



HAL
open science

Cartographier le risque et produire la ville: le cas du microzonage sismique à Istanbul

Youenn Gourain

► **To cite this version:**

Youenn Gourain. Cartographier le risque et produire la ville: le cas du microzonage sismique à Istanbul. Cartes & géomatique, 2021, Cartorisk: risques naturels ou anthropiques en carte, 245-246, pp.81-94. halshs-03573230

HAL Id: halshs-03573230

<https://shs.hal.science/halshs-03573230v1>

Submitted on 26 Sep 2023

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.

Cartographier le risque et produire la ville : le cas du microzonage sismique à Istanbul

Youenn Gourain

LATTS (UMR 8134 CNRS), Ecole des Ponts ParisTech – LATTS 6 et 8, avenue Blaise Pascal - Cité Descartes - F-77455 Marne-la-Vallée cedex, youenn.gourain@enpc.fr

Résumé en Français

Dispositif sociotechnique, le microzonage sismique a le double enjeu d'informer de la spatialisation du risque et d'orienter les politiques de sa gestion. Sa production est issue de l'objectivation du risque sismique des actants participant à son élaboration. Dans une perspective de l'étude des sciences et des technologies, l'article développe les traductions successives du risque sismique, de son identification à sa gestion par les politiques urbaines en s'appuyant sur des microzonages sismiques produits pour la ville d'Istanbul. Si l'urbain produit est impacté par la gestion du risque, c'est finalement l'objet « risque » qui est amené à évoluer.

Mots clés : dispositif sociotechnique, microzonage, production de la ville, risque sismique, traduction

Résumé en anglais

As a socio-technical device, seismic microzoning has the double challenge of informing about the spatialization of risk and guiding its management policies. Its production result from the objectification of the seismic risk of the actants participating in their development. From a Science and Technology studies perspective, the article develops the successive translations of the seismic risk from its identification to its management by urban policies. It is also based on seismic microzoning produced for the city of Istanbul. If the urban product is impacted by risk management, it is ultimately the "risk" object that will change.

Key words: socio-technical tool, microzoning, city production, earthquake risk, translation

Introduction

Les conditions locales d'un site jouent un rôle sur le potentiel destructeur d'un séisme (Augendre 2012 ; Ansal et Slejko 2001 ; Cartier 2007 ; Dikmen et Tanırcan 2018). La libération d'énergie issue de l'accumulation de contraintes au niveau de la croûte terrestre est amplifiée par les milieux traversés par l'onde. Si les séismes sont des phénomènes étudiés de longue date, la sismologie ayant par ailleurs participé à reformuler la problématique des catastrophes dites « naturelles » au prisme de la technique (Revet 2019), force est de constater que leurs effets locaux restent difficilement prévisibles. Pour anticiper et limiter les effets du séisme des études sont produites. Elles concernent la localisation de la faille et la structure du sol en profondeur auxquelles s'ajoutent des études réalisées à proximité directe du site sur des zones de contact avec l'espace bâti, des zones de potentielles destructions. Dans cette mesure, les microzonages parasismiques sont élaborés pour couvrir deux aspects : d'une part, informer sur la localisation du risque d'un espace et orienter les politiques de l'urbanisme et les processus d'aménagement pour l'atténuer, d'autre part. Le microzonage est considéré ici comme un dispositif, c'est un dire comme un outil élaboré à des fins spécifiques par un ensemble d'actants. Ces actants sont entendus au sens de la sociologie des sciences et techniques comme un collectif d'humains et de non-humains agissant chacun dans des intérêts propres mais analysés de manière symétrique (Latour 1991; Callon et Law 1997).

La ville d'Istanbul est située sur une portion de la faille nord-anatolienne et a connu plusieurs séismes dévastateurs par le passé¹. Ceux du 17 août 1999² en région de Marmara ont constitué un tournant dans le champ de la prévention du risque sismique bien que la ville ait été proportionnellement moins touchée que

¹ 10 septembre 1509, du 22 mai 1766 et du 10 juillet 1895 (Kundak et Türkoğlu 2007)

² Le 17 août 1999, quatre segments de la faille Nord-Anatolienne à 80km d'Istanbul se sont rompus créant un séisme de magnitude 7.4 sur l'échelle de Richter.

la ville voisine d'Izmit, plus proche de l'épicentre³ (Pérouse et Deli 1999). Ces séismes ont révélé, tout d'abord, que la vulnérabilité d'Istanbul était due à une mauvaise conception des bâtiments puisqu'une grande part d'entre eux n'était pas prêt à absorber l'onde d'un séisme de grande ampleur⁴. D'après la direction des urgences et des catastrophes (AFAD) 44 800 bâtiments seraient aujourd'hui susceptibles de s'effondrer en cas de futur séisme (Winter 2019). Plusieurs scientifiques s'accordent sur le fait que la vulnérabilité de la ville relève, plus généralement, d'un urbanisme insuffisamment adapté au risque (Eraydin et Tasan-Kok 2013 ; Kundak et Turkoğlu 2005 ; Gunay 2018). Le lien entre risque sismique et aménagement est tenu parce qu'à la suite de l'identification des risques sur un territoire s'opèrent des processus concernant leur gestion pour les minimiser voire les supprimer (November 2012).

Les travaux portant sur l'analyse du microzonage parasismique cherchent, généralement, soit à étudier les mécanismes de production de l'outil par les scientifiques et les ingénieurs (Unen et Coskun 2008; Ozcep 2010; Belvaux, Bertil, et Nachbaur 2015; Kundak et Dülger-Türkoğlu 2007), soit à comprendre l'intégration du zonage dans les règles d'urbanisme (Cartier 2007). Ces approches restent néanmoins segmentées. Le microzonage identifie les conditions locales générant une amplification du potentiel destructeur d'un séisme. Il s'avère alors nécessaire de mieux saisir les tensions inhérentes à la production urbaine entre cette amplification liée à certains types d'aménagements, et l'atténuation recherchée par l'adaptation au séisme. De plus, les recherches concernant l'amplification de site sont généralement orientées vers une étude de ses conditions géologiques et de la structure des bâtiments édulant parfois d'autres approches (sociales, politiques, économiques) qui relèvent des dimensions plurielles des risques (November 2002). Cet article a donc deux objectifs : le premier est de rendre compte, dans la perspective de l'étude des sciences et des technologies (STS), de tous les actants liés à ce dispositif afin de repérer leur mode d'objectivation du risque sismique dans le cadre de l'élaboration des microzonages. Le second est de qualifier l'appropriation de ce dispositif dans d'autres outils de l'urbanisme pour mieux saisir les conséquences concrètes sur l'urbain. En somme, il est cherché ici à mieux comprendre les processus de production de la ville d'Istanbul au travers des diverses traductions du risque dans le microzonage parasismique.

1. Quelle approche pour un dispositif sociotechnique de gestion du risque sismique ?

Nous considérons le microzonage parasismique comme un dispositif sociotechnique cartographique. C'est un objet technique car issu de procédés divers configurant un ensemble d'acteurs et ce, sous la forme d'une représentation spatiale. La carte comme outil d'action n'est pas un objet neuf, nombreux sont les travaux remettant en question la neutralité de leur production (Martinais 2007 ; November 2016 ; Gueben-Veniere 2019) ou qualifiant la carte comme un instrument de pouvoir (Lascombes 2007 ; Lacoste 2014). En ce sens, le dispositif a un caractère hétérogène, résultant ou non de discours avec une fonction stratégique et à l'issue duquel se jouent des relations de pouvoir et de savoir (Foucault 2008; Agamben 2014). Ce caractère hétérogène incite, dans une perspective symétrique, à aller chercher les intérêts de tous les actants humains et non-humains fédérés par le dispositif dans des codes et des normes (Akrich 1987). En s'inscrivant dans la durée, certains dispositifs prennent même le relais de ceux qui le produisent (Chateauraynaud 2008). Ce rôle de « porte-parole » nous amène à la question suivante : qui représente le dispositif ? Ceux qui le produisent ? Ceux qui l'utilisent ? Des actants tiers ?

Dans le cadre de la cartographie des risques, November montre dans quelle mesure la carte « peine à rendre compte de la vraie nature du risque [...], elle n'est pas conçue pour pouvoir intégrer la complexité des dynamiques des risques qu'on peut observer » (November 2016). Parce que l'objet « risque » est complexe, la dimension plurielle du risque permet d'interroger les traductions à l'œuvre dans la production du microzonage parasismique. A ce titre, Cartier rappelle qu'un microzonage n'est pas le même selon les actants qui le produisent : le pays ou les instituts de recherche peuvent y jouer un rôle (Cartier 2007). Dans cette

³ En se tenant à la circonscription de la municipalité métropolitaine d'Istanbul (Istanbul Büyükşehir Belediyesi)

⁴ Istanbul a été rythmée par des vagues de construction menant parfois à un bâti informel peu résistant au séisme nommé *gecekondu* en turc et construit en masse dans les années 50 puis dans les années 80. Ils ont notamment permis de compenser un manque de logement implicitement accordés par le gouvernement (Pérouse 2004).

mesure, l'analyse des actants et de leur intéressement, au sens de Callon⁵, permettrait de distinguer les microzonages. A partir de cet objectif, nous nous penchons sur trois types de microzonages n'ayant ni les mêmes portées, ni les mêmes actants en entrée de leur élaboration : le microzonage élaboré par la JICA (Agence Japonaise de Coopération Internationale) en 2002 pour être intégré dans le master plan sismique de 2003 pour Istanbul, les zonages issus du milieu universitaire et le microzonage en cours depuis 2018 réalisé par la municipalité métropolitaine d'Istanbul. Leur étude sera éclairée par 15 entretiens semi-directifs effectués entre 2019 et 2020 avec des scientifiques, des ingénieurs et des urbanistes à Istanbul.

2. Du zonage sismique de 2003 à celui de 2018 : une définition élargie de la notion de risque

2.1. Le microzonage de 2003 élaboré par la JICA : une caractérisation de l'aléa sismique

À la suite des séismes de 1999 dans la région de Marmara, un Master Plan sismique pour Istanbul (*Istanbul Deprem Master Planı*) est élaboré en 2003 sur demande la Municipalité métropolitaine d'Istanbul (*Istanbul Büyükşehir Belediyesi*). La démarche de ce plan est de proposer des solutions pour réduire les dommages liés à un séisme (dit « risque naturel ») via « une planification et des contre-mesures techniques formulées de manière adéquate » (Istanbul Büyükşehir Belediyesi 2003). Quatre universités turques ont été sollicitées pour mener des études : Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Istanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), Boğaziçi Üniversitesi (BÜ) et Yıldız Teknik Üniversitesi (YTÜ). Plusieurs autres institutions internationales ont été missionnées afin de mener des études dont la JICA (Agence Japonaise de Coopération Internationale) et la croix rouge américaine (ARC).

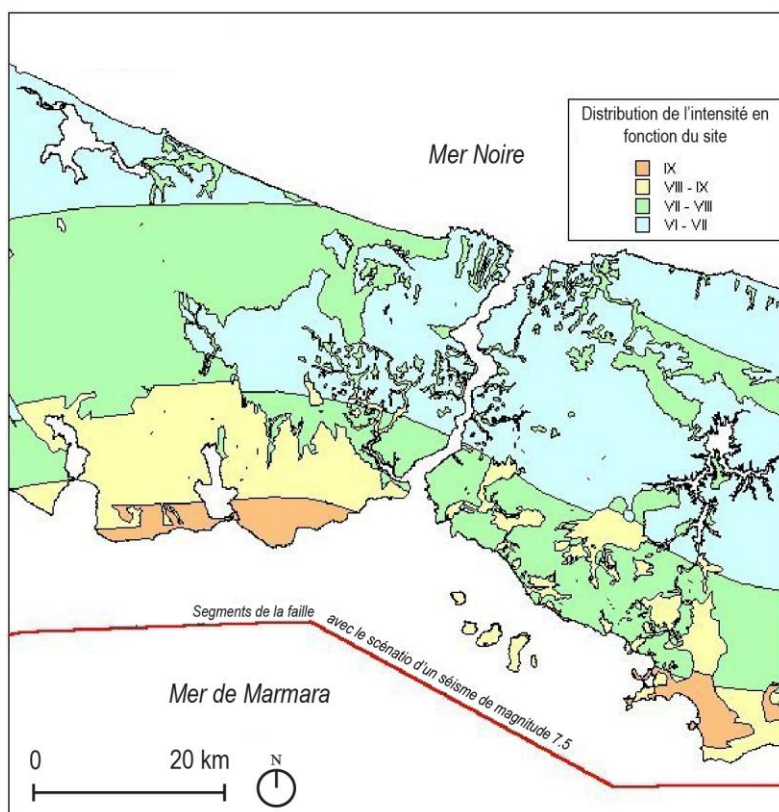


Figure 1 : Répartition de l'aléa sismique à Istanbul (Koeri, 2002 ; IBB, 2003)

Dans l'élaboration de ce Master Plan, plusieurs points sont intéressants à observer. Chacune des quatre universités qui participent à sa réalisation appartiennent à des courants de pensée scientifique et des méthodologies différentes. Balamir rappelle ainsi que le groupe de travail formé par les universités METU et İTÜ ont une approche du risque sociologique et philosophique notamment basée sur celle d'Ulrich Beck liée à la « société du risque » (Balamir 2004).

La détermination de la localisation de la faille Nord-Anatolienne (NAF) (Japan International Cooperation Agency et Istanbul Metropolitan Municipality 2002) s'appuie sur l'étude du CNRS-INSU, de l'İTÜ et du TÜBİTAK⁶. Dérivée de cette étude, la carte de la distribution de l'intensité du séisme

(fig. 1) a été déterminée selon un des scénarios du Master Plan Sismique de 2003 prévoyant un séisme de magnitude 7,5 avec une probabilité de 60% qu'il se produise dans les trente prochaines années (Parsons

⁵ Selon Callon, l'intéressement consiste en : l'« ensemble des actions par lesquelles une entité [...] s'efforce d'imposer et de stabiliser l'identité des autres acteurs qu'elle a définis par sa problématisation » (Callon 1986).

⁶ Conseil de la recherche scientifique et technologique de Turquie qui est une agence nationale.

2000 ; Istanbul Büyükşehir Belediyesi 2003). Cette première objectivation du risque est une vision quantifiée et probabilisée du risque. C'est un des points de départ pour l'élaboration du microzonage sismique par la JICA qui retient le modèle « C »⁷ (fig. 2) pour ses analyses, notamment concernant le nombre de bâtiments endommageables (p.615) (Istanbul Büyükşehir Belediyesi 2003). La vulnérabilité de l'espace est déterminée selon trois types : la vulnérabilité des structures des bâtiments (estimation des bâtiments endommageables et ratio des bâtiments renouvelés), la vulnérabilité des structures urbaines (ratio de BCR et de FAR⁸, densité et largeur des routes, hauteur des bâtiments) et l'espace disponible pour l'amélioration des structures urbaines (ratio des espaces construits). Ceci conduit à un zonage à l'échelle des arrondissements (*maballe*). Ce premier zonage, présentant les données en valeurs absolues, soulève donc un premier constat : la mobilisation des actants prend en compte des humains mais également des non-humains (routes, bâtiments, structures urbaines, faille sismique, onde sismique). Dans le cadre de ce zonage, le risque sismique est fonction de l'aléa sismique et de la vulnérabilité de l'espace mais cette vulnérabilité n'est que structurelle.

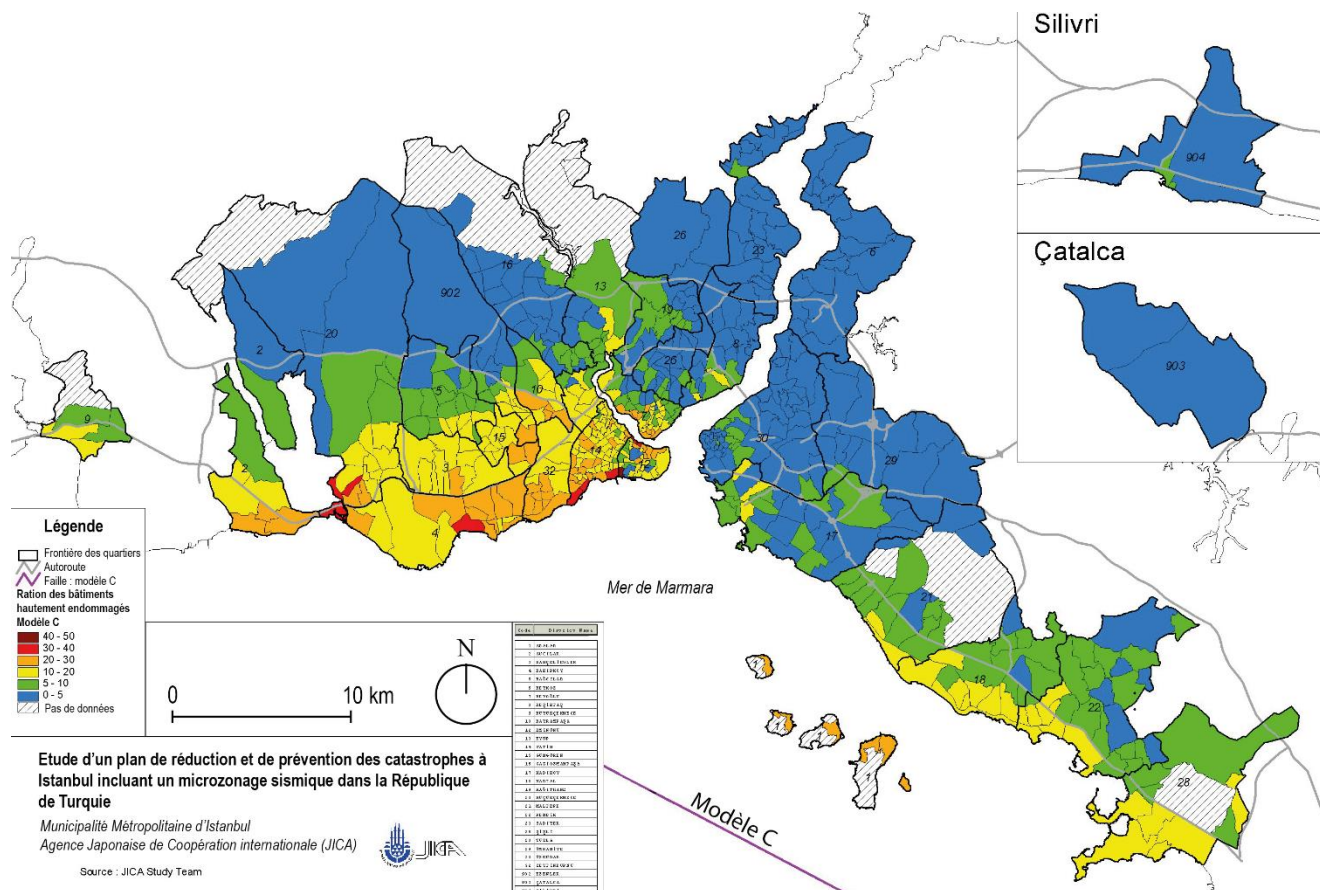


Figure 2 : Répartition du nombre de bâtiments endommagés en cas de séismes selon le scénario C de la JICA comprenant le microzonage (IBB, 2003)

2.2. Les microzonages élaborés par le milieu universitaire : l'ajout de nouvelles composantes du risque

A la suite du microzonage de la JICA, de nombreuses études universitaires ont élaboré des zonages (macro et micro) considérant d'autres variables du risque. Nous distinguons ici les articles relevant de l'ingénierie civile et de la géomatique de ceux de l'urbanisme. Ces trois types d'actants se sont trouvés être prépondérants dans les rapports de 2003 pour le Master Plan, justifiant de fait que nous nous concentrons sur eux. Nous cherchons à comprendre, d'une part, comment ces zonages diffèrent du premier analysé et d'autre part, comment ils se distinguent les uns par rapport aux autres.

⁷ Ce modèle considère les paramètres suivants : longueur de faille : 174km ; Magnitude du séisme : 7,7 ; Angle de pendage : 90° ; Profondeur du bord supérieur : 0 km ; Type de faille : Strike-slip

⁸ Le BCR (*Building Coverage Ratio*) correspond à la couverture au sol de l'espace bâti sur une parcelle. Le FAR correspond à la couverture totale (étages compris) au sol de l'espace bâti sur une parcelle.

Pour les ingénieurs civils, le microzonage prend en compte les conditions géologiques locales du site au niveau des couches superficielles et en surface. Ces conditions ont des répercussions sur la propagation de l'onde sismique (Ozcep 2010). De nouveau, c'est la corrélation entre l'intensité de l'aléa sismique et la vulnérabilité structurelle des bâtiments qui joue un rôle dans l'élaboration du dispositif du microzonage. La mesure de l'aléa est réalisée, d'une part, par les géophysiciens et les géologues en ce qui concerne la source de l'onde sismique (type, forme, localisation et profondeur de la faille, cartographie géologique maritime et continentale) et d'autre part, c'est à l'ingénierie de déterminer l'accélération et l'atténuation spectrale de l'onde : les données sont géotechniques et géophysiques. La classification des données obtenues est entre autres encadrée par les Eurocodes qui déterminent les normes de dimensionnement et de justification des structures de bâtiment et de génie civil au niveau européen.

Remonter aux différents actants rend compte d'éléments non-humains (les bâtiments) dont les caractéristiques, comme l'âge des bâtiments, génèrent de nouvelles incertitudes. Ces non-humains font appel à d'autres actants jouant un rôle dans le microzonage : c'est le cas des codes sismiques de 1975, 1992 et 2008 élaborés pour la Turquie ou les Eurocodes à l'échelle européenne (entretien avec P1, voir encadré). Ces actants non-humains imposent des normes (la date de construction d'un bâtiment est gage de sa résistance) et des obstacles (le type de matériaux suppose des réglementations adéquates). En cela, ils modifient l'identité et la pratique des actants voisins les obligeant à s'adapter et se réorganiser (Callon et Law 1997).

« YG : Comment détermine-t-on la vulnérabilité d'un bâtiment ?

P1 : Ce type d'analyse se fait par type de bâtiment. Les trois caractéristiques sont : la hauteur, le nombre d'étages disons, le type, si c'est du béton armé ou bien cela peut être de l'acier ou du bois et l'année de construction. Parce que cela indique par quel code sismique cela a été construit. [...] Nous regardons après 1980. Les bâtiments qui sont construits après 1980 ont un certain degré de résistance. Après 2000, il y a eu un nouveau code donc les bâtiments qui sont construits après les années 2000 on considère qu'ils sont plus résistants. »

(Entretien avec P1, Ingénieur.e civil, Observatoire de Kandili, 23 octobre 2019)

Les informations produites sont reprises par les ingénieurs géomaticiens. Leur manière d'objectiver le risque diffère par leur méthodologie avec une analyse décisionnelle multicritères dans les SIG (entretien avec P2, voir encadré). Dans l'élaboration des cartes de risque on retrouve certains paramètres déjà observés : distance à la source du risque, classification du sol, mécanismes de la faille, topographie, potentiel de liquéfaction.

“YG: How would you define the earthquake risk in Turkey?”

P2: Generally, by taking in account the geophysicist and geologist knowledge into our GIS system. So they design a scenario, we take this scenario and modelate in GIS. [...] Then you have to make extra analysis on it. First of all the liquefaction analysis [...] so the potential of the soil is estimated. We have also buildings on the top of the soil [...], and under the soil there are some infrastructures and there are some bridges etc.[...] The soil structure interaction is taken into account by using the structural engineering methodology. [...] You will be able to have a data base of fragility curves, for the variation of structure types and then you will apply them inside your software or inside your GIS software. [...] You will be able to create the hazard map, you will be able to create the liquefaction map, which is soil related part of your analysis. Then you will put your structure on the top of this map. So in your hazard map in every location there is different gravity values, so this building will be integrated with the codes or data based on fragility codes that you have ingested into the system. [...] Generally for our cases my main interest is earthquake engineering but we work together for some of the studies that we are doing. For instance one of my master student is working on flood analysis on Atatürk DEM. So we are working with some meteorological engineers they offer us to use this technical algorithm and we are using the algorithms and modelling GIS something like that. So we have also floods, earthquake and after all that's all. In earthquake, there are also databases.”

(Entretien avec P2, Ingénieur.e en géomatique, Université Technique d'Istanbul (ITÜ), 1 novembre 2019)

Des ingénieurs géomaticiens comme Karaman vont, par ailleurs, classifier ces critères pour obtenir un modèle final du risque via l'outil d'analyse spatiale (fig. 3) (H. Karaman et Erden 2014). Il est aussi intéressant de constater que les logiciels informatiques utilisés par les géomaticiens permettent d'incrémenter des données relatives à d'autres risques dits “naturels” (tsunamis, effondrement) ou anthropiques (industriels).

Cette entrée multirisque est une autre composante de la définition du risque : elle fait intervenir d'autres actants : ingénieurs en météorologie, spécialistes des inondations ou ingénieurs industriels par exemple.

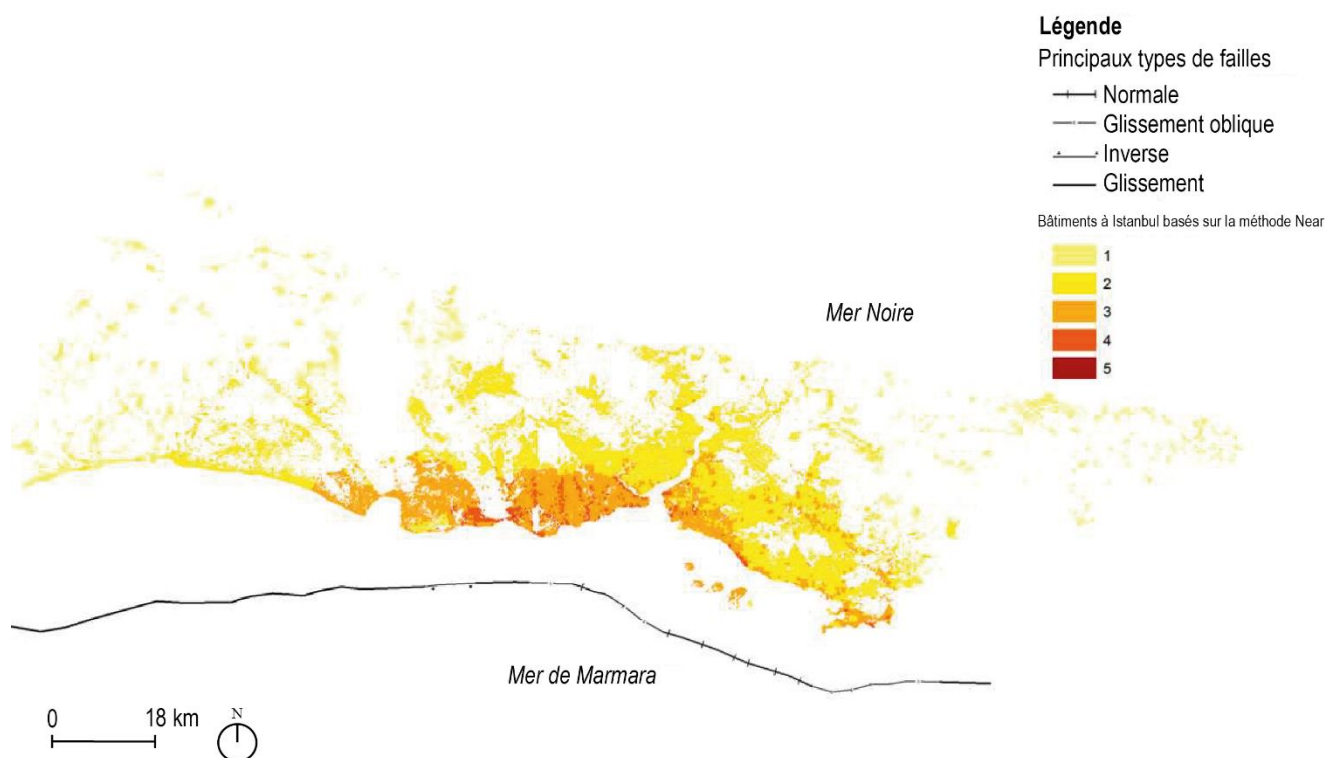


Figure 3 : Bâtiments vulnérables à Istanbul selon la méthode NEaR (Karaman et Erden, 2014)

La comparaison de l'étude de la vulnérabilité des bâtiments à Istanbul par la méthode NEaR (*Net Elements at Risk*) (fig. 3) avec celle de la JICA (fig. 2) montre que la carte de Karaman et Erden couvre un périmètre plus large que celle de la JICA. Il y a donc une acuité scalaire plus forte de la vulnérabilité dans un cas plutôt que dans l'autre. Les deux cartes s'appuient sur le même objet (les bâtiments) mais leur analyse est différente : la discrétisation de l'échelle dans la figure 2 est quantitative discrète (nombre de bâtiments) tandis que celle de la figure 3 est qualitative ordinale (de 1 jusqu'à 5) catégorisant une vulnérabilité. Cette discrétisation qualitative ordinale est l'issue d'une première évaluation quantitative prenant en compte des paramètres issus d'une analyse de l'aléa pour un séisme de magnitude 7.5 appliquée à tous les bâtiments d'Istanbul (en format vecteur polygone). En d'autres termes, c'est la superposition d'une carte de l'aléa (dite *earthquake hazard map*) en format raster de haute résolution avec la carte des bâtiments d'Istanbul qui permet le résultat de la figure 3. Une autre divergence entre les deux cartes concerne le type d'implantation. La figure 3 repose sur une représentation d'implantation ponctuelle permettant de rendre compte de la répartition du bâti tandis que la figure 2 s'appuie sur une implantation zonale basée sur les quartiers (*mahalle*). La figure 3 rend compte d'un gradient partant de la mer de Marmara vers le nord où les bâtiments sont moins vulnérables en s'éloignant de la mer. En revanche, la figure 2 présente plus de disparités selon les *mahalle* notamment sur la corne d'or au centre d'Istanbul où peu de bâtiments sont vulnérables (entre 0 et 20). Les spatialisations du risque sismique, ici via les études de vulnérabilité sur les bâtiments, diffèrent selon les méthodes, les variables et les modes de représentation utilisées. Elles sont révélatrices de différentes formes d'objectivations du risque issues de négociations entre les actants impliqués mais aussi de progrès techniques des instruments de mesure.

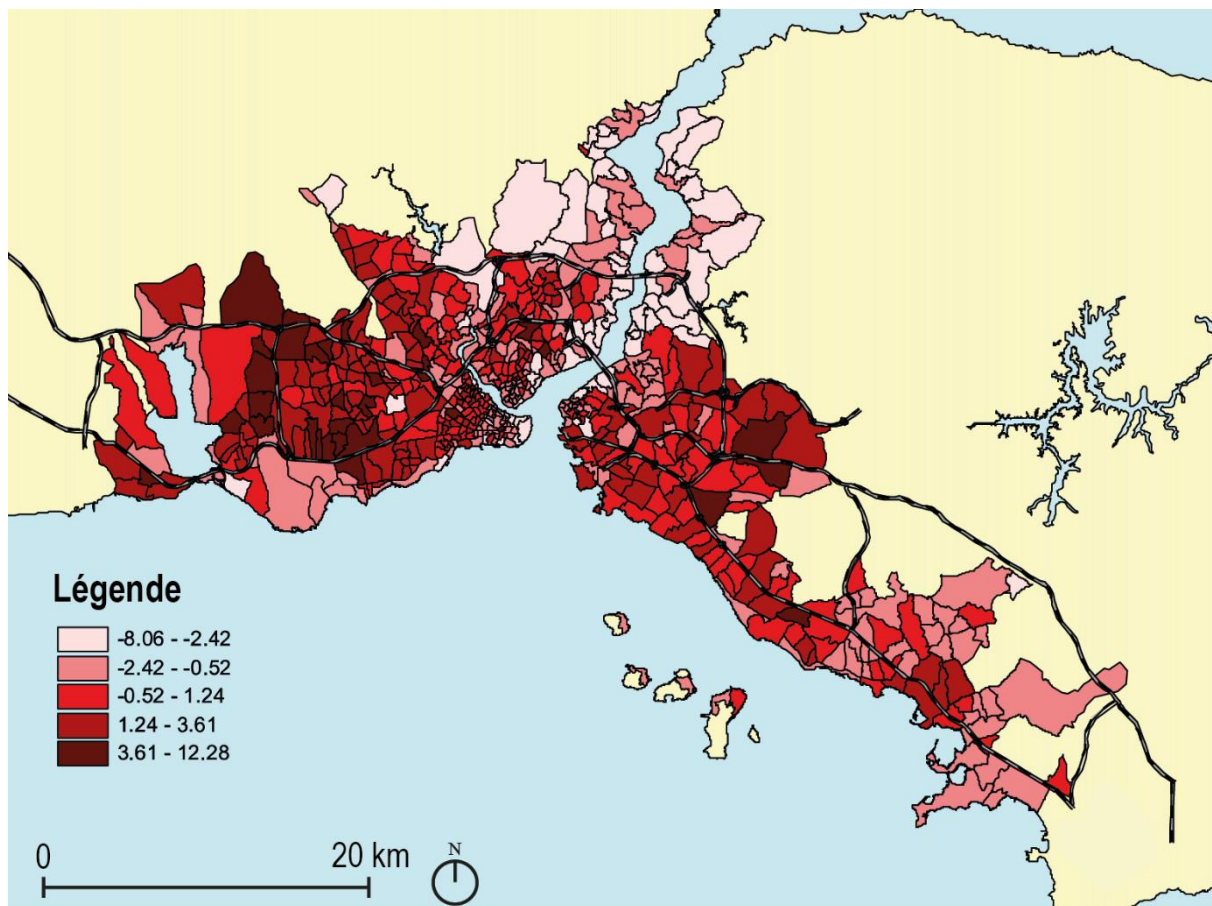


Figure 4 : Estimation de la vulnérabilité d'Istanbul face au risque sismique selon Kundak et Turkoğlu (2005)

D'autres études ont été réalisées dans le champ de l'urbanisme. On pourra citer les travaux de Kundak et de Turkoğlu sur la vulnérabilité urbaine (Kundak, Türkoğlu, et Ilki 2014 ; Kundak 2004 ; Kundak, Turkoğlu 2005 ; Kundak 2017). Leur évaluation du risque sismique à Istanbul intègre, en plus de l'évaluation de l'aléa de 2002 par la JICA, d'autres variables de la vulnérabilité telles que l'utilisation du sol, la démographie, les paramètres économiques et l'appréciation des potentiels du zonage (fig. 4) (Kundak et Türkoğlu 2005). Ces autres variables font apparaître d'autres actants tels que le ministère de l'Éducation, l'Institut statistique national, le ministère de la Santé ainsi que les habitants eux-mêmes. Des éléments non-humains sont également précisés : nombre de lits dans les hôpitaux, nombre de pharmacies, espaces verts, écoles primaires, lycées, etc. La définition du risque inclue donc davantage de critères : sociologiques, économiques et politiques. La transposition de ces données en zonage est rendue possible grâce à la constitution d'une matrice multidimensionnelle permettant de relever les taux de variance pour chacune des variables dans l'explication du risque sismique. De plus, ces variances sont retranscrites dans des niveaux de risque (bas, moyen et élevé) qui sont cartographiés.

A la différence de la figure 3, le périmètre d'étude est resserré et proche de la figure 2 de la JICA. On retrouve un gradient sud-nord qui est toutefois moins marqué que celui de la figure 2 et plus hétérogène entre les *mahalle*. Cette étude nous montre que la vulnérabilité d'un espace n'est pas seulement structurelle :

"Now we have very high-rise building. Maybe the quality of all the construction is high standards. However, this is not the only thing that we are looking for urban areas. But what will have happened to social interaction or social integration if it is decreased? Then what will happen? It will bring problems in the future so we must think about that. So, we must be more integrated, or we must have more integrated prospective for future planning. So, we must have criticized, I mean of course the priority is to have strong buildings, it is important. However, it is not the only thing that we are looking for in urban area. Because, in human environment there are some necessities. Ok, accommodation is one of them. However, there are other tools (laughs). We cannot say strong building are enough." (Entretien avec P3, Urbaniste, Université Technique d'Istanbul, 23 mars 2017)

En somme, ce que nous apprend l'analyse de ces zonages est que les composantes du risque ne sont pas les mêmes en fonction des actants mobilisés dans leur production. Sa définition se retrouve étoffée, les outils et les méthodes utilisées pour l'objectiver s'en retrouvent complexifiés. A partir de ces différentes définitions et cartographies des zonages des risques, il s'agit à présent de comprendre comment la municipalité d'Istanbul a fait évoluer sa propre définition du risque. Après l'élaboration d'un macrozonage, elle initie en 2018 des études menant à un microzonage faisant intervenir d'autres actants et de nouvelles variables. Ceci permettra ainsi de questionner l'intégration des risques dans les processus d'aménagement à Istanbul aujourd'hui.

2.3. *Le microzonage sismique de la municipalité métropolitaine d'Istanbul (2018) : une sélection des types de vulnérabilités*

Depuis 2018 un nouveau microzonage est en cours de progression dont le processus intervient à la suite de nombreuses études sur le risque sismique à Istanbul postérieures à 2003⁹. Il s'appuie sur les constats faits par la municipalité métropolitaine d'Istanbul qu'entre 3500 et 5000 bâtiments seraient endommagés de façon importante en cas de séisme, endommagement dont le coût s'élèverait à 26 billions TL (le coût total des dommages est estimé entre 80-100 millions TL)¹⁰. En somme, le nombre de bâtiments requérant une « urgente » adaptation au risque s'élève au nombre de 500 000.

Le Master Plan pour la transformation urbaine (*Kentsel Dönüşüm Master Planı*) est développé dans un but « holistique » : « assurer une transformation urbaine durable, résiliente, contribuer aux besoins de croissance économique et démographique à long terme tout en maximisant la qualité de vie de tous les résidents » (Istanbul Metropolitan Municipality 2018). Plusieurs risques, en plus de celui constitué par les séismes, ont été pris en compte : les glissements de terrain, les inondations et les incendies (fig. 5). Il est également intéressant de constater que des précisions sont données sur certains risques analysés soit en tant qu'effet des séismes, soit en effets secondaires des glissements de terrains : c'est une approche multirisques nouvelle par rapport au Master plan de 2003. Ces types de risque permettent d'élaborer quatre macrozonages à l'échelle de la municipalité métropolitaine : un sur le risque avec les composantes décrites en amont, un sur la forme urbaine (FAR, BCR, type de bâtiments, solides et vides), un sur les conditions environnementales (qualité de l'eau, approvisionnement en eau, cours d'eau, biodiversité, pendage) et un sur la qualité de vie (répartition socioéconomique, transports, infrastructures). Ces quatre macrozonages sont incrémentés pour construire un macrozonage final « déterminant les espaces problématiques sujets à la transformation urbaine » (fig. 6). Dans un second temps, le microzonage est toujours en cours d'élaboration et reprend la même méthodologie à un échelon local sur une grille. A titre d'exemple, l'étude réalisée sur l'arrondissement de Fatih (situé sur la corne d'or) a été complétée à partir d'un recensement d'informations réalisé entre 2005 et 2009 et a révélé que 10% des 28 000 bâtiments étaient soumis à un risque sismique élevé.

⁹ On pourra notamment citer le projet de microzonage (2006-2009), le programme d'estimation de pertes – dommages en cas de séisme (2007 – 2008), le Megacity Indicator System for Disaster Risk Management (MegaIST) (2008 – 2014) ou encore le Istanbul Urban Transformation Master Plan (2016 - 2018).

¹⁰ L'étude datant de 2018 (1€ valait environ 6TL) revenant respectivement à un coût de 4,3 billions d'euros et un coût total des dommages est estimé entre 13,3-16,7 millions d'euros.

Légende

Aire urbaine à risque
(1 = meilleure situation, 10 = pire)

	Sous-critères (3 ^e niveau)	Pondération	Sous-critère (1 ^e niveau)	Pondération
1	Potentiel de liquéfaction à la suite d'un séisme	0,19	Séisme	0,49
2	Tsunami en cas de séisme	0,11		
3	Bâtiments endommagés en cas de séisme	0,32		
4	Routes bloquées en cas de séisme	0,24		
5	Glissements de terrain	1	Glissement de terrain	0,15
6	Inondations	1	Inondation	0,17

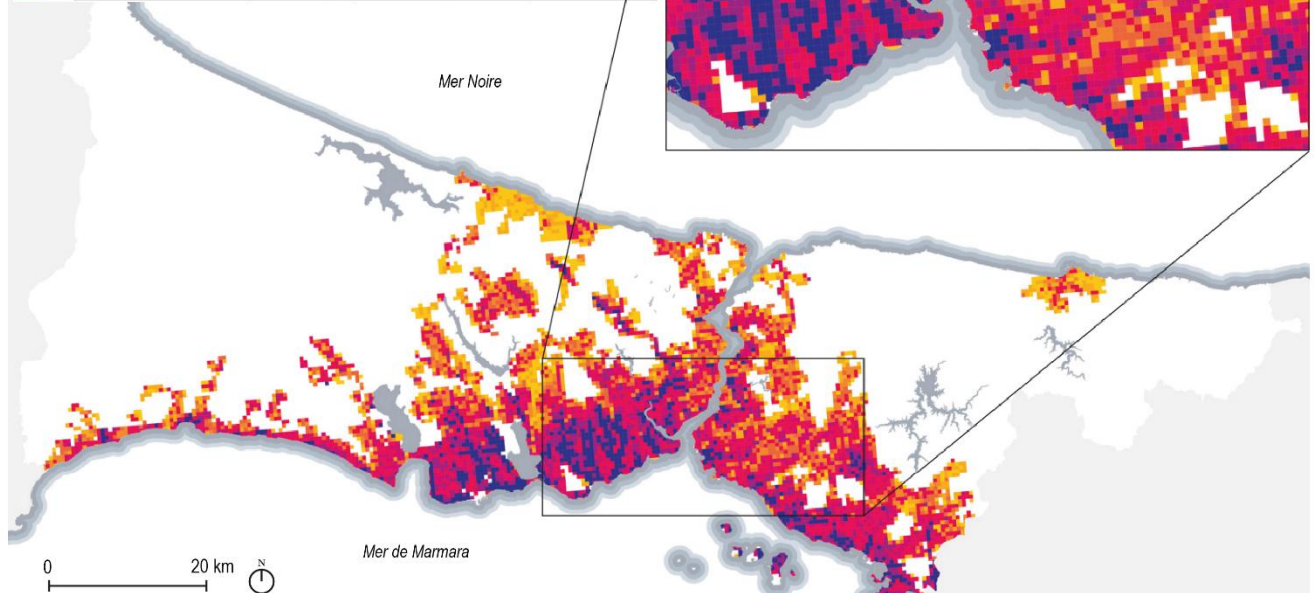


Figure 5 : Macrozonage d'Istanbul pour les risques (Municipalité Métropolitaine d'Istanbul, 2018)

A ce stade deux constats peuvent être faits concernant le processus de production de ces zonages parasismiques. Le premier est l'intégration d'une approche multirisque du dispositif. Nous l'avons vu, ceux-ci ne concernent pas seulement les risques dits « naturels » puisque sont intégrés au risque sismique, celui de tsunami, de glissement de terrain, les risques d'incendies, d'effondrements de bâtiments qui sont proprement « endo-urbains » (Gralepois 2008). En complément, la carte finale du macrozonage (fig. 6) prend en considération d'autres paramètres qui sont sources d'incertitude, du moins qui sont susceptibles de perturber le fonctionnement urbain en cas de dysfonctionnement. L'exemple le plus probant réside dans les paramètres socio-économiques issus de la partie « qualité de vie » : on y trouve à la fois des informations sur l'habitat informel, des usages résidentiels dits « incompatibles » (entourés d'une zone industrielle par exemple) ou encore le pourcentage de la population ayant reçu une éducation dans l'enseignement supérieur. S'il faudrait interroger le choix de mobiliser chacun de ces paramètres, cette observation nous amène au second constat que ce nouveau dispositif donne à l'objet risque une acception bien plus large que le précédent. Les actants humains et non-humains sont mobilisés de manière plus diverses : aux actants humains on trouvera des géomaticiens, des urbanistes, sociologues ou encore économistes qui s'ajoutent aux « traditionnels » ingénieurs et géophysiciens. Quant aux non-humains, ceux-ci se retrouvent être considérablement plus variés, une des nouveautés étant ceux inclus dans les paramètres socio-économiques (habitat informel, hôpitaux, centres culturels, parcs...).

Comment produire la ville avec le risque sismique ? L'analyse des dispositifs a donné un premier élément de réponse puisqu'un premier encadrement du risque a été fait dans des normes, un langage et une sémiologie graphique. En définissant le risque dans toutes ses dimensions, il est possible d'identifier des solutions pour le diminuer. Nous cherchons désormais à comprendre comment celles-ci se déclinent dans les règles d'urbanisme.

3. Des traductions du microzonage par les règles de l'urbanisme

« Le zonage confère à l'espace une identité définie à partir du niveau de risque. [...] Le microzonage ne remplace pas la réglementation : il est un support cartographique d'appui à la réglementation et d'adaptation locale de celle-ci. » (Reghezza-Zitt 2015a). November soulève une tension de la représentation cartographique du risque qui est de l'ordre de la « difficulté de transposer ces informations dans les plans d'aménagement du territoire » (November 2016). Ces « traductions »¹¹ sont à mettre en perspective dans notre cas d'étude à Istanbul. Elles soulèvent des ambiguïtés dans la mesure où « traduire c'est déplacer », c'est changer de langage selon la personne qui s'érige en porte-parole (Callon 1986). Le passage de la cartographie à la réglementation nous paraît relever de ces ambiguïtés dans la mesure où les normes, les codes et les sémiologies sont réadaptées dans les autres dispositifs.

3.1. Première traduction : une sémiologie du risque au service d'un effacement des risques ?

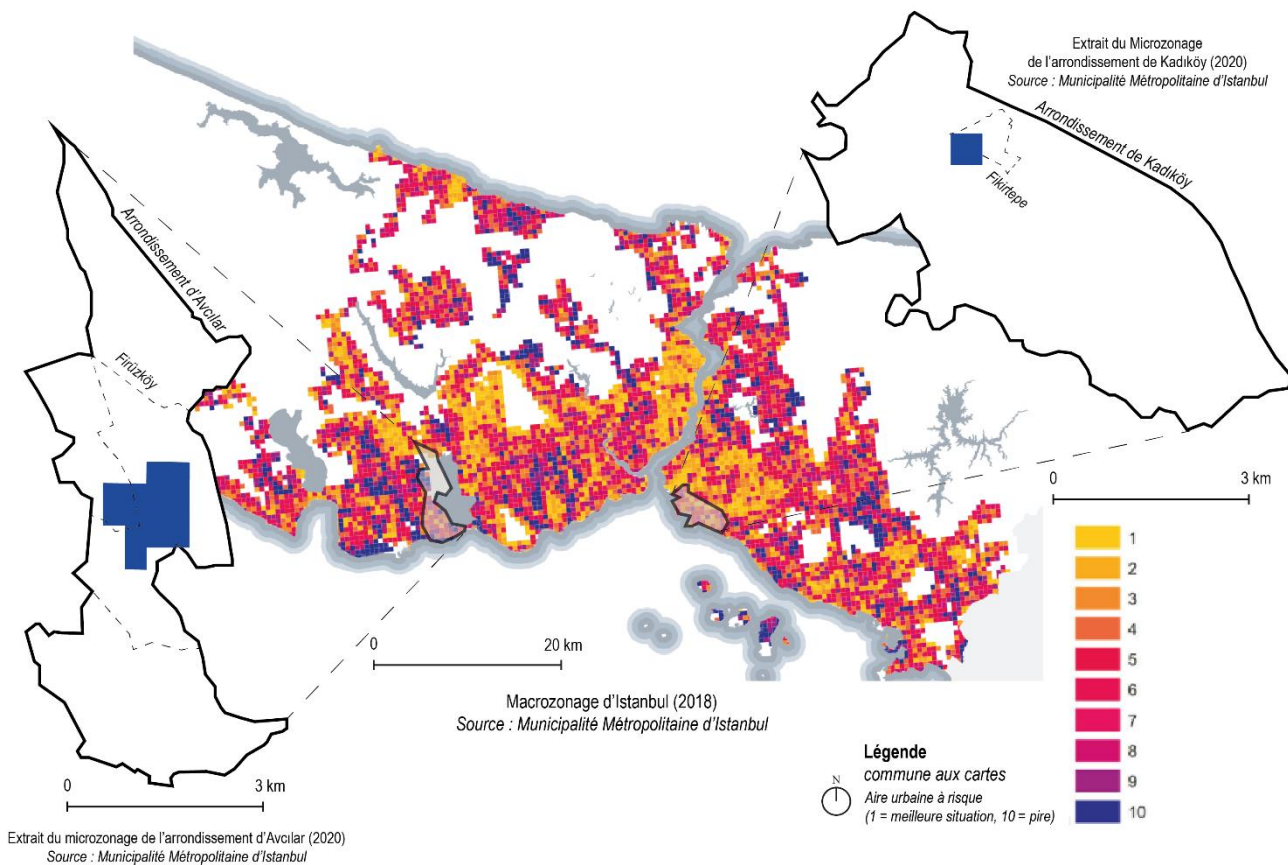


Figure 6 : localisation des quartiers avec extrait du microzonage à l'échelle des arrondissements

C'est le premier enjeu de la spatialisation des risques faisant suite à l'analyse faite pour les zonages précédents : les méthodes de représentations et la sémiologie utilisée dans les cartes constituent une première traduction du risque. Dans le cas du microzonage de 2018 pour Istanbul, on a une représentation graphique spécifique de la grille : c'est un cadrillage uniforme (carrés au 1:500) auquel on applique un code couleur selon une gamme de valeur représentant l'intensité du risque. Ce traitement géométrique de l'espace et de la spatialisation du risque en est une première traduction. On y trouve un gradient du jaune au violet (comme pour le macrozonage) indiquant les risques en zone urbaine (*Şehir alanı riski*). Le niveau 1 correspond à la situation « meilleure » (*en iyiz*) quand le niveau 10 correspond à la « pire » (*en kötüyü*) situation. Une première observation est qu'au microzonage originellement utilisé pour la gestion du risque sismique se substitue une gestion d'un risque urbain : on ne fait plus seulement référence au séisme mais aux risques endo-urbains.

¹¹ « Des reconfigurations successives par lesquelles se solidifie ou non un collectif » (November 2016)

L'application de ce code couleur rend plus complexe la compréhension du lecteur en effaçant les spécificités de chacun des risques pris en compte¹². Aussi, il élude la spécificité des territoires soumis à des risques particuliers, à des niveaux de risques plus ou moins élevés. On a ici une uniformisation de certains territoires au regard d'un risque, qui s'exprime au travers du code couleur. Prenons par exemple, dans le cadre du microzonage, le cas des quartiers de Fikirtepe et de Firüzköy (fig. 6)¹³. Le premier est situé au nord de l'arrondissement de Kadıköy sur la rive asiatique d'Istanbul, le second au centre de l'arrondissement d'Avçılar. Considérant le microzonage, tous deux sont en violet (niveau 10) et suggèrent un risque élevé. Or, les observations faites sur la table attributaire lors d'un entretien avec la municipalité d'Istanbul ont montré des composantes du risque très différentes qui sont liées aux spécificités des quartiers alors mêmes qu'ils sont tous deux soumis à un aléa fort¹⁴. En effet, dans le cas de Fikirtepe, le risque réside dans le fait que ce quartier est un quartier constitué de *gecekondu*¹⁵. Cette typologie d'habitat est fragile et demande à être renouvelé. Dans le cas de Firüzköy, c'est sa localisation en zone de talweg remblayée qui est à l'origine de sa vulnérabilité. En effet, les conditions géologiques meubles soumettent le site à des glissements de terrain importants. Dans les deux cas, la dénomination de « risque urbain » et sa traduction dans une sémiologie uniformisée efface les spécificités des territoires dans une approche multirisque.

3.2. Deuxième traduction : déclinaison du danger dans les règles de l'urbanisme

La loi 6306 exprime une déclinaison de la cartographie du risque dans les règles de l'urbanisme en encadrant la transformation urbaine au regard du risque sismique. Aussi dite « loi désastre »¹⁶, elle a pour effet d'accélérer les processus de transformation urbaine des espaces aménagés, au sens de *kentsel dönüşüm* (transformation urbaine) et non de *kentsel yenileme* (renouvellement urbain) en turc c'est-à-dire que le processus concret est la destruction – reconstruction de l'espace bâti. Les espaces de la transformation urbaine sont issus du microzonage. La nouveauté de cette loi par rapport aux précédentes est qu'elle permet à des institutions telles que TOKI¹⁷ (*Toplu Konut İdaresi Başkanlığı*), de définir elle-même les zones considérées comme risquées sans *à priori* s'appuyer sur le microzonage existant. Il y a là un dépassement du dispositif. En effet, d'autres actants non présents dans son processus de production ont la possibilité de donner une expertise du risque qui diffère de celle donnée par le dispositif. : « traduction devient trahison » (Callon 1986). Ce constat donne à voir certaines conséquences sur l'espace urbain :

“The results showed that the building construction has been undertaken within some of the most hazardous zones in several districts. This shows that the authorities of these districts did not take earthquake hazards and microzonation studies into consideration. On the contrary, the results suggest that some districts did decide on their construction areas by taking the hazards of earthquakes into consideration” (Karaman et Erden 2014).

En outre, les espaces “à risque” déterminés par la loi 6306 orientent les décisions d'aménagement, notamment en ce qui concerne la programmation des zones de rassemblement : “They send us the data which is 6306 rule, which area they put in risky areas. Also, we put our project because before seventeen, fifteen years ago we went to areas. After we decide if those areas should be sheltering areas” (entretien avec P4, Urbaniste, Municipalité Métropolitaine d'Istanbul, 11 février 2020)

Or, une des critiques faites à cette loi est qu'elle accentue le caractère spéculatif de l'urbanisme à Istanbul en stimulant les investissements via l'économie de la construction et en mettant de côté son caractère social. A cela s'ajoute des critiques concernant des expropriations abusives sous couvert du risque sismique (Gunay

¹² Rappelons que les variables de la table attributaire pour le microzonage, comme pour le macrozonage, sont les suivants : aléas naturels, conditions environnementales, qualité de vie, forme urbaine, séisme / glissement de terrain / inondations, caractéristiques socio-économiques, transports et infrastructures sociales.

¹³ Pour des raisons de confidentialité, seule une partie du microzonage a pu être retraduit ici.

¹⁴ D'après le rapport du Master plan pour le renouvellement urbain d'Istanbul de 2018.

¹⁵ Voir note 4.

¹⁶ « Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi » : transformation des zones exposées au risque de catastrophe ou « Afet Yasası », loi désastre.

¹⁷ L'administration du développement du logement social

2018) dont certains quartiers en ayant faits les frais sont devenus emblématiques : Fikirtepe (Gourain 2018), Sulukule (Karaman 2014) ou encore Gaziosmanpaşa (Durmaz 2015).

3.3. Troisième traduction : quelles traces du risque dans l'urbain produit ?



Dans le cas de Fikirtepe, le quartier au nord de l'arrondissement (*İlçe*) de Kadıköy est considéré par la JICA comme une zone de premier degré de risque. Ce quartier a été construit sur le modèle des *gecekondu*s dans les années 1950, habitat dégradé et vulnérable, justifiant, selon la municipalité d'Istanbul, « l'urgence » d'opération de transformations urbaines enclenchées en 2010 sur une zone de 13,2 km². Ces opérations sont facilitées par la déclaration, le 23 janvier 2015, du quartier en « zone à risque » selon la loi 6306 par le ministère de l'urbanisme et de l'environnement (*Türkiye Cumhuriyeti çevre ve şehircilik bakanlığı*). Une des critiques faites envers ces opérations de transformation urbaine concerne les nombreuses expropriations légitimées par la loi 6306 qui ont eu lieu sans compensation ni dédommagement pour les habitants si ceux-ci ne trouvaient pas d'accords (*Türkiye Cumhuriyeti çevre ve şehircilik bakanlığı* 2015). D'autres questions se posent également vis-à-vis de la nouvelle forme urbaine du quartier : à la typologie de maison se substituent de hautes tours (fig. 7), des hôtels et des centres commerciaux.

Figure 7 : Contraste des typologies d'habitat à Fikirtepe (Gourain, 2018)

L'encadrement du risque sismique par les règles de l'urbanisme conduit-il donc à son effacement ? Des entretiens menés avec les habitants du quartier en 2018 ont montré l'apparition de nouveaux risques : sociaux (expropriations), économiques (spéculations sur les nouvelles constructions), politiques (protestations de la part des habitants vis-à-vis des opérations de transformation urbaine). De plus, l'identification du risque sismique dans le quartier a participé à associer Fikirtepe à une certaine conception du danger : « *il y avait une maison. Voilà, maintenant ce n'est plus que de la pierre. [...] Ils construisent à cause du séisme [...] quand il y aura un séisme je m'en irais autre part car tout sera détruit* » (entretien avec P5, habitant de Fikirtepe, 12/04/18). Comme le rappelle November : « une des manifestations de la complexité des risques est leur résistance aux politiques d'aménagement réalisées pour les minimiser et aux mesures de gestion publique pour les gérer » (November, 2006). Le risque « résiste » en se traduisant sous d'autres aspects dans l'espace urbain, l'exemple de Fikirtepe en est un témoignage.

Conclusion : pistes de réflexion sur la territorialisation du risque : une composante de la production de la ville

Nous l'avons vu, l'analyse du microzonage comme dispositif sociotechnique montre que celui-ci, en fédérant différentes formes d'objectivations du risque, provenant de champs très divers (urbanisme, ingénierie, géomatique, géophysique, sociologie, économie, politique), constitue un premier encadrement spatialisé du risque. Bien que le risque sismique ait été l'entrée de cette recherche, force est de constater qu'il s'intègre dans un champ et des acceptations plus générale *du* risque. Ceci fait intervenir humains et non-humains. En nous appuyant sur le travail de November, on peut d'ailleurs parler de territorialisation du risque puisque les objectivations analysées tout au long de cet article traversent plusieurs échelles (métropolitaine au local) et plusieurs dimensions (sociales, économiques, politiques, techniques). La gestion du risque est

territorialisée : « la gestion territorialisée confère à un espace géographique donné une ou plusieurs caractéristiques qui le transforment en territoire. » (Reghezza-Zitt 2015b).

Quid de la production de la ville ? L'intéressement développé par le dispositif du microzonage a donné à voir une partie du mécanisme de la production de la ville par traductions successives et déclinaison dans des règles qui encadrent la production de l'urbain : c'était le cas pour la loi 6306. Les diverses traductions à l'œuvre de l'élaboration du dispositif de microzonage parasismique et son utilisation (lui faisant subir de nouvelles traductions) conduisent à transformer l'objet « risque » par les actants qui l'objectivent. Doit-on toujours parler *du* risque sismique pour évaluer la production de la ville en lien avec sa gestion *du* risque ? Successivement, le risque sismique est encadré dans des normes puis compris avec d'autres risques pour être retraduit dans d'autres dispositifs ayant des effets plus directs sur la production de la ville. Il faudrait, pour comprendre les effets et l'ampleur de ses traductions dans l'urbain « produit », confronter les objectivations du risque analysées plus haut avec d'autres formes d'objectivations provenant de celles et ceux qui « vivent avec » les risques, à l'échelon local.

Bibliographie

- Agamben, G., 2014, *Qu'est-ce qu'un dispositif ?* Paris, Editions Payot et Rivages.
- Akrich, M., 1987, « Comment décrire les objets techniques ? », *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, n° 9 (septembre).
- Ansal, A., et Slejko, D., 2001, « The Long and Winding Road from Earthquakes to Damage », *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 21 (5): 369-75.
- Augendre, M., 2012, « Un modèle géographique de la catastrophe ». *Ebisu*, n° 47 (juin): 27-38.
- Balamir, M., 2004. « Urban seismic risk management: the earthquake master plan of Istanbul (EMPI) ». In *Proceedings of the 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, BC, Canada*.
- Belvaux, M., Didier B., et Aude N., 2015, « Exploitation des microzonages sismiques pour leur transcription en PPR sismiques aux Antilles françaises ». In . <https://hal-brgm.archivesouvertes.fr/hal-01227962>.
- Callon, M., 1986, « Eléments pour une sociologie de la traduction », *L'année sociologique*, 36: 40.
- Callon, M., et Law, J., 1997. *L'irruption des non-humains dans les sciences humaines : quelques leçons tirées de la sociologie des sciences et des techniques. Les limites de la rationalité, Tome 2, La Découverte*.
- Cartier, S., 2007, « Microzonages sismiques dans les vallées alpines et déclinaison locale des règles d'urbanisme ». *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine*, n° 95-2 (juin): 51-60.
- Chateauraynaud, F., 2008, « Les figures de l'incertitude dans les controverses publiques autour des risques collectifs ». Présenté à Séminaire RISCO, Toulouse.
- Dikmen, S. Ü., et Tanırcan, G., 2018, « Site Amplification and Resonance Frequency in the Urban Environment ». *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 105 (février): 160-70.
- Durmaz, N., 2015, « Transformation urbaine par la loi «désastre» et réactions habitantes à Tozkoparan et Sarıgöl (Istanbul) ». *Les Cahiers d'EMAM. Études sur le Monde Arabe et la Méditerranée*, n° 27. <http://emam.revues.org/1170>.
- Foucault, Michel. 2008. *Surveiller et punir: naissance de la prison*. Collection TEL. Paris: Gallimard.
- Gourain, Y., 2018. « Interroger la résilience de l'échelon local vis-à-vis du risque sismique à Istanbul ». Mémoire de Master 2 en urbanisme et aménagement. Lyon : Université Lumière Lyon 2.
- Gralepois, M., 2008, « Les risques collectifs dans les agglomérations françaises. Contours et limites d'une approche territoriale à travers le parcours des agents administratifs locaux ». Paris-Est.
- Gueben-Veniere, S., 2019, « Il est temps de cartographier les crises ». Working Paper du LATTS, 17.
- Gunay, Z., 2018, « A Critical Appraisal on Turkey's Neoliberal Quest of Urban Renewal in Historic Urban Landscapes ». In *Living Under the Threat of Earthquakes*, édité par Jörn H. Kruhl, Rameshwar Adhikari, et Uwe E. Dorka, 129-41. Springer Natural Hazards. Cham: Springer International Publishing.
- Istanbul Büyükşehir Belediyesi. 2003. « Earthquake Master Plan for Istanbul ». Istanbul. 569p.

- Istanbul Metropolitan Municipality. 2018. « European Cities in Focus. Istanbul ». PowerPoint présenté à Resilient Cities 2018, Istanbul.
- Japan International Cooperation Agency, Istanbul Metropolitan Municipality. 2002. « The study on a disaster prevention / mitigation Basic Plan in Istanbul including Seismic Microzonation in the Republic of Turkey. Final Report. »
- Karaman, H., et Turan E., 2014, « Net Earthquake Hazard and Elements at Risk (NEaR) Map Creation for City of Istanbul via Spatial Multi-Criteria Decision Analysis ». *Natural Hazards* 73 (2): 685-709. Karaman, O., 2014, « Resisting Urban Renewal in Istanbul ». *Urban Geography* 35 (2): 290-310.
- Kundak, S., 2004, « Economic loss estimation for earthquake hazard in Istanbul », 44th European Congress of the European Regional Science Association. Regions and Fiscal Federalism, Porto. ———. 2017. « Radix for Resilience », 16. *Journal of Resilience* 1(1), (55-69)
- Kundak, S., et Türkoğlu, H., 2007, « Evaluation of Earthquake Risk Parameters in the Historical Site of Istanbul ». *ARI (The Bulletin of the Istanbul Technical University)* 55 (1): 53–66.
- Kundak, S., et Handan, T., 2005, « Assessment of seismic risk in Istanbul », 45th European Congress of the European Regional Science Association. Land Use and Water Management in a Sustainable Network Society, 23-27 August 2005, Amsterdam, Netherlands
- Kundak, S., Türkoğlu, H., et Ilki, A., 2014, « Risk perception in Istanbul: An earthquake-prone city ». *ITU A—Z* 11 (1): 117–137.
- Lacoste, Y., 2014, *La géographie, ça sert, d'abord, à faire la guerre*. Éd. augm. La découverte poche Essais 399. Paris: Éd. La Découverte.
- Lascombes, P., 2007, « Gouverner par les cartes ». *Genèses* n° 68 (3): 2-3.
- Latour, Bruno. 1991. *Nous n'avons jamais été modernes: essai d'anthropologie symétrique*. Collection L'Armillaire. Paris: Editions La Découverte.
- Martinais, E., 2007, « La cartographie au service de l'action publique. » *EspacesTemps.net Revue électronique des sciences humaines et sociales.*, novembre.
- November, V., 2002. *Les territoires du risque: le risque comme objet de réflexion géographique*. Bern ; New York: P. Lang.
- . 2006. « Le risque comme objet géographique », *Cahier de géographie du Québec*, Volume 50 (141), 289–296.
- . 2012. « Comment favoriser l'équité territoriale face aux risques ? », *Métropolitique*, , mai, 5.
- . 2016. « Que signifie `` cartographier les risques ' ' dans une société du risque? » *Working paper L'ATTS*, 14.
- Ozcep, Ferhat. 2010. « Seismic Microzonation Studies In Sisli, Istanbul, Turke ». *Arabian Journal for science and engineering*, 36 (1), p.75-87.
- Parsons, T., 2000, « Heightened Odds of Large Earthquakes Near Istanbul: An Interaction-Based Probability Calculation ». *Science* 288 (5466): 661-65.
- Pérouse, J-F., 2004, « Deconstructing the Gecekondu ». *European Journal of Turkish Studies. Social Sciences on Contemporary Turkey*, n°1.
- Pérouse, J-F, et Deli, F., 1999, *Le séisme de Yalova-İzmit-İstanbul: Premiers éléments d'information et d'appréciation*. Institut français d'études anatoliennes.
- Reghezza-Zitt, M., 2015, « Territorialiser ou ne pas territorialiser le risque et l'incertitude. La gestion territorialisée à l'épreuve du risque d'inondation en Île-de-France. » *L'Espace Politique. Revue en ligne de géographie politique et de géopolitique*, n° 26 (juillet).
- Revet, S., 2019. « 4. Le monde international des catastrophes : des expertises et des cadrages en compétition ». In *La mondialisation des risques : Une histoire politique et transnationale des risques sanitaires et environnementaux*, édité par Soraya Boudia et Emmanuel Henry, 77-89. Res publica. Rennes: Presses universitaires de Rennes.
- Türkiye Cumhuriyeti çevre ve şehirlik bakanlığı. 2015. « 6306 sayılı Kanun kapsamında Riskli alan olarak ilan edilen İstanbul İli, Kadıköy İlçesi Fikirtepe ve Dumlupınar, Eğitim ve Merdivenköy Mahallelerinde yapılan uygulamalar ile ilgili Duyuru ». 2015.
- Unen, H. C., et Coskun, M., Z., 2008.,« Ground-Motion Modeling for Istanbul Using Geographical Information Systems ». *Journal of Earthquake Engineering* 12 (sup2): 257-64.
- Winter, C., 2019, « Istanbul Unprepared for next Big Deadly Earthquake, Say Experts | DW | 18.08.2019 ». DW.COM. 2019. <https://www.dw.com/en/istanbul-unprepared-for-next-big-deadly-earthquake-say-experts/a-50070162>.