

# *Scénario sismique sur la ville de Nice*

## *Note de synthèse*

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service public du BRGM 98H451

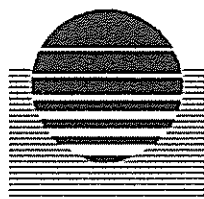
décembre 1999  
R 40 962

# *Scénario sismique sur la ville de Nice*

## *Note de synthèse*

R. Martin, C. Arnal, M. Imbault

décembre 1999  
R 40962



**BRGM**  
L'ENTREPRISE AU SERVICE DE LA TERRE

Mots clés : Nice, Scénario de risque, vulnérabilité, enjeux, dommage, séisme.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

R. Martin, C. Arnal, M. Imbault (1999) – Scénario sismique sur la ville de Nice : rapport de synthèse. Rap. BRGM R40962, 24 p.

© BRGM, 1999, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## **Sommaire**

1.	Introduction.....	4
2.	Evénement sismique sélectionné .....	5
3.	Méthode .....	6
4.	Dommages physiques .....	8
5.	Préjudices subis par les populations .....	12
6.	Dommages socio-fonctionnels.....	16
7.	Effets financiers et économiques .....	17
8.	Extension des résultats au département des Alpes-Maritimes.....	19
9.	Bibliographie .....	21
10.	Liste des figures .....	22
11.	Liste des tableaux .....	23
12.	Liste des annexes .....	24

## 1. Introduction

Ce travail de recherche sur l'élaboration d'un scénario sismique en milieu urbain a été financé conjointement par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et les fonds propres du BRGM. Il a été mené dans le cadre de l'opération GEMITIS engagée sous l'égide du Comité français de la DIPCN (Décennie internationale pour la prévention des catastrophes naturelles). L'étude des conséquences d'un séisme à Nice, au travers d'un scénario sismique prospectif, s'est appuyée sur les travaux d'évaluation de l'aléa sismique, d'analyse du système urbain et d'identification et de hiérarchisation des enjeux qui ont fait l'objet de précédents modules.

La démarche GEMITIS a pour objet l'appropriation de la prévention du risque par les responsables de la gestion de crise, de l'aménagement urbain et de la construction. Pour cela, les résultats du scénario sismique sont présentés aux autorités puis aux acteurs techniques concernés afin qu'ils élaborent une politique globale de prévention et de gestion des risques. Cette politique est la base indispensable pour le développement durable de la ville.

Deux séries d'actions préventives sont programmées :

- sous la responsabilité du maire pour la réduction de la vulnérabilité du système urbain (plans de prévention sectoriels et globaux),
- sous la responsabilité du préfet pour la préparation à la gestion de crise (plans d'urgence et de secours spécialisés) pouvant être générée par des séismes possibles.

Pour être efficaces, ces plans d'actions préventives doivent intégrer dans un cadre de concertation ouverte tous les acteurs concernés et déboucher sur une information correcte de la population.

Dans cet objectif, le travail effectué a consisté à réaliser un scénario de risque sismique de premier niveau<sup>1</sup>, en s'appuyant sur les fonctionnalités des SIG (gestion de données, croisement et intersection d'informations). Pour cela le BRGM a construit un SIG (Système d'Information Géographique) lors des différentes étapes qu'ont été l'évaluation des aléas (1997), la caractérisation du système urbain et de ses principaux enjeux (1998), l'analyse de vulnérabilité des principaux enjeux (1998). Par la suite, le choix d'un événement sismique de référence a permis de bâtir des scénarios sismiques de premier niveau, à l'aide des outils du SIG (croisement topologique et intersection). Ainsi, les principales conséquences d'un événement sismique sur le bâti, les personnes, les fonctions et l'économie de la ville et de son environnement ont pu être approchées. Elles sont représentées cartographiquement afin d'apporter des documents de travail aux responsables de la gestion de crise, du développement urbain et des services publics.

---

<sup>1</sup> Approche globale des données et examen des seuls effets directs (impact physique) immédiats. On ne tient pas compte des effets induits éventuels (liquéfaction des sols, incendies, explosions, etc.)

## **2. Événement sismique sélectionné**

En accord avec le CETE Méditerranée, l'IRIGM et d'autres spécialistes, l'événement sismique retenu est le résultat d'une approche déterministe. Il s'agit d'un séisme de type Ligure tel qu'observé le 23 février 1887, considéré comme « peu destructeur » (intensités de VII, VIII et exceptionnellement IX)<sup>2</sup>. Ce séisme a été retenu avec une magnitude de 6.3 et est situé à 30 km au sud de la ville de Nice, en mer (intensité épiscopale de IX).

Deux scénarios ont été développés selon que l'événement a lieu de nuit, à 3 heures ou de jour, à 11 heures du matin. Il n'y a pas de répliques.

---

<sup>2</sup> voir annexe 1 : échelle d'intensités macrosismiques.

### 3. Méthode

Une première étape a consisté à évaluer les dommages immédiats au milieu construit, la figure 1 présente sous forme d'organigramme les opérations réalisées à partir du SIG.

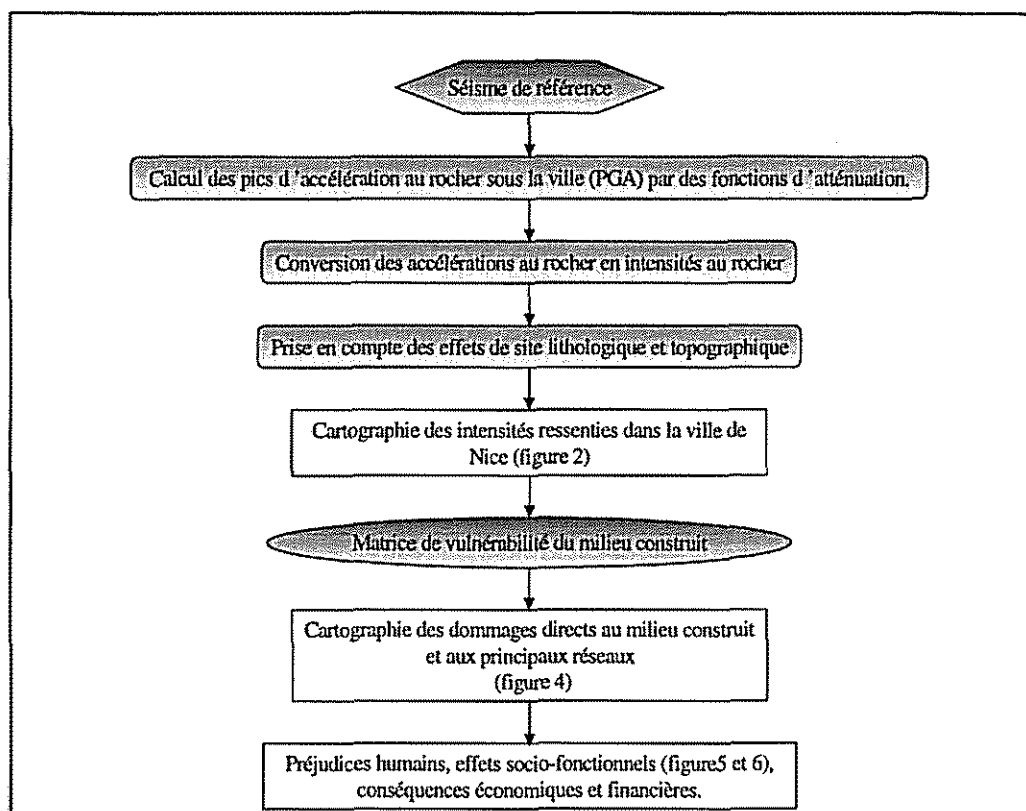


Figure 1 : Méthodologie de cartographie des dommages directs et de leur impact socio-économique pour le séisme de référence.

Seuls les bâtiments de classe D communaux et les bâtiments de classe B<sup>3</sup> ont été étudiés. L'évaluation des dommages aux réseaux a été faite sur des bases statistiques et les méthodes américaines du document développé par la Federal Emergency Management Agency, le HAZUS 97 (HAZard US). Des travaux complémentaires sur le bâti sont en cours de réalisation par le CETE de Nice dans le cadre d'un programme réalisé pour le ministère de l'équipement (Programme GEP).

<sup>3</sup> Voir annexe 2 : définition des classes de bâtiments proposée par la réglementation.

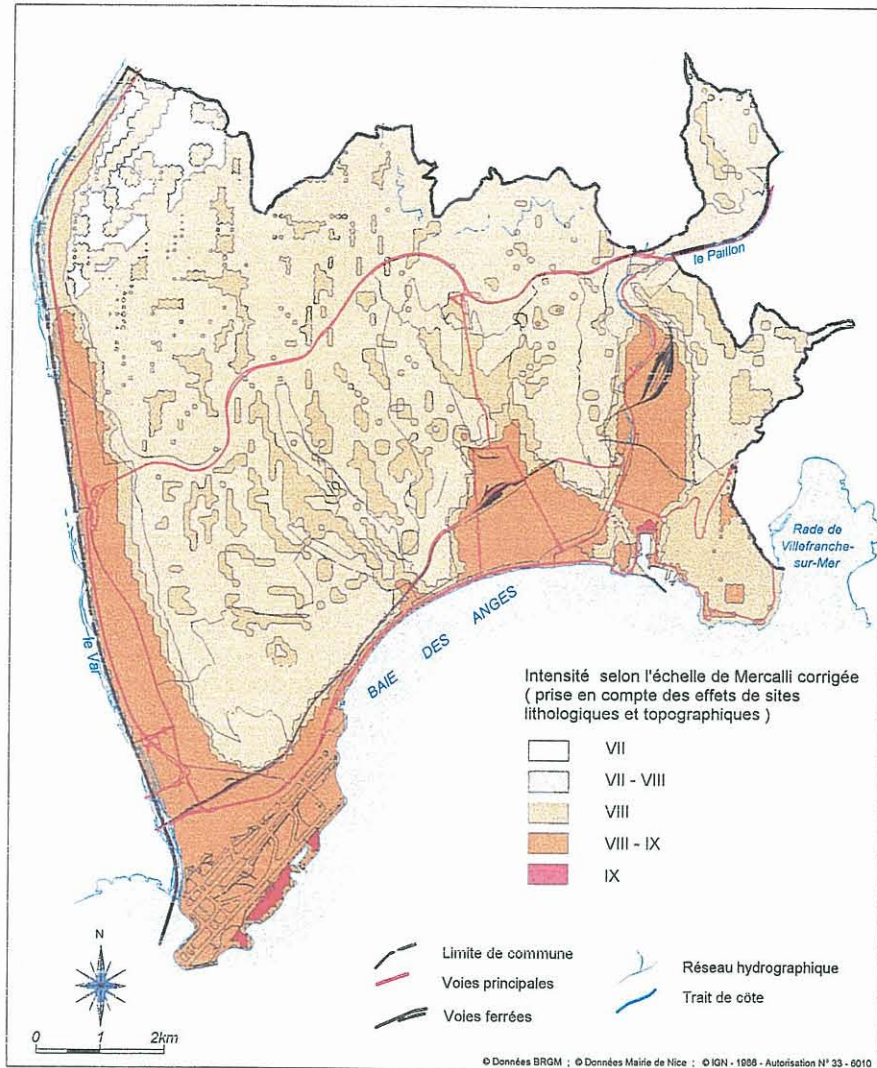


Figure 2 : Carte des intensités sur la ville de Nice pour le séisme de référence.

L'évaluation des préjudices humains est réalisée à partir de données statistiques de corrélation « dommages au bâti/dommages humains » issues des méthodes du HAZUS.

L'évaluation des dommages socio-fonctionnels s'appuie sur l'analyse en retour d'événements sismiques tels que Colfiorito (séisme d'Ombrie, Italie), Kobe (Japon), Loma Prieta et Northridge (Californie).

Les évaluations économiques et financières reflètent les conséquences des dommages identifiés.



## 4. Dommages physiques

La vulnérabilité des bâtiments de classe D communaux, est estimée selon une démarche d'expert (examen visuel, approche qualitative et étude des plans lorsqu'ils sont disponibles).

Pour la vulnérabilité des bâtiments de classe B (habitations courantes), une approche typologique et statistique a été utilisée :

- le bâti a été classé selon 9 types facilement identifiables, (tableau 1)
- des secteurs urbains présentant un tissu homogène ont été délimités (voir figure 3),
- la répartition des types de bâti dans chaque secteur urbain de tissu homogène a été caractérisée (échantillons représentatifs).

<i>Type de Bâti</i>	<i>Description succincte</i>
<b>T1</b>	Bâtiments collectifs anciens réalisés en maçonnerie qui correspondent au bâtiment type niçois construit entre 1880 et 1940.
<b>T2</b>	Bâtiments collectifs très anciens en maçonnerie qui ont été bâtis avant 1880.
<b>T3</b>	Bâtiment collectif en béton armé réalisé après la guerre jusqu'en 1969.
<b>T4</b>	Bâtiments collectifs réalisés depuis 1969.
<b>PN</b>	Logements individuels anciens réalisés en maçonnerie.
<b>PA</b>	Logements individuels récents associant la maçonnerie et le béton armé
<b>E1</b>	Entrepôts, ateliers et locaux industriels en maçonnerie et toiture avec charpente bois, béton ou métal.
<b>E3</b>	Entrepôts, ateliers et locaux industriels en béton armé avec un système porteur constitué de poteaux poutre ou portique béton.
<b>E4</b>	Entrepôts, ateliers et locaux industriels récents, avec une structure en général en acier et une peau en bardages métalliques

Tableau 1 : Définition de la typologie du bâti niçois par 9 classes de bâtiments.

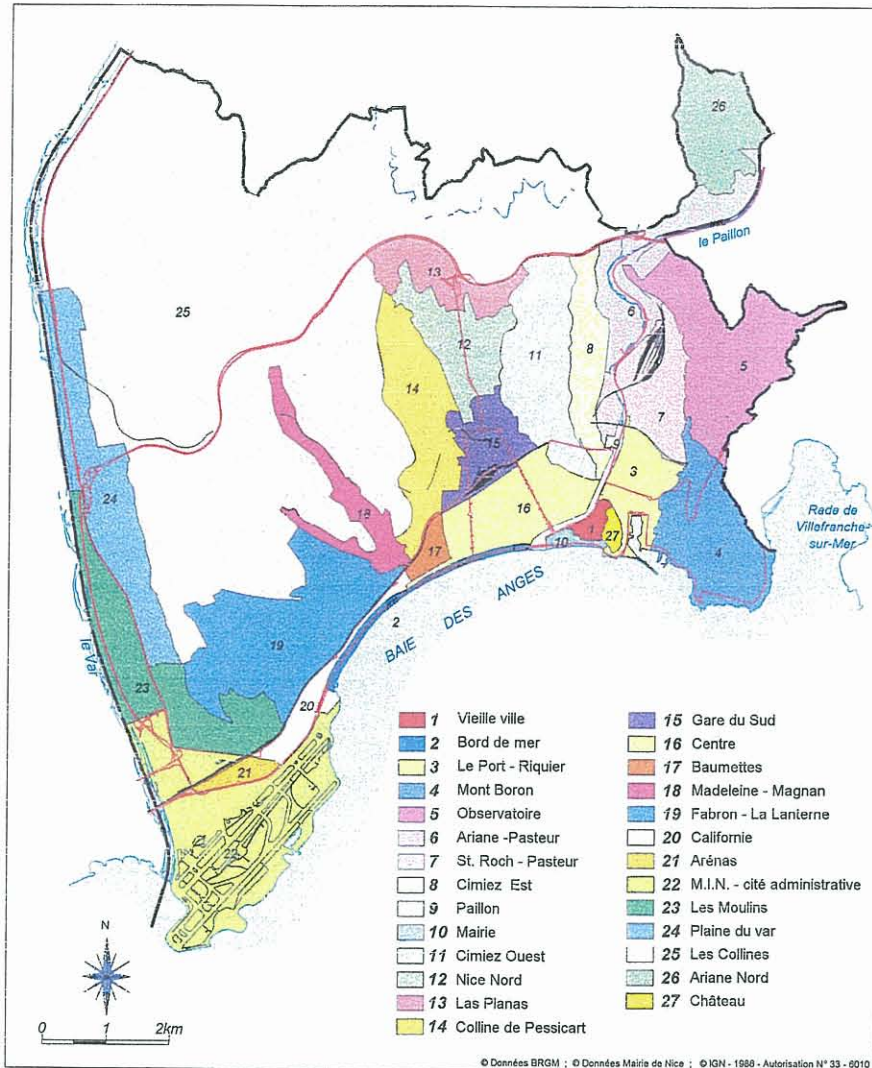


Figure 3 : secteur de bâti homogène de la ville de Nice

Une courbe de vulnérabilité est utilisée pour chaque type de bâti et en fonction du secteur de bâti, sur les bases de celles définies dans le Cahier du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie. (Grünthal (1998) - EMS 1998, vol. 15)

Les résultats montrent que les dommages aux habitations de classe B, sont nombreux, mais généralement modérés (pas d'effondrements pour les échantillons d'habitat moyen représentatifs) (les dommages aux différents types d'habitations collectives sont présentés en figure 4).

Les résultats obtenus sont en accord avec ceux d'études plus ponctuelles réalisées sur certains quartiers de Nice. Cependant il s'agit d'une approche qualitative et moyenne, qui ne tient pas compte de fragilités particulières de certains bâtiments (écart par rapport aux caractéristiques de l'habitat moyen). Les effondrements susceptibles de se produire pour ces bâtiments fragiles, n'entraîneront pas une grosse erreur dans l'évaluation des dommages directs au milieu construit, mais peuvent avoir un impact fort sur les effets sur les populations dont le nombre de morts est essentiellement lié aux effondrements.

Pour les bâtiments de classe D, les dégâts peuvent être graves ponctuellement.

Les dommages notables aux réseaux sont les suivants :

- Réseau d'eau : les captages des Sagnes et des Prairies se situent dans des zones d'intensité VIII-IX. Des dommages non négligeables sont à prévoir. Sur le réseau, l'approche statistique prévoit de 400 à 500 réparations.
- Réseau EDF : les postes haute et moyenne tension sont situés en zone d'intensité VIII à VIII-IX. La probabilité que des postes soient endommagés est forte. Enfin, l'approche statistique conduit à des ruptures sur 4 à 12% des circuits de la ville.
- Réseau GDF : plus du tiers des postes d'alimentation sont en zone d'intensité VIII-IX. Près de 40 ruptures sur le réseau de fonte non ductile et une dizaine sur le réseau de fonte ductile sont prévisibles.
- Télécommunications : tous les centraux téléphoniques sauf un sont situés en zone d'intensité VIII à VIII-IX. Leur vulnérabilité n'est pas connue.

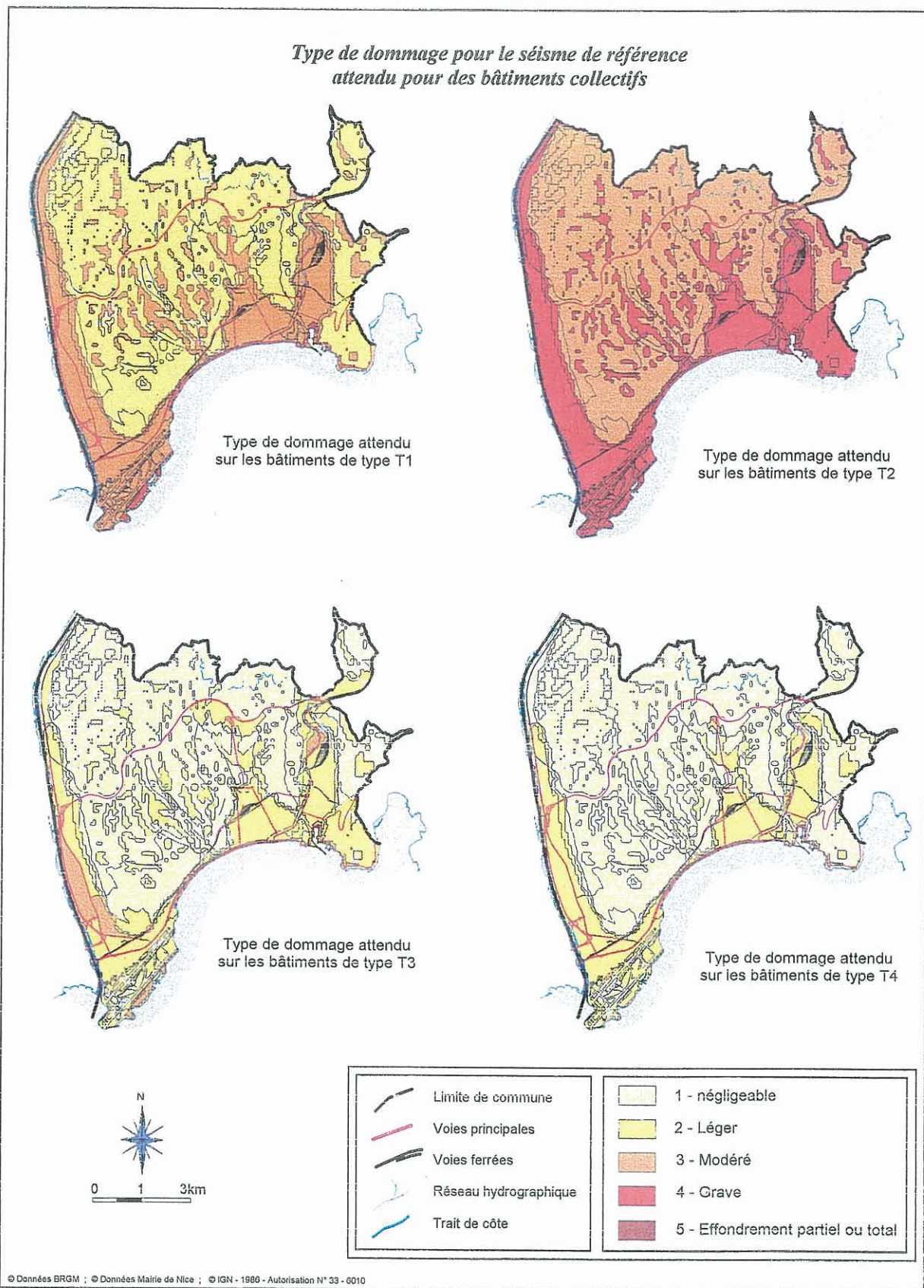


Figure 4 : Type de dommage pour le séisme de référence attendu pour les bâtiments collectifs.

## 5. Préjudices subis par les populations

Les préjudices aux populations ont été évalués à partir des dommages au bâti sur la base de corrélations statistiques, tirées de la méthode américaine « Hazus » et des données italiennes récentes.

Le calcul des dommages au bâti conclut à une absence d'effondrement sur l'échantillon représentatif moyen. En ce cas, les préjudices humains sont relativement faibles la nuit (scénario à 3 heures du matin). Ils sont toutefois sensiblement plus élevés de jour (scénario à 11 heures du matin), du fait de la chute d'éléments extérieurs sur les personnes présentes dans la rue.

Les préjudices humains possibles sur cette base moyenne sont les suivants (voir aussi figure 5 et 6 pages suivantes) :

	Scénario de nuit (3 heures)	Scénario de jour (11 heures)
Personnes sans abri	20 000 à 60 000	20 000 à 60 000
Blessés légers		
Ne nécessitant pas d'hospitalisation	2 000 à 3 500	1 500 à 3 000
Nécessitant une hospitalisation	200 à 400	100 à 200
Morts et Blessés graves	Une quinzaine de personnes maximum	30 à 80 personnes dont une forte partie victime de la chute d'éléments de façade

Tableau 2 : dommages sur la population de la ville de Nice selon l'heure d'occurrence du séisme de référence (pour un échantillon de bâti moyen : les bâtiments atypiques ou de fragilité exceptionnelle ne sont pas pris en compte à ce stade).

Ces résultats sont représentatifs dans les conditions retenues qui supposent :

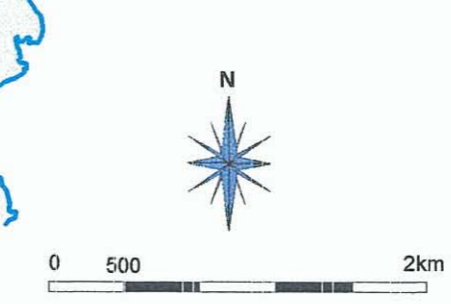
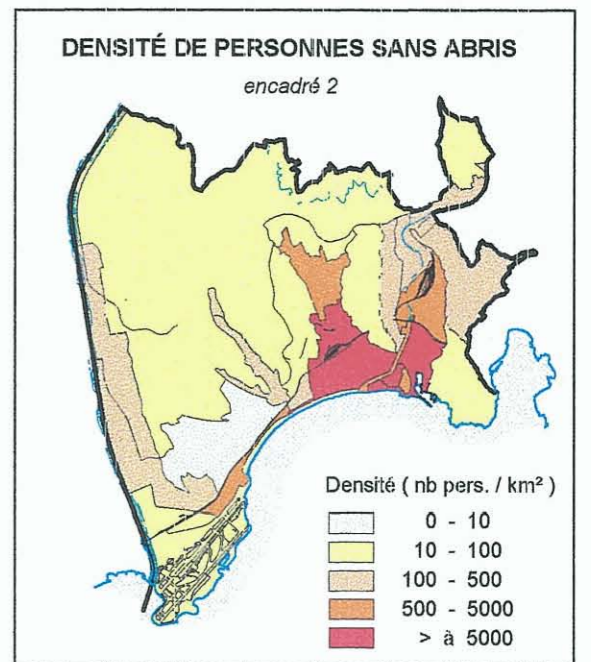
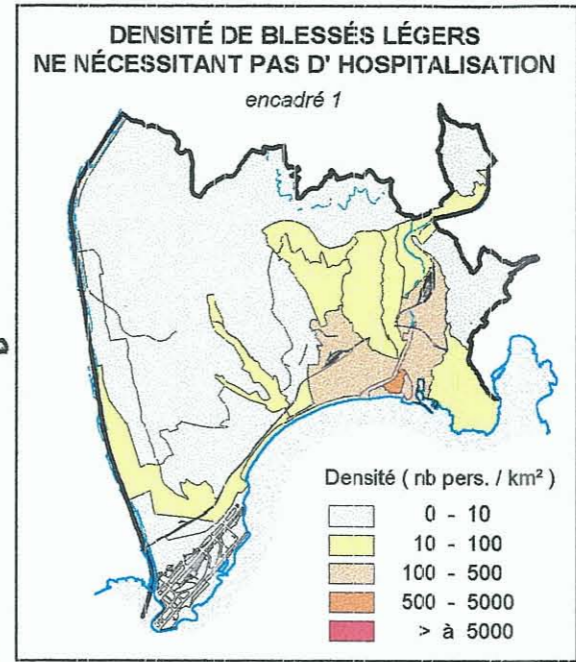
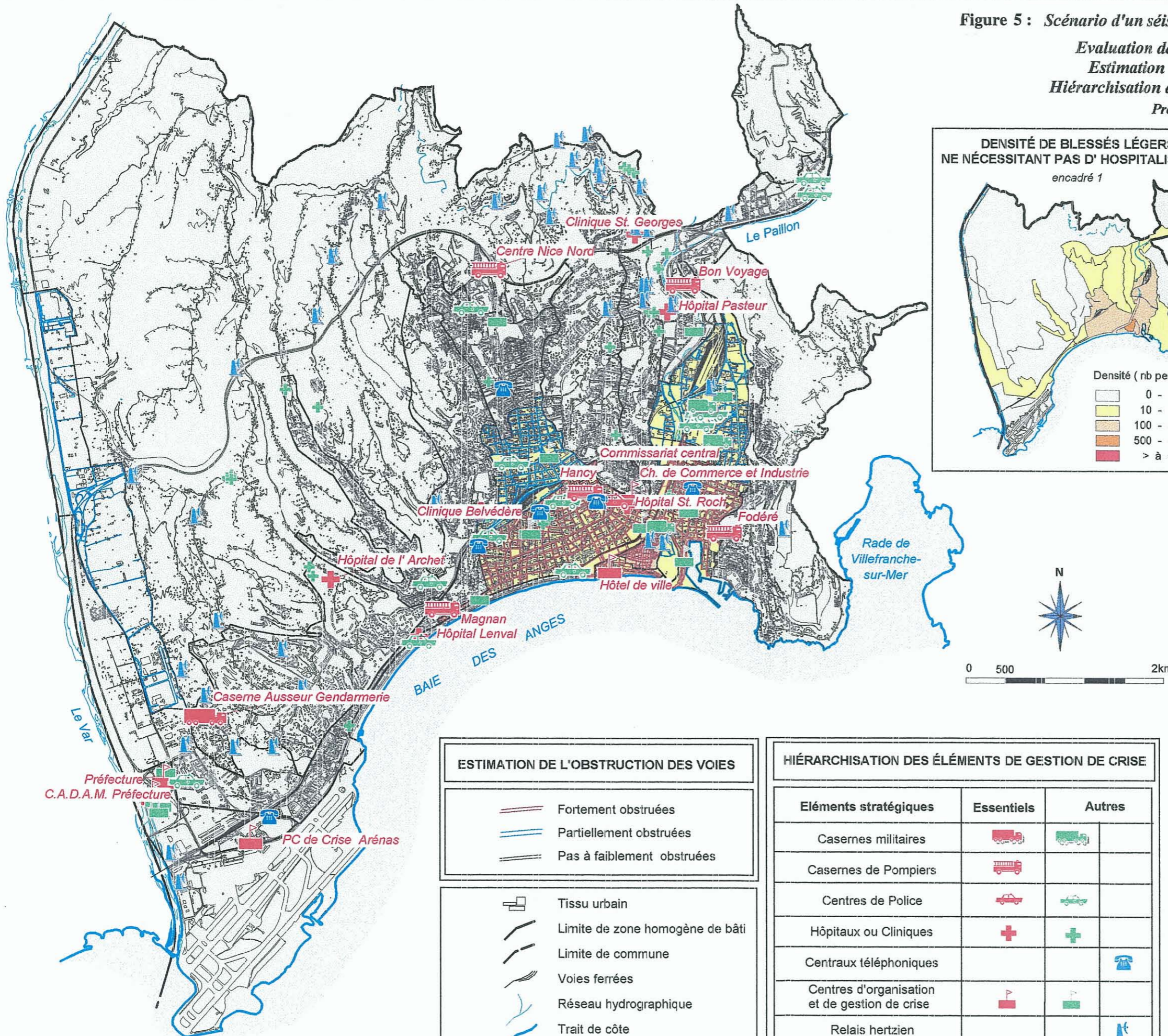
- qu'il n'y a pas d'effondrements.

Ceux-ci ne peuvent pourtant pas être exclus, dans la mesure où des bâtiments atypiques existent. En ce cas, le nombre de morts peut augmenter considérablement. Si quelques bâtiments collectifs s'effondraient sur la ville de Nice, la marge d'erreur concernant le nombre de victime deviendrait très forte : l'effondrement d'un seul bâtiment collectif peut provoquer un nombre de mort conséquent, qui changent considérablement les résultats. Ceux-ci sont donc représentés sous forme de fourchette d'incertitude.

De plus, les hypothèses d'événement sismique ne considèrent pas l'éventualité de répliques. Celles-ci sont pourtant susceptibles de se produire et d'aggraver l'état d'endommagement du bâti. En ce cas les conséquences du séisme seraient à revoir.

Figure 5 : Scénario d'un séisme de nuit à Nice (à 3 heures)

Evaluation des préjudices aux personnes  
 Estimation de l'obstruction des voies  
 Hiérarchisation des éléments de gestion de crise  
 Projet GEMITIS Nice



**ESTIMATION DE L'OBSTRUCTION DES VOIES**

- Fortement obstruées
- Partiellement obstruées
- Pas à faiblement obstruées

Tissu urbain  
 Limite de zone homogène de bâti  
 Limite de commune  
 Voies ferrées  
 Réseau hydrographique  
 Trait de côte

**HIÉRARCHISATION DES ÉLÉMENTS DE GESTION DE CRISE**

Éléments stratégiques	Essentiels	Autres
Casernes militaires		
Casernes de Pompiers		
Centres de Police		
Hôpitaux ou Cliniques		
Centraux téléphoniques		
Centres d'organisation et de gestion de crise		
Relais hertzien		

**ESTIMATION DES PRÉJUDICES HUMAINS**

**Blessés légers nécessitant une hospitalisation**

Densité (nb pers. / km<sup>2</sup>)

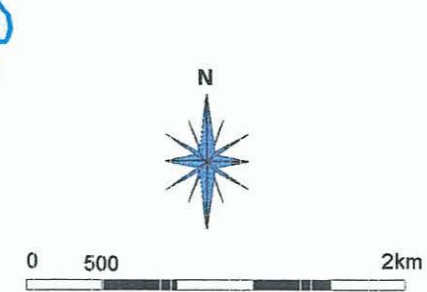
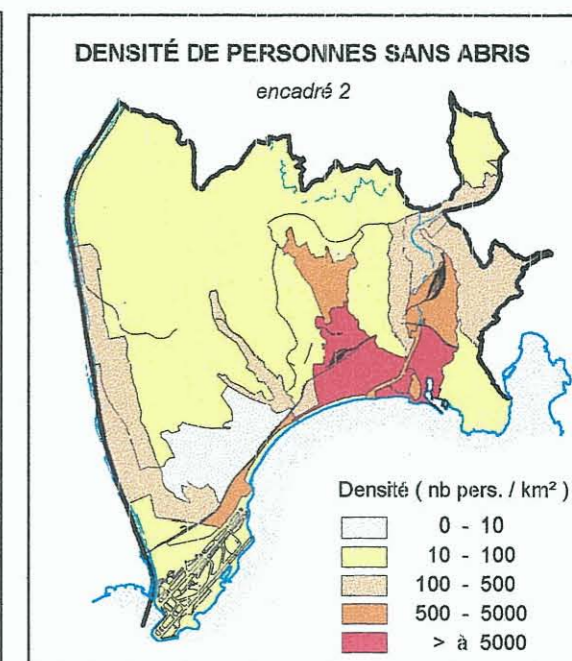
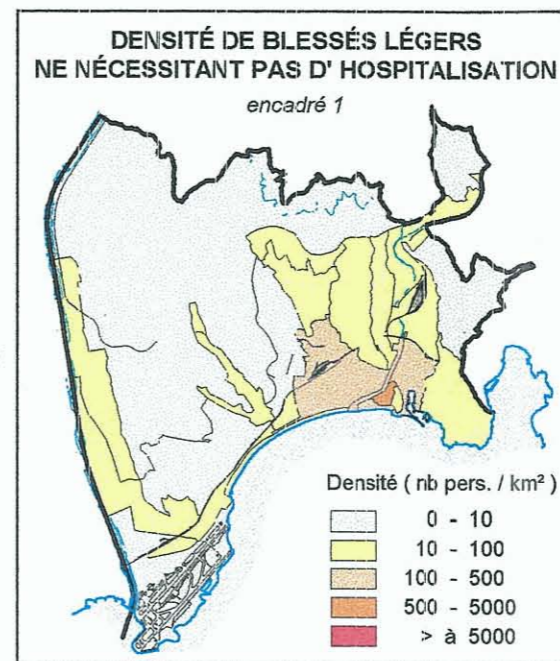
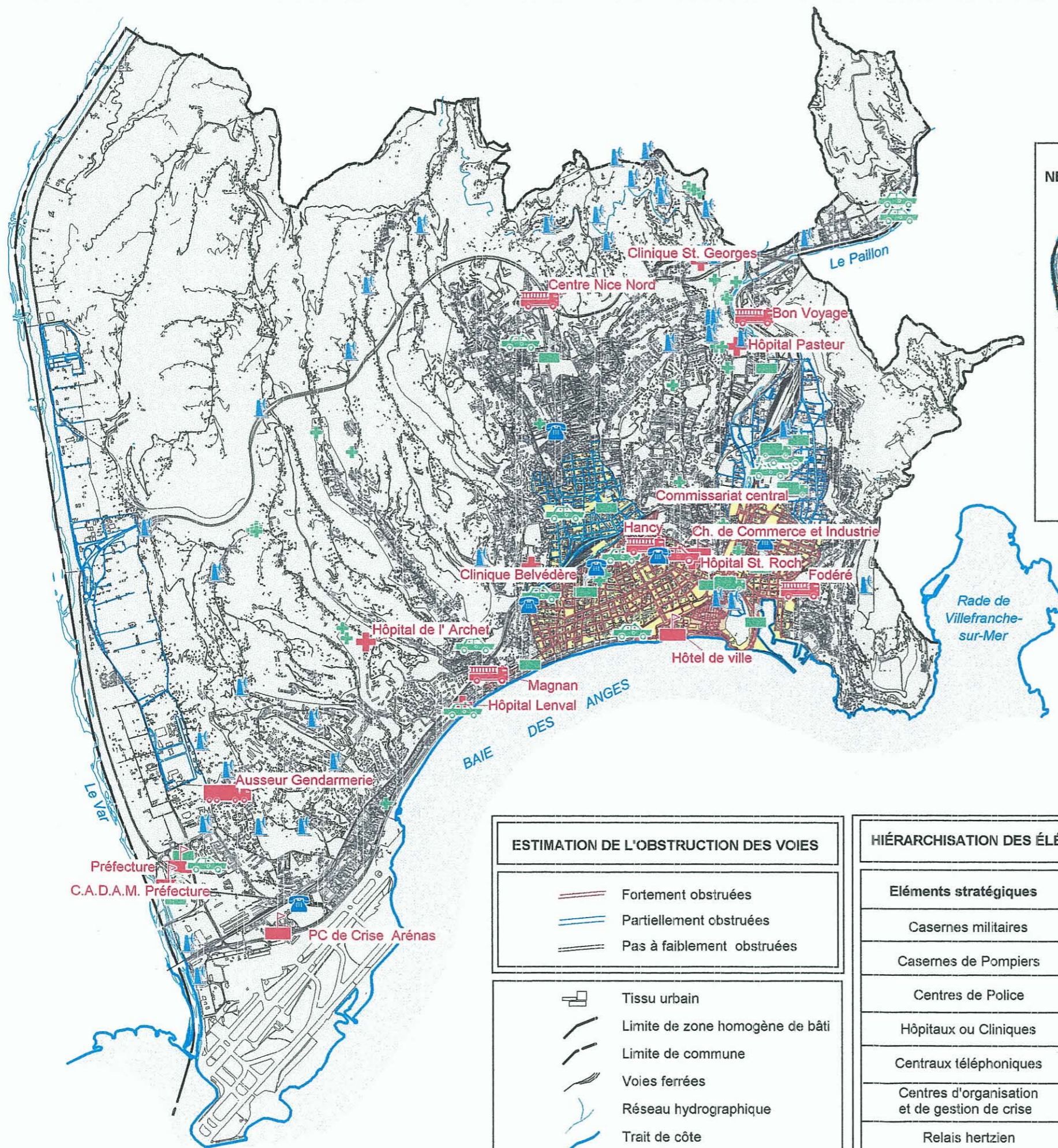
- 0 - 10
- 10 - 100
- 100 - 500
- 500 - 5000
- > à 5000

**SYNTHÈSE**

Morts - Blessés graves (pas d'évaluation géographique)	< 15	
Blessés légers	avec hospitalisation (ci - contre)	200 - 400
	sans hospitalisation (encadré 1)	2000 - 3500
Sans abris (encadré 2)	20 000 à 60 000	

Figure 6 : Scénario d'un séisme de jour à Nice (à 11 heures)

Evaluation des préjudices aux personnes  
 Estimation de l'obstruction des voies  
 Hiérarchisation des éléments de gestion de crise  
 Projet GEMITIS Nice



**ESTIMATION DE L'OBSTRUCTION DES VOIES**

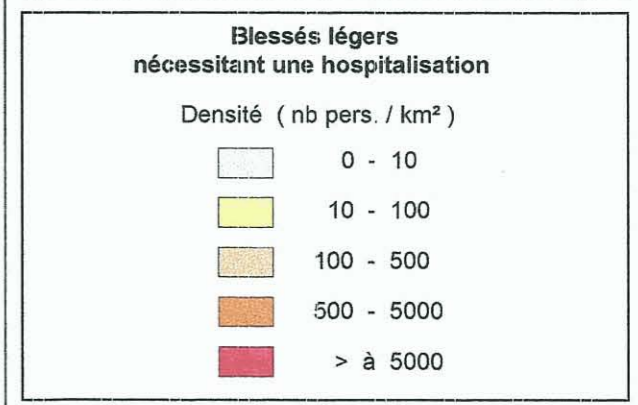
- Fortement obstruées
- Partiellement obstruées
- Pas à faiblement obstruées

- Tissu urbain
- Limite de zone homogène de bâti
- Limite de commune
- Voies ferrées
- Réseau hydrographique
- Trait de côte

**HIÉRARCHISATION DES ÉLÉMENTS DE GESTION DE CRISE**

Éléments stratégiques	Essentiels	Autres
Casernes militaires		
Casernes de Pompiers		
Centres de Police		
Hôpitaux ou Cliniques		
Centraux téléphoniques		
Centres d'organisation et de gestion de crise		
Relais hertzien		

**ESTIMATION DES PRÉJUDICES HUMAINS**



**SYNTHÈSE**

Morts - Blessés graves ( pas d'évaluation géographique )	30 - 80	
Blessés légers	avec hospitalisation ( ci - contre )	100 - 200
	sans hospitalisation ( encadré 1 )	1500 - 3000
Sans abris ( encadré 2 )	20 000 à 60 000	

**- que le nombre de touristes est d'environ 10 000 (saison basse) :**

Ce nombre peut atteindre 100 000 (au lieu des 10 000 retenus), auquel cas les résultats sont à multiplier par un facteur correspondant au moins à l'augmentation relative de la population (25%).



## **6. Dommages socio-fonctionnels**

Les dommages socio-fonctionnels sont évalués ici sur la base des dommages physiques et de la population estimés dans les scénarios ainsi qu'en se référant aux retours d'expérience des séismes récents tels que Colfiorito (Italie), Kobe (Japon), Loma Prieta et Northridge (Californie). La vulnérabilité socio-fonctionnelle des principaux enjeux a été validée par la mairie de la ville de Nice.

Les principaux dommages envisagés sont liés aux difficultés de circulation dans la ville (voir figure 5 et 6), aux dysfonctionnements des réseaux d'eau, de gaz et d'électricité et à l'hébergement des personnes sinistrées.

La circulation dans Nice est très difficile, indépendamment de toute situation de crise. En conséquence, peu après le séisme, le trafic risque de se bloquer très rapidement et d'empêcher les secours de se déplacer. Les conséquences directes sont la non-évacuation des blessés et la propagation des incendies à partir des départs de feu multiples. L'impact d'un séisme de moyenne intensité est donc susceptible d'être fortement amplifié.

Les ruptures affectant les réseaux de gaz et d'eau induisent des risques d'explosions, d'incendie et des perturbations sur la circulation et les services urbains. Concernant le réseau électrique, les transformateurs moyenne tension sont particulièrement vulnérables et risquent d'entraîner des ruptures d'alimentation qui auront des conséquences multiples (effets en chaîne) d'autant plus graves si le séisme se produit de nuit.

Le relogement des personnes sinistrées concernera de 20 000 à 60 000 personnes pour des durées variant d'une nuit à plusieurs semaines sur la seule commune de Nice. S'il n'y a pas de répliques, les habitants des bâtiments faiblement endommagés pourront regagner leurs logements après l'expertise des bâtiments. Les autres habitants de logements endommagés de degré 3 et 4, devront attendre, après l'expertise des bâtiments, leurs réparations (quelques semaines à plusieurs mois).

## 7. Effets financiers et économiques

Ils ont été évalués par zones géographiques et par agents économiques, en distinguant les recettes et les dépenses, selon une méthodologie mise au point au BRGM (voir bibliographie). Les zones géographiques sont individualisées en fonction de l'impact de la catastrophe : zone directement affectée par le séisme (zone interne), zone non affectée physiquement, mais dans laquelle l'activité économique est modifiée par l'évènement (zone d'influence), et zone neutre par rapport au séisme (zone externe). Les agents économiques considérés pour le cas niçois sont les particuliers, les entreprises, les artisans et professions libérales, la mairie de Nice, l'Etat et les assurances.

Dans le cadre des scénarios retenus, le montant des dommages possibles sur la commune de Nice est estimé entre 11 et 37 Milliards de francs. La répartition des coûts est présentée dans le tableau 3 ci-dessous :

		Coût en Milliards de francs
<b>Dommmages directs</b>		
	Bâti	2 à 9
	Réseaux	1 à 5
	Mobilier et stocks	1 à 3
	<i>Sous-total</i>	<i>5 à 17</i>
<b>Dommmages indirects</b>		
	Perte de chiffre d'affaires	3 à 9
	Chômage technique	1 à 3
	Frais financiers	2 à 8
	<i>Sous-total</i>	<i>6 à 20</i>
<b>Total</b>		<b>11 à 37</b>

Tableau 2 : dommages économiques sur la ville de Nice pour le séisme de référence.

La répartition géographique des conséquences financières et économiques du séisme est :

- dans la zone sinistrée, la dégradation du patrimoine physique est de 5 à 17 milliards de francs, et la perte de chiffre d'affaires de 3 à 9 milliards de francs . Tous les agents économiques affectés s'appauvrissent.
- Dans la zone périphérique (d'influence), les entreprises, les artisans et les professions libérales sont fortement mobilisés pour participer à la reconstruction. Le chiffre d'affaire généré serait de 8 à 25 milliards de francs.

Ces masses financières sont importantes et mettent en évidence l'utilité de faire participer à la reconstruction les entreprises de la zone sinistrée (sous réserve que l'on réduise leur vulnérabilité au préalable).

L'impact sur l'économie des agents doit également être considéré :

- Les particuliers dont les bâtiments ont été fortement endommagés pourraient être contraints à un endettement atteignant 80 kF par foyer après indemnisation. Sachant que

la plupart de ces bâtiments se situent en centre ville, il est possible soit que des bâtiments ne soient pas reconstruits, soit que les propriétaires changent, ce qui pourrait modifier le type d'habitat du quartier.

- Les entreprises pourraient subir des pertes pouvant atteindre jusqu'à 100% de leur chiffre d'affaires si elles sont fortement endommagées et ne disposent pas d'aides pour soutenir leur activité. Il est probable que de telles conséquences conduiraient certaines entreprises à la fermeture.

De même, il n'a pas été tenu compte d'éventuels dysfonctionnements lors de la reconstruction, susceptibles d'entraîner des retards dans la reprise économique.

- La ville de Nice s'appauvrirait d'environ 1 milliard de francs, ce qui correspond à environ 25% de son budget 1997.

Les montants financiers en jeu sont importants et peuvent être augmentés par une absence de préparation à la gestion de la crise. A l'inverse une politique de prévention efficace (préparation à la gestion de crises, réduction de la vulnérabilité des principales fonctions urbaines, occupation des sols) peut réduire ces chiffres de manière sensible.

## 8. Extension des résultats au département des Alpes-Maritimes

Pour être réaliste, la gestion de crise et l'analyse des effets du séisme ne peuvent être abordées que dans un contexte global, c'est à dire en évaluant à l'échelle départementale l'impact de l'événement sismique de référence. Cet impact a été évalué en extrapolant les résultats obtenus sur la ville de Nice aux villes du département de plus de 10 000 habitants et en tenant compte des contours des isoséistes (lignes d'évolution de l'intensité du séisme depuis son épicentre). Les résultats ainsi obtenus concernent 80% de la population des Alpes Maritimes.

Toutefois, si cette démarche est justifiée pour le bâti, elle ne l'est pas pour la voirie, les analyses effectuées dans le cadre de cette étude étant très insuffisantes. Les dommages à la voirie n'ont donc pas été pris en compte.

Pour le bâti, un bâti moyen a été recomposé en se référant à la typologie définie à Nice. L'endommagement des bâtiments a été évalué de la même façon.

Les résultats globaux obtenus pour le département sur un échantillon moyen de bâti sont les suivants :

Personnes exposées (recensement 1990)	
Dans des villes de plus de 10 000 hab.	785 721
Dans des villes de moins de 10 000 hab.	186 816
Dommages	
Sans abri en milieu urbain	De 30 000 à 100 000
Sans abri dans les communes rurales	De 5 000 à 15 000
Blessés sans hospitalisation	De 4 000 à 7 000
Blessés avec hospitalisation	De 400 à 800
Morts et blessés graves	De 100 à 200

Tableau 4 : extension des dommages à la population du séisme de référence à l'ensemble du département des Alpes Maritimes. (l'évaluation des préjudices ne tient pas compte de l'effondrement possible de bâtiments atypiques)

Les dommages socio-fonctionnels seront analogues à ceux observés à Nice. La circulation est difficile sur la bande littorale et deviendra très difficile en cas de séisme, ce qui risque d'entraîner de graves complications pour l'acheminement des secours et la gestion de la crise. De plus, le secteur Est du département pourrait être affecté par des glissements de terrain sur les voies de communication.

Les conséquences économiques d'un séisme seraient graves pour les petites entreprises de service qui constituent une des richesses du département. Les entreprises de haute

technologie dont beaucoup sont à capitaux étrangers pourraient, si la récupération est trop lente, se trouver pénalisées. L'évaluation des dommages financiers directs aux biens est de 10 à 40 milliards de francs, celle des dommages directs et indirects cumulés est de 30 à 80 milliards de francs.

## **9. Bibliographie**

Arnal C. (1999) – Projet GEMITIS Nice - Evaluation des dommages directs d'un séisme sur la ville de Nice, scénarios de risque. Extension des résultats au département des Alpes Maritimes. Rap. BRGM R40612.

Arnal C., Masure P. (1996) – Approche intégrée des risques dus aux aléas naturels et leurs impacts potentiels sur les établissements humains, industriels, infrastructures sensibles. Module 1 Evaluation de l'impact économique et financier d'une catastrophe naturelle. Le cas de Nîmes (France). Rap. BRGM R38609.

Federal Emergency Management Agency (1997) – Earthquake Loss Estimation Methodology. HAZUS 97 Technical Manual.

Grünthal G (1998) – European Macroseismic Scale 1998. Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de séismologie, vol. 15.

Lutoff C., Masure P., Arnal C., Thierry P. (1998) – Gestion des risques majeurs dans les villes européennes. Analyse des enjeux dans les villes. Application à la ville de Nice. Rap. BRGM R39855.

Lutoff C., Arnal C., Masure P., Thierry P. (1998) – Projet GEMITIS Nice : identification des principaux enjeux sur la ville de Nice. Rap. BRGM R39907.

Lutoff C., NICAYA (1998) – Diagnostic de vulnérabilité d'une ville. Méthodologie d'analyse de la vulnérabilité sociale et fonctionnelle du système urbain. Rap. BRGM R40382.

Masure P. – Les réseaux urbains pour la prévention des risques : solidarité, échanges et nouvelles formes de coopération. Conférence internationale sur « la prévention des catastrophes naturelles, la gestion des territoires et le développement durable », Paris, 17-19 juin 1999.

Masure P. – La planification préventive, condition du développement durable des villes. Bases méthodologiques retenues pour les programmes GEMITIS. DHA News, N° 18, Avril-mai 1996.

Stieljès L., Bour M., Monge O. (1997) – Projet GEMITIS Nice : évaluation de l'aléa sismique local sur la ville de Nice. Rap. BRGM R39082.

Thierry P., Zacek M., Vercellino G., Martin R. (1998) – Projet GEMITIS Nice : analyse de vulnérabilité (bâti courant et bâtiments stratégiques communaux). Mise en place des éléments pour les scénarios de risque. Rap. BRGM R40229.

## **10. Liste des figures**

Figure 1 : Méthodologie de cartographie des dommages directs au milieu construit pour le séisme de référence.

Figure 2 : Carte des intensités sur la ville de Nice pour le séisme de référence.

Figure 3 : Secteur de bâti homogène de la ville de Nice

Figure 4 : Type de dommage pour le séisme de référence attendu pour les bâtiments collectifs.

Figure 5 : Scénario d'un séisme de nuit à Nice (à 3 heures)-Evaluation des préjudices aux personnes, estimation de l'obstruction des voies, hiérarchisation des éléments de gestion de crise.

Figure 6 : Scénario d'un séisme de jour à Nice (à 11 heures)-Evaluation des préjudices aux personnes, estimation de l'obstruction des voies, hiérarchisation des éléments de gestion de crise.

## **11. Liste des tableaux**

Tableau 1 : Définition de la typologie du bâti Niçois par 9 classes de bâtiments.

Tableau 2 : Dommages sur la population de la ville de Nice selon l'heure d'occurrence du séisme de référence.

Tableau 3 : Dommages économiques sur la ville de Nice pour le séisme de référence.

Tableau 4 : Extension des dommages à la population du séisme de référence à l'ensemble du département des Alpes Maritimes.



## **12. Liste des annexes**

Annexe 1 : Echelle d'intensités macrosismiques

Annexe 2 : Définition des classes de bâtiments proposées par la réglementation parasismique française.

*Scénario sismique sur la ville de Nice – Note de synthèse*

***ANNEXE 1 : Echelle d'intensités macrosismiques EMS 98***

## Short form of the EMS-98

The short form of the European Macroseismic Scale, abstracted from the Core Part, is intended to give a very simplified and generalized view of the EM Scale. It can, e.g., be used for educational purposes. *This short form is not suitable for intensity assignments.*

<b>EMS intensity</b>	<b>Definition</b>	<b>Description of typical observed effects (abstracted)</b>
<b>I</b>	<b>Not felt</b>	Not felt.
<b>II</b>	<b>Scarcely felt</b>	Felt only by very few individual people at rest in houses.
<b>III</b>	<b>Weak</b>	Felt indoors by a few people. People at rest feel a swaying or light trembling.
<b>IV</b>	<b>Largely observed</b>	Felt indoors by many people, outdoors by very few. A few people are awakened. Windows, doors and dishes rattle.
<b>V</b>	<b>Strong</b>	Felt indoors by most, outdoors by few. Many sleeping people awake. A few are frightened. Buildings tremble throughout. Hanging objects swing considerably. Small objects are shifted. Doors and windows swing open or shut.
<b>VI</b>	<b>Slightly damaging</b>	Many people are frightened and run outdoors. Some objects fall. Many houses suffer slight non-structural damage like hair-line cracks and fall of small pieces of plaster.
<b>VII</b>	<b>Damaging</b>	Most people are frightened and run outdoors. Furniture is shifted and objects fall from shelves in large numbers. Many well built ordinary buildings suffer moderate damage: small cracks in walls, fall of plaster, parts of chimneys fall down; older buildings may show large cracks in walls and failure of fill-in walls.
<b>VIII</b>	<b>Heavily damaging</b>	Many people find it difficult to stand. Many houses have large cracks in walls. A few well built ordinary buildings show serious failure of walls, while weak older structures may collapse.
<b>IX</b>	<b>Destructive</b>	General panic. Many weak constructions collapse. Even well built ordinary buildings show very heavy damage: serious failure of walls and partial structural failure.
<b>X</b>	<b>Very destructive</b>	Many ordinary well built buildings collapse.
<b>XI</b>	<b>Devastating</b>	Most ordinary well built buildings collapse, even some with good earthquake resistant design are destroyed.
<b>XII</b>	<b>Completely devastating</b>	Almost all buildings are destroyed.

*Scénario sismique sur la ville de Nice – Note de synthèse*

***ANNEXE 2 : Définition des classes de bâtiments proposées par la réglementation parasismique française***

*Le ministre délégué au budget,  
porte-parole du Gouvernement,  
Pour le ministre et par délégation :*  
Par empêchement du directeur du budget :  
*Le chef de service,  
J.-L. PAIN*

**Arrêtés du 26 mai 1997 portant affectation  
d'ensembles immobiliers**

NOR : ENVN9760180A

Par arrêté du ministre de l'environnement et du ministre délégué au budget, porte-parole du Gouvernement, en date du 26 mai 1997, est affecté à titre définitif au ministère de l'environnement (direction de la nature et des paysages) et attribué à titre de dotation au Parc national de Port-Cros, établissement public national à caractère administratif, un ensemble immobilier domanial dénommé Fort de l'Eminence, situé sur l'île de Port-Cros (Var), cadastré section J, n° 1581, pour une superficie totale de 1 ha 32 a 19 ca.

Cet ensemble immobilier est inscrit au tableau général des propriétés de l'Etat sous le numéro 830-00550 à la rubrique Parcs nationaux.

En ce qui concerne ledit tableau, l'immatriculation nouvelle est établie au profit du Parc national de Port-Cros.

La dotation s'étendra, le cas échéant, aux constructions ou additions de constructions qui seraient édifiées sur le terrain précité.

L'ensemble des immeubles sera remis gratuitement à l'Etat quand prendra fin la dotation.

NOR : ENVN9760181A

Par arrêté du ministre de l'environnement et du ministre délégué au budget, porte-parole du Gouvernement, en date du 26 mai 1997, est affecté à titre définitif au ministère de l'environnement (direction de la nature et des paysages) et attribué à titre de dotation au Parc national de Port-Cros, établissement public national à caractère administratif, un ensemble immobilier domanial dénommé Fort de l'Estissac, situé sur l'île de Port-Cros (Var), cadastré section J, n° 780, pour une superficie totale de 15 a 50 ca.

Cet ensemble immobilier est inscrit au tableau général des propriétés de l'Etat sous le numéro 830-00551 à la rubrique Parc nationaux.

En ce qui concerne ledit tableau, l'immatriculation nouvelle est établie au profit du Parc national de Port-Cros.

La dotation s'étendra, le cas échéant, aux constructions ou additions de constructions qui seraient édifiées sur le terrain précité.

L'ensemble des immeubles sera remis gratuitement à l'Etat quand prendra fin la dotation.

**Arrêté du 29 mai 1997 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la catégorie dite « à risque normal » telle que définie par le décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique**

NOR : ENVN9760254A

Le ministre de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, le ministre de la défense, le ministre de l'équipement, du logement, des transports et du tourisme, le ministre de l'intérieur, le ministre de l'économie et des finances, le ministre de l'environnement, le ministre de l'industrie, de la poste et des télécommunications, le ministre de la fonction publique, de la réforme de l'Etat et de la décentralisation, le ministre délégué à l'outre-mer, le ministre délégué au logement, le ministre délégué au budget, porte-parole du Gouvernement, et le secrétaire d'Etat à la santé et à la sécurité sociale,

Vu la directive de la Communauté économique européenne 83/189/CEE modifiée, et notamment la notification 96/0246/F ;

Vu le code de la construction et de l'habitation, notamment ses articles R. 123-2, R. 123-2 et R. 123-19 ;

Vu le code de la santé publique, et notamment son article L. 711-2 ;

Vu la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs, notamment son article 41, tel que modifié par l'article 16-II de la loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement ;

Vu le décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique,

Arrêtent :

**Art. 1<sup>er</sup>.** - Le présent arrêté définit les règles de classification et de construction parasismique pour les bâtiments de la catégorie dite « à risque normal » en vue de l'application de l'article 5 du décret du 14 mai 1991 susvisé mentionnant que des mesures préventives sont appliquées aux bâtiments, équipements et installations de cette catégorie, et vise notamment l'application des règles aux bâtiments nouveaux ainsi que, dans les conditions définies à l'article 3 du présent arrêté, à certains bâtiments existants faisant l'objet de certains travaux de construction.

**Art. 2. - I. - Classification des bâtiments.**

Pour l'application du présent arrêté, les bâtiments de la catégorie dite « à risque normal » sont répartis en quatre classes définies par le décret du 14 mai 1991 susvisé et précisées par le présent article. Pour les bâtiments constitués de diverses parties relevant de classes différentes, c'est le classement le plus contraignant qui s'applique à leur ensemble.

Les bâtiments sont classés comme suit :

En classe A :

- les bâtiments dans lesquels est exclue toute activité humaine nécessitant un séjour de longue durée et non visés par les autres classes du présent article ;

En classe B :

- les bâtiments d'habitation individuelle ;
- les établissements recevant du public des 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> catégories au sens des articles R. 123-2 et R. 123-19 du code de la construction et de l'habitation ;
- les bâtiments dont la hauteur est inférieure ou égale à 28 mètres :
  - bâtiments d'habitation collective ;
  - bâtiments à usage de bureaux, non classés établissements recevant du public au sens de l'article R. 123-2 du code de la construction et de l'habitation, pouvant accueillir simultanément un nombre de personnes au plus égal à 300 ;
  - les bâtiments destinés à l'exercice d'une activité industrielle pouvant accueillir simultanément un nombre de personnes au plus égal à 300 ;
  - les bâtiments abritant les parcs de stationnement ouverts au public ;

En classe C :

- les établissements recevant du public des 1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> catégories au sens des articles R. 123-2 et R. 123-19 du code de la construction et de l'habitation ;
- les bâtiments dont la hauteur dépasse 28 mètres :
  - bâtiments d'habitation collective ;
  - bâtiments à usage de bureaux ;
- les autres bâtiments pouvant accueillir simultanément plus de 300 personnes appartenant notamment aux types suivants :
  - les bâtiments à usage de bureaux, non classés établissements recevant du public au sens de l'article R. 123-2 du code de la construction et de l'habitation ;
  - les bâtiments destinés à l'exercice d'une activité industrielle ;
  - les bâtiments des établissements sanitaires et sociaux, à l'exception de ceux des établissements de santé au sens de l'article L. 711-2 du code de la santé publique qui dispensent des soins de courte durée ou concernant des affections graves pendant leur phase aiguë en médecine, chirurgie et obstétrique et qui sont mentionnés à la classe D ci-dessous ;
  - les bâtiments des centres de production collective d'énergie quelle que soit leur capacité d'accueil ;

En classe D :

- les bâtiments dont la protection est primordiale pour les besoins de la sécurité civile et de la défense nationale ainsi que pour le maintien de l'ordre public et comprenant notamment :
  - les bâtiments abritant les moyens de secours en personnels et matériels et présentant un caractère opérationnel ;
  - les bâtiments définis par le ministre chargé de la défense, abritant le personnel et le matériel de la défense et présentant un caractère opérationnel ;
- les bâtiments contribuant au maintien des communications, et comprenant notamment ceux :
  - des centres principaux vitaux des réseaux de télécommunications ouverts au public ;
  - des centres de diffusion et de réception de l'information ;
  - des tours hertziennes stratégiques ;
- les bâtiments et toutes leurs dépendances fonctionnelles assurant le contrôle de la circulation aérienne des aéroports classés dans les catégories A, B et C2 suivant les instructions techniques pour les aéroports civils (ITAC) édictées par la direction générale de l'aviation civile, dénommées respective-

ment 4 C, 4 D et 4 E suivant l'organisation de l'aviation civile internationale (OACI) ;

- les bâtiments des établissements de santé au sens de l'article L. 711-2 du code de la santé publique qui dispensent des soins de courte durée ou concernant des affections graves pendant leur phase aiguë en médecine, chirurgie et obstétrique ;
- les bâtiments de production ou de stockage d'eau potable ;
- les bâtiments des centres de distribution publique de l'énergie ;
- les bâtiments des centres météorologiques.

## II. - Détermination du nombre de personnes :

Pour l'application de la classification ci-dessus, le nombre des personnes pouvant être simultanément accueillies dans un bâtiment est déterminé comme suit :

- pour les établissements recevant du public : selon la réglementation en vigueur ;
- pour les bâtiments à usage de bureaux ne recevant pas du public : en comptant une personne pour une surface de plancher hors œuvre nette égale à 12 mètres carrés ;
- pour les autres bâtiments : sur déclaration du maître d'ouvrage.

**Art. 3. -** Les règles de construction, définies à l'article 4 du présent arrêté, s'appliquent dans les zones de sismicité Ia, Ib, II ou III définies par l'article 4 du décret du 14 mai 1991 susvisé :

1° A la construction de bâtiments nouveaux des classes B, C et D ;

2° Aux bâtiments existants des classes B, C et D dans lesquels il est procédé au remplacement total des planchers en superstructure ;

3° Aux additions par juxtaposition de locaux :

- à des bâtiments existants de classe C ou D dont elles sont désolidarisées par un joint de fractionnement ;
- à des bâtiments existants de la classe B dont elles sont ou non solidaires ;

4° A la totalité des bâtiments, additions éventuelles comprises, dans un au moins des cas suivants :

- addition par surélévation avec création d'au moins un niveau supplémentaire, même partiel, à des bâtiments existants de classe B, C ou D ;
- addition par juxtaposition de locaux solidaires, sans joint de fractionnement, à des bâtiments existants de classe C ou D ;
- création d'au moins un niveau intermédiaire dans des bâtiments existants de classe C ou D.

Pour l'application des 3° et 4° ci-dessus, la classe à considérer est celle des bâtiments après addition ou transformation. Au cas où l'application des critères ci-dessus ne permet pas de définir sans ambiguïté la nature des travaux d'addition ou de transformation et, notamment, d'opérer la distinction entre la surélévation et la juxtaposition, c'est la définition la plus contraignante qui s'applique.

**Art. 4. - I. -** Les règles de construction applicables aux bâtiments mentionnés à l'article 3 du présent arrêté sont celles de la norme NF P 06-013, référence DTU, règles PS 92 « Règles de construction parasismique, règles applicables aux bâtiments, dites règles PS 92 ».

Ces règles doivent être appliquées avec une valeur de l'accélération nominale  $a_n$  résultant de la situation du bâtiment par rapport à la zone sismique, telle que définie par l'article 4 du décret du 14 mai 1991 susvisé et son annexe, et de la classe, telle que définie à l'article 2 du présent arrêté, à laquelle appartient le bâtiment.

Les valeurs minimales de ces accélérations, exprimées en mètres par seconde au carré, sont données par le tableau suivant :

ZONES	CLASSE B	CLASSE C	CLASSE D
I a.....	1,0	1,5	2,0
I b.....	1,5	2,0	2,5
II.....	2,5	3,0	3,5
III.....	3,5	4,0	4,5

II. - Pour les bâtiments appartenant à la classe B définis au paragraphe I.1 (Domaine d'application) de la norme NF P 06-014 « Construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés, règles PS-MI 89 révisées 92 » et qui sont situés dans l'une des zones de sismicité Ia, Ib ou II, l'application des dispositions définies dans cette même norme dispense de l'application des règles indiquées au I du présent article.

**Art. 5. -** L'arrêté du 16 juillet 1992 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la catégorie dite « à risque normal » telle que définie par le décret du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique est abrogé aux dates d'entrée en application du présent arrêté telles que précisées à l'article 6 ci-dessous.

**Art. 6. -** Les dispositions du présent arrêté sont applicables, au plus tard, le premier jour du septième mois suivant sa publication, aux bâtiments faisant l'objet d'une demande de permis de construire, ou d'une demande d'autorisation au sens de l'article R. 123-23 du code de la construction et de l'habitation ou, en dehors des cas indiqués précédemment, d'un début de travaux, à l'exception des bâtiments d'habitation collective dont la hauteur est inférieure ou égale à 28 mètres, pour lesquels l'application des dispositions du présent arrêté est reportée, au plus tard, au premier jour du treizième mois suivant la publication.

**Art. 7. -** Le directeur de la prévention des pollutions et des risques, délégué aux risques majeurs, le directeur de l'eau, le directeur général des enseignements supérieurs, le directeur de la recherche et des affaires scientifiques et techniques, le directeur de l'administration générale du ministère de la défense, le directeur général de l'aviation civile, le directeur de la sécurité civile, le directeur du Trésor, le directeur du budget, le directeur du service public au ministère de l'industrie, de la poste et des télécommunications, le directeur général de l'énergie et des matières premières, le directeur général des collectivités locales, le directeur des affaires économiques, sociales et culturelles de l'outre-mer, le directeur de l'habitat et de la construction, le directeur général de la santé et le directeur des hôpitaux sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 29 mai 1997.

*Le ministre de l'environnement,*  
CORINNE LEPAGE

*Le ministre de l'éducation nationale,  
de l'enseignement supérieur et de la recherche,*  
FRANÇOIS BAYROU

*Le ministre de la défense,*  
CHARLES MILLON

*Le ministre de l'équipement, du logement,  
des transports et du tourisme,*  
BERNARD PONS

*Le ministre de l'intérieur,*  
JEAN-LOUIS DEBRÉ

*Le ministre de l'économie et des finances,*  
JEAN ARTHUIS

*Le ministre de l'industrie, de la poste  
et des télécommunications,*  
FRANCK BOROTRA

*Le ministre de la fonction publique,  
de la réforme de l'Etat et de la décentralisation,*  
DOMINIQUE PERBEN

*Le ministre délégué à l'outre-mer,*  
JEAN-JACQUES DE PERETTI

*Le ministre délégué au logement,*  
PIERRE-ANDRÉ PÉRISSOL

*Le ministre délégué au budget,  
porte-parole du Gouvernement,*  
ALAIN LAMASSOURE

*Le secrétaire d'Etat à la santé  
et à la sécurité sociale,*  
HERVÉ GAYMARD

### Arrêté du 30 mai 1997 portant affectation d'un ensemble immobilier

NOR : ENVN9760262A

Par arrêté du ministre de l'environnement et du ministre délégué au budget, porte-parole du Gouvernement, en date du 30 mai 1997, est affecté, à titre définitif, au Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres, établissement public national à caractère administratif, un ensemble immobilier domanial dénommé Tour de l'Agnello, sis à Rogliano (Haute-Corse), cadastré section A 44, d'une superficie totale de 78 mètres carrés, tel, au surplus, que ledit ensemble figure sur le plan annexé audit arrêté (1).

L'ensemble immobilier désigné ci-dessus est inscrit au tableau général des propriétés de l'Etat sous le numéro 2 B0-01726 sous la rubrique Biens non affectés (groupe 1).

En ce qui concerne ledit tableau, l'immatriculation nouvelle est établie au profit du Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres.

(1) Ce plan peut être consulté au ministère de l'environnement (direction de la nature et des paysages), 20, avenue de Ségur, 75302 Paris 07 SP.

**BRGM**  
**SERVICE AMENAGEMENT ET RISQUES NATURELS**  
**Unité Aléa, Vulnérabilité et Gestion des Risques**  
BP 167 - 13276 MARSEILLE Cedex 9 - France - Tél. : (33) 04 91 17 74 74