données, mais ces deux aspects interagissent avec des bases de connaissances AROM. L'application générée se compose d'un ensemble de fichiers HTML/SVG qui peut être consulté à l'aide d'un navigateur Web. Les données sont stockées dans une base de connaissances spatio-temporelle (AROM-ST) développée au sein de l'équipe STEAMER du LIG. L'interactivité de l'application est rendue possible par l'utilisation du langage JavaScript qui permet de traiter les événements côté client dans le navigateur.

Du point de vue de son architecture, GenGHIS est composé de deux modules (figure 43) :

- Le module de génération d'applications, chargé de guider l'utilisateur à travers la succession des différentes étapes, de la conception jusqu'à la génération d'un SIRN.
- Le module « applicatif » de type client léger permettant d'utiliser le système créé (consultation, visualisation des données) à l'aide d'un navigateur Internet.

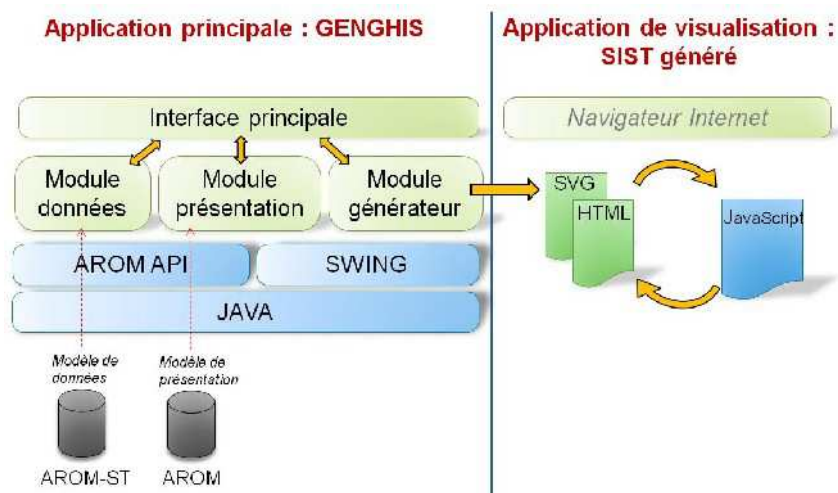


Figure 43 : Architecture de GenGHIS.

L'idée étant que GenGHIS vise à offrir une solution facilement utilisable pour des concepteurs de SIRN, l'application peut fonctionner avec ou sans modèle de présentation. Les modèles de présentation spécifient quels sont les objets spatiaux et temporels, les attributs qui doivent être affichés à l'écran ainsi que la structuration de l'interface de géovisualisation (nombre de fenêtres spatiales, temporelles ou attributaires nécessaires). Le fonctionnement de GenGHIS comporte en général 4 étapes :

- L'acquisition des instances d'un modèle de données personnalisé dans un contexte spatio-temporel.
- L'instanciation du modèle de présentation par rapport au modèle de données : spécification des fenêtres, des couches et des styles.
- La génération et la construction de l'application à partir du modèle de données et du modèle de présentation.
- La visualisation du SIG généré et l'interaction de l'utilisateur avec celui-ci.

La figure 44 présente les fonctionnalités offertes par GenGHIS pour la conception d'un SIRN.

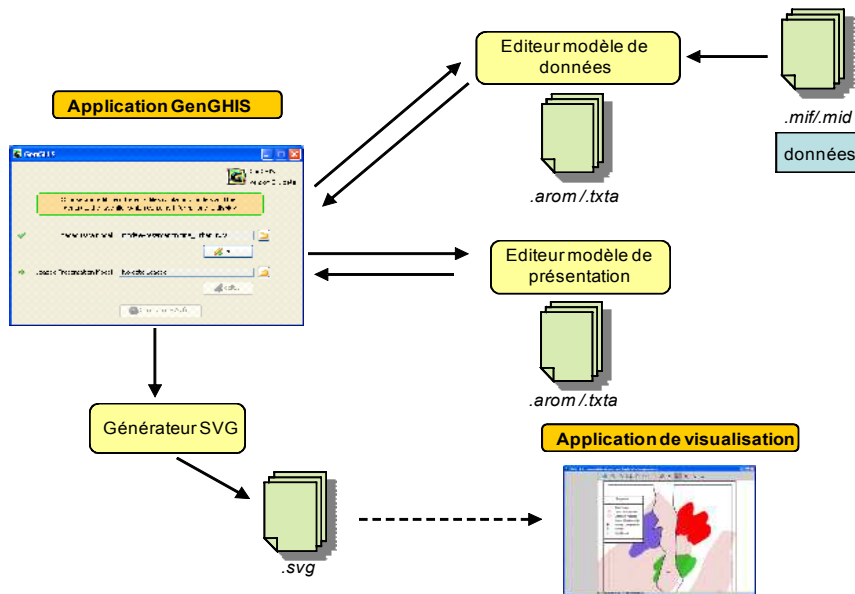


Figure 44 : Architecture fonctionnelle de GenGHIS.

GenGHIS est composé d'un assistant et d'un générateur reposant sur une application de type client lourd développé en Java à l'aide des composants graphiques de SWING. Le SIRD généré repose sur les technologies JavaScript pour l'interactivité, SVG pour la représentation des formes vectorielles du composant cartographique, et le langage HTML pour l'affichage de la fenêtre attributaire.



Figure 45 : Interface de génération d'un SIRD sous GenGHIS.

4.3 Intégration de la problématique MOVISS dans GenGHIS : de GenGHIS à MOVISS

L'adaptation de GenGHIS à la problématique de MOVISS s'est déroulée en deux étapes :

- La conception et la génération de l'interface de géovisualisation à partir de GenGHIS ;
- L'intégration dans GenGHIS de fonctionnalités permettant la construction de scénarios.

4.3.1 Conception et génération de l'interface de géovisualisation de MOVISS

Cette étape consiste à :

- spécifier les besoins et notamment à préciser le mode de visualisation des données le plus pertinent en tenant compte des contraintes posées par l'outil ; ces spécifications permettront de concevoir le modèle de présentation ;
- concevoir et instancier le modèle de données ;
- concevoir et instancier le modèle de présentation.

L'analyse spatio-temporelle menée dans MOVISS, nécessite de disposer d'une interface permettant de visualiser les données, à savoir l'indice de vulnérabilité sociale, selon les trois périodes d'études (matin, midi, soir) et ce de façon simultanée. L'idée est de disposer d'une double lecture permettant d'une part d'identifier les différenciations spatiales pour chacune des périodes étudiées, d'autre part de repérer les différenciations temporelles de chaque entité géographique. L'idée est de pouvoir disposer d'une vue d'ensemble des représentations spatiales afin de faciliter l'analyse et les comparaisons spatio-temporelles des différents secteurs géographiques étudiés.

L'interface de visualisation générée par GenGHIS a pour intérêt de rendre compte de différentes temporalités et plus particulièrement celles liées à la durée, l'ordre chronologique, la synchronisation, la vitesse. Ces temporalités sont affichées et gérées dans la fenêtre temporelle de l'interface (Figure 46). Toutefois, les fonctionnalités proposées dans la fenêtre temporelle ne sont pas nécessaires pour rendre compte du type de temporalité utilisé dans MOVISS. En effet, il ne s'agit ni de représenter une durée, ni des synchronisations, ni une chronologie d'événements sur une période donnée mais de rendre compte de phénomènes spatiaux sur des périodes temporelles discrètes (matin, midi et soir).

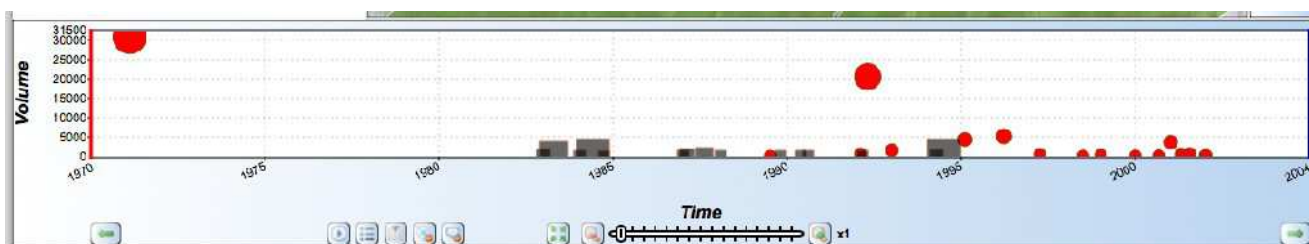


Figure 46: Fenêtre temporelle

Compte tenu de ces caractéristiques, nous proposons de structurer l'interface de géovisualisation en plusieurs fenêtres interconnectées et synchronisées :

- une fenêtre attributaire affichant sous la forme d'un tableau, pour chaque entité géographique la valeur des indices de vulnérabilité selon les trois périodes ;
- une fenêtre spatio-temporelle affichant, simultanément, pour chaque période d'étude (matin, midi et soir) la répartition spatiale des indices de vulnérabilité des quartiers de Grenoble. Cette fenêtre est composée de trois vues (trois fenêtres) interconnectées entre elles et disposant chacune des fonctionnalités de zoom, de pan, de gestion de couches ...

Les figures 47 et 48 présentent respectivement les fenêtres attributaire et spatio-temporelle.

	Matin	Midi	Soir
Boulevard	10.110000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Chemin de la	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (bis)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (ter)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (quater)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (quinze)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (seize)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (dix-sept)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (dix-huit)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (dix-neuf)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (vingt)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (vingt-et-un)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (vingt-deux)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (vingt-trois)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (vingt-quatre)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (vingt-cinq)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (vingt-six)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (vingt-sept)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (vingt-huit)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (vingt-neuf)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000
Rue de la Chapelle (trente)	10.100000000000000	10.100000000000000	10.100000000000000

Figure 47 : Fenêtre tabulaire de l'interface de Géovisualisation de MOVISS.

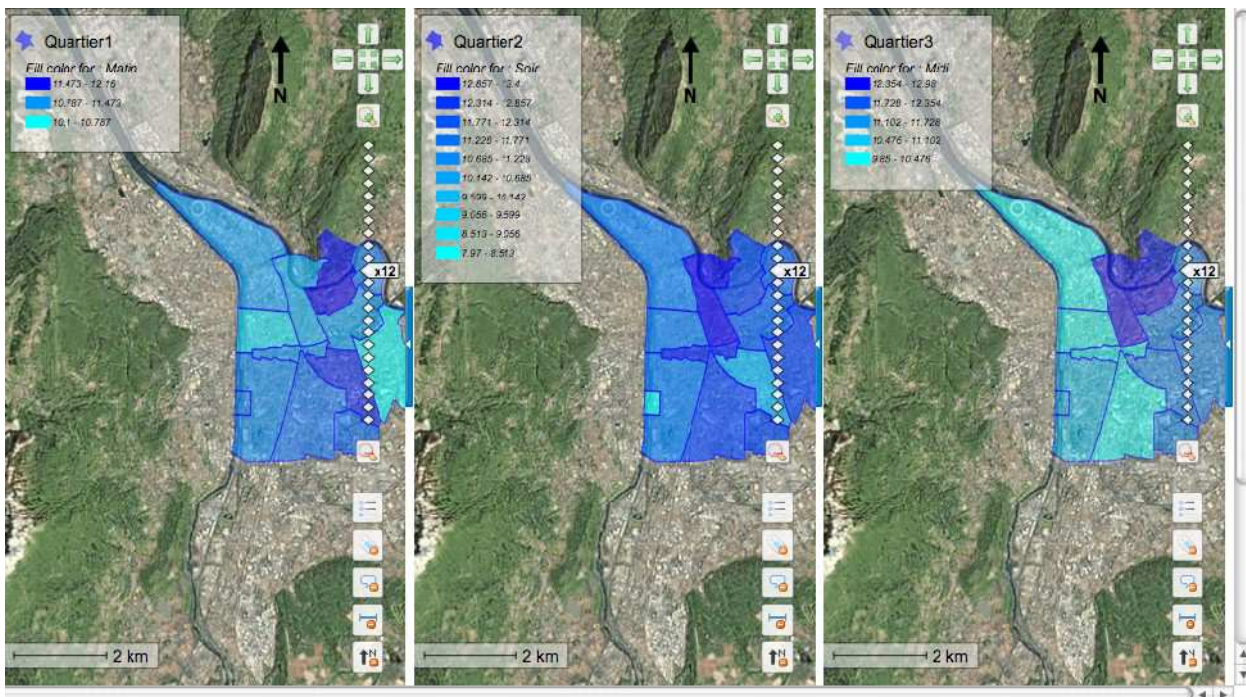


Figure 48 : Fenêtre spatiale.

L'interface de MOVISS permet de consulter les données intégrées dans l'application selon deux entrées :

- Une entrée thématique (requête thématique) en sélectionnant un nom de quartier dans la fenêtre attributaire ;
- Une entrée spatio-temporelle (requête spatio-temporelle) en sélectionnant un quartier au moyen d'une requête visuelle (clic de la souris) sur l'une des trois cartes affichées dans la fenêtre spatiale et correspondant chacune à une période de la journée.

La requête thématique a pour effet d'afficher en surbrillance et de façon simultanée le quartier sélectionné sur les trois cartes correspondant chacune à une des périodes étudiées: matin, midi et soir.

Une requête spatio-temporelle effectuée sur une carte à pour effet d'afficher en surbrillance le quartier sélectionné sur l'ensemble des cartes ainsi que dans la fenêtre attributaire. La variable visuelle valeur est utilisée de façon transversale afin de mettre en évidence les différenciations spatio-temporelles de l'indice de vulnérabilité. Ainsi l'utilisateur peut de façon interactive et intuitive naviguer à travers les données de façon locale, mais aussi globale. La figure 50 présente l'interface de géovisualisation de MOVISS.

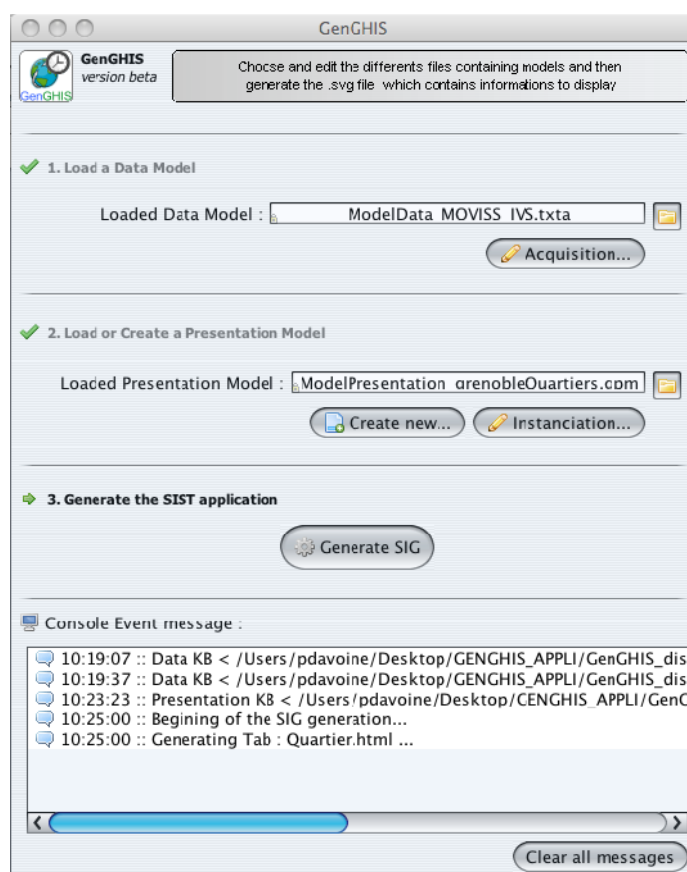


Figure 49 : Interface de Géovisualisation de MOVISS

La spécification de l'interface de géovisualisation nous a conduit à définir les modèles de données et de présentation adaptés.

- Le modèle de données a été développé sous AROM-ST puis intégré dans GenGHIS. L'instanciation du modèle de données a été effectuée sous GenGHIS au moyen de l'interface de génération.
- Le modèle de présentation a été développé sous GenGHIS au moyen de l'interface de génération

Les figures 50 et 51 présentent respectivement l’instanciation des modèles de données et de présentation au moyen de l’application GenGHIS.

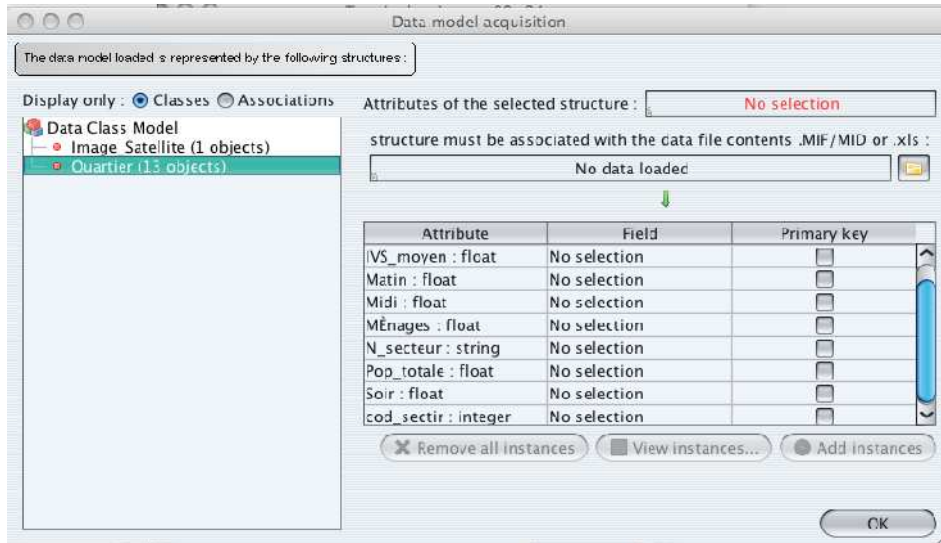


Figure 50 : Instanciation du modèle de données MOVISS sous GenGHIS.

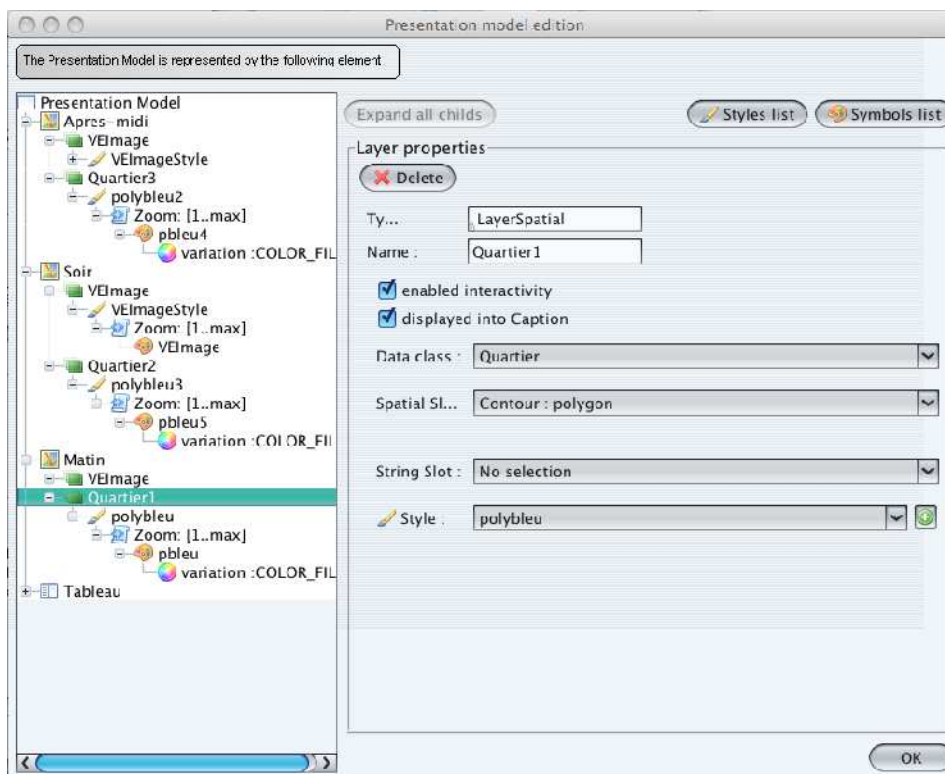


Figure 51 : Instanciation du modèle de présentation sous GenGHIS

4.3.2 Intégration de fonctionnalités pour la construction de scénarios de réduction de la vulnérabilité

L’indice de vulnérabilité est calculé à partir de différents indicateurs tels que le niveau de connaissance et le niveau de perception auxquels on attribue un poids. La variation de la valeur de ces indicateurs ainsi que la

variation des poids vont donc influencer la valeur de l'IVS et donc la répartition spatio-temporelle de la vulnérabilité sociale.

Les scénarios de réduction de la vulnérabilité sont basés sur le postulat selon lequel l'information préventive peut jouer sur le niveau de perception et de connaissance du risque sismique et donc modifier les indicateurs correspondants. Un des objectifs du système d'information proposé dans MOVISS est donc d'offrir à l'utilisateur la possibilité d'interagir facilement sur les données et de modifier les indicateurs afin de procéder à des simulations de campagnes d'information.

Nous avons donc développé dans GenGHIS une nouvelle fonctionnalité, permettant à l'utilisateur, non seulement de visualiser les données mais aussi de modifier la valeur des indicateurs, qu'il s'agisse de l'indice de vulnérabilité lui-même ou des indices de connaissances ou de perception (Figure 52).

Dés lors que l'utilisateur aura modifié une ou plusieurs données, l'indice de vulnérabilité sociale pourra être recalculé et les représentations spatio-temporelles correspondantes seront réactualisées et mises à jour. Notons que les modifications et donc les simulations peuvent se faire soit de façon locale, c'est à dire sur une valeur d'une variable, soit de façon globale, c'est-à-dire sur l'ensemble d'une ou de plusieurs variables. La figure 53 présente l'interface du module permettant la réalisation des simulations.

Contour	IVS_moyen	Matin	Midi	Ménages	N_secteur	Pop_totale	Soir	cod_sectir
(5.720428...	7.61	7.84	7.02	6381.0	Centre ville	10735.0	8.15	101
(5.701422...	9.4	9.04	10.15	4023.0	Berriat Nord	6625.0	9.09	106
(5.734848...	9.05	9.9	8.74	8893.0	Bajatière T...	16473.0	8.11	108
(5.732047...	8.42	8.6	8.52	4852.0	Villeneuve	13799.0	8.09	110
(5.700475...	9.88	8.96	9.07	904.0	Mistral	3065.0	12.03	113
(5.701367...	9.4	9.64	9.88	7726.0	Berriat Sud	11884.0	9.07	105
(5.733121...	8.63	8.79	8.42	3482.0	Ile Verte	7048.0	8.58	107
(5.720231...	8.75	8.09	8.72	6922.0	Malherbe ...	13134.0	10.08	109
(5.718897...	8.74	9.03	9.95	5669.0	Boulevards	9448.0	7.21	104
(5.716999...	7.95	9.2	7.46	9264.0	Esplanade ...	15178.0	6.6	102
(5.700779...	9.04	8.88	9.12	6749.0	Eaux Claires	15403.0	9.19	112
(5.723419...	8.79	9.1	8.51	5307.0	Administr...	11297.0	6.61	103
(5.728713...	8.85	8.66	9.12	6242.0	Reyniès-B...	14089.0	8.21	111

Figure 52 : Interface de modification des données pour la réalisation de scénarios.

Toutefois, la gestion du processus de construction de scénarios nécessite d'être familiarisé avec l'outil. Actuellement, le module développé souffre d'un manque de convivialité : la saisie des valeurs doit se faire dans les colonnes ; Il n'est pas possible de modifier directement les paramètres de construction de scénarios. Pour chaque nouveau scénario, l'utilisateur doit régénérer l'interface de visualisation ; il n'est pas possible de préserver les traces des scénarios précédemment réalisées de façon automatique. (La sauvegarde des scénarios antérieurs s'effectue par modification du nom du dossier contenant les fichiers HTML générés. Nous proposons de continuer encore quelques mois les développements afin de rendre plus opérationnel le module de construction de scénarios.

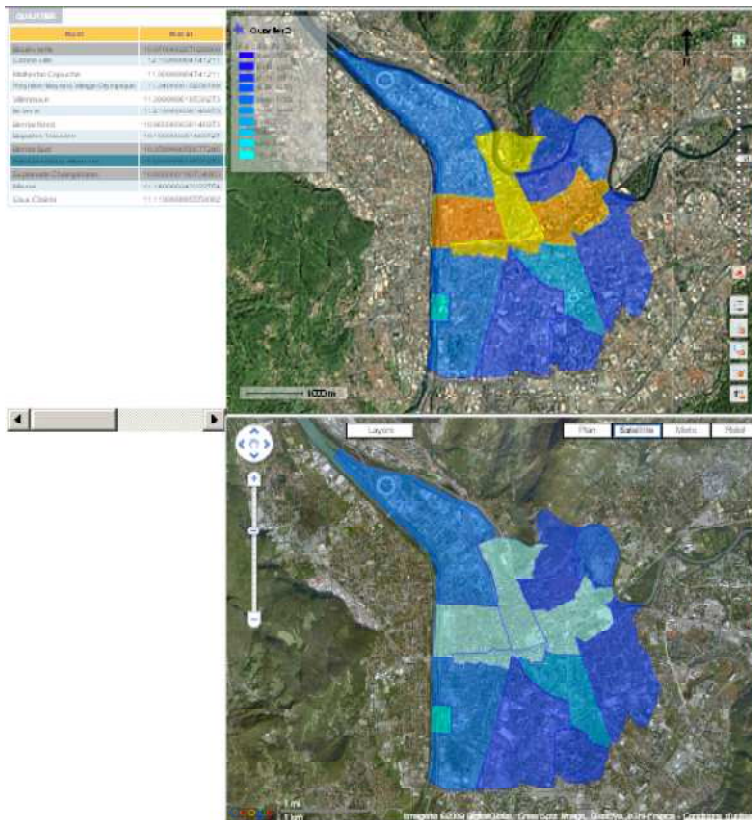


Figure 53 : Visualisation des indices de vulnérabilité dans MOVISS

4.4 Conclusions

Même si tous les objectifs fixés initialement n’ont pas pu être atteints, notamment par manque de temps, le travail réalisé dans le cadre du projet MOVISS a contribué, d’un point de vue géomatique, à la problématique de développement des systèmes d’information dédiés aux risques naturels (SIRN), et ce, sur plusieurs aspects :

- D’une part, à travers l’opérationnalisation d’une plateforme informatique pour la génération de système d’information spatio-temporelle : la plateforme GenGHIS ;
- D’autre part par la spécification de nouvelles fonctionnalités des SIRN, notamment celles liées à la construction de scénarios de simulation, dont les développements ne sont pas sans soulever des problèmes informatiques aussi bien d’ordre conceptuel que technique ;
- Une fois rendue opérationnelle, la plateforme GenGHIS a servi de support pour la visualisation des données spatio-temporelles liées à la vulnérabilité sociale, offrant ainsi un outil simple de consultation adaptée à différents utilisateurs. Ce travail s’inscrit dans la définition de représentations cartographiques et des modes de visualisation des temporalités et des données géographiques complexes.

5 Préconisations

A la lecture des résultats obtenus, le projet MOVISS propose quelques préconisations en termes d'information à la population :

- Varier les supports et formes de l'information (plaquettes, spots publicitaires, affiches type « Decaux ») afin de favoriser l'acculturation au risque sismique, notamment dans les quartiers où les résidents se souviennent peu d'avoir reçu des documents.
- Cibler le contenu des campagnes d'information dans certains quartiers et notamment sur :
 - le phénomène sismique (Malherbe-Capuche) ;
 - les consignes (Malherbe-Capuche, Boulevards, Mistral, Esplanade-Championnet)
- Mieux cibler certains groupes sociaux, cibler le contenu et adapter les supports d'information au public concerné :
 - - 24 ans : l'exposition individuelle au risque sismique à Grenoble ;
 - personnes > 45 ans : consignes à suivre en cas de séisme ;
 - chômeurs et inactifs : leur garantir une information sur les risques ;
 - actifs-pratiquants : développer l'information sur les risques majeurs sur les lieux de travail ;
- Poursuivre l'information par les lieux d'éducation et prévoir un transfert de ces enseignements vers les parents ;
- Afin de garantir l'efficacité d'une campagne d'information, prévoir d'évaluer (par enquête) son impact ;
- Relancer une campagne rapidement (la dernière est trop ancienne).

6 Limites de l'étude – perspectives

Le projet ouvre aussi des perspectives en termes de traitements, qui n'ont pu être réalisés dans le temps imparti :

- **Traitement statistique** : certains traitements statistiques uni -et bivariés n'ont pas été réalisés faute de temps, davantage de croisements pourraient être envisagés.
- **Analyse multivariée** : cette étape constitue une perspective à court terme car elle est indispensable pour l'aboutissement de la compréhension des résultats statistiques déjà obtenus et pour mieux cerner les déterminants de la vulnérabilité sociale aux séismes. En effet, si les tris croisés constituent déjà une première explication des résultats, ils ne permettent pas d'avoir une vision synthétique des facteurs influençant la vulnérabilité. L'analyse multivariée permettrait également de mieux comprendre l'imbrication des déterminants sociaux de la vulnérabilité et d'interpréter les différenciations spatiales de vulnérabilité.
- **Généralisation des résultats de l'enquête** : la méthodologie de constitution de l'échantillon à partir de données d'EMD constitue un atout fort de l'enquête MOVISS. Cependant, la question du passage des profils socio-démographiques de vulnérabilité à leur cartographie, permettant de visualiser des « poches de vulnérabilité » en fonction de la distribution spatio-temporelle de la population, reste un verrou méthodologique fort pour lesquels des recherches doivent être poursuivies. En effet, pour le moment, seul l'IVS a été cartographié. Il représente une certaine évaluation de la vulnérabilité sociale aux séismes, mais n'est pas basé sur les caractéristiques socio-démographiques des individus, uniquement sur les réponses des enquêtés.
- **Possibilité d'automatiser l'agrégation de données individuelles sous GenGHIS** : le prototype proposé à la fin du projet MOVISS ne permet pas de procéder à l'agrégation automatique de données individuelles (pour ainsi les représenter à l'échelle du quartier). Il s'agit d'une perspective de travail intéressante.
- **Poursuite des recherches menées sur GenGHIS à travers d'autres projets déposés** : le projet URBASIS de l'ANR Risknat (projet accepté porté par le LGIT, en partenariat avec le GipsLAB, l'ONERA et le BRGM), le projet PERCURISK déposé auprès du Cluster Environnement de la Région Rhône Alpes et porté par le CRENAM ainsi qu'une demande de financement ADR faite par le LIG auprès du Cluster Environnement sur la génération automatique de cartes animées dans les systèmes d'information dédiés aux risques naturels.

7 Valorisation scientifique et opérationnelle

7.1 Valorisation scientifique

Le projet MOVISS a fait l'objet de plusieurs communications scientifiques :

- Beck E., André-Poyaud I., Chardonnel S., Davoine P.-A., Lutoff C., 2009 : Spatio-temporal variations of vulnerability to earthquakes in Grenoble (France). European Conference on Theoretical and Quantitative Geography, 4-8 September 2009, Maynooth (Ireland).
- Beck E., André-Poyaud I., Lutoff C., Chardonnel S., Davoine P.-A., 2010 : Social vulnerability to earthquakes in Grenoble (French Alps). American Association of Geography Annual Meeting, 14th-18th April, Washington (USA) (accepté).
- L'application MOVISS a été présentée comme exemple d'application générée par GenGHIS lors du salon de la géomatique du Festival International de Géographie de ST Dié les Vosges (1^{er}- 4 octobre 2009) ; GenGHIS a reçu un prix spécial lors du concours de géovisualisation.

Le projet MOVISS a été cité dans les publications suivantes :

- Davoine P-A, Moiscuc B., Gensel J. "Spatio-temporal modelling and representation for environmental data analysis : The GenGHIS Framework", 11th GEOIDE Conference, Vancouver, May 27-29, 2009
- Davoine P-A, Moiscuc B., Gensel J, GenGHIS : Un environnement pour la réalisation de Systèmes d'Information Spatio-Temporelle, Chapitre du Traité IGAT, "Recherche en géomatique: innovation logicielle et mutualisation", sous la direction de Bénédicte Bucher et Florence Leber, Hermès (en cours de rédaction, publication prévue pour 2010)

Plusieurs articles sont en cours de rédaction pour soumission au cours de l'année 2010 :

- Publication d'un article dans Cybergeog
- Publication d'un article dans un numéro spécial faisant suite à l'AAG (Risk Analysis, NHESS...).

Autres communications et publications envisagées :

- Communication au prochain colloque SAGEO en 2010
- Communication à la Conférence Internationale de Géographie (ICC 2011) qui se déroulera à Paris dans les sessions "geovisualization" ou "mapping and risk"
- Publication dans la Revue Internationale de Géomatique.

7.2 Retombées opérationnelles

Le projet MOVISS a plusieurs retombées opérationnelles possibles : la transmission d'une copie du rapport aux autorités municipales en charge de la prévention des risques à Grenoble est prévue. Ce rapport sera complété par quelques recommandations en termes de campagnes d'information.

Les chercheurs impliqués dans le projet MOVISS ont organisé un atelier dans le cadre de la fête de la science (Village des Sciences, Ancien Musée de Grenoble, 11-15 novembre 2009), intitulé « Ma maison face aux risques » (Figure 54). A l'aide d'une maison de poupées, de jeux sur ordinateurs (« Sauvie »⁶, développés par

⁶ http://www.prevention2000.org/cat_nat/sauvie.htm

Cédric Moro) et de posters, l'objectif poursuivi était de sensibiliser le public, et notamment les plus jeunes, aux comportements à adopter en cas de catastrophes naturelles ou technologiques.



Figure 54 : stand du laboratoire PACTE à la fête de la Science 2009 : découverte des consignes à suivre en cas de séisme grâce à des scénarios narrant l'histoire de personnages habitant dans une maison exposée à des risques majeurs.

7.3 Budget

En termes de budget, le Pôle Grenoblois des Risques Naturels fait partie des deux sources de financement du projet MOVISS (la seconde étant le Pôle TUNES de l'Université Joseph Fourier).

Les crédits alloués par le Conseil Général de l'Isère, via le Pôle Grenoblois des Risques Naturels, ont été utilisés sous cette forme :

- LIG : 4000€
 - 50% : gratifications de stage (développement informatique de la plateforme)
 - 50% : valorisation sous forme de publications et communications scientifiques
- PACTE : 8500 €
 - 51,2 % : vacations (passation, saisie de l'enquête)
 - 39,4 % : publication, frais de mission pour communication
 - 2,5 % : reprographie et matériel d'enquête
 - 6,9 % : frais de gestion

8 Références bibliographiques

- André-Poyaud I., Chardonnel S., Charleux L., Tabaka K., 2008 : La mobilité au cœur des emplois du temps des citoyens, in : Chalas Y, Paulhiac F. (Dir), La mobilité qui fait la ville, Certu, Lyon, pp 67-95.
- Beck E., Glatron S., 2006 : La vulnérabilité socio-spatiale des citoyens aux risques majeurs. Mulhouse face aux risques industriels et sismiques. Actes du colloque SAGEO'06, Strasbourg; 16 p.
- Beck E., Mudu P., Novak S., Banos A., Glatron S., 2009 : Spatialisation des représentations cognitives des risques par la population de Syracuse et Milazzo (Sicile, Italie). 9e rencontres ThéoQuant, 4-6 mars 2009, Besançon.
- Bonnet E., 2002 : Risques industriels: évaluation des vulnérabilités territoriales. Le cas de l'estuaire de la Seine. PhD thesis, Université du Havre, France, 331 p.
- Chardon A.-C., Thouret J.-C., 1994 : Cartographie de la vulnérabilité d'une population citadine aux risques naturels : le cas de Manizales. Mappemonde, vol. 4/1994, p. 37-40
- Cutter S., 1993 : Living with risk : the geography of technological hazards. Edward Arnold, 214 p.
- Cutter S. L., Mitchell J. T., Scott S. M., 2000 : Revealing the vulnerability of people and places : a case study of Georgetown County, South Carolina. Annals of the Association of American Geographers, vol. 90 n°4, p. 713-737.
- D'Ercole R., 1996 : Représentations cartographiques des facteurs de vulnérabilité des populations exposées à une menace volcanique. Application à la région du volcan Cotopaxi (Equateur). Bull. Inst. fr. études andines, vol. 25 n°3, p. 479-507.
- Glatron S., Beck E., 2008 : Evaluation of socio-spatial vulnerability of citydwellers and analysis of risk perception: industrial and seismic risks in Mulhouse. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 8: 1029–1040.
- Guéguen P., Lutoff C., Davoine P.-A., Taliercio G., Cotton F., Cartier S. 2009 : Analyse de la vulnérabilité sismique dans un pays à sismicité modérée : le cas de Grenoble. Risques naturels et environnement. In Becerra S., Peltier A. (Eds), Recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés, Paris: L'Harmattan: 285-301.
- Guéguen P., Michel C., LeCorre L., 2007 : A simplified approach for vulnerability assessment in moderate-to-low seismic hazard regions : application to Grenoble (France). Bull. Earthquake Eng., 5: 467-490.
- Heitz C., 2009 : La perception du risque de coulées boueuses : Analyse sociogéographique et apports à l'économie comportementale. Thèse de doctorat, Université de Strasbourg.
- IRSN, 2009 : Baromètre IRSN 2009, Perception des risques et de la sécurité. Direction de la stratégie, du développement et des relations extérieures, Division ouverture à la société, Rapport IRSN-DSDRE n°16. 133 p.
- Lalo A., Legalt L., Lombardi M., Wetkoff C., Cole O., Renoux S., Martin J., 1995 : Enquête sur la perception des risques technologiques majeurs dans l'agglomération du Havre. Rapport technique, Université du Havre, Université de Lancaster, Université de Berlin, Université de Milan, Université de Liège, Commission des Communautés Européennes, 80 p.
- Lindell M., Barnes V.E. 1986 : Protective response to technological emergency: risk perception and behavioural intention, Nuclear Safety, 27(4), 457-467.
- Lindell M.K., Perry R.W., 2004 : Communicating Environmental Risk in Multiethnic Communities. Thousand Oaks CA: Sage.
- Ruin I., 2007 : Conduite à contre courant. Les pratiques de mobilités dans le Gard : facteurs de vulnérabilité aux crues rapides. Thèse de doctorat, Université de Grenoble.
- Tabaka K., 2009 : Vers une nouvelle sociogéographie de la mobilité quotidienne. Etude des mobilités quotidiennes des habitants de la région urbaine de Grenoble, Thèse de doctorat, Université de Grenoble.

Index des figures

Figure 1 : Etendue de la zone d'étude (commune de Grenoble).....	4
Figure 2 : Distribution spatiale des enquêtés suivant le quartier et leur statut	15
Figure 3 : Pourcentage de résidents parmi les individus enquêtés le matin (gauche) et l'après-midi (droite).15	
Figure 4 : Pourcentage de résidents parmi les individus enquêtés le soir.....	16
Figure 5 : Pourcentage d'enquêtés actifs, étudiants, collégiens ou lycéens par quartier (gauche), de chômeurs, retraités ou au foyer (droite).....	17
Figure 6 : Pourcentage d'enquêtés peu ou non diplômés (gauche) et diplômés du supérieur (droite).....	18
Figure 7 : Commune de résidence des enquêtés.....	18
Figure 8 : Répartition des réponses à la question Q12 ("quels sont les trois risques les plus préoccupants pour la ville de Grenoble ?").....	20
Figure 9 : Préoccupations des Français en 2008 (IRSN, 2009).....	20
Figure 10 : Pourcentage d'enquêtés pour lesquels les risques industriels/nucléaires (gauche) et environnementaux (pollution de l'air...) (droite) sont préoccupants pour la ville de Grenoble (Q12).....	21
Figure 11 : Périmètres de danger technologique dans le Y Grenoblois. Source : DRIRE Rhône-Alpes.....	22
Figure 12 : Pourcentage d'enquêtés pour lesquels les risques naturels sont préoccupants pour la ville de Grenoble (Q12).....	23
Figure 13 : Note moyenne d'exposition aux risques naturels.....	24
Figure 14 : Sentiment d'exposition individuelle au risque sismique par quartier ; gauche : ensemble de l'échantillon ; droite : résidents (Q13c).....	24
Figure 15 : "D'après vous, quelles sont les causes possibles d'un tremblement de terre à Grenoble ?"	25
Figure 16 : "D'après vous, qu'est-ce qui permet de reconnaître un tremblement de terre lorsqu'il se produit ?"	26
Figure 17 : "Qu'est-ce qui serait le plus dangereux pour vous si un tremblement de terre se produisait à Grenoble ?"	28
Figure 18 : "Que peut-on faire pour limiter les conséquences d'un tremblement de terre?"	29
Figure 19 : Histogramme de fréquence du sous-indice de connaissance du phénomène sismique.....	30
Figure 20 : Sous-indice moyen de connaissance du phénomène sismique par quartier.....	31
Figure 21 : "Quelles sont les attitudes qu'il faut adopter après la première secousse ?"	32
Figure 22 : Histogramme de fréquence du sous-indice de connaissance des consignes à suivre en cas de séisme.	34
Figure 23 : Ecart à la moyenne du sous-indice de connaissance des consignes à suivre en cas de séisme, suivant la catégorie d'âge.....	35
Figure 24 : Ecart à la moyenne du sous-indice de connaissance des consignes à suivre en cas de séisme, suivant le niveau de diplôme.....	35
Figure 25 : Ecart à la moyenne du sous-indice de connaissance des consignes à suivre en cas de séisme suivant le statut d'activité.....	36
Figure 26 : Sous-indice moyen de connaissance des consignes à suivre en cas de séisme, par quartier.....	37
Figure 27 : Intensité des séismes ressentis par les enquêtés.....	38
Figure 28 : Pourcentage des résidents enquêtés ayant reçu une information sur le risque sismique à Grenoble (gauche ; Q31), une information sur les consignes à suivre en cas de séisme (droite ; Q33).....	41
Figure 29 : Répartition des réponses des résidents à la question Q45 (« en cas de séisme, pensez-vous que votre bâtiment résiste, s'effondre, s'effondre à cause des bâtiments voisins ? »).....	42
Figure 30 : Répartition des réponses des résidents à la question Q45 en fonction de leur niveau de diplôme.42	
Figure 31 : Confiance des résidents dans le bâtiment dans lequel ils résident (Q45) - répartition des réponses par quartier et confrontation avec les données de vulnérabilité physique.....	43
Figure 32 : "En cas de séisme, pensez-vous que les bâtiments de ce quartier résistent ?"	44
Figure 33 : Répartition des réponses à la Q52 en fonction du statut résident/pratiquant.....	44
Figure 34 : Répartition des réponses des résidents à la Q52 selon leur statut d'occupation du logement.....	45
Figure 35 : Répartition des réponses à la Q52.....	46

Figure 36 : Confiance des résidents (gauche) et des pratiquants (droite) dans les bâtiments du quartier dans lequel ils résident /qu'ils fréquentent (Q52) - répartition des réponses par quartier.....	47
Figure 37 : Histogramme de fréquence de l'indice de vulnérabilité sociale aux séismes (IVS).....	48
Figure 38 : IVS suivant le niveau de qualification.....	48
Figure 39 : IVS suivant les groupes d'âge.....	49
Figure 40 : IVS suivant les professions et catégories socio-professionnelles.....	49
Figure 41 : Indice moyen de vulnérabilité sociale aux séismes par quartier.....	50
Figure 42 : Exemple d'interface de visualisation générée par GenGHIS.....	54
Figure 43 : Architecture de GenGHIS.....	55
Figure 44 : Architecture fonctionnelle de GenGHIS.....	56
Figure 45 : Interface de génération d'un SIRN sous GenGHIS.....	56
Figure 46: Fenêtre temporelle.....	57
Figure 47 : Fenêtre tabulaire de l'interface de Géovisualisation de MOVISS.....	58
Figure 48 : Fenêtre spatiale.....	58
Figure 49 : Interface de Géovisualisation de MOVISS.....	59
Figure 50 : Instanciation du modèle de données MOVISS sous GenGHIS.....	60
Figure 51 : Instanciation du modèle de présentation sous GenGHIS.....	60
Figure 52 : Interface de modification des données pour la réalisation de scénarios.....	61
Figure 53 : Visualisation des indices de vulnérabilité dans MOVISS.....	62
Figure 54 : stand du laboratoire PACTE à la fête de la Science 2009 : découverte des consignes à suivre en cas de séisme grâce à des scénarios narrants l'histoire de personnages habitant dans une maison exposée à des risques majeurs.....	66

Index des tableaux

Tableau 1: Quotas escomptés.....	9
Tableau 2: Quotas réalisés.....	10
Tableau 3 : Calendrier des enquêtes.....	11
Tableau 4 : Répartition des enquêtés selon l'âge.....	14
Tableau 5 : Source d'information sur le risque sismique à Grenoble.....	39
Tableau 6 : Sources d'information sur les consignes à suivre en cas de séisme.....	40