



# Les enjeux exposés aux risques majeurs

Les conséquences des catastrophes naturelles augmentent depuis plusieurs décennies, principalement du fait de la croissance urbaine et économique dans les territoires exposés aux risques et d'une plus grande vulnérabilité de la société. On observe notamment une augmentation, entre 1999 et 2006, du nombre de logements localisés dans les territoires soumis aux inondations et aux aléas de retrait-gonflement des argiles, qui sont parmi les aléas les plus dommageables.

Les risques majeurs font référence à des événements ponctuels de faible probabilité mais dont les conséquences sont très graves : nombreuses victimes, dommages importants aux biens et à l'environnement. Le territoire français est soumis à la plupart des aléas naturels (inondations, tempêtes, cyclones, avalanches, feux de forêts, mouvements de terrain, séismes, volcans et raz-de-marée) et technologiques (installations industrielles et nucléaires, grands barrages et transport de matières dangereuses). La tempête Xynthia, qui a traversé le littoral atlantique fin février 2010, rappelle l'importance des risques d'inondations en France.

## Des risques naturels croissants

Depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, plus d'une centaine d'accidents très graves se sont produits en France. La plupart sont dus aux inondations (44 % des événements dommageables entre 1900 et 2006), viennent ensuite les cyclones et les tempêtes (24 %), les mouvements de terrain (9 %) et les séismes (8 %). Les autres aléas (avalanches, feux de forêt, vagues de chaleur, éruptions volcaniques et raz de marée) n'ont donné lieu qu'à de très rares événements de cette gravité. Les catastrophes les plus meurtrières depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle sont l'éruption volcanique de la montagne Pelée en 1902 (28 000 morts) et la vague de chaleur de l'été 2003 (surmortalité de 15 000 décès). Si l'on exclut ces faits exceptionnels, l'ensemble des événements naturels a entraîné une trentaine de décès annuels sur la période 1994-2006, principalement causés par les tempêtes, les cyclones et les inondations. Les dégâts économiques dus aux phénomènes climatiques sont considérables.

Pour illustration, les dommages assurés (qui ne représentent qu'une partie des dommages totaux) imputés aux aléas naturels entre 1988 et 2007 s'élèvent à 34 milliards d'euros, dont 49 % sont incriminés aux tempêtes, 33 % aux inondations et 18 % aux phénomènes de retrait-gonflement des argiles liés aux variations hydriques.

Les catastrophes technologiques sont beaucoup plus rares. L'accident technologique le plus grave de ces dernières années reste l'explosion dans l'usine chimique AZF de Toulouse en 2001, qui a causé 30 morts, plus de 2 500 blessés graves et près de 8 000 blessés légers. Les dégâts matériels ont été conséquents, évalués à 2 milliards d'euros.

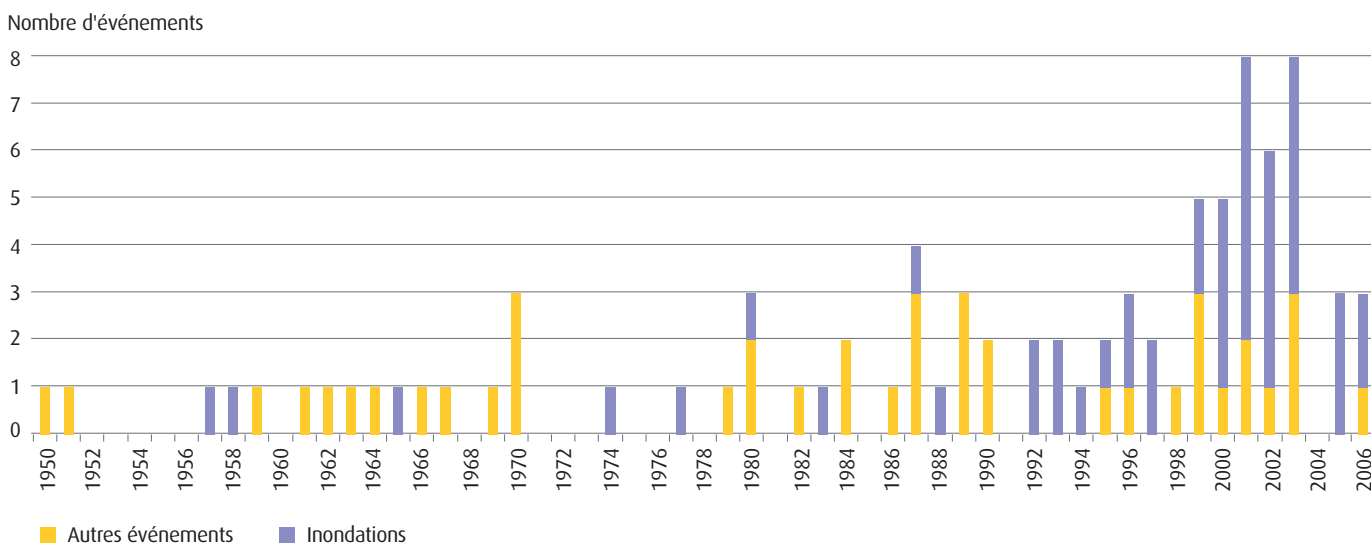
La répartition des événements dommageables entre 1900 et 2006 ne reflète cependant pas l'ampleur des risques. En effet, des événements associés à une très faible probabilité de réalisation mais d'une gravité supérieure sont redoutés. Les séismes sont craints, particulièrement dans les Antilles où ils pourraient être très meurtriers. Des inondations

## DONNÉES & MÉTHODOLOGIE

### Les événements naturels dommageables

Les événements naturels dommageables sont présentés selon la classification établie par le ministère chargé de l'Écologie qui distingue six classes de gravité, suivant l'importance des dommages humains et matériels. Les événements de classe de gravité 3, qualifiés « d'accidents très graves », correspondent à des événements qui ont soit causé des dommages humains importants (10 à 99 morts), soit engendré entre 30 et 300 millions d'euros de dommages matériels.

Part des inondations dans l'évolution du nombre d'événements naturels dommageables très graves entre 1950 et 2006 en France



Note : Sont représentés les événements de classe 3 ou plus.

Source : MEEDDM, bases de données sur les catastrophes naturelles depuis 1900 en France.

centenales de la Loire ou de la Seine, ou un séisme dans la région niçoise font également partie des catastrophes les plus menaçantes car elles occasionneraient des dommages considérables. Dans le cas des inondations, un nombre important de personnes, de services sensibles (production d'eau potable, établissements sanitaires et sociaux...) et d'échanges (distribution d'énergie, transports, communication...) seraient touchés, entravant la vie économique des zones concernées et au-delà (jusqu'à tout le pays) pour une durée pouvant être longue.

L'évolution du nombre d'événements naturels très dommageables depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle montre une augmentation de la part des inondations sur les dernières décennies. Cette augmentation s'explique principalement par l'accroissement de la population et des enjeux économiques, notamment dans les territoires inondables.

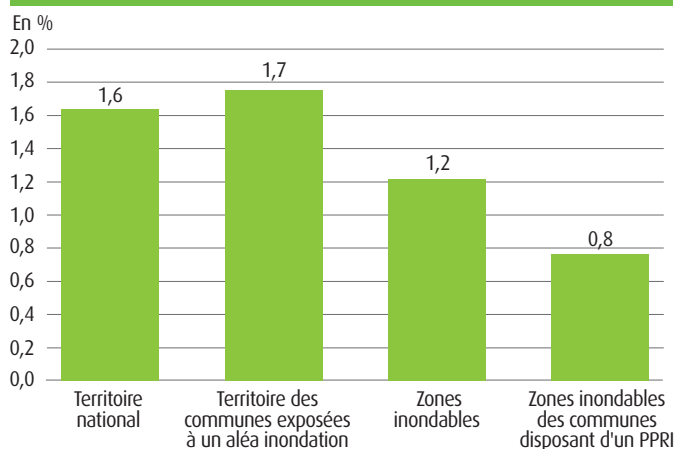
## Un nombre croissant de logements situés en zones inondables

Les corridors fluviaux constituent des territoires attractifs au sein desquels la population s'est concentrée, notamment au cours du XX<sup>e</sup> siècle. Les plus grandes communes se sont ainsi développées à proximité des cours d'eau et sont exposées à un risque d'inondation sur une partie de leur territoire au moins.

Les zones inondables par cours d'eau et fleuves actuellement géo-référencées concernent en tout ou en partie 16 320 communes. Elles couvrent 26 400 km<sup>2</sup>, soit 10 % des surfaces communales étudiées. Les couvertures agricoles et artificialisées sont relativement plus importantes dans les zones inondables que dans les parties non inondables des communes, au détriment des espaces naturels. Entre 2000 et 2006, la part des surfaces artificielles s'est accrue de 3,0 % au sein des territoires (inondables ou non), principalement aux dépens des terrains agricoles<sup>1</sup>.

En 1999, 5,4 millions d'habitants et 2,8 millions de logements étaient localisés en zones inondables. En 2006, 221 543 logements supplémentaires sont comptabilisés dans ces territoires exposés. Cela représente une hausse de 8 % en sept ans, soit un taux similaire à celui observé sur les secteurs non inondables de ces mêmes communes (8 % pour 2,2 millions de logements supplémentaires). Ces données ne prennent pas en compte les risques de submersion marine et de remontées de nappe.

### Taux de croissance des surfaces urbaines entre 2000 et 2006



Note : Les surfaces urbaines prennent en compte le tissu urbain continu (s111) et discontinu (s112) par référence aux zones 111 et 112 de la nomenclature CORINE Land Cover. Sont exclus du calcul les zones industrielles, les centres commerciaux et les réseaux de communication. Les plans de prévention pris en compte sont les PPRI approuvés antérieurs à 2006.

Source : MEEDDM, bases de données Gaspar, janvier 2009 et Cartorisques, janvier 2010 - UE-SoEs, CORINE Land Cover, 2006 - © IGN BD Carto® occupation des sols, 2000 - Insee contours iris 1999. Traitement SOEs, 2010.

<sup>1</sup> Voir le chapitre « Occupation des sols ».

Les nouvelles implantations en zone inondable ont contribué à densifier les territoires déjà urbanisés plutôt qu'à les étendre. En effet, seulement 2 % des communes étudiées connaissent un accroissement des surfaces urbaines au sein des zones inondables. Globalement, ces types de surfaces ont crû de 19 km<sup>2</sup> entre 2000 et 2006. Le nombre total de logements construits en zone inondable sur des zones auparavant non urbanisées est de 23 000, soit environ 10 % des logements supplémentaires situés en zone inondable.

Afin de limiter le risque, de nombreux plans de prévention des risques inondation (PPRI) ont été instaurés : 37 % des communes étudiées étaient couvertes en septembre 2009 contre 4 % début 1999. Ces plans réglementent notamment l'urbanisation dans les territoires exposés, en interdisant la construction de logements dans deux types de terrains : ceux exposés à des aléas très dangereux et ceux non urbanisés, propices à l'expansion des crues, et donc à leur laminage et à la réduction du risque à l'aval. Les communes dotées d'un plan de prévention antérieur à 2005 montrent une moindre extension de l'urbanisation en zone inondable entre 2000 et 2006.

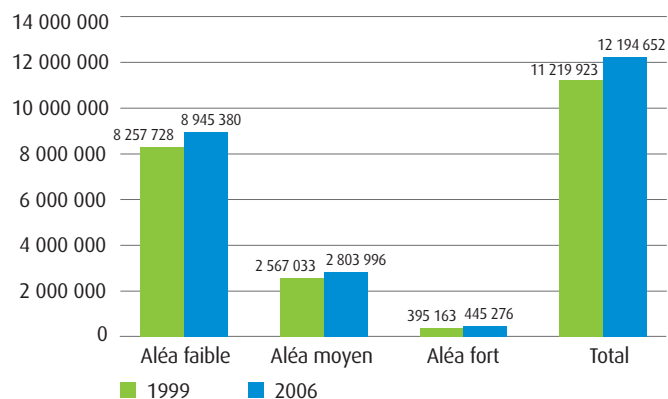
Dans les zones inondables des communes disposant d'un PPRI, les surfaces urbaines se développent moins rapidement que dans les autres parties du territoire. Les communes situées en zone inondables sont généralement des villes de taille importante. Elles présentent une attractivité économique forte, ce qui explique que le taux de croissance des surfaces urbaines de ces communes (en aléa inondation et hors aléa inondation) est supérieur au taux de croissance national.

## L'augmentation du nombre de maisons dans les zones exposées aux phénomènes de retrait-gonflement des argiles

Le volume des matériaux argileux tend à augmenter avec leur teneur en eau (phénomène de gonflement) et, inversement, à diminuer en période de déficit pluviométrique (phénomène de retrait). Ces tassements différentiels peuvent provoquer des dégâts au niveau des constructions, qui sont fonction des possibilités de déformation des bâtiments et particulièrement de la profondeur de leur fondation.

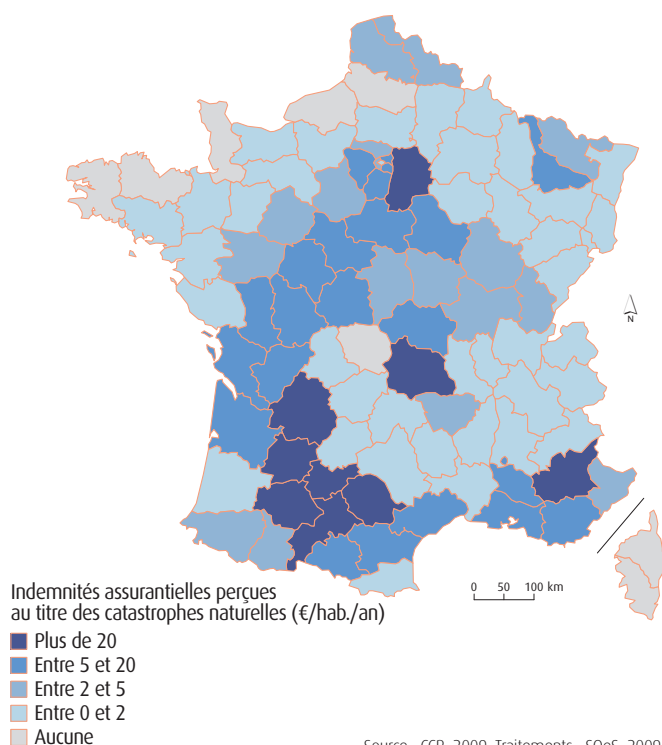
La France métropolitaine est largement exposée à l'aléa « retrait-gonflement des argiles » : 60 % du territoire est concerné. Le nombre de constructions exposées est très élevé. On estime que près de 22 millions de logements étaient exposés en 2006 (soit une augmentation de 8 %

### Évolution du nombre de maisons dans les zones d'aléas retrait-gonflement des argiles entre 1999 et 2006

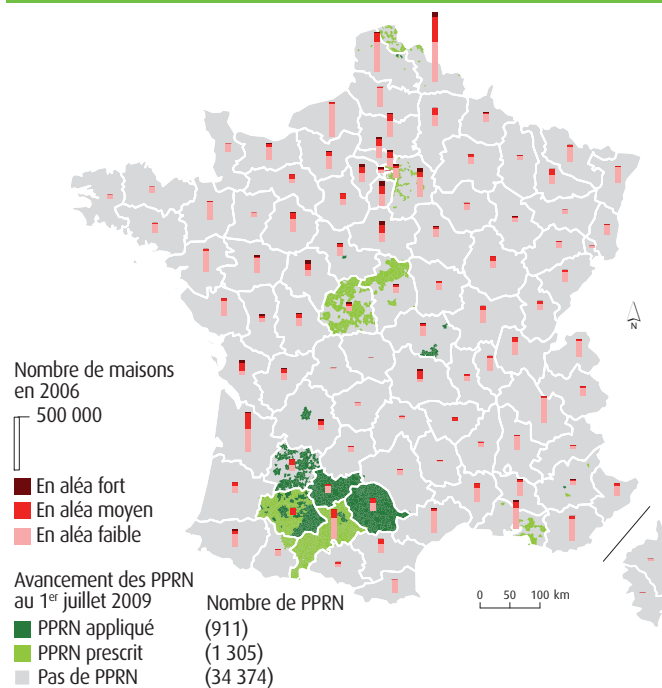


Source : UE-SoEs, CORINE Land Cover, 2000 et 2006 - © IGN, BD Carto® occupation des sols, 2000 - Insee, RP 1999 et 2006, contours iris 1999 - BRGM, aléa retrait-gonflement des argiles, 2008. Traitements : SOEs, 2010.

**Coût des phénomènes de retrait-gonflement des argiles entre 1995 et 2003**



**Exposition des maisons à l'aléa retrait-gonflement des argiles et plans de prévention des risques**



par rapport à 1999), dont 4 % en aléa fort, 21 % en aléa moyen et 75 % en aléa faible. En raison de leurs fondations superficielles, les maisons individuelles sont particulièrement vulnérables : 11,2 millions de maisons étaient exposées en 1999 dont près de 400 000 en aléa très fort. En 2006, 1 million de maisons supplémentaires sont comptabilisées dans ces espaces exposés, soit une augmentation de 9 % en sept ans.

Le coût nécessaire à la réparation des constructions touchées est variable et peut être prohibitif, allant jusqu'à dépasser 50 % de la valeur du bien. En moyenne, ce coût a été évalué à 10 000 € par maison, mais peut monter jusqu'à 150 000 €. Le montant total des remboursements assurantiels au titre des catastrophes naturelles imputé par ce phénomène entre 1995 et fin 2002 a été évalué à 3,3 milliards d'euros. Des dispositions particulières ont d'ailleurs été prises dans le régime assurantiel des catastrophes naturelles où la franchise appliquée est plus importante que pour les autres risques. Le coût rapporté à la population départementale montre que les départements localisés dans le Sud-Ouest sont parmi les plus touchés, avec les Alpes-de-Haute-Provence et le Puy-de-Dôme.

Les plans de prévention ne prévoient pas de zone d'interdiction de construire pour faire face à ce risque, mais uniquement des règles constructives pour assurer une bonne résistance du bâti. Il s'agit notamment d'adapter la profondeur des fondations aux caractéristiques du sol. Certaines actions permettent aussi de réduire la vulnérabilité du bâti existant, comme la réalisation d'une ceinture étanche autour du bâtiment ou l'éloignement de la végétation. En janvier 2009, près de 1 000 communes s'étaient dotées d'un plan de prévention des risques naturels (PPRN) « tassement différentiel » (« approuvé » ou « appliqué par anticipation »), principalement dans les départements du Tarn, du Tarn-et-Garonne et du Gers. Le département du Tarn est d'ailleurs entièrement couvert par ces plans. En outre, des plans sont en cours de mise en place (« prescrits ») dans plus de 1 300 autres communes, notamment dans les départements de la Haute-Garonne et de l'Indre.

**DONNÉES & MÉTHODOLOGIE**

**Les enjeux exposés aux inondations et à l'aléa retrait-gonflement des argiles**

Le Service de l'observation et des statistiques (SOeS) a développé un modèle pour estimer la population et les logements au sein de territoires infra-communaux. Ce modèle combine des données géographiques et statistiques sur l'occupation du sol et la population. Il est ici appliqué aux territoires concernés par les aléas inondation et retrait-gonflement des argiles dus aux variations hydriques. Les zones inondables considérées correspondent aux emprises maximales des cours d'eau, dans l'état de la connaissance actuelle, y compris les espaces localisés au-delà des digues susceptibles d'être inondés uniquement lors de crues exceptionnelles. Le géo-référencement actuel des zones inondables couvre la quasi-totalité du territoire. Le modèle ne prend pas en compte les phénomènes de remontée de la nappe.

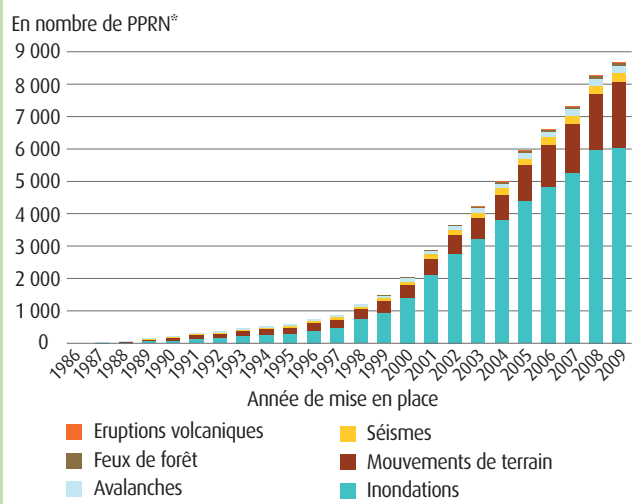
## La prise en compte des risques majeurs dans l'aménagement urbain

La croissance démographique et économique que connaît la France depuis plusieurs décennies se répercute dans les communes soumises aux risques majeurs. L'exposition aux aléas est cependant très variable au sein des communes considérées, aussi bien concernant la part des surfaces communales touchées que la nature des aléas ou leur intensité. Dans ce contexte de forte croissance et d'exposition différenciée, des plans de prévention sont mis en place pour limiter l'augmentation des enjeux dans les zones exposées, ou, le cas

échéant, limiter leur vulnérabilité aux aléas. Les PPRN ont pour objectif la limitation des dommages humains et économiques. Actuellement, ils concernent principalement les inondations et les mouvements de terrain. Les plans de prévention des risques technologiques (PPRT), qui s'inscrivent dans un contexte d'événements dommageables beaucoup plus rares, visent uniquement la limitation des enjeux humains dans les espaces où la vie est menacée. Créés par la loi « Risques » du 30 juillet 2003, ils combinent réduction des risques à la source, réglementation de l'urbanisation et des constructions et mesures foncières pouvant aller jusqu'à l'expropriation. Au total, 420 PPRT sont à réaliser. Ils concernent 622 établissements industriels et plus de 900 communes. En juillet 2009, 13 PPRT étaient en place.

La mise en place des plans de prévention des risques permet aussi de limiter les risques lors des opérations de renouvellement urbain. À titre d'exemple, l'élaboration du PPRN inondation d'Ajaccio a conduit à réviser radicalement le projet de renouvellement urbain initialement envisagé. Dans le projet final, le risque auquel sont exposés les équipements et les bâtiments déjà en place est réduit, en agissant à la fois sur la vulnérabilité (création d'un niveau refuge, d'un ouvrant de toiture, etc.) et sur l'aléa (création ou extension de zones de rétention -bassins, parcs et espaces verts- et renforcement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales). En outre, très peu de nouvelles constructions ont été programmées en zone d'aléa et celles-ci ont été prévues sur pilotis. Cependant, nombre de communes touchées par des risques majeurs et sujettes à une forte croissance ou à divers programmes d'urbanisme ne sont pas couvertes par des plans de prévention des risques. Les documents d'urbanisme et les règles générales de l'urbanisme permettent néanmoins de prendre en considération le risque dans les décisions d'occupation du sol.

### Mise en place des plans de prévention des risques naturels entre 1986 et 2009



Note : \* Plans de prévention des risques naturels. Sont pris en compte les PER (institués en 1982) et les PPRN (institués en 1995) approuvés ou appliqués par anticipation.

Source : MEEDDM, base de données Gaspar, juillet 2009.

### Pour en savoir plus

- CGDD-SOeS, 2009. « Croissance du nombre de logements en zones inondables », *Le Point Sur*, n° 6. 4 p.
- Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire - Service des risques naturels et hydrauliques, Établissement Public Loire, 2008. *Quinze expériences de réduction de la vulnérabilité de l'habitat aux risques naturels : Les études de cas*. Paris : MEEDDAT. 76 p.
- Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables - Direction de la prévention des pollutions et des risques - SDPRM, 2008. *Le retrait-gonflement des argiles : comment prévenir les désordres dans l'habitat individuel ?* Paris : MEDAD. 16 p. + annexes.
- Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables - Direction de la prévention des pollutions et des risques - SDPRM, 2007. *Les événements naturels dommageables en France et dans le monde en 2006*. Paris : MEDAD. 39 p.

### Sites internet

- Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) – Aléa retrait-gonflement des argiles : <http://www.argiles.fr>
- Cartorisque (cartes des risques naturels et technologiques majeurs) : <http://cartorisque.prim.net>
- Portail de la prévention des risques majeurs : <http://www.prim.net>
- Service de l'observation et des statistiques (SOeS) : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr> Rubrique « Environnement » > « Observation et statistiques de l'environnement » > « Données essentielles » > « Risques ».

## ENVIRONNEMENT ET TERRITOIRE

## Les territoires face au risque sismique

## Des événements rares mais destructeurs

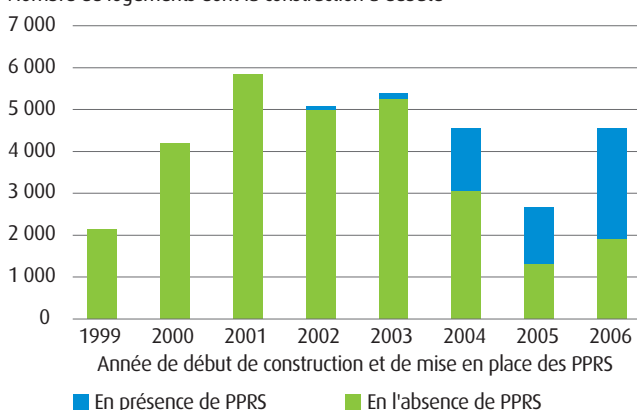
Le risque sismique se manifeste plus rarement que les inondations ou les phénomènes de retrait-gonflement des argiles mais peut engendrer des dégâts considérables. La France est exposée à un aléa fort aux Antilles, modéré à très faible en métropole et faible à la Réunion. Des événements catastrophiques se sont déjà produits dans le passé faisant de nombreuses victimes : plus de 1 500 victimes en Guadeloupe en 1843. Mais celles-ci seraient encore bien plus nombreuses aujourd'hui, la croissance de l'urbanisation et le peu de respect de la réglementation parasismique ayant considérablement accru les éléments exposés et leur vulnérabilité. Lors d'un séisme, les victimes directes sont principalement affectées par l'effondrement des bâtiments, les mouvements de terrain associés et les tsunamis. Aucune technique de prédiction des événements n'étant opérationnelle, la gestion du risque sismique repose largement sur la construction parasismique, l'éducation et l'information des citoyens et l'anticipation de crise.

## Des enjeux considérables aux Antilles

Tout le territoire des Antilles est en aléa fort, les enjeux y sont donc considérables. Les bâtiments sont en outre fortement vulnérables, du fait de la subsistance de nombreux logements vétustes. Les deux principales agglomérations, Pointe-à-Pitre et Fort-de-France, cumulent de fortes concentrations de population et de bâtiments anciens. Face à cette situation, de nombreuses actions sont entreprises pour réduire le risque. Dans le cadre du plan Séisme Antilles, mis en place en 2007, l'accent est porté sur le renforcement des bâtiments les plus sensibles : établissements nécessaires à la gestion de crise, bâtiments publics (enseignement, santé, administrations) et logements sociaux. Des démarches ont aussi été entreprises pour améliorer le respect de la réglementation parasismique.

## Dynamique de construction de logements et plans de prévention des risques sismiques aux Antilles

Nombre de logements dont la construction a débuté



Note : PPRS : plan de prévention des risques sismiques.

Source : MEEDDM, bases de données Gaspar, juillet 2009, Sitadel, juillet 2009 - Insee, juillet 2009 - Traitements : SOeS, 2009.

Cependant, celle-ci portant essentiellement sur les constructions neuves, l'amélioration de la vulnérabilité des autres bâtiments, et notamment des logements individuels, dépend fortement du taux de renouvellement. En 2006, les Antilles comptaient plus de 370 000 logements dont 71 % de maisons individuelles. Des plans de prévention des risques sismiques (PPRS), permettant de préciser localement l'aléa et d'adapter la réglementation nationale, sont également progressivement mis en place. Ainsi, plus de la moitié des logements dont la construction a débuté en 2006 sont dans des communes qui étaient couvertes par un PPRS.

## Une révision à la hausse du territoire exposé en France métropolitaine

La progression des connaissances a conduit à réviser, en 2005, le zonage de l'aléa sismique. Le nouveau zonage étend largement le territoire soumis à un aléa non négligeable en France métropolitaine : il inclut plus de 15 000 communes supplémentaires. Cette modification impacte notamment le nombre d'établissements à risque industriel qui sont exposés. Ainsi, sur les 639 établissements Seveso AS<sup>2</sup> recensés en France métropolitaine en 2006, 395 sont localisés dans le nouveau zonage, dont 175 en aléa faible, 183 en aléa modéré et 37 en aléa moyen. Seulement 132 de ces établissements sont aussi localisés dans les zones couvertes par l'ancien zonage sur lequel s'applique la réglementation actuelle.

## Pour en savoir plus

- Sénat, 2006. « Le logement en outre-mer » (*rapport d'information du Sénat fait au nom de la commission des Finances, du contrôle budgétaire et des comptes économiques de la nation sur le logement en outre-mer, n° 88, session ordinaire 2006-2007, rapporteur : M. Henri Torre*). Paris : Sénat. 82 p. + annexes.
- Génin D., Lampin D., 2003. *Le logement en Martinique*. Fort de France : Insee-Antilles-Guyane. 65 p.
- Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement - Inspection générale de l'environnement, 2001. « La prise en compte du risque sismique aux Antilles : l'exemple de la Martinique » (*Rapport IGE n°IGE/01/021, coordonnée par J.-F. Delamarre, P. Hugodot, J.-L. Doury*). Paris : MATE-IGE. 26 p.

## Sites internet

- Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) : <http://www.brgm.fr>
- Plan séisme : <http://www.planseisme.fr>

<sup>2</sup> La directive européenne Seveso 96/82/CE du 9 décembre 1996 définit deux seuils pour les établissements à risque industriel suivant la quantité de produits dangereux stockés ou manipulés : le « seuil haut », pour les établissements les plus dangereux et le « seuil bas ». Dans la transposition française, qui n'applique pas tout à fait les mêmes seuils, les établissements les plus dangereux sont ceux qui sont soumis à autorisation avec servitude d'utilité publique, dits Seveso « AS ».



## PHÉNOMÈNES ÉMERGENTS

## Risques naturels en montagne et changement climatique

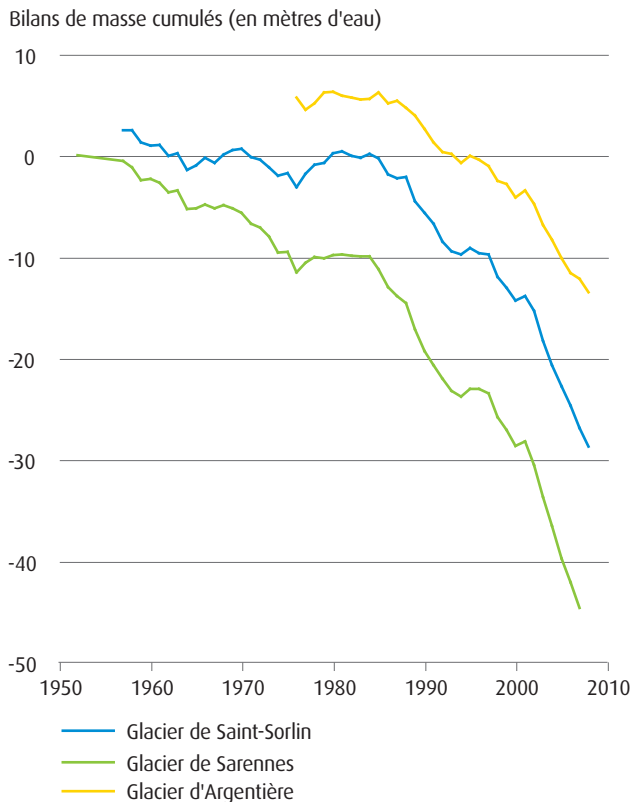
Selon le 4<sup>e</sup> rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec), le changement climatique aura une incidence sur la fréquence, l'intensité et/ou la durée de nombreux aléas météorologiques ou climatiques extrêmes, tels que les tempêtes, les canicules, les inondations et les phénomènes de sécheresse hydrique. En France, un groupe de travail « Risques naturels, assurances et changement climatique » (RNACC) s'est penché sur la question. Un des nouveaux phénomènes les plus délicats à gérer dans les cent prochaines années serait le recul généralisé des côtes basses du littoral<sup>3</sup>. Une augmentation des dommages liés aux phénomènes de retrait-gonflement des argiles est également attendue, du fait des sécheresses estivales plus fréquentes. En revanche, les impacts du changement climatique sur les inondations et les tempêtes restent actuellement incertains. Les territoires de montagne, qui sont parmi les plus vulnérables, avec les espaces côtiers, ont fait l'objet d'études particulières.

Des impacts du changement climatique sont déjà visibles en montagne : recul du front des glaciers, migration d'espèces en altitude... Dans les Alpes, le réchauffement climatique récent est à peu près trois fois supérieur à la moyenne mondiale. Les années 1994, 2000, 2002 et, surtout, 2003 y ont été les plus chaudes depuis cinq cents ans. Les modèles prévoient des changements encore plus nets dans les décennies à venir ainsi qu'une modification des

températures et des précipitations extrêmes. Si aucune aggravation des aléas naturels n'est actuellement observée de façon non équivoque, différentes études concluent à des impacts probables à venir. De nombreuses incertitudes demeurent cependant. Les impacts les mieux établis concernent les zones glaciaires et le pergélisol. L'évolution des glaciers met en mouvement de grandes masses de glaces qui peuvent causer des dommages aux infrastructures mais aussi provoquer des événements beaucoup plus graves, comme les inondations par vidange de lacs glaciaires. D'après une étude de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), les répercussions économiques seraient toutefois faibles à l'échelle nationale, même si leurs conséquences locales peuvent être très importantes. Une aggravation des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux, qui s'avèrent particulièrement coûteux dans le département des Alpes-Maritimes, est également probable. Le risque de feux de forêt augmenterait également, notamment dans des zones considérées jusqu'à présent comme peu exposées. Enfin, si les impacts du changement climatique sur les inondations et les tempêtes demeurent incertains, il est néanmoins établi que les retombées économiques et sociales d'une aggravation de ces aléas seraient très lourdes.

Des projets de recherche sur les impacts du changement climatique sur les risques naturels et l'adaptation sont en cours. À titre d'exemple, dans le cadre du programme européen « Interreg IV » (2007-2013), le programme AdaptAlp s'intéresse notamment aux inondations et aux phénomènes de sécheresse dans l'espace alpin.

## Évolution des masses glacières dans les Alpes entre 1952 et 2008



Source : CNRS/UJF/Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, 2009 (<http://www-igge.obs.ujf-grenoble.fr/ServiceObs/index.htm>).

<sup>3</sup> Voir le chapitre « Mer et littoral ».

## Pour en savoir plus

- Thibert E., Vincent C., 2009. « Best possible estimation of mass balance combining glaciological and geodetic method », *Annals of Glaciology*, 50, pp.112-118.
- Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire-Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique, Pôle Grenoblois d'études et de recherche pour la prévention des risques naturels, Région Rhône-Alpes, 2008. « Changements climatiques dans les Alpes : impacts et risques naturels » (*Rapport technique n° 1 de l'ONERC, octobre 2008, rédigé par G. Prudent-Richard, M. Gillet, J.-M. Vengeon, S. Descotes-Genon*). Paris : ONERC. 98 p.
- Organisation de coopération et de développement économiques, collectif (sous la direction de Shardul Agrawala), 2007. *Changements climatiques dans les Alpes européennes : adapter le tourisme d'hiver et la gestion des risques naturels*. Paris : OCDE. 140 p.
- Vincent C., Kappenberger G., Valla F., Bauder A., Funk M., Le Meur E., 2004. « Ice ablation as evidence of climate change in the Alps over the 20<sup>th</sup> century », *Journal of Geophysical Research*, Vol. 109, No. D10, D10104. 10.1029/2003JD003857.
- Vincent C., 2002. « Influence of climate change over the 20<sup>th</sup> Century on four French glacier mass balances », *Journal of Geophysical Research*, Vol.107, D19, ACL 4, pp.1-12.