



LE RISQUE INONDATION

Le Maine-et-Loire est particulièrement exposé aux inondations par débordement direct. Riche d'un réseau hydrographique de près de 4 000 km, il est situé à la confluence de la Loire et de la Maine, dont les crues ont marqué la mémoire des habitants. Il est important de s'en souvenir et de se préparer à vivre de futurs événements pour limiter les risques.



CRUE DE LA MAINE
À ANGERS EN 1995

Comment se manifeste une inondation ?

Une inondation est une submersion plus ou moins rapide d'une zone avec des hauteurs d'eau variables. Elle se traduit par un débordement des eaux en dehors du lit mineur, à l'occasion d'une crue. Celle-ci correspond à l'augmentation du débit d'un cours d'eau, suite à une pluviométrie excessive ou à la fonte des neiges. Au-delà de l'intensité et de la durée des précipitations, l'ampleur d'une inondation varie en fonction de la surface et de la pente du bassin versant, la couverture végétale, la capacité d'absorption du sol et la présence d'obstacles à la circulation des eaux.



DDT 49





L'inondation peut se manifester de différentes manières

- > **Par crues lentes**, elles génèrent des inondations de plaine, soit par un débordement direct (le cours d'eau quitte son lit mineur pour occuper le lit majeur), soit par débordement indirect, à travers les nappes phréatiques et alluviales, les réseaux d'assainissement et d'eaux pluviales.
- > **Par ruissellement en secteur urbain**, quand l'eau ne peut pas s'infiltrer en raison de l'imperméabilisation des sols et de la saturation des capacités du réseau d'évacuation des eaux pluviales. Ce qui provoque l'envahissement du tissu urbain, à l'exemple de Nîmes en 1988.
- > **Par crues torrentielles**, lorsque les cours d'eau sont en pente forte, en zone montagneuse ou à l'aval immédiat de reliefs marqués, mais aussi lorsque les rivières doivent absorber des pluies de grande intensité.
- > **Par rupture des levées**, lorsque la montée des eaux fragilise le pied ou le corps de l'ouvrage. Cette situation met en danger les populations situées dans la vallée.





Quels risques en Maine-et-Loire ?

Le département porte bien son nom. Il est situé sur la plus vaste confluence de la Loire, en l'occurrence le bassin de la Maine, alimenté par d'importants affluents comme le Loir, la Mayenne et la Sarthe, dont les crues provoquent des inondations de plaine.

Au fil de la Loire

À son entrée dans le département, le fleuve draine déjà un bassin de 81 000 km². Viennent s'ajouter celui du Thouet à Saumur et surtout celui de la Maine à Angers, avec son bassin de 22 000 km². Soumise à deux influences climatiques, la Loire est source de différents débordements. Si les brutales crues cévenoles sont peu perceptibles en Anjou, celles qui sont provoquées par des perturbations océaniques intenses et rapprochées sont beaucoup plus durement ressenties par les populations riveraines. Quand il y a conjonction des deux, elles peuvent être particulièrement dangereuses, comme en témoignent les crues de 1846, 1856, 1866.

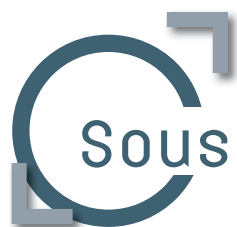
Souvent qualifiée de dernier fleuve sauvage de France, la Loire, dans son tracé angevin, a fait l'objet d'endiguements partiels de son lit majeur au cours des siècles passés. À l'origine, les grandes levées de la Loire ont été construites pour contenir de



LEVÉE DE L'AUTHION À LA BOHALLE

très fortes crues. Mais en dépit de multiples surélévations et renforcements successifs, l'histoire nous a appris que ce n'était pas une garantie absolue. En effet, le risque de rupture reste important quand la crue est forte et qu'elle dure longtemps. Lorsque les eaux se maintiennent à un haut niveau, pendant une longue période, elles entraînent une saturation du corps de

la levée et donc une perte de résistance, susceptible d'entraîner une déstabilisation des talus, sous l'action de l'eau en circulation dans le corps de l'ouvrage. Si le renforcement des levées réduit la probabilité d'inondation, ces aménagements ne suppriment pas totalement le risque.



Sous l'influence des affluents de la Maine

La plus petite rivière de France, à peine 10 km, est à la confluence d'un bassin de 22 000 km² comprenant trois sous bassins.

> Le sous-bassin Mayenne et Oudon

C'est le plus exposé aux perturbations atlantiques et il peut donner lieu à des crues puissantes qui se propagent rapidement en raison de l'étroitesse des vallées et de la nature des sols. En effet, granit, schistes et couvertures argileuses favorisent un fort ruissellement.

> Le sous-bassin Sarthe et Huisne

Entre Massif armoricain et Bassin parisien, il est très hétérogène, tant sur le plan de la capacité d'infiltration des sols que sur le profil des vallées. Son régime hydraulique complexe peut générer des crues importantes, plus ou moins rapides.

> Le sous-bassin du Loir

Il traverse uniquement des terrains sédimentaires, mais il abrite différents types de sols qui réagissent différemment aux précipitations. Le ruissellement est faible dans les calcaires de la Beauce et plus prononcé dans les collines du Perche. Dans sa partie angevine, où la pente est faible, le Loir connaît des crues plus lentes.

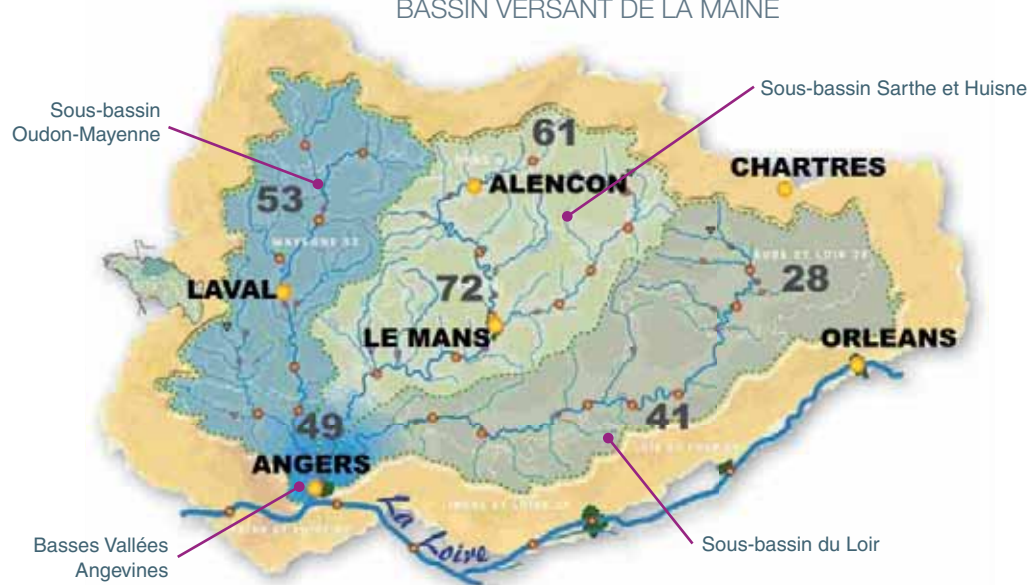
> Les Basses Vallées Angevines

En aval du bassin de la Maine, les vastes prairies alluviales jouent un rôle stratégique, pouvant absorber jusqu'à 370 millions de m³. Cependant, on parle d'un « stockage dynamique » car les eaux de crue continuent de s'écouler dans la Maine qui constitue un goulet d'étranglement dans la traversée d'Angers. Il est bon de noter que les inondations des Basses Vallées Angevines peuvent être provoquées par les crues de la Loire (crues montantes) ou les crues d'un ou des affluents de la Maine (crues descendantes). Parfois, les deux se superposent et génèrent d'importants débordements.

Le bassin de la Sèvre nantaise

À l'exception de deux communes traversées par la Sèvre en limite ouest du département, le Maine-et-Loire est principalement concerné par la Moine et ses affluents. Sa réponse aux précipitations est rapide, mais généralement les épisodes de crue sont courts, de l'ordre d'une journée.

BASSIN VERSANT DE LA MAINE





Quelles mesures préventives ?



Près de 50 % des communes de Maine-et-Loire sont touchées par le risque d'inondation. Les événements récents, notamment la crue historique de 1995 avec l'évacuation de plusieurs villages ou quartiers urbains, ont justifié la mise en place dans le Maine-et-Loire d'une politique de prévention ambitieuse.

L'information et l'éducation sur les risques

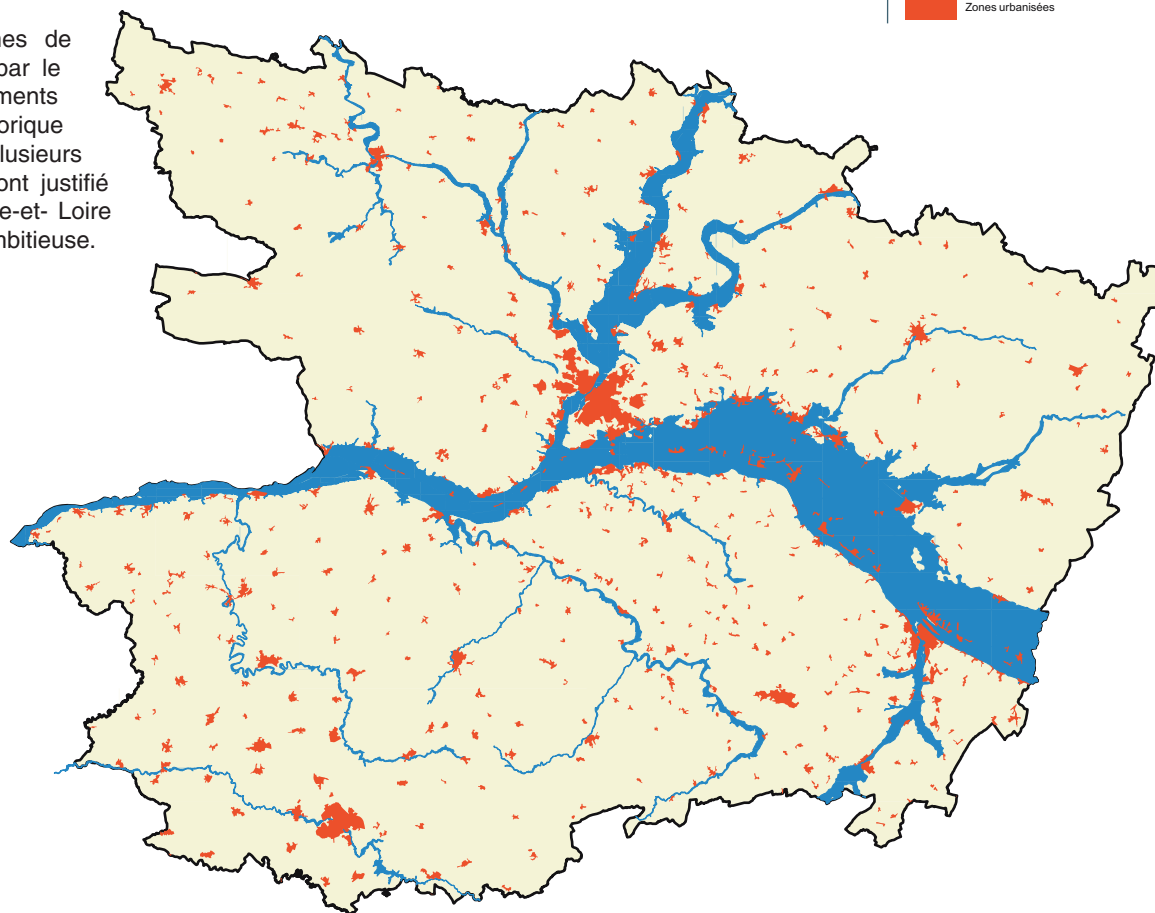
La loi de juillet 1987 a instauré le droit des citoyens à une information sur les risques majeurs.

En voici les grandes lignes :

- > Information préventive réalisée par le préfet et le maire.
- > Mise en place de repères de crue pour conserver la mémoire des Plus Hautes Eaux Connues (PHEC).
- > Information des acquéreurs ou locataires sur l'état des risques auxquels est exposée leur habitation.
- > Éducation sur les risques : sensibilisation et formation des professionnels du bâtiment, de l'immobilier des notaires, géomètres, actions en liaison avec l'Éducation nationale auprès des élèves sur les inondations, l'environnement et la sécurité civile.



REPORT
DES PLUS HAUTES
EAUX CONNUES
(PHEC)



> La connaissance des inondations

Depuis la publication du premier DDRM (Dossier Départemental des Risques Majeurs) en 1996, de nombreuses études ont été réalisées pour mieux appréhender les phénomènes de crue. Cette meilleure connaissance s'appuie sur des études hydrauliques ou hydrogéomorphologiques. L'identification et le nivellement des repères de crues a permis de mieux identifier les zones exposées. Cela a été traduit dans les Atlas des Zones Inondables (AZI) et les Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles Inondation (PPRI). Différents atlas ont été réalisés à ce jour : Loire, Thouet, Bassin de la Maine (Maine, Loir, Sarthe, Mayenne, Oudon et affluents), Sèvre nantaise, Moine, Lys, Layon, Aubance, Hyrôme, Lathan, Couasnon, Brionneau et Erdre.



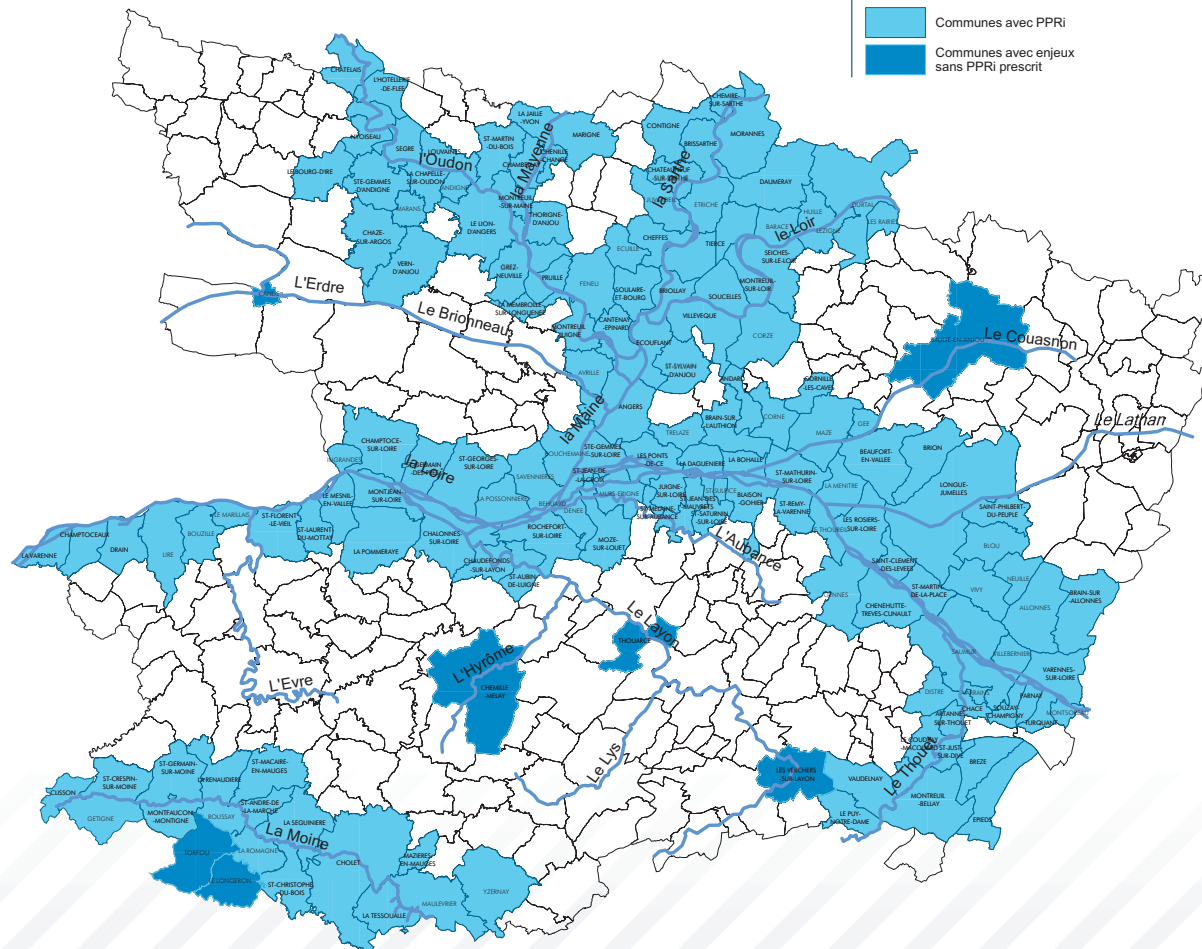
DDT 49



DDT 49

RISQUE INONDATION

- Communes avec PPRI
- Communes avec enjeux sans PPRI prescrit



LES RISQUES NATURELS



Le Plan de Prévention des Risques Inondation

La maîtrise des risques s'exprime d'abord par le PPR (Plan de Prévention des Risques). Ce document réalisé par l'État régit l'utilisation des sols : possibilité de bâtir sous certaines conditions ou interdiction de construire. L'objectif est de contrôler le développement urbain en zone inondable tout en préservant le champ d'expansion des crues. La cartographie du PPR comprend deux zones : la zone inconstructible (dite « zone rouge ») et la zone constructible avec prescription (dite « zone bleue »). À ce jour, les Plans de Prévention des Risques Inondation (PPRI) concernent 148 communes et quelque 65 000 habitants (voir carte et tableau).

PPRI EN MAINE-ET-LOIRE

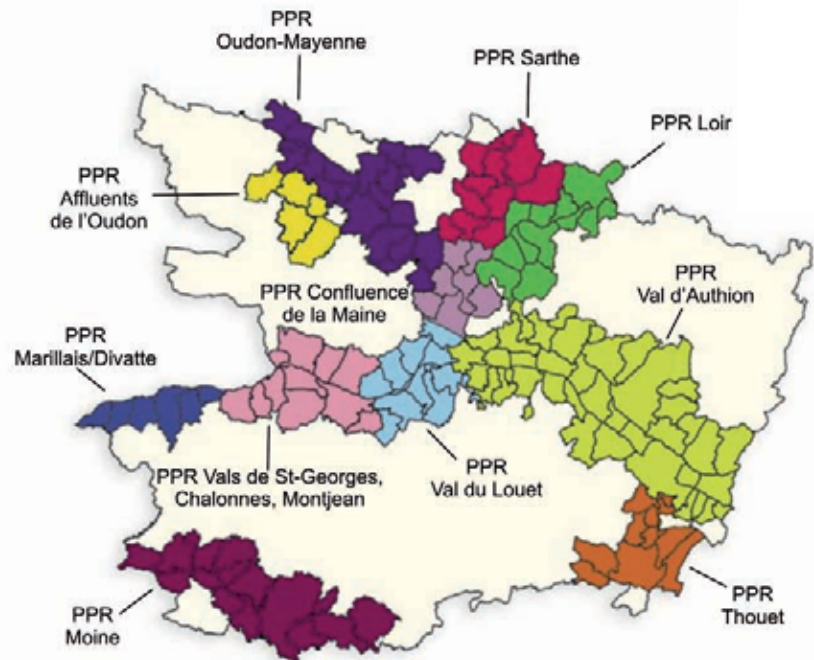


TABLEAU RÉCAPITULATIF DES PPR INONDATION

2012			Nombre de communes	Population exposées	Surfaces submersibles	Enjeux	
						Logements	Entreprises*
PPRI	Authion	Approuvé	40	45 400	39 000 ha	15 460	2 200
	Louet	Approuvé	14	3 540	5 529 ha	1 300	180
	Chalonnes	Approuvé	11	1 100	6 600 ha	400	50
	Marillais-Divatte	Approuvé	6	250	2 695 ha	100	17
	TOTAL LOIRE		71	50 290	53 000 ha	17 260	2 450
PPRI	Oudon-Mayenne	Approuvé	21	900	2427 ha	300	110
	Val du Loir	Approuvé	11	600	3672 ha	215	32
	Val de la Sarthe	Approuvé	11	1 180	4186 ha	450	24
	Confluence Maine	Approuvé	7	7 400	4430 ha	3 900	516
	Affluents Oudon	Approuvé	5	100	465 ha	30	2
	TOTAL BASSIN DE MAINE		55	10180	15 180 ha	4895	684
PPRI	Thouet	Approuvé	12	4 900	2 900 ha	1735	60
	Moine	Approuvé	15	200	800 ha	100	20
	TOTAL		27	5 100	3 700 ha	1828	80
TOTAL GÉNÉRAL			153**	~ 65 600	~ 72 000 ha	~ 24 000	~ 3 200

* Entreprises : toutes activités / ** 5 communes concernées par 2 PPRI

> La Directive inondations

La **Commission Européenne** a adopté en 2007, une directive qui définit un cadre de travail pour permettre aux territoires exposés de **réduire les conséquences négatives des inondations**. En juillet 2010, la loi Grenelle II a transposé cette directive dans la législation française.

Chaque grand bassin hydrographique doit ainsi élaborer d'ici 2015 un plan de gestion des risques d'inondation. Actualisable tous les 6 ans, et cohérent avec les politiques de gestion de l'eau, ce plan fournira, à l'ensemble des pouvoirs publics, une feuille de route partagée pour relever le défi de la réduction de l'exposition des territoires au risque d'inondation. Il devra ainsi permettre de faire évoluer la gestion du risque d'inondation, d'une politique fondée sur la réaction aux événements, à une politique d'anticipation des inondations à venir.

Pour établir ce plan de gestion, la démarche comporte les étapes suivantes:

- > une évaluation préliminaire des risques d'inondations
- > la sélection des territoires où les risques sont les plus importants (TRI)
- > la cartographie des risques d'inondation sur ces territoires



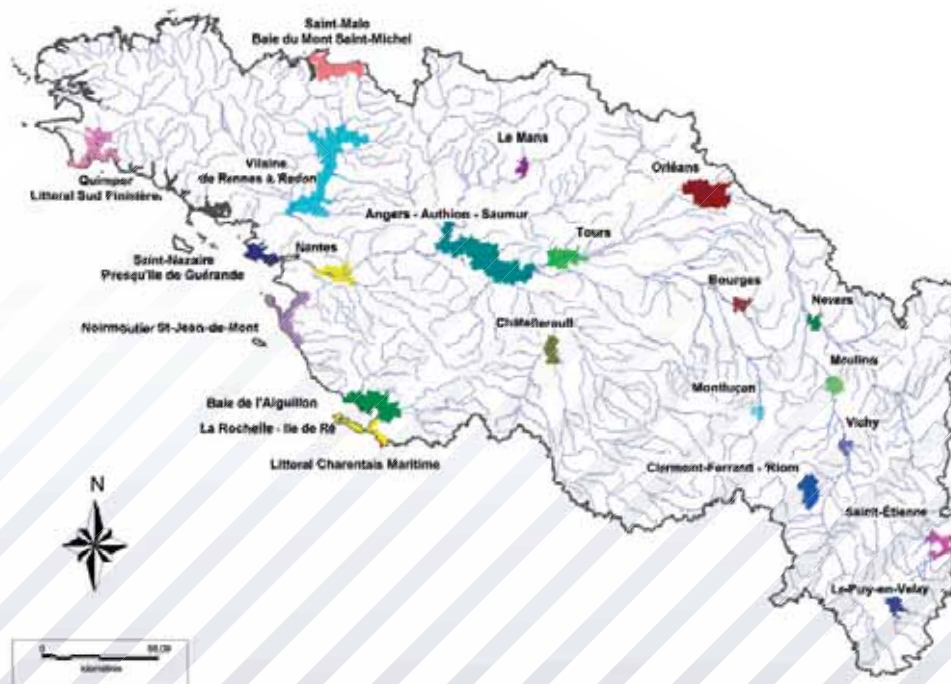
INONDATION DES VOIES DES BERGES À ANGERS EN 1995

L'évaluation préliminaire

Elle présente la géographie du district, les types d'inondation auxquels il est exposé, et évalue les conséquences négatives que pourraient avoir les inondations sur le territoire en analysant **les événements du passé** et en estimant **les impacts potentiels des inondations futures**.

Cette étape a été achevée à la fin de l'année 2011, par un arrêté d'approbation du Préfet coordonnateur du bassin Loire-Bretagne

LES 22 TERRITOIRES À RISQUE IMPORTANT D'INONDATION IDENTIFIÉS SUR LE BASSIN LOIRE-BRETAGNE



Qu'est-ce qu'un TRI ?

Un TRI se définit comme un secteur où se concentrent fortement des enjeux exposés aux inondations, qu'elles soient issues de crues rapides, de submersions marines ou de débordements de cours d'eau

Deux seuils de population exposée ont été utilisés pour traduire les concentrations d'enjeux:

- > 7 500 habitants pour les crues torrentielles et les submersions rapides
- > 15 000 habitants pour les débordements de cours d'eau

L'historique des inondations a permis d'identifier les secteurs ayant subi, dans le passé, plus de 5 décès occasionnés par des inondations

LES RISQUES NATURELS



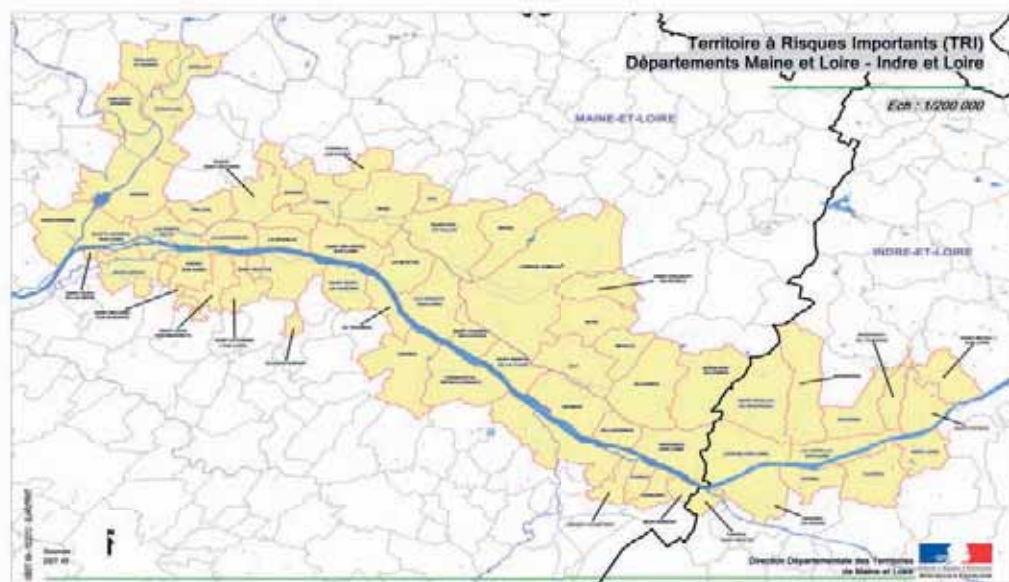
La cartographie des risques d'inondation

Les cartes des surfaces inondables sont établies avec trois scénarios de crue d'occurrence:

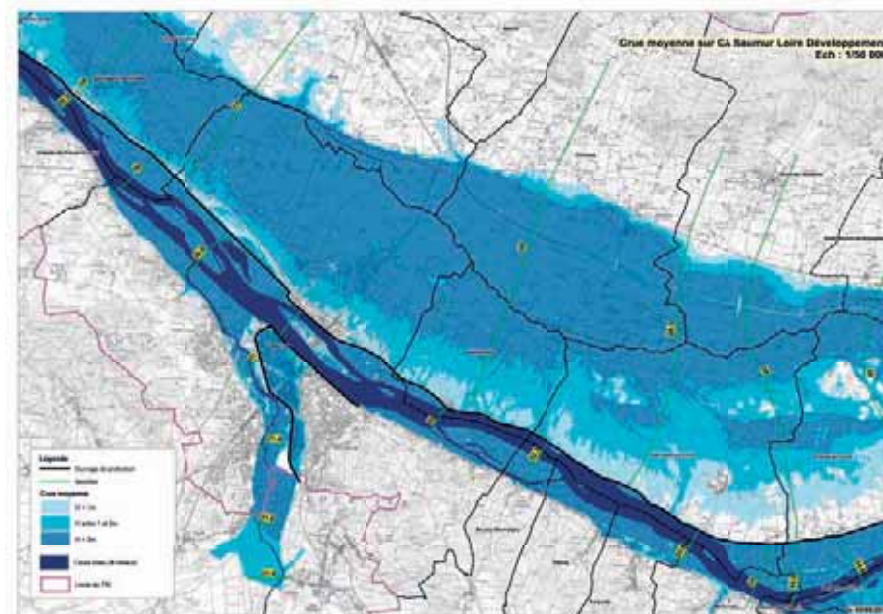
- > fréquente
- > moyenne (ou crue de référence des plans de prévention des risques d'inondation)
- > exceptionnelle

Le recensement des enjeux exposés (population, habitations, services publics, entreprises) permet d'établir les cartes de risque qui seront nécessaires à l'élaboration du plan de gestion.

LE TRI ANGERS-VAL D'AUTHION-SAUMUR,
APPROUVÉ PAR LE PRÉFET COORDONNATEUR
DU BASSIN LOIRE-BRETAGNE



CARTE DES SURFACES INONDABLES DE LA
CRUE MOYENNE DE LA LOIRE ET DANS LE VAL
D'AUTHION SUR SAUMUR



> La surveillance et la prévision

La prévision des inondations repose sur une surveillance continue des précipitations, du niveau des nappes phréatiques et des cours d'eau, ainsi que sur l'état hydrique des sols.

Vigilance météorologique et annonce des crues

Le centre météorologique de Toulouse publie quotidiennement une carte de vigilance. Quatre couleurs (vert, jaune, orange et rouge) s'affichent en fonction du niveau de risque dans les 24 heures. Ces informations sont disponibles sur le site internet de Météo France. En 2006, la réforme de l'annonce des crues a conduit à la mise en place d'une carte de vigilance « crues » calquée sur le principe de celle de Météo France et consultable sur Internet. Cette carte et les bulletins d'information qui l'accompagnent sont destinés à renseigner tous les acteurs de la gestion de crise ainsi que le grand public sur l'état de la situation présente et son évolution prévisible. Deux Services de Prévision des Crues (SPC) sont opérationnels dans le département. Le SPC Maine-Loire aval veille sur les crues de la Loire, du bassin de la Maine (Oudon, Mayenne, Sarthe, Loir et Maine) et de la Sèvre nantaise. Quant au Thouet, il est suivi par le SPC Vienne-Thouet.

Les différentes étapes de la chaîne d'alerte

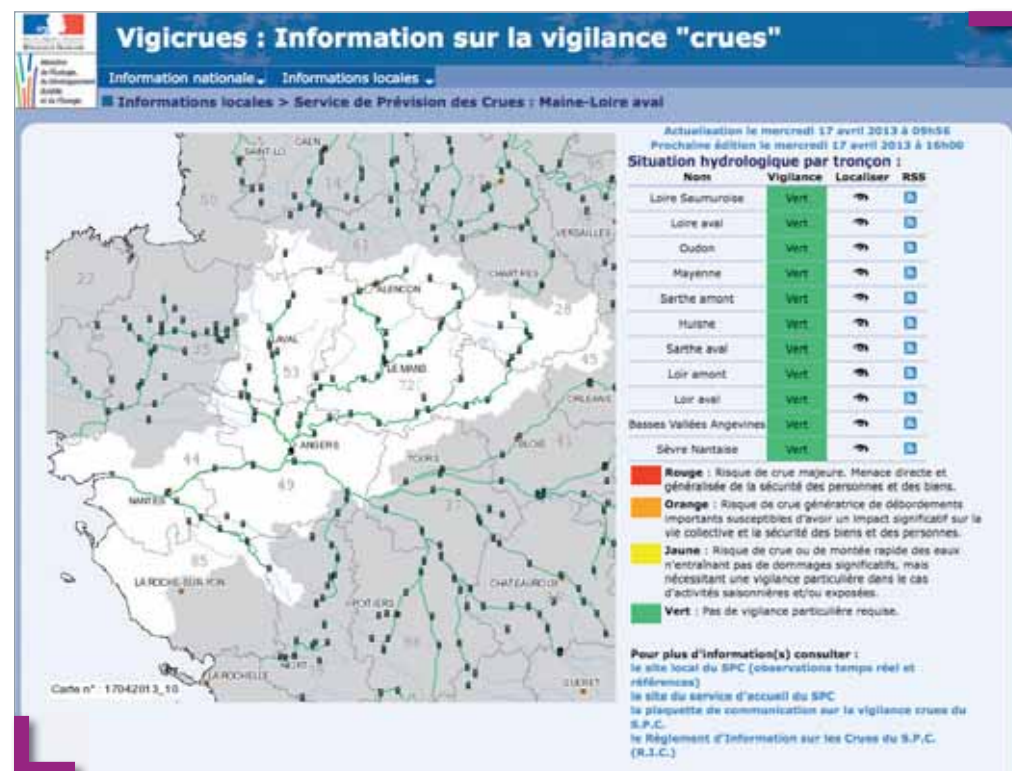
En fonction de la situation des cours d'eau, de leur évolution prévisible et des données transmises par les SPC, le préfet décide d'alerter les maires qui devront eux-mêmes prévenir leurs administrés et prendre les mesures nécessaires. Tout au long de la crue, les informations sont régulièrement adressées au préfet. En joignant le répondeur, les maires sont informés de la situation et peuvent donc avertir la population et adapter les mesures de protection. C'est enfin au préfet

de mettre fin à l'état d'alerte, au regard de la baisse du niveau des eaux et des prévisions pluviométriques.

Le plan de surveillance des levées

En cas de crue, la surveillance des levées de la Loire fait l'objet du déclenchement d'un plan établi par la DDT et approuvé par le préfet. Révisé et modernisé en 2007, ce plan est destiné à repérer et à évaluer les faiblesses des

ouvrages pour intervenir au plus vite, en cas de menace de rupture. Si le danger est important, les autorités pourront alors décider l'évacuation des populations. Des agents de la DDT sont ainsi détachés pour surveiller la tenue de la levée. Si la crue est exceptionnelle, les équipes sont renforcées par celles du conseil général ou des communes exposées au risque de rupture.





TRAVAUX DE RENFORCEMENT
DE LA LEVÉE DE L'AUTHION

> Des travaux de protection

Ils peuvent répondre à deux objectifs : agir directement sur l'aléa ou agir sur les enjeux et réduire leur vulnérabilité (ce qu'on appelle la « mitigation »).

Les mesures collectives

L'objectif du ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie est de favoriser des actions cohérentes à l'échelle des bassins versants, avec la mise en oeuvre de programmes privilégiant les actions douces de réduction de vulnérabilité et de maîtrise des écoulements en amont des sites à enjeux. C'est le cas du Plan de Prévention des Inondations du Bassin de la Maine (PPIBM ou PAPI Maine) lancé en 2004. Il convient de citer les chantiers engagés par les acteurs du bassin de l'Oudon (Symboli) destinés à ralentir l'onde de crue grâce à la création de zones de surstockage. Cette démarche, qui a permis de travailler collectivement et en cohérence sur la prévention, se poursuit dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature (2007-2013). Pour diminuer le risque de rupture dans le

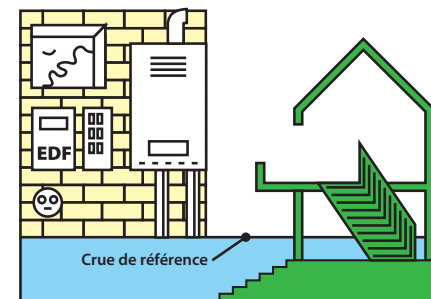


Côté val, deux techniques ont permis de renforcer la levée. Dans les zones non urbanisées, le talus a été conforté par élargissement à l'aide d'un remblai et d'un géotextile filtrant. En secteur urbanisé, un écran étanche (palplanche métallique) a été fixé dans la levée. Pour compléter ce dispositif, dans les zones où la crue peut atteindre le niveau de la chaussée, une membrane imperméable est mise en place pour empêcher la circulation de l'eau dans le corps de la chaussée.

cadre de ce programme, d'importants chantiers ont été menés pour conforter la levée de l'Authion. Les travaux de protection des pieds de talus, côté Loire, ont été réalisés tandis que le renforcement du corps de digue, côté Val d'Authion, se poursuit.

Les mesures individuelles

Certains PPRI prévoient des mesures de réduction de la vulnérabilité du bâti existant qui se limitent à des travaux garantissant une meilleure sécurité de leurs occupants. Elles portent notamment sur la création d'un niveau de refuge, l'arrimage des cuves et autres objets flottants, la mise hors d'eau ou l'étanchéité des réseaux (gaz, électricité, téléphone...) et l'installation de dispositifs filtrants et de refoulement. Des aides financières peuvent être accordées dans le cadre du Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM).



MESURES DE RÉDUCTION DE VULNÉRABILITÉ (MITIGATION)

Quelles communes sont exposées au risque inondation ?

Publié en 1996, le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) recensait 146 communes susceptibles de subir une inondation. Ce nouveau DDRM en comptabilise 155.

Au cours de ces dix dernières années, la connaissance des phénomènes et la réglementation se sont particulièrement développées. Deux critères sont pris en compte pour classer une commune à risque :

> **L'existence d'un PPR** (pour les rivières importantes) : c'est la reconnaissance juridique du risque à l'échelle cohérente d'une rivière. Les communes entrant dans ce périmètre sont concernées par les mesures prises, même si certaines d'entre elles sont peu exposées.

> **La connaissance de l'inondation** grâce à un Atlas de Zones Inondables (pour les rivières secondaires) : toutefois, dans ce cas, seules les communes présentant un minimum d'enjeux dans le champ d'inondation (habitations ou bâtiments existant en nombre suffisant, zones d'urbanisation ou à urbaniser ainsi que les équipements sensibles) seront retenues.

Les arrêtés interministériels de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sont un indicateur intéressant d'évaluation, mais ils ne constituent pas un critère de sélection suffisamment pertinent. En effet, il ne sont pas représentatifs d'un phénomène dans la mesure où un arrêté peut avoir été pris pour un seul sinistre dans la commune.



ANGERS-DDT49



CHEFFES-JF EDANGE

COMMUNES EXPOSÉES AU RISQUE INONDATION AVEC PPR APPROUVÉ OU PRESCRIT

AUTHION

Allonnes
Andard
Beaufort-en-Vallée
Blaison-Gohier
Blou
Brain-sur-Allonnes
Brain-sur-L'authion
Brion
Chênehutte-Trèves-Cunault
Corne
Cornillé-les-Caves
Gée
Gennes
Juigné-sur-Loire
La Bohalle
La Daguenière
La Ménitrie
Le Thoureil
Les Ponts-de-Cé
Les Rosiers-sur-Loire
Longué-Jumelles
Mazé
Montsoreau
Neuillé
Parnay
St-Clément-des-Levées
St-Jean-des-Mauvrets
St-Martin-de-la-Place
St-Mathurin-sur-Loire
St-Philbert-du-Peuple
St-Rémy-la-Varenne
St-Saturnin-sur-Loire
Saint-Sulpice
Saumur
Souzay-Champigny
Trélazé
Turquant
Varennes-sur-Loire
Villebernier
Vivy

LOUET

Angers
Béhuard
Bouchemaine
Denée
Mozé-sur-Louet
Murs-Érigné
Les Ponts-de-Cé

La Possonnière
Rochefort-sur-Loire
St-Aubin-de-Luigné
Ste-Gemmes-sur-Loire
St-Jean-de-la-Croix
St-Melaine-sur-Aubance
Savennières

ST-GEORGES-CHALONNES-MONTJEAN

Champtocé-sur-Loire
St-Germain-des-Prés
St-Georges-sur-Loire
Ingrandes
Montjean-sur-Loire
Le Mesnil-en-Vallée
Chalonnais-sur-Loire
St-Laurent-du-Mottay
St-Florent-le-Vieil
La Pommeraye
Chaufonds-sur-Layon

MARILLAIS-DIVATTE

Bouzillé
Champtoceaux
Drain
Liré
Le Marillais
La Varenne

LOIR

Baracé
Corzé
Durtal
Huillé
Léziné
Montreuil-sur-Loir
Seiches-sur-Loir
Soucelles
Villevêque
Tiercé
Les Rairies

SARTHE

Brissarthe
Châteauneuf-sur-Sarthe
Cheffes

Chemiré-sur-Sarthe
Contigné
Daumeray
Écuillé
Étriché
Juvardail
Morannes
Tiercé

LOUDON-MAYENNE

Andigné
Chambellay
La Chapelle-sur-Oudon
Châtellais
Chenillé-Changé
Feneu
Grez-Neuville
L'Hôtellerie-de-Flée
La Jaille-Yvon
Le Lion-d'Angers
Louvaines
Marigné
La Membrolle-sur-Longuenée
Montreuil-Juigné
Montreuil-sur-Maine
Nyoiseau
Pruillé
Ste-Gemmes-d'Andigné
St-Martin-du-Bois
Segré
Thorigne-d'Anjou

THOUE

Artannes-Sur-Thouet
Brézé
Chacé
Le Coudray-Macouard
Distré
Épieds
Montreuil-Bellay
Le Puy-Notre-Dame
St-Just-sur-Dive
Saumur
Varrains
Vaudelnay

AFFLUENTS DE L'OUDON

Le Bourg-d'Irè
Chazé-sur-Argos
Marans
Ste-Gemmes-d'Andigné
Vern-d'Anjou

CONFLUENCE MAINE

Avrillé
Briollay
Cantenay-Épinard
Écouflant
St-Sylvain-d'Anjou
Soulair-et-Bourg

Angers

MOINE

Cholet
Maulévrier
Mazières-en-Mauges
Montfaucon-Montigné
La Renaudière
La Romagne
Roussay
St-André-de-la-Marche
St-Christophe-du-Bois
St-Crespin-sur-Moine
St-Germain-sur-Moine
St-Macaire-en-Mauges
La Seguinère
La Tessoualle
Yzernay
Clisson
Gétigné

COMMUNES SANS PPRI AVEC ENJEUX

Baugé-en-Anjou
Candé
Chemillé-Melay
Le Longeron
Thouarcé
Torfou
Les Verchers-sur-Layon



Conseils à la population

En dehors des périodes d'inondation

- > **S'informer des risques encourus**, des mesures restrictives prévues en matière d'aménagement et des règles de sauvegarde existantes.
- > **Prévoir le matériel nécessaire** à l'obturation des ouvertures : batardeaux si la construction est capable de résister aux pressions hydrostatiques, couvercles pour bouches d'aération ou de ventilation...
- > **Prendre des mesures d'aménagement**, à l'exemple de l'arrimage des cuves.

À la montée des eaux

- > **Protéger son habitation** en obturant toutes les ouvertures basses du domicile (portes, soupiraux...). S'il s'agit d'une crue importante, mieux vaut laisser pénétrer l'eau dans la construction pour éviter la pression hydrostatique.
- > **Prendre des mesures d'urgence** : couper l'eau, l'électricité, le gaz et le chauffage, laisser le téléphone branché, placer les objets précieux, l'eau et la nourriture hors d'eau, mettre à l'abri toutes les denrées périssables et les produits toxiques.

Pendant l'inondation

- > **Ne pas s'engager dans une zone inondée**, ni à pied ni en voiture.
- > **Ne pas aller chercher les enfants à l'école**, les enseignants s'occupent d'eux.
- > **Ne pas téléphoner**, de façon à libérer les lignes pour les secours.
- > **Rester dans les étages supérieurs**, si cela est possible.
- > **Ne pas consommer l'eau du robinet** ou de puits sans l'avis des services compétents.
- > **En cas d'évacuation**, préparer le strict minimum (papiers importants, médicaments) et se conformer aux directives des services de secours.

Après l'inondation

- > S'il y a eu évacuation, **attendre les consignes** des autorités avant de regagner son domicile.
- > **Aérer et désinfecter** les lieux.
- > **Évaluer les dégâts** et les points dangereux puis en informer les autorités.
- > **Ne pas rétablir l'électricité** tant que l'installation n'est pas sèche.
- > **Chauffer** dès que possible.
- > **Attendre l'avis des services compétents** pour consommer l'eau du robinet.

Où s'informer ?

Pendant la crise

> Mairie

- Pour s'informer des mesures de sauvegarde et de l'évolution des événements.

> Internet

- www.vigicrues.gouv.fr

Ce site informe les habitants sur la carte de vigilance et sur les bulletins d'information associés.

Hors période de crue

> Préfecture et Direction Départementale des Territoires

- Service interministériel de Défense et de Protection Civiles.
- Informations sur PPRI et informations Acquéreurs Locataires

> Site internet des services de l'État

- www.maine-et-loire.gouv.fr/inondations-r688.html

> Mairies et Chambre des notaires

- Transactions immobilières situées sur une commune avec Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI).



LE RISQUE MOUVEMENTS DE TERRAIN

Un mouvement de terrain est un déplacement plus ou moins brutal du sol ou du sous-sol. D'origine naturelle ou anthropique, ce phénomène est lié à la nature et à la structure géologique, et se manifeste de différentes manières.

EN MAINE-ET-LOIRE,
LES PHÉNOMÈNES
IDENTIFIÉS SONT :

- **L'EFFONDREMENT DE CAVITÉS SOUTERRAINES**
- **LA CHUTE DE BLOCS ET L'ÉBOULEMENT DE COTEAUX**
- **LE RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES**

1

L'effondrement des cavités souterraines

> Comment se manifeste-t-il ?

Les cavités souterraines sont des vides ou des parties creusées à des profondeurs plus ou moins variables. Elles peuvent être d'origine naturelle ou artificielle et, dans ce cas, ce sont des carrières, où ont été extraits des matériaux. Le risque d'effondrement se manifeste d'abord par des affaissements consécutifs à la dégradation des cavités. Ceux-ci créent des dépressions topographiques plus ou moins profondes (de quelques centimètres à des dizaines de centimètres). Autre cas de figure : les effondrements de terrain. Ce sont des phénomènes brutaux résultant de la rupture brutale des voûtes des cavités souterraines

ou des piliers des anciennes chambres d'exploitation. Les facteurs de cette instabilité sont multiples : propriété mécanique de la roche, géologie structurale (fissuration, fracturation...), agents climatiques (eau, gel...), végétation, abandon des cavités et défaut d'entretien, utilisation des sols...



Graphies / MEDD-DPPR

> Quels risques en Maine-et-Loire ?

Le département est particulièrement exposé aux risques liés aux cavités souterraines. En effet, on y recense plus de 15 000 cavités et probablement plusieurs milliers de kilomètres de galeries. Dans le Saumurois, de nombreuses carrières souterraines ont été creusées pour exploiter le tuffeau et le falun, dont l'extraction remonte à l'époque gallo-romaine et s'est largement développée à la Renaissance. Nombre de cavités ont aussi servi de refuge et d'habitation. Si la plupart des grandes cavités sont abandonnées, certaines sont toujours utilisées pour la fermentation des vins à bulles ou encore la culture des champignons. Pour cette dernière activité, on note toutefois un abandon progressif des caves. En

revanche, l'habitat troglodytique connaît, depuis une vingtaine d'années, un réel engouement. Plusieurs événements, essentiellement dans le Saumurois, ont justifié la mise en place d'une politique de prévention. Ainsi, depuis plusieurs décennies, il a été recensé une soixantaine d'effondrements sur les seules communes du coteau ligérien, entre Montsoreau et Saumur (voir encadré).

Du Haut-Anjou sègréen au bassin d'Angers-Trélazé, l'ardoise a été largement exploitée dans des carrières souterraines. Bien que le mode d'exploitation soit de type minier, les carrières d'ardoise ne relèvent pas du même régime juridique, ce qui justifie leur classement dans les cavités souterraines. Leur localisation est généralement très proche des mines de fer et peut concerner les mêmes communes.

ÉVÉNEMENTS SURVENUS DANS LE PÉRIMÈTRE DU PPR COTEAU DE SAUMUR

Communes	Événements*	Victimes	Dégâts matériels**
Saumur	18	10	18
Dampierre***	7	1	2
Souzay-Champigny	4	-	1
Parnay	9	1	3
Turquant	12	3	6
Montsoreau	7	3	22

* Nombre d'événements > Coteau + cavités

** Dégâts matériels > Habitations détruites

*** Commune associée de Saumur



2

La chute de blocs et l'éboulement de coteaux

> Comment se manifeste-t-il ?

Les risques liés au coteau sont de trois types. Le premier concerne les chutes de pierres ou de blocs qui proviennent de l'évolution mécanique des escarpements rocheux altérés ou fracturés. Les éléments décrochés ont un volume pouvant aller de quelques décimètres cubes à plusieurs mètres cubes. Plus grave, le deuxième se caractérise par des éboulements et des écoulements en masse de pans de falaise ou d'escarpements rocheux sur quelques centaines, voire milliers de mètres cubes. Enfin, le troisième correspond à des glissements de terrain sur les pentes, les versants ou les berges de type argileux. L'instabilité des coteaux est générée, en premier lieu, par la nature de la roche et sa fracturation. C'est le cas du tuffeau en Saumurois. D'autres facteurs entrent en jeu, principalement l'eau et la végétation. L'alternance pluie, gel et sécheresse est un facteur aggravant, sans compter le défaut d'entretien ou la mauvaise utilisation des sols.

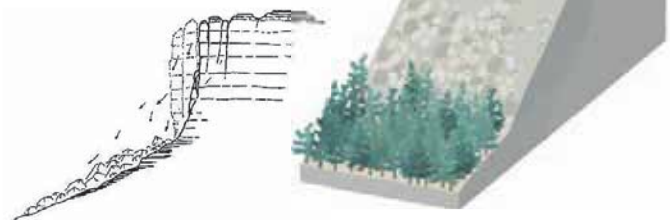


SCHÉMA D'UN ÉBOULEMENT ROCHEUX

Graphies / MEDD-DPPR



BLOCS EN SURPLOMB

Laboratoire des Ponts-de-Cé

> Quels risques en Maine-et-Loire ?

Dans le Saumurois, les éboulements sont fréquents et sont recensés depuis le XVIII^e siècle. Le dernier événement important est survenu en avril 2001 au château de Saumur, où les remparts se sont effondrés. D'autres secteurs sont touchés par les chutes de blocs et les glissements de terrain. Citons, entre autres, Chalonnes-sur-Loire, Segré, Montreuil-Juigné ou, plus récemment, Montreuil-sur-Maine.



Laboratoire des Ponts-de-Cé



CHÂTEAU DE SAUMUR : TRAVAUX EFFECTUÉS
SUITE À L'EFFONDREMENT DES REMPARTS EN AVRIL 2001

Pour ces deux risques

> Améliorer les connaissances pour repérer les zones exposées

En 1994 et 1995, un inventaire a été réalisé par le service de géologie du département. En complément, deux études ont été lancées par la DDT dans le cadre de la révision des SCOT des Pays Loire Angers et Grand Saumurois (site des ardoisières d'Angers, Trélazé et Saint-Barthélemy-d'Anjou) et de Saumur (57 communes). Elles ont permis d'établir une cartographie des risques d'effondrement et de définir les niveaux de danger. Ce sont des documents d'alerte qui servent aussi à la délivrance des autorisations de construire.

Conformément au code de l'environnement (article L 563-6), les communes compétentes en matière d'urbanisme doivent élaborer une carte délimitant les cavités souterraines susceptibles de provoquer des effondrements. La collecte et l'analyse de toutes les informations concernant les zones à risques ont abouti à l'actualisation de l'atlas des cavités souterraines réalisé par le CETE de l'Ouest sur 48 communes du Saumurois. La cartographie en mode dynamique est consultable sur le site internet.

Cartes : <http://www.maine-et-loire.gouv.fr/atlas-des-cavites-souterraines-a779.html>

> Réglementer

En s'appuyant sur les études réalisées, il est possible, à travers les documents d'urbanisme, d'interdire ou de réglementer des projets d'aménagement et de construction dans les secteurs à risque. Aujourd'hui, un certain nombre de communes ont pris en compte la présence de cavités dans leur PLU (Plan Local d'Urbanisme). Ainsi, la communauté d'agglomération Angers Loire Métropole a répertorié les zones à risque en leur affectant une échelle d'intensité. Toutes ces règles peuvent être pérennisées dans un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPR) mouvements de terrain qui est annexé au PLU, valant «servitude d'utilité publique». Le 17 janvier 2008, le PPR coteau du Saumurois a été approuvé dans cinq communes (Saumur, Parnay, Souzay-Champigny, Turquant, Montsoreau) et plus récemment, une révision partielle sur le territoire de Saumur-Dampierre a été approuvée le 3 mars 2011, au regard des risques liés à l'instabilité du coteau et à l'effondrement des cavités souterraines. Au-delà de



DÉFAUT D'ENTRETIEN DE LA VÉGÉTATION



EFFONDREMENT

l'inconstructibilité des secteurs les plus fragiles, certaines prescriptions ou recommandations ont été inscrites dans le PPR : adaptation des fondations de bâtiments au contexte géologique, maîtrise des rejets d'eaux pluviales ou usées, usage du sol et entretien de la végétation.



> Développer l'information préventive

Chaque citoyen doit prendre conscience de sa propre vulnérabilité face aux risques et pouvoir prévenir les dangers. Au-delà des moyens classiques de communication prévus par les textes, une plaquette d'information sur les cavités souterraines a été éditée par l'État et diffusée dans toutes les communes du Saumurois.

Sous la forme de questions/réponses, la plaquette d'information sur les cavités souterraines apporte de précieux renseignements pour prévenir les dangers.



LA PLAQUETTE D'INFORMATION ÉDITÉE PAR LA DDT 49 ET L'ASSOCIATION CATP (CARREFOUR ANJOU TOURAINE POITOU)

> Mettre en œuvre des parades efficaces

La recherche des cavités éventuelles est un préalable à l'aménagement des zones sensibles. Dès lors qu'elles sont identifiées au droit d'un projet et que leur état le justifie, des travaux sont préconisés pour assurer le confortement des ouvrages et garantir leur stabilité : boulonnage, réalisation de maçonneries (piliers ou voûtes), comblements...

Pour se prémunir des risques d'éboulement d'un coteau, il est recommandé de mettre en place une protection active (ancrage et purge) ou passive (grillages, filets, fosses...). Mais la mesure de prévention la plus efficace est d'entretenir de façon permanente la végétation et d'assurer une surveillance active et continue du phénomène.

Ces travaux sont généralement onéreux. Les collectivités, et plus exceptionnellement les particuliers, peuvent bénéficier sous certaines conditions des aides du Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM).



CONFORTEMENT DE PILIERS, À SOUZAY-CHAMPIGNY



Laboratoire des Ponts-de-Cé



Laboratoire des Ponts-de-Cé

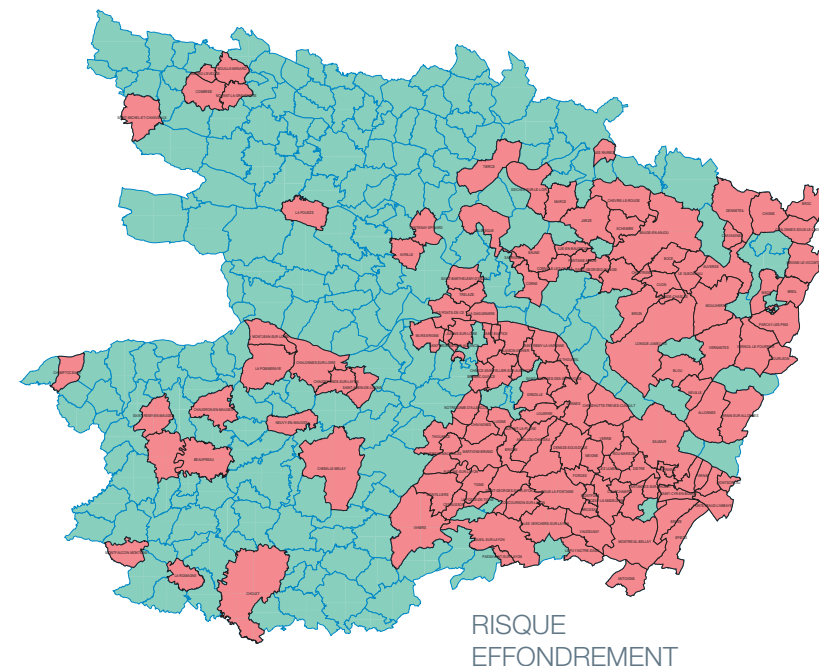
▲ BOULONNAGE

◀ GRILLAGE DE PROTECTION

Quelles communes sont exposées ?

RISQUE EFFONDREMENT DES CAVITÉS SOUTERRAINES

Allonnes	Chavaignes	La Romagne	Parnay
Ambillou-Château	Chemillé-Melay	Le Coudray-Macouard	Passavant-sur-Layon
Antoigné	Chênehutte-Trèves-Cunault	Le Fief-Sauvin	Rou-Marson
Artannes-sur-Thouet	Chevire-le-Rouge	Le Guédeniau	Saint-Aubin-de-Luigné
Aubigné-sur-Layon	Chigné	Le Puy-Notre-Dame	Saint-Barthélemy-d'Anjou
Auverse	Cholet	Le Thourel	Saint-Cyr-en-Bourg
Avrillé	Cizay-la-Madeleine	Les Ponts-de-Cé	Saint-Georges-des-Sept-Voies
Baugé-en-Anjou	Combrée	Les Rairies	Saint-Georges-du-Bois
Bauné	Concourson-sur-Layon	Les Ulmes	Saint-Georges-sur-Layon
Beaupréau	Corné	Les Verchers-sur-Layon	Saint-Melaine-sur-Aubance
Blaison-Gohier	Cornillé-les-Caves	Longué-Jumelles	Saint-Michel-et-Chanveaux
Blou	Courchamps	Louerre	Saint-Rémy-en-Mauges
Bocé	Courléon	Louresse-Rochemenier	Saint-Rémy-la-Varenne
Bouillé-Ménard	Coutures	Lué-en-Baugeois	Saint-Saturnin-sur-Loire
Bourg-l'Évêque	Cuon	Luigné	Saint-Sulpice
Brain-sur-Allonnes	Dénezé-sous-Doué	Marcé	Sarrigné
Breil	Distré	Martigné-Briand	Saumur
Brézé	Doué-la-Fontaine	Meigné	Seiches-sur-le-Loir
Brigné	Échemiré	Meigné-le-Vicomte	Souzay-Champigny
Brion	Épieds	Méon	Thouarcé
Brissac-Quincé	Faveraye-Machelles	Montfaucon-Montigné	Tiercé
Broc	Fontaine-Guérin	Montfort	Tigné
Brossay	Fontaine-Milon	Montilliers	Trélazé
Cantenay-Épinard	Fontevraud-l'Abbaye	Montjean-sur-Loire	Turquant
Cernusson	Forges	Montreuil-Bellay	Varrains
Chacé	Gennes	Montsoreau	Vaudelnay
Chalonnnes-sous-le-Lude	Genneteil	Mouilherne	Vernantes
Chalonnnes-sur-Loire	Grézillé	Murs-Érigné	Vernoil-le-Fourrier
Champstoceaux	Jarzé	Neuillé	Verrie
Charcé-Saint-Ellier-sur-Aubance	Juigné-sur-Loire	Neuvy-en-Mauges	Vihiers
Chartrené	La Daguenière	Notre-Dame-d'Allencou	Villevêque
Chaufonds-sur-Layon	La Fosse-de-Tigné	Noyant-la-Gravoyère	
Chaudron-en-Mauges	La Lande-Chasles	Noyant-la-Plaine	
Chavagnes	La Pommeraye	Nueil-sur-Layon	
	La Pouéze	Parcay-les-Pins	

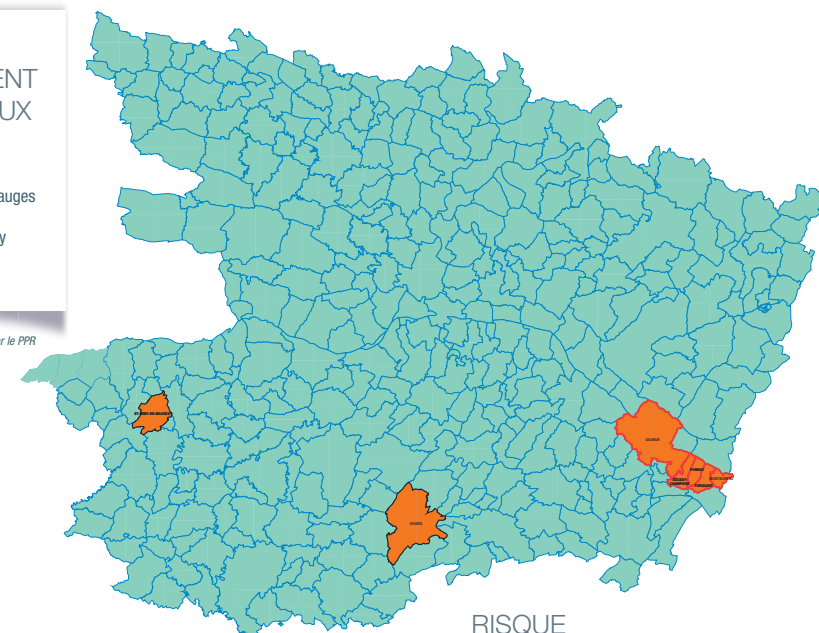


RISQUE
EFFONDREMENT

RISQUE ÉBOULEMENT DE COTEAUX

- Montsoreau
- Parnay
- Saint-Rémy-en-Mauges
- Saumur
- Souzay-Champigny
- Turquant
- Vihiers

• Communes concernées par le PPR
Coteau du Saumurois



RISQUE
ÉBOULEMENT
DE COTEAUX



Le retrait gonflement des argiles

> Comment se manifeste-t-il ?

Sous ce terme, on désigne des mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et la réhydratation des sols. Ce qu'on appelle aussi le risque « subsidence » touche surtout les régions d'assise argileuse. Ces sols se comportent comme une éponge en gonflant lorsqu'ils s'humidifient et en se tassant pendant une période sèche.

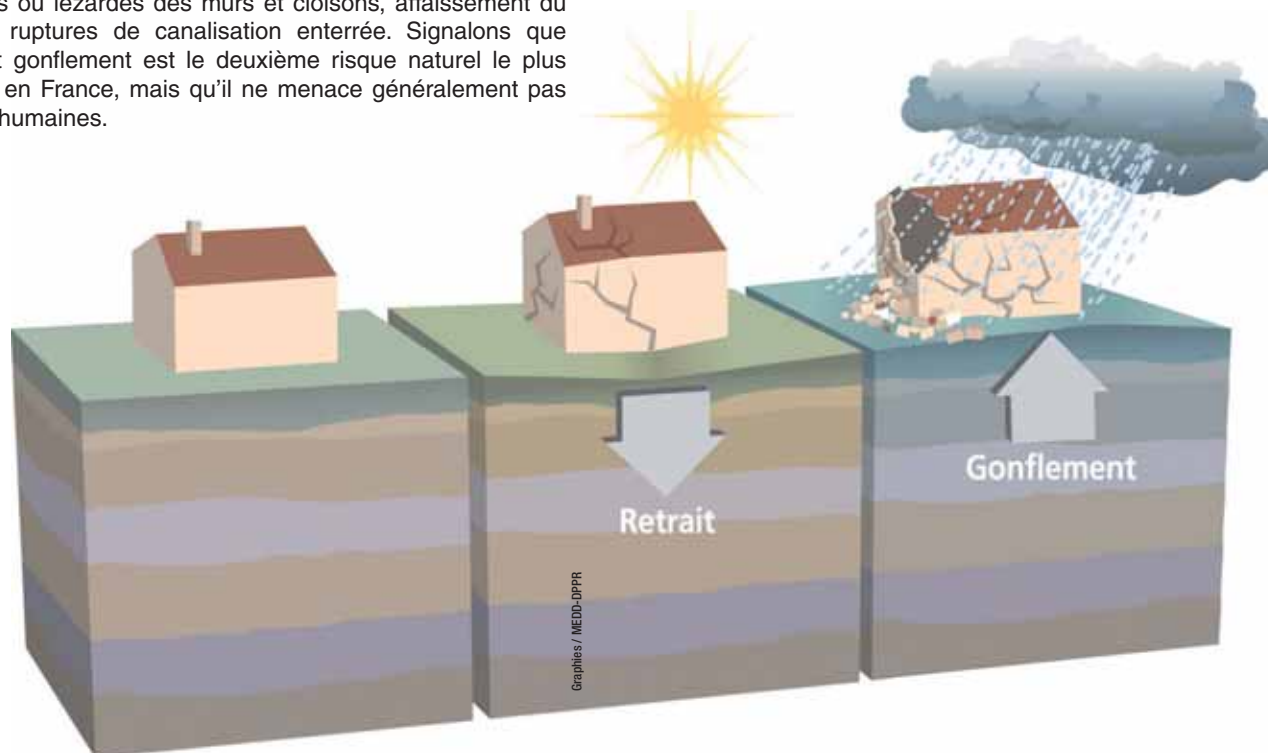
Le phénomène de retrait gonflement se manifeste par des mouvements différentiels qui se concentrent à proximité des murs porteurs, tout particulièrement aux angles d'une

construction. Il peut engendrer des dommages importants sur les bâtiments et même compromettre la solidité de l'ouvrage : fissures ou lézardes des murs et cloisons, affaissement du dallage, ruptures de canalisation enterrée. Signalons que le retrait gonflement est le deuxième risque naturel le plus coûteux en France, mais qu'il ne menace généralement pas les vies humaines.

Repères

Les arrêtés de catastrophe naturelle en Maine-et-Loire au 31 janvier 2012 et leurs conséquences financières :

- > 30 % des communes reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle.
- > 31 arrêtés interministériels pris entre 1989 et 2003.
- > 665 sinistres recensés dans l'étude du BRGM.
- > 10 000 €, c'est le coût moyen de réparation d'un sinistre pouvant varier de 1 000 à 70 000 €.



> Quels risques en Maine-et-Loire ?

L'étude menée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières démontre que toutes les communes du département sont concernées par le retrait gonflement des sols. Près de 70 % du territoire départemental abrite des formations argileuses plus ou moins marquées. Les récents épisodes de sécheresse ont provoqué d'importants dégâts. Ainsi, 67 communes ont été reconnues en état de catastrophe naturelle pour l'année 2003. Les risques sont plus ou moins élevés selon la nature des argiles, sachant qu'en Maine-et-Loire ce sont essentiellement les nappes alluviales qui ont une incidence sur ce type de phénomène. La carte du BRGM montre que 108 communes sont concernées par un aléa fort et que 111 ont déjà fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle.



FISSURES INTÉRIEURES



FISSURES EXTÉRIEURES



BRGM



Concernant les nouvelles habitations, certaines consignes sont à respecter :

- > **dimensionner les fondations** à la nature du sous-sol après une étude géotechnique (entre 0,80 m et 1,20 m) ;
- > **utiliser des matériaux flexibles** avec des joints étanches pour les canalisations ;
- > **adapter la structure du bâti** aux efforts induits par la déformation du sol (semelles continues armées, chaînages horizontaux et verticaux, joints plancher sur vide sanitaire, dallage armé aux semelles...) ;
- > **planter la végétation** à une distance de 6 à 10 m des murs, en particulier pour des saules, des peupliers ou des chênes ;
- > **vérifier l'étanchéité des canalisations** et le bon fonctionnement des drains.

Tous ces conseils sont répertoriés sur le site internet du BRGM : www.argiles.fr

> Quelles mesures préventives ?

Repérer et informer

La carte dressée par le Bureau de Recherches Géologique et Minières (BRGM) a permis d'évaluer le risque de retrait gonflement selon les secteurs et les communes. Elle a été adressée à tous les maires concernés, dans le cadre d'un «porter à connaissance», avec une série de recommandations afin que les habitants prennent connaissance des aléas locaux et puissent prendre des mesures préventives.

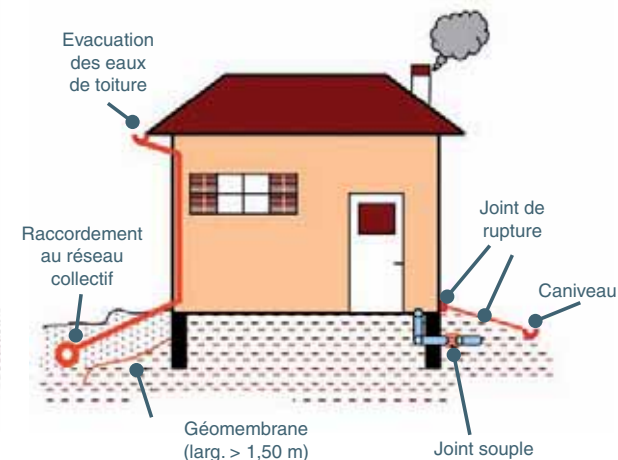
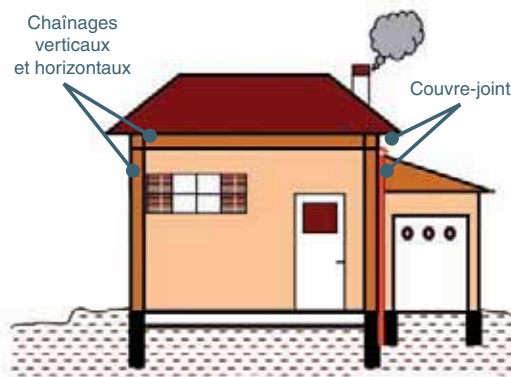
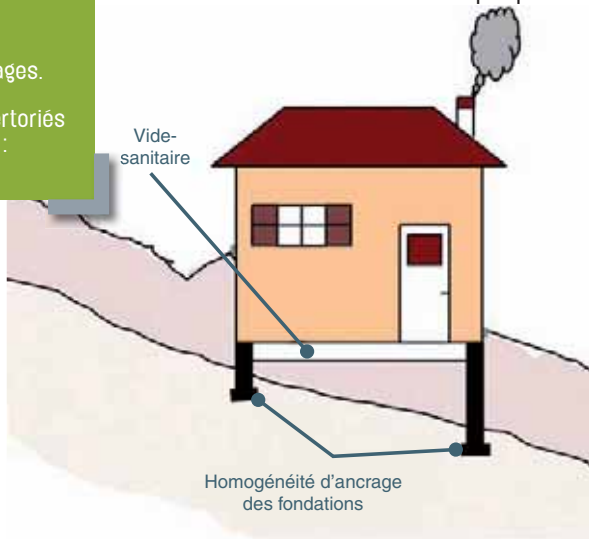
Par ailleurs, la Direction Départementale des Territoires a édité une plaquette

d'information où sont précisées toutes les précautions à prendre lors d'une construction. Ces préconisations s'appliquent principalement aux nouvelles habitations mais peuvent être reprises dans l'habitat existant.

Lien sur la plaquette : http://www.maine-et-loire.gouv.fr/IMG/pdf/Plaquette_argiles-2.pdf

Adapter les constructions

Les bâtiments sinistrés doivent être consolidés en sous-œuvre par la pose de micropieux reposant sur des couches du sous-sol non soumises au phénomène de retrait gonflement. Les habitats les moins touchés peuvent faire l'objet d'une surveillance au moyen de témoins posés dans les fissures, ce qui permet de suivre l'évolution de la dégradation.

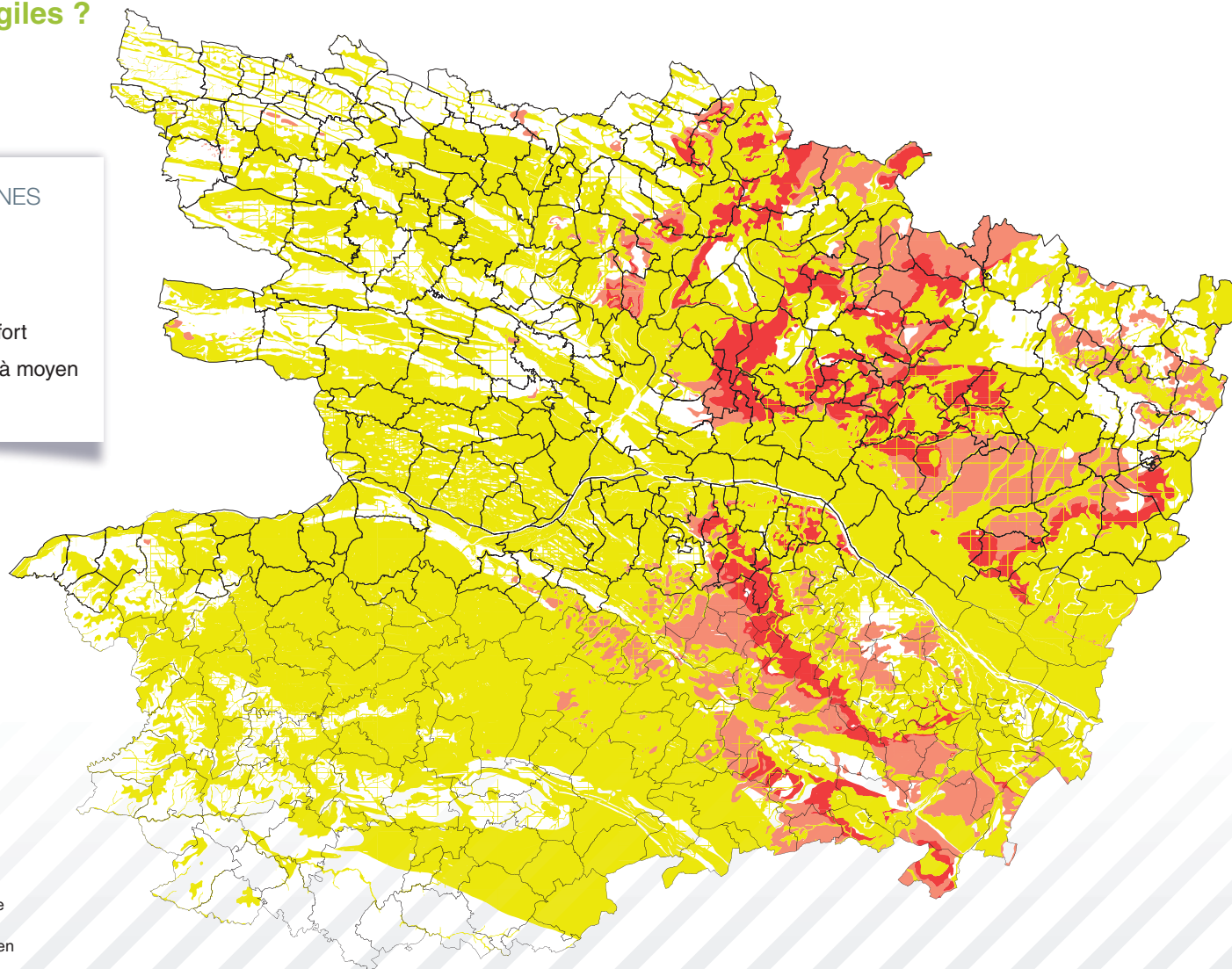
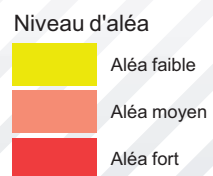


> Quelles communes sont exposées au retrait gonflement des argiles ?

LE NOMBRE DE COMMUNES PAR ALÉAS

Toutes les communes sont concernées :

- > 112 sont impactées par un aléa fort
- > 79 par des aléas allant de faible à moyen
- > 166 par un aléa faible





Conseils à la population

Avant un affaissement ou un éboulement

- > **S'informer des risques encourus** et des consignes de sauvegarde.
- > **Alerter les autorités** lorsqu'une cavité présente des signes inquiétants d'instabilité et éviter de pénétrer dans les lieux.
- > **Clôturer les terrains effondrés** ou les accès et signaler le danger.

Pendant un affaissement ou un éboulement

- > **Fuir perpendiculairement** au sens de l'éboulement.
- > **Gagner au plus vite** les hauteurs les plus proches.
- > **S'éloigner du point d'effondrement** et ne pas revenir sur ses pas.
- > **Ne pas entrer** dans un bâtiment endommagé.

Après un affaissement ou un éboulement

- > **Évaluer les dégâts** et les dangers.
- > **Empêcher l'accès au public** dans un périmètre deux fois plus étendu que la zone d'effondrement.
- > **Informers les autorités.**
- > **Se mettre à disposition des secours.**

Pour le retrait gonflement des argiles

- > **Consulter la cartographie** des aléas en Maine-et-Loire.
- > **Demander en mairie** la plaquette d'information « Pour des constructions sans lézarde ».
- > **Suivre les recommandations** constructives.
- > Si nécessaire, **faire réaliser une étude géotechnique** pour connaître les caractéristiques du sol.

Où s'informer ?

- > **Mairie de son domicile**
- > **Préfecture**
- > **Direction Départementale des Territoires (DDT)**
- > **Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL)**
- > **Internet :**
 - www.prim.net
 - www.bdcavite.net
 - www.bdmvt.net
 - www.argiles.fr
 - www.maine-et-loire.pref.gouv.fr

La nouvelle RÉGLEMENTATION PARASISMIQUE applicable aux bâtiments

dont le permis de construire est déposé
à partir du 1^{er} mai 2011

Janvier 2011



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement durable,
des Transports
et du Logement

Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

www.developpement-durable.gouv.fr

La nouvelle réglementation

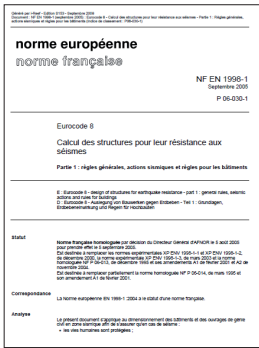
Le séisme de la Guadeloupe du 21 novembre 2004 et le séisme d'Epagny-Annecy du 15 juillet 1996 viennent nous rappeler que la France est soumise à un risque sismique bien réel. Les Antilles sont exposées à un aléa fort et ont connu par le passé de violents séismes. De même, bien que considérée comme un territoire à sismicité modérée, la France métropolitaine n'est pas à l'abri de tremblements de terre ravageurs comme celui de Lambesc de juin 1909 (46 victimes).

L'endommagement des bâtiments et leur effondrement sont la cause principale des décès et de l'interruption des activités. Réduire le risque passe donc par une réglementation sismique adaptée sur les bâtiments neufs comme sur les bâtiments existants. L'arrivée de l'Eurocode 8, règles de construction parasismique harmonisées à l'échelle européenne, conduit à la mise à jour de la réglementation nationale sur les bâtiments.

Principe de la réglementation

La réglementation présentée concerne les bâtiments **à risque normal**, pour lesquels les conséquences d'un séisme sont limitées à la structure même du bâtiment et à ses occupants.

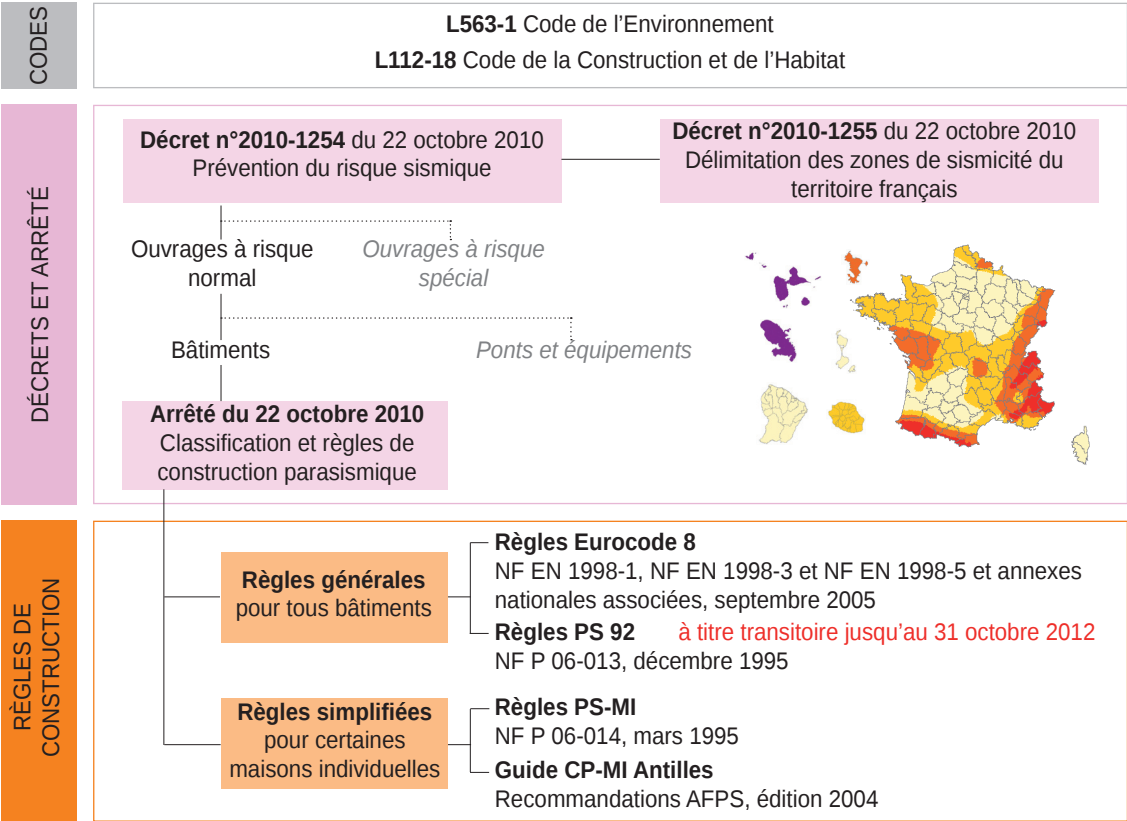
Zonage sismique. Le zonage sismique du territoire permet de s'accorder avec les principes de dimensionnement de l'Eurocode 8. Sa définition a également bénéficié des avancées scientifiques des vingt dernières années dans la connaissance du phénomène sismique.



Réglementation sur les bâtiments neufs. L'Eurocode 8 s'impose comme la règle de construction parasismique de référence pour les bâtiments. La réglementation conserve la possibilité de recourir à des règles forfaitaires dans le cas de certaines structures simples.

Réglementation sur les bâtiments existants. La réglementation n'impose pas de travaux sur les bâtiments existants. Si des travaux conséquents sont envisagés, un dimensionnement est nécessaire avec une minoration de l'action sismique à 60% de celle du neuf. Dans le même temps, les maîtres d'ouvrage volontaires sont incités à réduire la vulnérabilité de leurs bâtiments en choisissant le niveau de confortement qu'ils souhaitent atteindre.

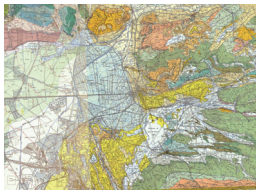
Organisation réglementaire



Construire parasismique

■ Implantation

■ Étude géotechnique



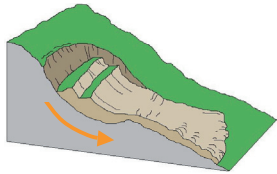
Extrait de carte géologique

Effectuer une étude de sol pour connaître les caractéristiques du terrain.
Caractériser les éventuelles amplifications du mouvement sismique.

■ Se protéger des risques d'éboulements et de glissements de terrain

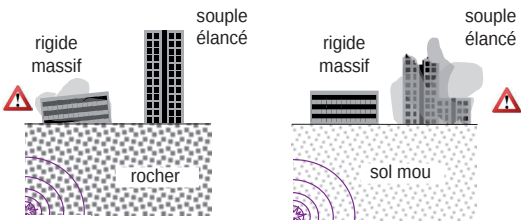
S'éloigner des bords de falaise, pieds de crête, pentes instables.

Le cas échéant, consulter le plan de prévention des risques (PPR) sismiques de la commune.



Glissement de terrain

■ Tenir compte de la nature du sol



Privilégier des configurations de bâtiments adaptées à la nature du sol.

Prendre en compte le risque de la liquéfaction du sol (perte de capacité portante).

■ Exécution

■ Soigner la mise en oeuvre

Respecter les dispositions constructives.

Disposer d'une main d'oeuvre qualifiée.

Assurer un suivi rigoureux du chantier.

Soigner particulièrement les éléments de connexion : assemblages, longueurs de recouvrement d'armatures...



Nœud de chaînage - Continuité mécanique



Mise en place d'un chaînage au niveau du rampant d'un bâtiment

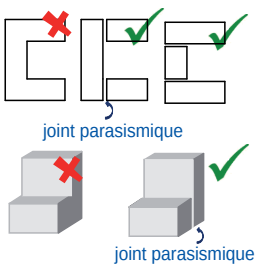
■ Conception

■ Préférer les formes simples

Privilégier la compacité du bâtiment.

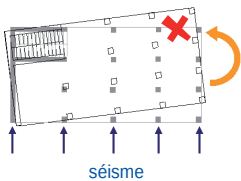
Limiter les décrochements en plan et en élévation.

Fractionner le bâtiment en blocs homogènes par des joints parasismiques continus.



■ Limiter les effets de torsion

Distribuer les masses et les raideurs (murs, poteaux, voiles...) de façon équilibrée.

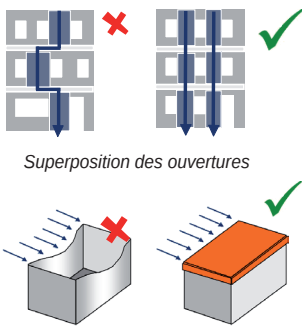


■ Assurer la reprise des efforts sismiques

Assurer le contreventement horizontal et vertical de la structure.

Superposer les éléments de contreventement.

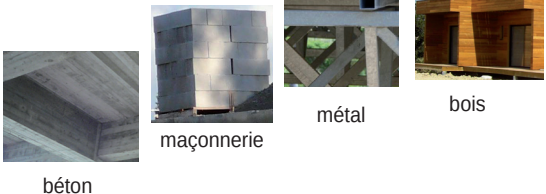
Créer des diaphragmes rigides à tous les niveaux.



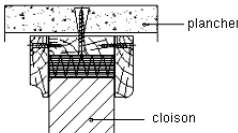
Limitation des déformations : effet «boîte»

■ Appliquer les règles de construction

■ Utiliser des matériaux de qualité



■ Fixer les éléments non structuraux



Liaison cloison-plancher (extrait des règles PS-MI)

Fixer les cloisons, les plafonds suspendus, les luminaires, les équipements techniques lourds.

Assurer une liaison efficace des cheminées, des éléments de bardage...

Comment caractériser les séismes ?

Le phénomène sismique

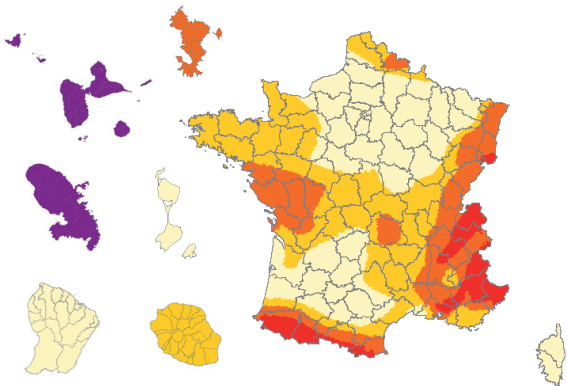
Les ondes sismiques se propagent à travers le sol à partir d'une source sismique et peuvent être localement amplifiées par les dernières couches de sol et la topographie du terrain. Un séisme possède ainsi de multiples caractéristiques : durée de la secousse, contenu fréquentiel, déplacement du sol... La réglementation retient certains paramètres simples pour le dimensionnement des bâtiments.

Zonage réglementaire

Le paramètre retenu pour décrire l'aléa sismique au niveau national est une accélération a_{gr} , accélération du sol «au rocher» (le sol rocheux est pris comme référence).

Le zonage réglementaire définit **cinq zones de sismicité croissante** basées sur un découpage communal. La zone 5, regroupant les îles antillaises, correspond au niveau d'aléa le plus élevé du territoire national. La métropole et les autres DOM présentent quatre zones sismiques, de la zone 1 de très faible sismicité (bassin aquitain, bassin parisien...) à la zone 4 de sismicité moyenne (fossé rhénan, massifs alpin et pyrénéen).

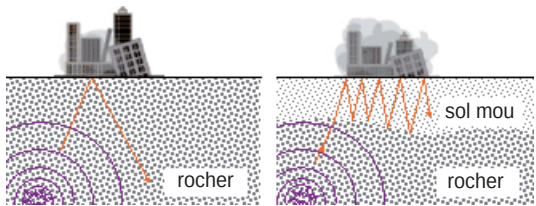
Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a_{gr} (m/s²)
Zone 1	Très faible	0,4
Zone 2	Faible	0,7
Zone 3	Modéré	1,1
Zone 4	Moyen	1,6
Zone 5	Fort	3



Influence du sol

La nature locale du sol (dizaines de mètres les plus proches de la surface) influence fortement la sollicitation ressentie au niveau des bâtiments. L'Eurocode 8 distingue cinq catégories principales de sols (de la classe A pour un sol de type rocheux à la classe E pour un sol mou) pour lesquelles est défini un coefficient de sol S . Le paramètre S permet de traduire l'amplification de la sollicitation sismique exercée par certains sols.

Classes de sol	S (zones 1 à 4)	S (zone 5)
A	1	1
B	1,35	1,2
C	1,5	1,15
D	1,6	1,35
E	1,8	1,4



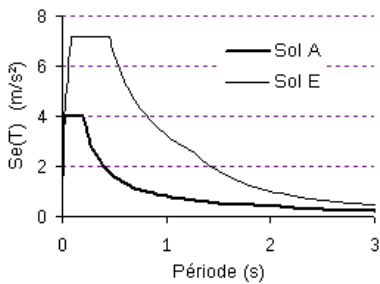
Amplification du signal sismique suivant la nature du sol

POUR LE CALCUL ...

Pour le dimensionnement des bâtiments

Dans la plupart des cas, les ingénieurs structures utilisent des spectres de réponse pour caractériser la réponse du bâtiment aux séismes. L'article 4 de l'arrêté du 22 octobre 2010 définit les paramètres permettant de décrire la forme de ces spectres.

Exemple : spectre horizontal, zone de sismicité 4, catégorie d'importance II



Comment tenir compte des enjeux ?

Pourquoi une classification des bâtiments ?

Parmi les bâtiments à risque normal, le niveau de protection parasismique est modulé en fonction de l'enjeu associé. Une classification des bâtiments en catégories d'importance est donc établie en fonction de paramètres comme l'activité hébergée ou le nombre de personnes pouvant être accueillies dans les locaux.

Les conditions d'application de la réglementation dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment, tant pour les bâtiments neufs que pour les bâtiments existants. Les paramètres utilisés pour le calcul et le dimensionnement du bâtiment sont également modulés en fonction de sa catégorie d'importance.

Catégories de bâtiments

Les bâtiments à risque normal sont classés en quatre catégories d'importance croissante, de la catégorie I à faible enjeu à la catégorie IV qui regroupe les structures stratégiques et indispensables à la gestion de crise.

Catégorie d'importance		Description
I		■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II		■ Habitations individuelles. ■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. ■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. ■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, $h \leq 28$ m, max. 300 pers. ■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. ■ Parcs de stationnement ouverts au public.
III		■ ERP de catégories 1, 2 et 3. ■ Habitations collectives et bureaux, $h > 28$ m. ■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. ■ Établissements sanitaires et sociaux. ■ Centres de production collective d'énergie. ■ Établissements scolaires.
IV		■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. ■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. ■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. ■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. ■ Centres météorologiques.

Pour les structures neuves abritant des fonctions relevant de catégories d'importance différentes, la catégorie de bâtiment la plus contraignante est retenue.

Pour l'application de la réglementation sur les bâtiments existants, la catégorie de la structure à prendre en compte est celle résultant du classement après travaux ou changement de destination du bâtiment.

POUR LE CALCUL ...

Le coefficient d'importance γ_I

A chaque catégorie d'importance est associé un coefficient d'importance γ_I qui vient moduler l'action sismique de référence conformément à l'Eurocode 8.

Catégorie d'importance	Coefficient d'importance γ_I
I	0,8
II	1
III	1,2
IV	1,4

Quelles règles pour le bâti neuf ?

Le dimensionnement des bâtiments neufs doit tenir compte de l'effet des actions sismiques pour les structures de catégories d'importance III et IV en zone de sismicité 2 et pour les structures de catégories II, III et IV pour les zones de sismicité plus élevée.

■ Application de l'Eurocode 8

La conception des structures selon l'Eurocode 8 repose sur des principes conformes aux codes parasismiques internationaux les plus récents. La sécurité des personnes est l'objectif du dimensionnement parasismique mais également la limitation des dommages causés par un séisme.

De plus, certains bâtiments essentiels pour la gestion de crise doivent rester opérationnels.

■ Règles forfaitaires simplifiées

Le maître d'ouvrage a la possibilité de recourir à des règles simplifiées (qui dispensent de l'application de l'Eurocode 8) pour la construction de bâtiments simples ne nécessitant pas de calculs de structures approfondis. Le niveau d'exigence de comportement face à la sollicitation sismique est atteint par l'application de dispositions forfaitaires tant en phase de conception que d'exécution du bâtiment.

- Les règles **PS-MI** «Construction parasismique des maisons individuelles et bâtiments assimilés» sont applicables aux bâtiments neufs de catégorie II répondant à un certain nombre de critères, notamment géométriques, dans les zones de sismicité 3 et 4.
- Dans la zone de sismicité forte, le guide AFPS «Construction parasismique des maisons individuelles aux Antilles» **CP-MI** permet de construire des bâtiments simples de catégorie II, sous certaines conditions stipulées dans le guide.

■ Exigences sur le bâti neuf

Les exigences sur le bâti neuf dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité.

	I	II	III	IV
				
Zone 1	aucune exigence			
Zone 2				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 3				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$
		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
		CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

¹ Application **possible** (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI

² Application **possible** du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

³ Application **obligatoire** des règles Eurocode 8

■ Cas particulier : les établissements scolaires simples en zone 2

Les établissements scolaires sont systématiquement classés en catégorie III. Cependant, pour faciliter le dimensionnement des bâtiments scolaires simples, les règles forfaitaires simplifiées PS-MI peuvent être utilisées en zone 2 sous réserve du respect des conditions d'application de celles-ci, notamment en termes de géométrie du bâtiment et de consistance de sol.

POUR LE CALCUL ...

Décomposition de l'Eurocode 8

La **partie 1** expose les principes généraux du calcul parasismique et les règles applicables aux différentes typologies de bâtiments.

La **partie 5** vient compléter le dimensionnement en traitant des fondations de la structure, des aspects géotechniques et des murs de soutènement.

Quelles règles pour le bâti existant ?

■ Gradation des exigences

TRAVAUX	Principe de base	Je souhaite améliorer le comportement de mon bâtiment	Je réalise des travaux lourds sur mon bâtiment	Je crée une extension avec joint de fractionnement
	L'objectif minimal de la réglementation sur le bâti existant est la non-aggravation de la vulnérabilité du bâtiment.	L'Eurocode 8-3 permet au maître d'ouvrage de moduler l'objectif de confortement qu'il souhaite atteindre sur son bâtiment.	Sous certaines conditions de travaux, la structure modifiée est dimensionnée avec les mêmes règles de construction que le bâti neuf, mais en modulant l'action sismique de référence.	L'extension désolidarisée par un joint de fractionnement doit être dimensionnée comme un bâtiment neuf.

■ Travaux sur la structure du bâtiment

Les règles parasismiques applicables à l'ensemble du bâtiment modifié dépendent de la zone sismique, de la catégorie du bâtiment, ainsi que du niveau de modification envisagé sur la structure.

	Cat.	Travaux	Règles de construction
Zone 2	IV	> 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8³ $a_{gr}=0,42 \text{ m/s}^2$
Zone 3	II	> 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau Conditions PS-MI respectées	PS-MI¹ Zone 2
		> 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8³ $a_{gr}=0,66 \text{ m/s}^2$
	III	> 30% de SHON créée	Eurocode 8³ $a_{gr}=0,66 \text{ m/s}^2$
	IV	> 30% de plancher supprimé à un niveau	
Zone 4	II	> 30% de SHON créée Conditions PS-MI respectées	PS-MI¹ Zone 3
		> 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8³ $a_{gr}=0,96 \text{ m/s}^2$
	III	> 20% de SHON créée	Eurocode 8³ $a_{gr}=0,96 \text{ m/s}^2$
	IV	> 30% de plancher supprimé à un niveau > 20% des contreventements supprimés Ajout équipement lourd en toiture	
Zone 5	II	> 30% de SHON créée Conditions CP-MI respectées	CP-MI²
		> 20% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau > 20% des contreventements supprimés	Eurocode 8³ $a_{gr}=1,8 \text{ m/s}^2$
	III	> 20% de SHON créée	Eurocode 8³ $a_{gr}=1,8 \text{ m/s}^2$
	IV	> 30% de plancher supprimé à un niveau > 20% des contreventements supprimés Ajout équipement lourd en toiture	

¹ Application **possible** (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI. La zone sismique à prendre en compte est celle immédiatement inférieure au zonage réglementaire (modulation de l'aléa).

² Application **possible** du guide CP-MI

³ Application **obligatoire** des règles Eurocode 8

■ Agir sur les éléments non structuraux

Les éléments non structuraux du bâti (cloisons, cheminées, faux-plafonds etc.) peuvent se révéler dangereux pour la sécurité des personnes, même sous un séisme d'intensité modérée. Pour limiter cette vulnérabilité, l'ajout ou le remplacement d'éléments non structuraux dans le bâtiment doit s'effectuer conformément aux prescriptions de l'Eurocode 8 partie 1 :

- pour les bâtiments de catégories III et IV en zone de sismicité 2,
- pour l'ensemble des bâtiments de catégories II, III et IV dans les zones 3, 4 et 5.

■ Entrée en vigueur et période transitoire

Les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255 entrent en vigueur le **1^{er} mai 2011**.

Pour tout permis de construire déposé avant le **31 octobre 2012**, les règles parasismiques PS92 restent applicables pour les bâtiments de catégorie d'importance II, III ou IV ayant fait l'objet d'une demande de permis de construire, d'une déclaration préalable ou d'une autorisation de début de travaux.

Cependant, les valeurs d'accélération à prendre en compte sont modifiées.

POUR LE CALCUL ...

Valeurs d'accélération modifiées (m/s²) pour l'application des PS92 (à partir du 1^{er} mai 2011)

	II	III	IV
Zone 2	1,1	1,6	2,1
Zone 3	1,6	2,1	2,6
Zone 4	2,4	2,9	3,4
Zone 5	4	4,5	5

■ Plan de prévention des risques (PPR) sismiques

Les plans de prévention des risques sismiques constituent un outil supplémentaire pour réduire le risque sismique sur le territoire.

Ils viennent compléter la réglementation nationale en affinant à l'échelle d'un territoire la connaissance sur l'aléa (microzonage), la vulnérabilité du bâti existant (prescriptions de diagnostics ou de travaux) et les enjeux.

■ Attestation de prise en compte des règles parasismiques

Lors de la demande du permis de construire pour les bâtiments où la mission PS est obligatoire, une attestation établie par le contrôleur technique doit être fournie. Elle spécifie que le contrôleur a bien fait connaître au maître d'ouvrage son avis sur la prise en compte des règles parasismiques au niveau de la conception du bâtiment.

A l'issue de l'achèvement des travaux, le maître d'ouvrage doit fournir une nouvelle attestation stipulant qu'il a tenu compte des avis formulés par le contrôleur technique sur le respect des règles parasismiques.

■ Contrôle technique

Le contrôleur technique intervient à la demande du maître d'ouvrage pour contribuer à la prévention des aléas techniques (notamment solidité et sécurité). Le contrôle technique est rendu obligatoire pour les bâtiments présentant un enjeu important vis-à-vis du risque sismique (article R111-38 du code de la construction et de l'habitation). Dans ces cas, la mission parasismique (PS) doit accompagner les missions de base solidité (L) et sécurité (S).

POUR EN SAVOIR PLUS

Les organismes que vous pouvez contacter :

- Le ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (MEDDTL) www.developpement-durable.gouv.fr
- La direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN)
- La direction générale de la prévention des risques (DGPR)
- Les services déconcentrés du ministère :
 - Les Directions départementales des territoires (et de la mer) - DDT ou DDTM
 - Les Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement - DREAL
 - Les Directions de l'environnement, de l'aménagement et du logement - DEAL
 - Les Centres d'études techniques de l'équipement - CETE

Des références sur le risque sismique :

- Le site du Plan Séisme, programme national de prévention du risque sismique www.planseisme.fr
- Le portail de la prévention des risques majeurs www.prim.net

Janvier 2011



Direction générale de l'aménagement,
du logement et de la nature
Direction de l'habitat, de l'urbanisme
et des paysages
Sous-direction de la qualité et du développement
durable dans la construction

Arche sud 92055 La Défense cedex
Tél. +33 (0)1 40 81 21 22



6. Quelles précautions prendre pour construire sur sol argileux sensible au retrait-gonflement ?

Les recommandations, élaborées par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières et présentées ci-dessous, visent à favoriser la résistance des nouvelles constructions au phénomène de retrait-gonflement des argiles. Les préconisations liées aux zones d'aléa faible et d'aléa moyen sont identiques.

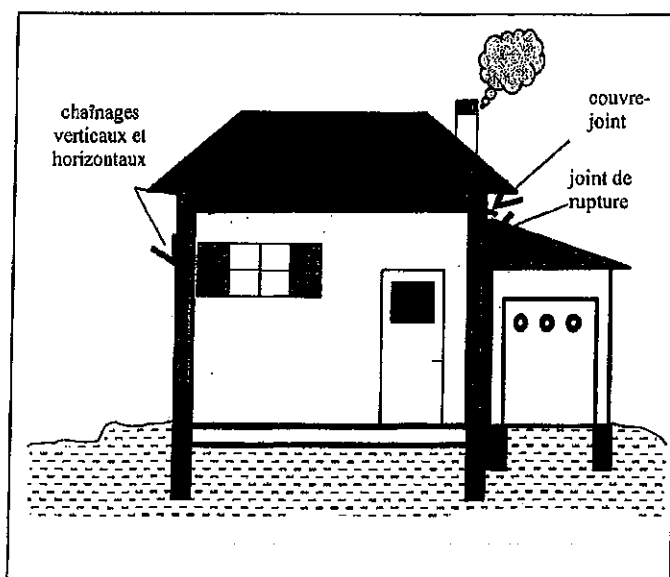
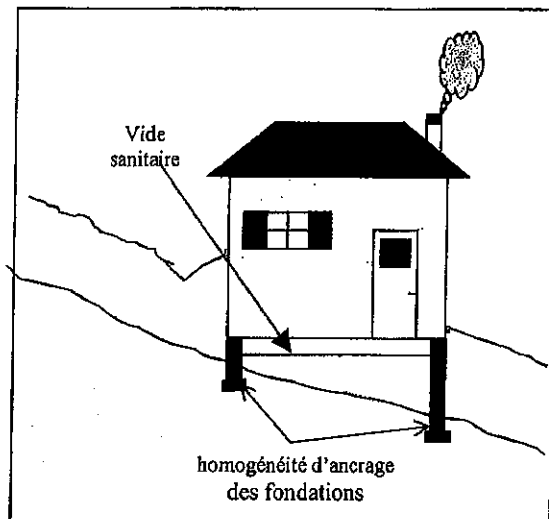
Afin de prendre en compte l'imprécision des contours de la carte communale d'aléa, due à la transcription des cartes géologiques (1/50 000) au 1/25 000, il est recommandé de prendre en compte une bande de sécurité de 50 m autour des zones d'aléas les plus forts.

➤ Identifier la nature du sol

Dans les zones identifiées sur la carte d'aléa comme sensibles au phénomène de retrait-gonflement, il est vivement conseillé de faire procéder, par un bureau d'étude spécialisé, à une reconnaissance de sol avant construction. Celle-ci permet de vérifier si, au droit de la parcelle, le proche sous-sol contient effectivement des matériaux sujets au retrait-gonflement et de déterminer quelles sont les mesures particulières à observer pour réaliser le projet en toute sécurité en prenant en compte cet aléa.

➤ Adapter les fondations

- Profondeur minimale d'ancrage : 1,20 m en aléa fort, 0,80 m en aléa moyen à faible
- Fondations continues, armées et bétonnées à pleine fouille
- Éviter toute dissymétrie dans l'ancrage des fondations (ancrage homogène même pour les terrains en pente, éviter les sous-sols partiels)
- Préférer les sous-sols complets ou planchers sur vide sanitaire aux dallages sur terre-plein



➤ Rigidifier la structure

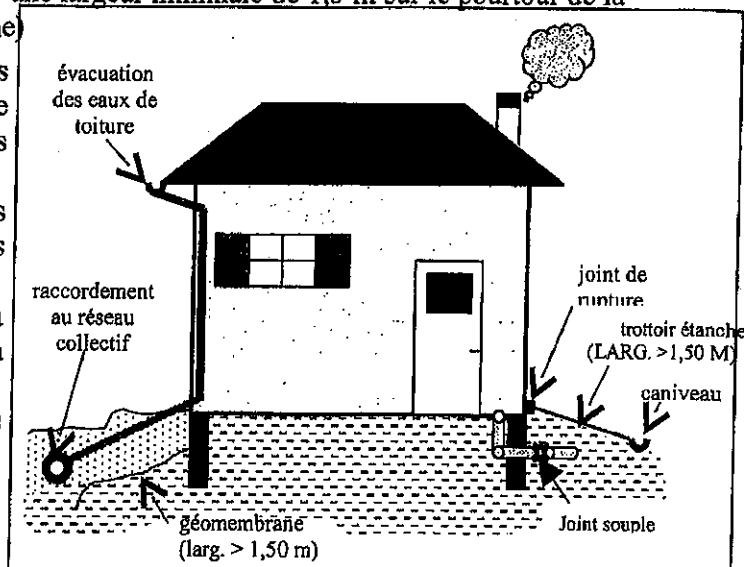
- Prévoir des chainages horizontaux (hauts et bas) et verticaux (poteaux d'angle) pour les murs porteurs

➤ Désolidariser les bâtiments accolés

- Prévoir des joints de rupture sur toute la hauteur entre bâtiments accolés (garages, annexes...)

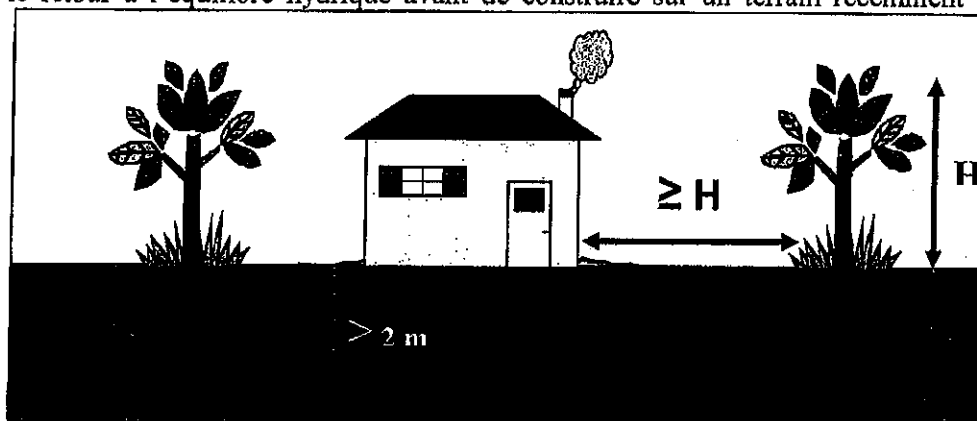
➤ Éviter les variations localisées d'humidité

- Réaliser un trottoir anti-évaporation d'une largeur minimale de 1,5 m sur le pourtour de la construction (terrasse ou géomembrane)
- Éloigner les eaux de ruissellement des bâtiments (caniveau) et privilégier le rejet des eaux pluviales et usées dans le réseau lorsque c'est possible
- Assurer l'étanchéité des canalisations enterrées (joints souples au niveau des raccords)
- Éviter les drains à moins de 2 m de la construction, ainsi que les pompages à usage domestique à moins de 10 m.
- Prévoir une isolation thermique en cas de chaudière au sous-sol



➤ Éloigner les plantations d'arbres

- Ne pas planter d'arbre à une distance de la construction inférieure à la hauteur de l'arbre adulte
- A défaut, mettre en place des écrans anti-racine de 2 m de profondeur au minimum
- Attendre le retour à l'équilibre hydrique avant de construire sur un terrain récemment défriché



7. Que faire pour les constructions anciennes ?

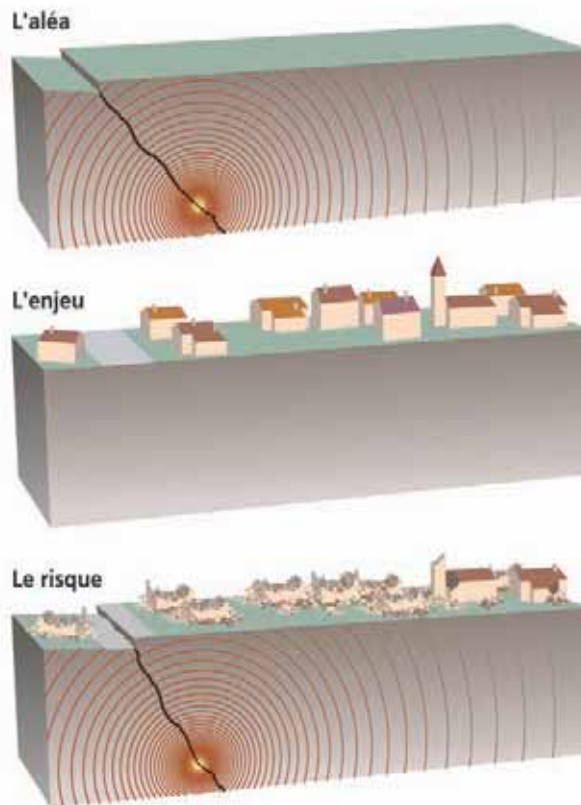
Les constructions anciennes, construites sur un mode traditionnel, sont généralement moins sensibles au phénomène de retrait-gonflement que les habitations récentes, de type pavillonnaire. Pour ces dernières, les mesures suivantes peuvent être recommandées pour limiter le risque d'apparition de désordres futurs :

- Ne pas planter d'arbre à une distance de la construction inférieure à la hauteur de l'arbre adulte, ou mettre en place des écrans anti-racine de 2 m de profondeur au minimum
- Éviter les pompages à usage domestique à moins de 10 m de la construction
- Éloigner les eaux de ruissellement des bâtiments (caniveau) et privilégier le rejet des eaux pluviales et usées dans le réseau lorsque c'est possible
- Réaliser un trottoir anti-évaporation d'une largeur minimale de 1,5 m sur le pourtour de la construction (terrasse ou géomembrane)
- Prendre toutes les précautions nécessaires en cas d'action sur le bâtiment, telle que changement de destination, extension, ajout d'annexe, restauration lourde susceptible d'entraîner une intervention sur les structures porteuses.



LE RISQUE SISMIQUE

Si le Maine-et-Loire semble à l'abri des grands séismes, son sol n'en tremble pas moins épisodiquement et certaines secousses sont parfois ressenties par la population.



Comment se manifeste un séisme ?

Le séisme ou tremblement de terre correspond à une fracturation des roches en profondeur, le long d'une faille préexistante. Cette rupture s'accompagne de la libération soudaine et brutale d'une grande quantité d'énergie dont une partie se propage sous la forme d'ondes sismiques provoquant la vibration du sol.

> Le tremblement de terre est principalement caractérisé par :

- **son foyer** : c'est la région de faille où se produit la rupture et d'où partent les ondes sismiques ;
- **son épicentre** : c'est le point de la surface terrestre situé à la verticale du foyer et où l'intensité est la plus forte ;
- **sa magnitude** : elle traduit l'énergie libérée par le séisme. Elle est généralement mesurée par l'échelle ouverte de Richter. Augmenter la magnitude d'un degré revient à multiplier par 30 l'énergie libérée ;
- **son intensité** : ce n'est pas une mesure objective mais une appréciation de la manière dont le séisme se traduit à la surface. On utilise habituellement l'échelle MSK qui comporte douze degrés. Le premier degré correspond à un séisme non perceptible, le douzième à un bouleversement total du paysage ;
- **la fréquence et la durée des vibrations** : elles ont une incidence fondamentale sur les effets en surface.

À la surface, un séisme peut se traduire par la dégradation et la ruine des bâtiments, et par des décalages de la surface au sol. Il est susceptible de provoquer des glissements de terrain, des chutes de blocs ou une liquéfaction des sols imbibés d'eau. Ses conséquences sur la vie humaine, économique et sur l'environnement peuvent être très graves.



Quelles mesures préventives ?

> Information et connaissance du risque

En 2005, une carte des zones sismiques homogènes a ainsi été réalisée, à partir d'une étude probabiliste. Au regard des mouvements de sol attendus, elle traduit les aléas. La réactualisation du zonage sismique a fait évoluer la réglementation pour le Maine-et-Loire.

Le département est dorénavant classé en aléa modéré dans le tiers sud et en aléa faible dans les autres secteurs. Une nouvelle réglementation est rentrée en vigueur à compter du 1^{er} mai 2011, en application du décret du 22 octobre 2010.

> Surveillance et prévision

À ce jour, il n'existe aucun moyen fiable de savoir où, quand et avec quelle puissance se produira un tremblement de terre. La prévision est fondée uniquement sur l'étude des événements passés à partir desquels on calcule la probabilité d'un phénomène donné. La surveillance sismique en temps réel est assurée par les observatoires du RéNass (Réseau National de Surveillance Sismique) ou des stations sismologiques réparties sur l'ensemble du territoire. Toutes les données enregistrées sont centralisées par le Bureau Central de la Sismicité Française (BCSF) dont la vocation est de diffuser les informations et d'améliorer les connaissances sur le territoire national.

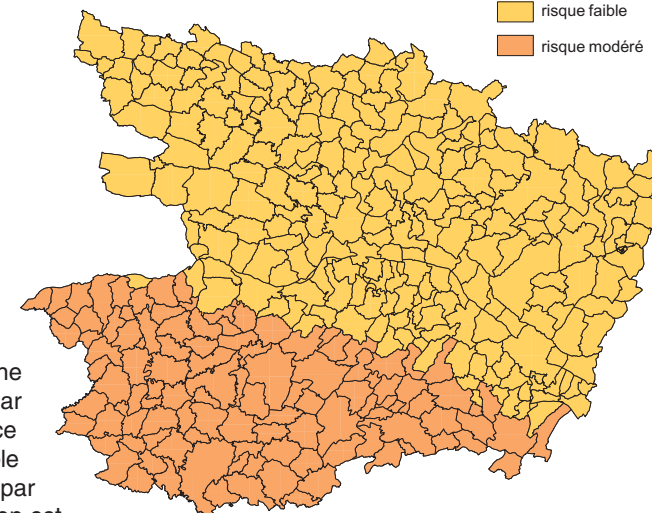
> La réglementation parasismique

En France, il existe une réglementation parasismique qui s'applique à certains bâtiments, selon la zone de risque : immeubles de grande hauteur, établissements accueillant du public, habitations collectives et individuelles. Une nouvelle réglementation parasismique est entrée en vigueur le 1^{er} mai 2011 en application du décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010. La réglementation française rend obligatoire, depuis une trentaine d'années, le respect de normes parasismiques pour la construction neuve ou les réhabilitations importantes des bâtiments, équipements et installations. Déjà renouvelée en 1998 avec la mise en application des normes Parasismiques PS92, cette réglementation a été révisée pour notamment prendre en compte les nouveaux codes européens de la construction, en particulier, l'Eurocode 8 (EC8-1) sur les règles parasismiques. Une nouvelle carte du zonage sismique français a été élaborée. Issue des avancées de la connaissance scientifique en sismologie depuis 20 ans, elle contribue à améliorer la prévention du risque sismique pour un plus grand nombre de personnes. Environ 20 000 communes sont concernées par cette nouvelle réglementation en application depuis le 1^{er} mai 2011.

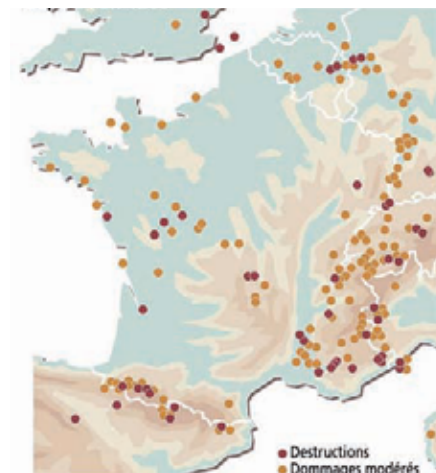
La classification et les règles de construction parasismique s'appliquent aux bâtiments « à risque normal ».

RISQUE SISMICITÉ

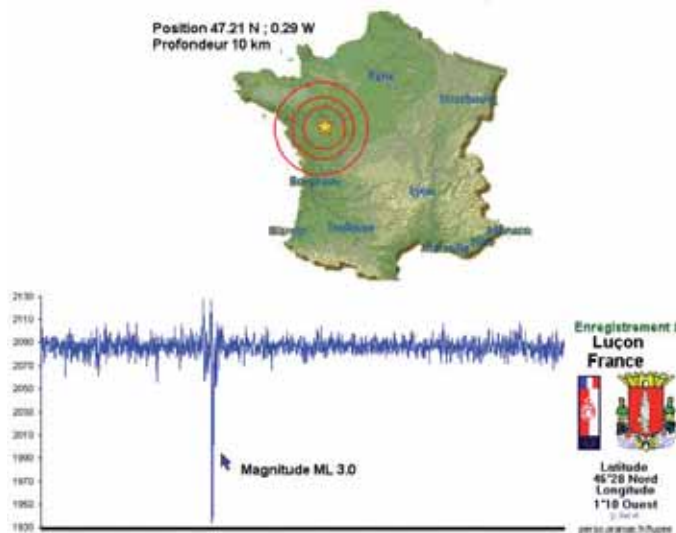
- risque faible
- risque modéré



LOCALISATION DE L'ÉPICENTRE DES SÉISMES MAJEURS DEPUIS L'AN 1200.



Graphiques / MEDO-DPPR



Pourquoi une classification des bâtiments ?

Parmi les bâtiments à risque normal, le niveau de protection parasismique est modulé en fonction de l'enjeu associé. Une classification des bâtiments en catégories d'importance est donc établie en fonction de paramètres comme l'activité hébergée ou le nombre de personnes pouvant être accueillies dans les locaux.

Les conditions d'application de la réglementation dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment, tant pour les bâtiments neufs que pour les bâtiments existants. Les paramètres utilisés pour le calcul et le dimensionnement du bâtiment sont également modulés en fonction de sa catégorie d'importance.

Les grands principes de construction parasismique

- › Fondations reliées entre elles
- › Liaison entre fondations et bâtiments
- › Chainages verticaux et horizontaux avec une liaison continue
- › Encadrement des ouvertures (portes et fenêtres)
- › Murs de refend
- › Panneaux rigides
- › Fixation de la charpente aux chainages
- › Triangulation de la charpente
- › Chainage sur les rampants
- › Toiture rigide

CLASSIFICATION DES BÂTIMENTS NEUFS

Répartis en 4 catégories d'importance



NORMES APPLICABLES AUX NOUVELLES CONSTRUCTIONS

	I	II	III	IV
				
Zone 1	aucune exigence			Eurocode 8 ³ $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 2	aucune exigence			Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 3	PS-MI ¹			Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 4	PS-MI ¹			Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$
Zone 5	CP-MI ²			Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI.

² Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide.

³ Application obligatoire des règles Eurocode 8.



Conseils à la population

Avant

- > **S'informer des risques encourus** et des consignes de sécurité.
- > **Repérer** les points de coupure de gaz, d'eau et d'électricité.
- > **Fixer les appareils** et les meubles lourds.

Pendant la première secousse

- > **À l'intérieur : ne pas sortir**, se mettre à l'abri d'un mur, une colonne porteuse ou sous des meubles lourds, s'éloigner des fenêtres.
- > **À l'extérieur : s'éloigner** de ce qui peut s'effondrer (bâtiments, ponts, fils électriques...).
- > **En voiture : s'arrêter** si possible à distance des constructions et des fils électriques, ne pas descendre du véhicule.

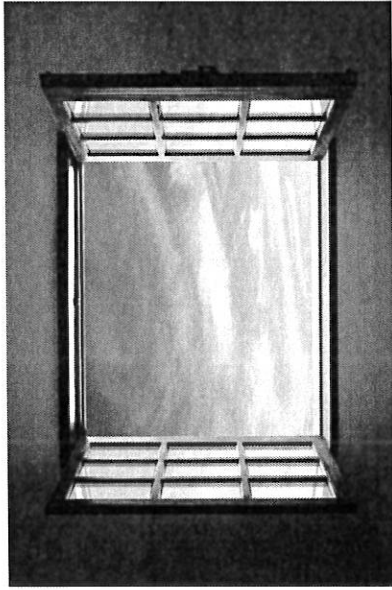
Après la première secousse

- > **Évacuer le plus vite possible** les bâtiments (attention : il peut y avoir d'autres secousses).
- > **Couper l'eau, le gaz et l'électricité**, ne pas allumer de flamme et ne pas fumer, ouvrir les fenêtres en cas de fuite de gaz et prévenir les autorités.
- > **Emporter ses papiers personnels** et ses médicaments indispensables.
- > **S'éloigner** de toutes les constructions.
- > **Ne pas aller chercher les enfants à l'école** (ils sont pris en charge).
- > **Ne pas toucher les câbles** tombés à terre.
- > **Écouter la radio.**

Comment réduire notre niveau d'exposition ?

D'abord, des mesures simples...

1ère action : diluer sa concentration par une aération dynamique des pièces (courant d'air portes et fenêtres ouvertes) au moins chaque matin et soir.



2ème action : l'empêcher de pénétrer en améliorant l'étanchéité des points potentiels d'entrée par un colmatage au moyen de ciment ou joints de silicone.

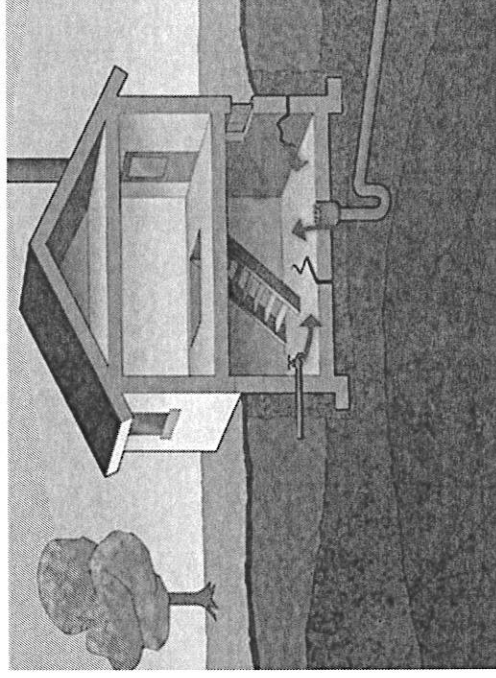
...sinon

au cas où les concentrations resteraient importantes malgré les actions réalisées, l'intervention d'une entreprise spécialisée au regard du risque radon sera nécessaire pour faire un diagnostic approfondi et proposer la solution la mieux adaptée.



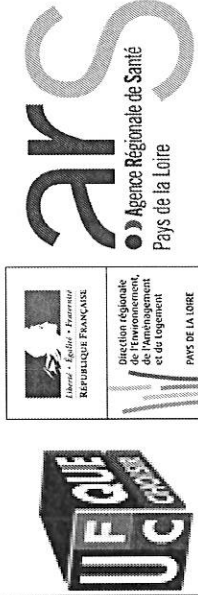
Pays de la Loire

LE RADON DANS L'HABITAT



**Un problème grave...
...des solutions simples**

cette plaquette a été réalisée avec le concours de l'Agence Régionale de Santé des Pays de la Loire et de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement.



Association locale de

Pour en savoir plus

Ministère en charge de la santé
www.sante.gouv.fr/radon-sommaire.html
Agence régionale de santé (ARS) Pays de la Loire
www.ars.paysdelaloire.sante.fr
Autorité de sûreté nucléaire (ASN)
www.asn.fr
Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)
www.irsn.fr
Prévention maison (INPES et Ministère chargé de la Santé)
www.prevention-maison.fr
Radon : prévention – remédiation (Bureau international d'études environnementales).
www.ibes.be/radon/
Site du CSTB :
<http://ese.cstb.fr/radon>

Union Régionale UFC-Que Choisir
des Pays de la Loire
Commission Santé
1 place du Martray
44000 Nantes
Tel : 02 40 12 07 43
Courriel : contact@nantes.ufcquechoisir.fr

Le radon : c'est quoi ?

C'est un gaz radioactif d'origine naturelle, inodore, incolore.

Il est présent partout à la surface de la croûte terrestre mais sa concentration est plus forte en présence de sous-sols granitiques ou volcaniques.

Il est issu de la désintégration naturelle de l'uranium contenu dans ces roches.

Qui est concerné ?

Notre région riche en sous-sols granitiques offre des zones moyennement à fortement émissives en radon.

En conséquence, nous pouvons tous être concernés par le risque d'exposition domestique au radon qui peut s'accumuler dans les espaces clos.

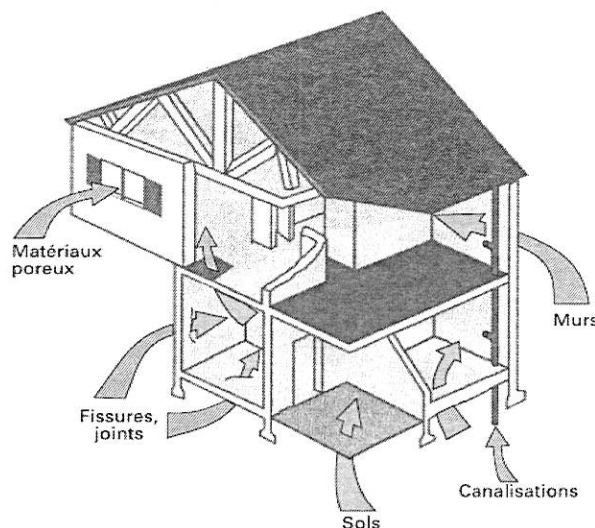
Quel impact sur notre santé ?

Il a été classé en 1987 par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) comme cancérigène certain pour l'homme (2ème cause de cancer du poumon après le tabac).

Les voies de pénétration du radon dans nos habitations ?

Le radon s'infiltré surtout par le sous-sol au travers :

- De fissures dans l'interface sol/bâtiment,
- Des joints défectueux entre les parois
- Des points de pénétration des réseaux.
- Des cavités dans les murs.
- Etc...



Il devient alors un polluant majeur de notre air intérieur.

Sa concentration peut varier selon les caractéristiques de la construction.

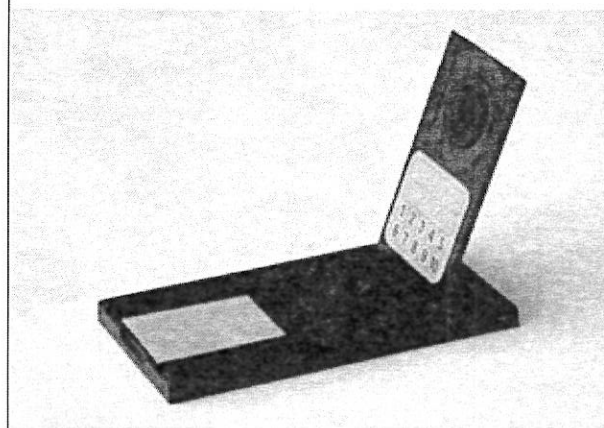
Soyons acteur de notre santé

Le risque santé est suffisamment établi pour motiver une vigilance à l'égard du radon.

Faire un état des lieux ne peut qu'être bénéfique pour lever des doutes ou prendre les mesures qui s'imposent.

Comment connaître notre niveau d'exposition ?

La mesure est simple et peu onéreuse (environ 25 €, résultat d'analyse inclus) au moyen d'un dosimètre (sur Internet : taper "dosimètre" et choisir son modèle).



Le résultat est exprimé en Becquerel par mètre cube d'air (Bq/m³).



Ministère
de l'Équipement,
des Transports
et du Logement

CSTB
le fait en construction

FFB FÉDÉRATION FRANÇAISE
DU BÂTIMENT



Le radon dans les bâtiments

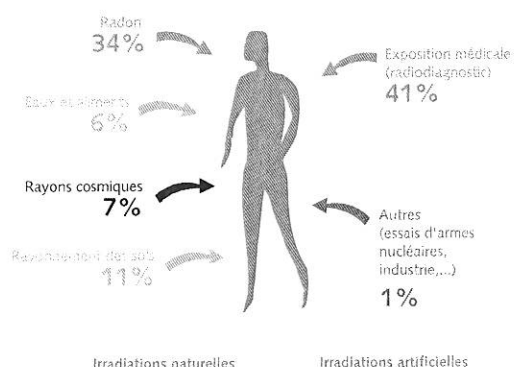
La présente brochure est destinée aux professionnels du bâtiment

Le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle. Il provient de la désintégration de l'uranium et du radium présents dans la croûte terrestre. Il est présent partout à la surface de la Terre et provient surtout des sous-sols granitiques et volcaniques. Il migre du sol jusqu'à l'atmosphère où sa concentration varie fortement dans l'espace et dans le temps (en fonction notamment de la géologie, des conditions météorologiques,...). Il a tendance à s'accumuler dans les espaces clos et notamment dans les bâtiments. En se désintégrant, le radon émet des particules (α) et engendre des descendants solides eux-mêmes radioactifs (polonium 218, plomb 214, bismuth 214,...).

Le radon, toutefois loin derrière le tabac, est un des agents du cancer du poumon. C'est ce risque qui motive la vigilance à son égard dans les habitations. Le radon et ses descendants solides pénètrent dans les poumons avec l'air respiré. Ces derniers peuvent se déposer le long des voies respiratoires.

L'inhalation du radon et de ses descendants représente le tiers de l'exposition moyenne de la population aux rayonnements ionisants. Il constitue, pour la population française, la première cause d'irradiation parmi les sources naturelles de rayonnement (rayons cosmiques, sols, eaux et aliments, radon).

Origine des données
UNSCEAR 1993 et IPSN



Le radon est une source d'irradiation naturelle sur laquelle l'homme peut techniquement agir.

1

L'exposition au radon des occupants des bâtiments

La population passe plus de 80% de son temps à l'intérieur des bâtiments, d'où l'importance de connaître les concentrations en radon dans les constructions et l'exposition au radon des occupants.

■ La caractérisation du radon

Le radon est caractérisé par sa concentration dans l'air. Celle-ci est exprimée en Bq/m^3 *. Elle est très variable selon le lieu, l'heure ou la saison. Le risque de cancer lié au radon est proportionnel au temps d'exposition et à la concentration en radon.

■ Les recommandations d'action

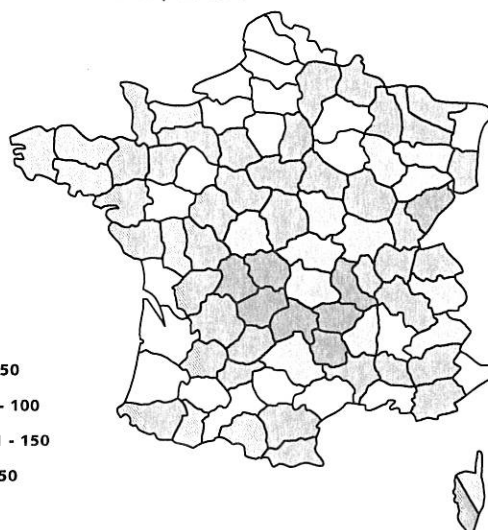
L'Union européenne recommande la mise en œuvre d'actions correctives lorsque la concentration moyenne annuelle en radon dans un bâtiment dépasse 400 Bq/m^3 . En outre, elle recommande que les bâtiments neufs soient conçus afin que cette concentration moyenne annuelle n'excède pas 200 Bq/m^3 . Les pouvoirs publics français, prenant en compte l'avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France, ont retenu la valeur de $1\,000 \text{ Bq/m}^3$ en moyenne annuelle comme seuil d'alerte et également la valeur indicative de 400 Bq/m^3 en moyenne annuelle comme objectif de précaution.

■ Mesure du radon dans les habitations françaises

Sur la base d'extrapolations à partir des mesures réalisées par l'IPSN, on estime qu'il y aurait en France $60\,000$ bâtiments où la concentration moyenne annuelle est supérieure à $1\,000 \text{ Bq/m}^3$, et $300\,000$ bâtiments où la concentration moyenne annuelle est supérieure à 400 Bq/m^3 .

Pour évaluer l'exposition de la population française, l'IPSN réalise en relation avec les pouvoirs publics depuis plusieurs années des campagnes de mesure du radon dans les habitations. La moyenne par département des concentrations de radon dans l'air des habitations est représentée dans la cartographie ci-contre. Les écarts autour de cette moyenne peuvent être très importants. Par exemple, dans certains départements, les concentrations s'échelonnent entre quelques becquerels par mètre cube et plusieurs milliers de becquerels par mètre cube.

Moyennes départementales
des concentrations de radon
en Bq/m^3 dans l'habitat français



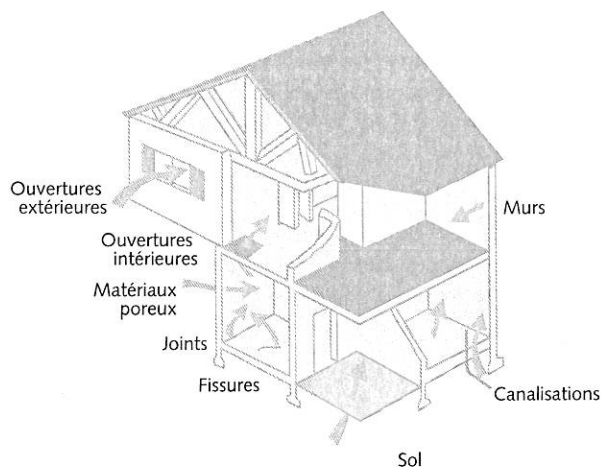
* Bq/m^3
becquerel
par mètre cube :
1 Bq correspond
à une désintégration
par seconde.

2 Diagnostic des bâtiments

■ Les mécanismes d'entrée du radon dans les bâtiments

La principale source de radon est le sol sur lequel le bâtiment est construit. Ce dernier est généralement en dépression par rapport au sol, ce qui a tendance à favoriser le transfert du radon du sol vers le bâtiment. Il existe des voies préférentielles d'entrée du radon. Elles dépendent des caractéristiques de construction du bâtiment : construction sur sous-sol, terre-plein ou vide sanitaire, séparation plus ou moins efficace entre le sol et le bâtiment (terre battue, plancher, dalle en béton), défauts d'étanchéité à l'air du bâtiment (fissures et porosité des murs et sols, défauts des joints), existence de voies de transfert entre les différents niveaux (passage de canalisations, escalier,...). Le mode de vie des occupants n'est pas non plus sans influence (par exemple, ouverture plus ou moins fréquente des portes et des fenêtres).

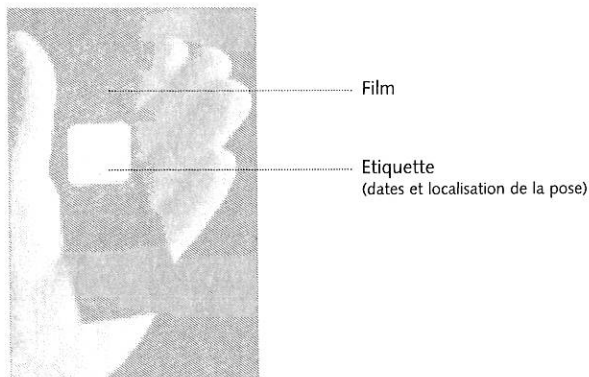
Les voies d'entrée et de transfert du radon dans une habitation



■ La mesure du radon dans les bâtiments

La concentration moyenne de radon se mesure à l'aide d'un dosimètre intégrateur. Il fonctionne comme un film photographique. Les particules alpha (α) émises par le radon heurtent le film du dosimètre. L'analyse de ce film permet d'identifier et de compter les traces des particules alpha (α) provenant de la désintégration du radon. La mesure doit être effectuée dans les pièces de vie sur une période représentative du mode d'occupation habituel (de l'ordre de deux mois). Son coût est d'environ 200 F. Des dosimètres radon sont commercialisés par différentes sociétés.

Exemple de dosimètre intégrateur



3

Les techniques de réduction du radon dans les bâtiments

Les actions concernent les bâtiments existants mais également les nouvelles constructions.

Chaque bâtiment est un cas particulier. Aussi faut-il établir un diagnostic du bâtiment par une analyse des caractéristiques de construction avant d'appliquer une technique de réduction du radon. Des techniques simples sont mises en œuvre dans un premier temps, complétées, si nécessaire, par des moyens plus élaborés.

En pratique, les techniques de réduction du radon sont de deux sortes :

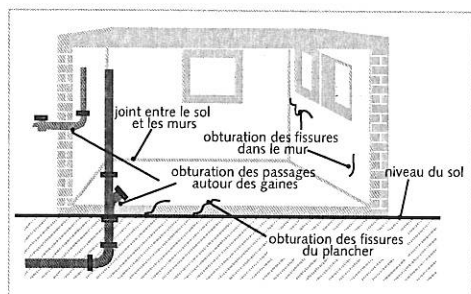
- les techniques traitant la cellule habitée ;
- les techniques traitant l'interface entre le sol et le bâtiment.

Les méthodes communément adoptées reposent sur deux principes qui sont généralement combinés :

- la dilution du radon : elle se produit en augmentant le renouvellement de l'air dans les pièces ;
- l'inversion du rapport de pression entre l'intérieur et l'extérieur (dans le bâtiment ou au niveau de son interface avec le sol) : elle vise à empêcher la pénétration du radon dans le bâtiment.

■ Les techniques préliminaires d'étanchéification

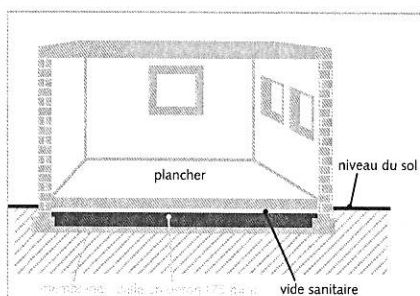
Les techniques consistant à obturer les fissures, les passages de canalisations ou à couvrir le sol peuvent se révéler insuffisantes mais elles sont un préalable pour que les autres techniques éventuellement mises en œuvre soient efficaces.



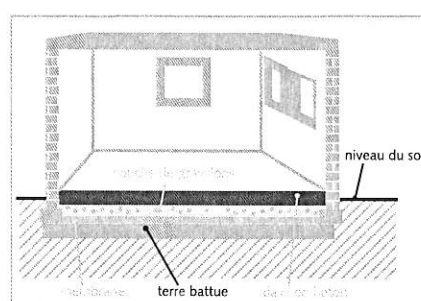
Exemple d'étanchéification des voies d'entrée du radon

Exemple d'étanchéification du sol

présence d'un vide sanitaire



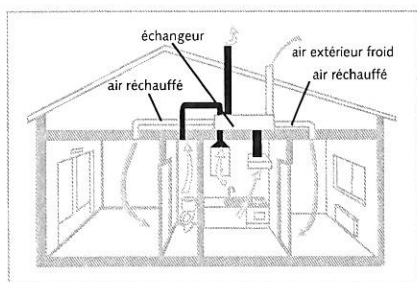
présence de terre battue dans le sous-sol



■ Les techniques traitant la cellule habitée

Le traitement de la cellule habitée consiste en général à augmenter le renouvellement d'air du bâtiment (ventilation naturelle ou mécanique). Cette solution modifie peu la pénétration du radon dans le bâtiment mais favorise une dilution du gaz et son évacuation.

En revanche, l'utilisation d'une ventilation simple flux par insufflation ou double flux en déséquilibre permet de diluer le radon et vise à empêcher sa pénétration dans le bâtiment, en mettant le rez-de-chaussée en surpression par rapport au sol. L'efficacité des techniques de ventilation de la cellule habitée dépend du bâtiment considéré, du comportement de l'occupant et du climat.

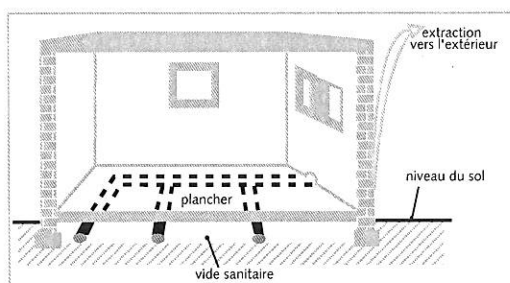


Exemple de ventilation mécanique double flux en déséquilibre

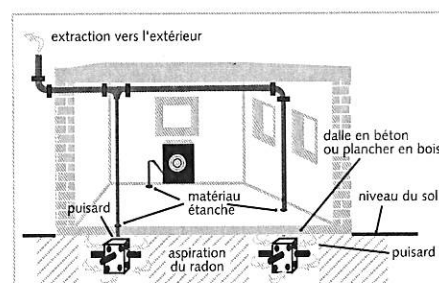
■ Les techniques traitant l'interface entre le sol et le bâtiment

Ces techniques doivent être adaptées au type d'interface rencontré et compatibles avec le système de ventilation existant dans le bâtiment. En présence d'un vide sanitaire, ce dernier peut être ventilé ou mis en dépression, ce qui a pour effet de diluer la concentration en radon de l'air entrant dans le bâtiment. Lorsque les bâtiments sont construits sur terre-plein, les techniques les plus efficaces sont celles qui permettent l'extraction du radon du sol par sa mise en dépression.

Exemple de mise en dépression dans le vide sanitaire



Exemple de mise en dépression dans le sol



■ Précautions

L'utilisation de systèmes induisant une circulation d'air froid dans le sol sous le bâtiment, zone initialement hors gel, peut entraîner en hiver le gel de canalisations situées dans cette zone.

L'utilisation d'un système de dépressurisation du sol peut induire une dépression locale non négligeable dans le bâtiment au-dessus de la dalle. Cette dépression peut alors entraîner le refoulement d'une chaudière ou d'une cheminée lors de la mise en route et des risques d'intoxication par les gaz de combustion.

■ Les entreprises

Les entreprises principalement concernées sont :

- des entreprises de maçonnerie ou d'étanchéité pour les travaux sur le bâti ;
- des entreprises de génie climatique pour la mise en place des techniques mécaniques.

■ Appréciation de l'efficacité des techniques de réduction

Il est important de vérifier, par de nouvelles mesures de la concentration du radon (dans les mêmes conditions que les mesures initiales), l'efficacité et, régulièrement, la pérennité des solutions mises en œuvre.

■ IPSN : recherches et expertises

L'Institut de protection et de sûreté nucléaire (IPSN) réalise des recherches et des expertises pour la maîtrise des risques nucléaires et leurs conséquences sur l'homme et l'environnement : sûreté des installations, protection de la santé de l'homme et de l'environnement, sécurité des transports, prévention et études des accidents. Agissant essentiellement pour le compte des pouvoirs publics, il a noué de nombreuses collaborations avec ses homologues étrangers.

Concernant le radon, l'IPSN mène des recherches sur les méthodes de mesure, procède à des analyses dans les maisons et l'environnement et évalue les actions de protection. Il mène des études épidémiologiques sur les mineurs d'uranium et dans l'habitat pour mieux connaître les risques pour la santé.

■ FFB

La Fédération française du bâtiment regroupe 52 000 entreprises adhérentes de toutes tailles et de toutes spécialités dont 35 000 artisans. Ces entreprises réalisent près de deux tiers de la production de la profession (435 milliards de francs en 1997) et emploient plus de la moitié des quelque 800 000 salariés du bâtiment. En intervenant auprès des pouvoirs publics et des partenaires de l'acte de construire, elle défend les intérêts collectifs de la profession, notamment en développant son marché. Elle s'appuie pour cela d'une part sur ses représentations départementales et régionales, et d'autre part sur ses unions et syndicats de métiers. Concernant la santé à l'intérieur des bâtiments et plus particulièrement les questions liées au radon, la FFB sensibilise ses adhérents et propose des solutions techniques et des programmes de formation qui visent à minimiser les risques. Ces actions s'inscrivent dans le cadre général du plan «Environnement-Bâtiment» de la FFB.

■ CSTB

Centre de recherche, de consultance, d'évaluation et de diffusion du savoir dans le domaine de la construction, le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, est un établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle du ministère en charge de la construction. La complémentarité de ses métiers et l'étendue de ses domaines d'activités lui permettent une approche globale du bâtiment neuf ou existant, élargie à son environnement urbain, aux services qui s'y rapportent et à l'intelligence qui s'y applique. Dans les domaines à l'interface bâtiment et santé, le CSTB effectue des études et recherches sur les polluants de l'eau, de l'air et des surfaces, sur la qualité des environnements intérieurs et sur les modalités de la gestion des risques dans les bâtiments. En ce qui concerne le radon, il contribue plus particulièrement à la définition des différentes techniques de réduction des concentrations en radon dans les bâtiments.

■ Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement

La Direction générale de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction (DGHUC) élabore, anime et évalue les politiques de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction pour le compte du Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement (Secrétariat d'Etat au Logement). Dans le cadre de son action en faveur de la qualité des constructions, la DGHUC a adopté et met en œuvre un programme d'actions sur le thème « Bâtiment et santé ». Ce programme concerne en particulier les risques liés à l'amiante, au saturnisme et au radon. Il comprend notamment des recherches sur les matériaux, des expérimentations sur les techniques de réduction des risques menées en relation avec le Plan urbanisme construction et architecture, des soutiens méthodologiques et financiers aux travaux de réduction des risques, des actions réglementaires et des actions d'information du public et des professionnels de la construction.

Pour tout renseignement concernant le radon, ses risques, les moyens de mesures, et les actions correctives, vous pouvez vous adresser à l'Institut de protection et de sûreté nucléaire (IPSN), la direction départementale de l'Équipement (DDE) et à la Fédération française du bâtiment (FFB).



77-83 av. du Général-de-Gaulle
92140 Clamart



33, av. Kléber
75784 Paris Cedex 16



84, avenue Jean-Jaurès
Champs sur Marne
77421 Marne-la-Vallée Cedex



DGHUC
Arche de la Défense - Paroi Sud
92055 Paris La Défense Cedex 04