

SOMMAIRE

PREMIÈRE PARTIE.....	4
<u>LE PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS PRÉVISIBLES.....</u>	<u>4</u>
1 - LA PROCÉDURE D'ÉLABORATION.....	5
2 - LA PROCÉDURE D'URGENCE : LE P.P.R. ANTICIPE.....	5
3 - LE CONTENU DU P.P.R.....	6
4 - LA PORTÉE DU P.P.R.....	7
DEUXIÈME PARTIE.....	8
PRÉSENTATION DE LA COMMUNE DU LUDE.....	<u>8</u>
1 - CADRE GÉOGRAPHIQUE.....	9
1 - 1 - <i>Situation</i>	9
1 - 2 - <i>Occupation du territoire</i>	10
2 - CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	11
2 - 1 - <i>Substratum</i>	11
2 - 2 - <i>Formations quaternaires</i>	12
3 - HYDROGRAPHIE, HYDROGÉOLOGIE ET PLUVIOMÉTRIE.....	13
TROISIÈME PARTIE.....	14
LES RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN AU LUDE.....	<u>14</u>
1 - RECENSEMENT ET DESCRIPTION DES PHÉNOMÈNES.....	15
1 - 1 - <i>Les sources de renseignements et la connaissance des phénomènes</i>	15
1 - 2 - <i>Approfondissement de la connaissance</i>	17

1 - 3 - Analyse des facteurs d'instabilité.....	18
1 - 3 - 1 - L'aléa "effondrements de cavités souterraines"	18
1 - 3 - 2 - Les facteurs aggravants.....	19
1 - 4 - Élaboration des cartes informatives des phénomènes naturels.....	20
2 - QUALIFICATION ET CARTOGRAPHIE DES ALÉAS.....	22
2 - 1 - Définition de la notion d'aléa.....	22
2 - 2 - Qualification de l'aléa.....	23
2 - 2 - 1 - Aléas en-dehors de la partie agglomérée du bourg.....	24
2 - 2 - 2 - Aléas dans la partie agglomérée du bourg.....	25
2 - 3 - Élaboration de la cartographie des aléas.....	29
2 - 3 - 1 - Lecture de la carte des aléas de la commune.....	29
2 - 3 - 2 - Lecture de la carte initiale des aléas du bourg (niveau P.P.R. anticipé).....	29
2 - 3 - 2 - Lecture de la carte modifiée des aléas du bourg (approfondissement des aléas).....	31
3 - IDENTIFICATION ET CARTOGRAPHIE DES ENJEUX ET DE LA VULNÉRABILITÉ AU LUDE.....	32
4 - LES RISQUES.....	33
4 - 1 - Le zonage réglementaire.....	33
4 - 2 - Les prescriptions du règlement.....	34

1. ANNEXES : LOI - DÉCRET - ARRÊTÉS PRÉFECTORAUX - DIVERS

ANNEXE 1 - CODE DE L'ENVIRONNEMENT ARTICLES L. 562-1 À L. 562-9

ANNEXE 2 - DÉCRET N°95-1089 DU 5 OCTOBRE 1995

ANNEXE 3 - ARRÊTÉ PRÉFECTORAL N° 02-7308 DU 11 OCTOBRE 2002

ANNEXE 4 - ARRÊTÉ PRÉFECTORAL N° 03-3356 DU 10 JUILLET 2003

ANNEXE 5 - LA RECHERCHE DE CAVITÉS PAR RADIO-MAGNÉTO-TELLURIE

ANNEXE 6 - LA MICRO-GRAVIMÉTRIE

**ANNEXE 7 - LA CARTE DES ALÉAS INITIALE :
TRACÉ DE LA R.M.T. COMPLÉMENTAIRE**

**ANNEXE 8 - LA CARTE DES ALÉAS MODIFIÉE :
RÉSULTATS DE LA R.M.T. COMPLÉMENTAIRE**

ANNEXE 9 - L'ITINÉRAIRE DES POIDS-LOURDS : AVENUE DE TALHOUET

**ANNEXE 10 - L'ITINÉRAIRE DES POIDS-LOURDS :
RUE CRETOIS - BOULEVARD DE L'HOSPICE - PLACE DU MAIL**

**ANNEXE 11 - LA CARTE DES ALÉAS MODIFIÉE :
RÉSULTATS DE LA MICRO-GRAVIMÉTRIE COMPLÉMENTAIRE**

**ANNEXE 12 - RÉSULTATS DE LA MICRO-GRAVIMÉTRIE COMPLÉMENTAIRE :
"HOSPICE - MAISON DE RETRAITE"**

PREMIÈRE PARTIE

LE PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS PRÉVISIBLES

Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (P.P.R.) a été institué par la **loi n° 95-101 du 2 février 1995** modifiant la **loi n° 87-565 du 22 juillet 1987**, lesquelles sont codifiées dans le Code de l'environnement par les articles L. 562-1 à L. 562-9 (**Annexe 1**).

Le P.P.R. détermine les zones exposées à un risque majeur et y définit :

- les interdictions ou conditions de constructions des projets nouveaux.
- les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde à mettre en oeuvre, tant par les propriétaires privés que par les collectivités publiques.
- les mesures sur les biens et activités existants.

1 - LA PROCÉDURE D'ÉLABORATION

Elle résulte du **décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995** modifié par le décret du 4 janvier 2005 (**Annexe 2**) :

L'État est compétent pour l'élaboration et la mise en oeuvre du P.P.R.

Le préfet prescrit par arrêté la mise à l'étude du P.P.R.

Cet arrêté est notifié au maire de la commune concernée.

Le projet de plan est établi sous la conduite d'un service déconcentré de l'État désigné par l'arrêté de prescription, à savoir la Direction Départementale de l'Équipement du département concerné.

Le projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles est soumis à l'avis du Conseil municipal de la commune. Si l'avis demandé n'est pas rendu dans un délai de deux mois, il est réputé favorable.

Le projet de plan est soumis par le préfet à une **enquête publique** dans les formes prévues par les articles R. 11-4 à R. 11-14 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique.

A l'issue de ces consultations, le plan éventuellement modifié pour tenir compte des avis recueillis, est approuvé par arrêté préfectoral. Cet arrêté fait l'objet d'une mention au Recueil des Actes Administratifs de l'État dans le département ainsi que dans deux journaux régionaux ou locaux diffusés dans le département.

Une copie de l'arrêté est affichée en mairie pendant un mois au minimum.

Le plan approuvé par le préfet est tenu à la disposition du public en préfecture et en mairie.

Un plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être modifié selon la procédure décrite aux articles 1er à 7 du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995.

2 - LA PROCÉDURE D'URGENCE : LE P.P.R. ANTICIPE

En cours d'élaboration, et si l'urgence le justifie, le préfet peut vouloir rendre certaines dispositions du projet de P.P.R. immédiatement opposables.

L'application anticipée du P.P.R. cesse d'être opposable si les prescriptions ne sont pas reprises dans le plan approuvé ou si le plan n'est pas approuvé dans un délai de trois ans.

3 - LE CONTENU DU P.P.R.

Le P.P.R. se compose de trois documents :

1. Le livret de présentation indique le contexte de l'étude, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles compte-tenu de l'état de leur connaissance. Ce livret indique les principes d'élaboration du P.P.R. et l'exposé des motifs du règlement. Il explicite le cheminement permettant d'aboutir au plan de zonage réglementaire.

2. Le plan de zonage réglementaire délimite les zones réglementées par le P.P.R. en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru.

Ces zones sont classées en :

- zones de risque fort.
- zones de risque moyen.
- zones de risque faible.
- zones de risque négligeable.

3. Le règlement précise les règles s'appliquant à chaque zone et distingue :

- les interdictions et autorisations de projets nouveaux.
- les prescriptions sur le futur.
- les prescriptions applicables à l'existant.
- les mesures de prévention, de protection ou de sauvegarde applicables dans les zones considérées.

➤ La réglementation des projets nouveaux peut consister soit en des règles d'urbanisme, soit en des règles de construction.

➤ Les mesures applicables à l'existant :

Elles concernent l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date d'approbation du P.P.R. et susceptibles de subir ou d'aggraver le risque.

Elles doivent être prises par le propriétaire ou l'utilisateur.

Leur coût ne peut jamais dépasser 10 % de la valeur vénale du bien concerné à la date d'approbation du plan de prévention des risques.

➤ Les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde :

Elles ne sont pas directement liées à un projet.

Elles relèvent de la responsabilité d'une collectivité ou d'un particulier.

Elles peuvent être de nature très diverse.

Le P.P.R. peut rendre obligatoire la mise en œuvre de ces deux types de mesures en fonction de la nature et de l'intensité du risque dans un délai maximum de 5 ans.

4 - LA PORTÉE DU P.P.R.

Le P.P.R. vaut **servitude d'utilité publique opposable** à toute personne publique ou privée :

- qui désire implanter des constructions ou installations nouvelles.
- qui gère un espace générateur d'aléas naturels.

A ce titre, il est obligatoirement annexé au plan local d'urbanisme (P.L.U.). En cas de carence, le préfet peut, après mise en demeure, les annexer d'office (article L. 126-1 du Code de l'Urbanisme).

Dans tous les cas, les dispositions du P.P.R. doivent être respectées pour la délivrance des autorisations d'utilisation du sol (permis de construire, lotissement, camping, etc...).

L'article L.125-2 du code de l'Environnement prévoit : « Dans les communes sur le territoire desquelles a été prescrit ou approuvé un plan de prévention des risques naturels prévisibles, le maire informe la population au moins une fois tous les deux ans, par des réunions publiques communales ou tout autre moyen approprié, sur les caractéristiques du ou des risques naturels connus dans la commune, les mesures de prévention et de sauvegarde possibles, les dispositions du plan, les modalités d'alerte, l'organisation des secours, les mesures prises par la commune pour gérer le risque, ainsi que sur les garanties prévues à l'article L.125-1 du code des assurances ».

En application de l'article L.125-5 du code de l'environnement, les acquéreurs ou locataires de biens immobiliers situés dans des zones couvertes par un plan de prévention des risques naturels prévisibles prescrit ou approuvé, sont informés par le vendeur ou le bailleur de l'existence des risques visés par ce plan.

Enfin, selon l'article L. 563-6 du Code de l'Environnement, «Toute personne qui a connaissance de l'existence d'une cavité souterraine ou d'une marnière dont l'effondrement est susceptible de porter atteinte aux personnes ou aux biens ou d'un indice susceptible de révéler cette existence en informe le maire, qui communique, sans délai au représentant de l'État dans le département et au président du Conseil Général les éléments dont il dispose à ce sujet. »

5 - Le cas de la commune du Lude

Le P.P.R. de la commune du Lude a été prescrit par arrêté préfectoral en date du 11 octobre 2002 (**Annexe 3**). Cet arrêté délimite le périmètre d'étude à l'intérieur duquel est établi le P.P.R. et la nature des risques pris en compte. En l'occurrence ici, le périmètre correspond à l'ensemble du territoire communal du Lude et les risques sont les risques « mouvements de terrain ».

Suite aux effondrements successifs qui se sont produits ces dernières années au droit de zones urbanisées du territoire communal et selon l'article L. 562-2 du Code de l'Environnement (**Annexe 1**), Madame le Préfet de la Sarthe a eu recours, après consultation de la commune du Lude, à une application anticipée du Plan de Prévention des Risques d'effondrements de cavités souterraines (**Annexe 4**) par arrêté du 10 juillet 2003.

DEUXIÈME PARTIE

PRÉSENTATION DE LA COMMUNE DU LUDE

1 - CADRE GÉOGRAPHIQUE

1 - 1 - SITUATION

La commune du Lude (**4 200 habitants**) se situe à environ 39 km au sud du Mans, dans le département de la Sarthe. S'étendant sur près de 4 600 hectares, le territoire communal est traversé par plusieurs routes départementales (R.D. 305, 306, 307, 958 et 767) où transitent de nombreux poids-lourds desservant les villes du Mans au nord, de Tours au sud-est, de Saumur au sud, d'Angers au sud-ouest et de Laval au nord-ouest (*Figure 1 ci-dessous*).

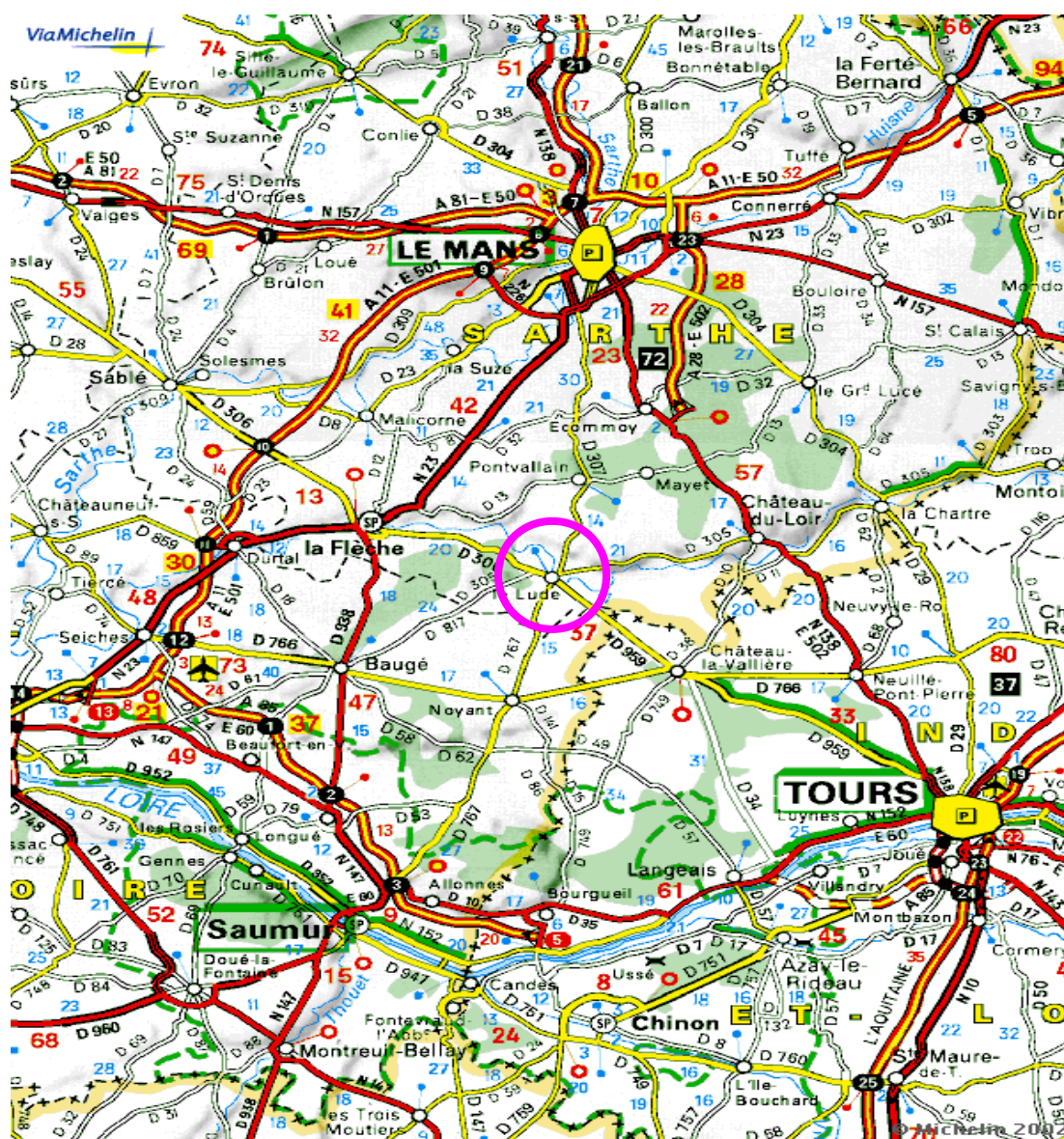


Figure 1 : Carte de localisation de la commune du Lude au 1/700 000^{ème}

L'intersection de ces différentes voies de transit se trouve au niveau du bourg du Lude qui s'est développé sur la rive gauche du Loir.

1 - 2 - OCCUPATION DU TERRITOIRE

Le Lude correspond essentiellement à un gros bourg de près de 4 200 habitants, édifié au bord du Loir. En effet, bien que la commune soit très étendue (4 600 ha), l'urbanisation reste groupée dans une configuration concentrique assez classique :

- un centre-bourg ancien installé dès l'époque médiévale à l'abri du château féodal, puis conforté autour du château datant de l'époque Renaissance. Le bâti existant s'y est développé de manière continue de part et d'autre d'un réseau de voies publiques relativement dense, avec des constructions anciennes de faible hauteur et ne laissant que peu ou pas d'espace libre pour de nouvelles constructions.

- une couronne d'urbanisation plus contemporaine et majoritairement pavillonnaire. Même si le potentiel constructible y est peu important, il reste néanmoins conséquent par rapport au problème traité par cette étude.

- une zone périphérique jusqu'à présent peu construite mais classée actuellement au P.O.S. (plan d'occupation des sols) en zone NA (classée en zone U dans le futur plan local d'urbanisme P.L.U.). Cette zone intermédiaire entre le centre-bourg et l'espace naturel de la commune, présente des perspectives d'urbanisation relativement importantes.

Au sud-est du bourg ancien, se trouve également une zone industrielle (Z.I. des Tourelles) qui comporte de nombreuses parcelles constructibles. Les différentes entreprises présentes dans cette zone, ainsi que les nombreuses voies de transit de marchandises attestent d'une activité économique importante au sein de la commune.

Quant au reste du territoire communal, il est constitué majoritairement de zones affectées à l'agriculture, où l'habitat se répartit en hameaux et en exploitations agricoles.

2 - CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Le département de la Sarthe se trouve à la limite occidentale du Bassin Parisien qui est caractérisé par l'affleurement successif des assises jurassiques (-208 à -246 millions d'années), crétacées (-146 à -65 millions d'années) et tertiaires (-65 à -2 millions d'années).

A l'échelle communale, on retrouve seulement des affleurements crétacés et tertiaires, recouverts en majeure partie par des formations quaternaires de la vallée du Loir.

En effet, la commune du Lude se situe sur des terrasses alluviales formées par le Loir, rivière qui a creusé d'est en ouest une vallée séparant le plateau du Bugeois au sud, du plateau sarthois au nord.

2 - 1 - SUBSTRATUM

Au niveau du Lude, les formations géologiques du substratum ont une structure tabulaire, c'est-à-dire qu'elles sont sub-horizontales (faible pendage). Celles-ci sont décrites ci-dessous, de la plus récente à la plus ancienne.

Formations tertiaires :

Eocène à Oligocène à marnes dominantes : on retrouve cette formation uniquement à l'ouest de la commune, au niveau de la Vallée de la Bonnetière, où elle peut atteindre plusieurs mètres d'épaisseur. Elle est constituée de calcaires tendres à crayeux qui présentent des variations de couleur (blanc, beige, gris, vert).

Eocène d'origine continentale : cette formation est représentée au sud de la commune (secteurs des Bournais, des Noëls) sous la forme d'un faciès argilo-sableux provenant de la transformation des couches sous-jacentes du Crétacé supérieur (Sénonien ou Turonien). La partie supérieure, sableuse, est généralement peu épaisse (jusqu'à 0,5 m) tandis que la partie inférieure, argileuse, peut atteindre plusieurs mètres d'épaisseur.

Eocène inférieur résiduel : on retrouve cette formation au nord des secteurs de la Rouzinière et de la Vauluère sous la forme de grès silicifiés ou de blocs de conglomérats. Son épaisseur varie de 0,5 m à 2 m environ. Cependant, ses éléments indurés se rencontrent généralement de façon éparse, dans les forêts ou dans les champs.

Formations secondaires :

Sénonien : cette formation affleure essentiellement au nord-est de la commune (secteurs du Tertre, du nord de la Forgetière et du sud de la Soudarie). Il s'agit de sables jaunes à rouille contenant des silex en abondance et de minces lits d'argile rouges ou blancs. Leur épaisseur peut atteindre 20 m.

Turonien : il s'agit d'une formation relativement peu affleurante car elle est soit masquée par les alluvions du Loir, soit recouverte par les sables du Sénonien. Cependant, elle reste omni-présente sous le sol ludois. On peut tout de même la rencontrer le long des vallées sous la forme de petites falaises (vallées du Loir, de la

Bonnetière, du Ris-Oui, de la Marconne et de la Maulne), et sur les plateaux sous la forme de trous creusés par l'homme, servant aujourd'hui de caves (secteurs de la Rouzinière, de la Soudarie, de la Guittière, de la Vauluère, ...).

Le Turonien correspond à une craie sableuse, blanche et compacte dans sa partie inférieure, jaune et friable dans sa partie supérieure. Il se présente en bancs épais, parfois entrecoupés de minces lits marneux. Au sein de ses bancs calcaires, on peut également trouver des rognons de silex noirs (secteur de la Roche Sevin).

Cette formation turonienne, plus connue sous le nom de '**craie-tuffeau**' peut atteindre 25 m d'épaisseur. Ce sont les bancs indurés de ce même tuffeau qui furent longtemps exploités, et ce notamment, pour la construction des fermes et des villages. C'est cette exploitation qui est à l'origine des cavités souterraines faisant aujourd'hui l'objet du présent P.P.R.

2 - 2 - FORMATIONS QUATERNAIRES

Les formations quaternaires sont présentes dans les vallées ainsi que sur les plateaux. De la plus récente à la plus ancienne, on distingue :

Colluvions de pente : ce sont des accumulations fréquentes dues à l'étalement des formations sableuses du Turonien (partie supérieure) et du Sénonien. On en trouve notamment en bordure est de la commune (vallées de la Maulne et du Loir, secteur situé au nord-est de la Soudarie).

Alluvions fluviales modernes : d'une épaisseur de 3 à 4 m, elles se présentent sous la forme de graviers de silex recouverts par une couche de limons noirs de 0,5 m environ. Elles correspondent aux matériaux argileux, sableux et graveleux déposés récemment par le Loir et ses affluents (la Bonnetière, le Ris-Oui, la Marconne et la Maulne), au droit de leurs écoulements actuels.

Alluvions anciennes : ce sont des matériaux déposés par le Loir dont le lit a évolué au cours du temps, engendrant ainsi des terrasses alluviales bien différenciées.

Les basses terrasses sont les moins anciennes et se trouvent à une cote supérieure de 5 à 10 m vis-à-vis des alluvions modernes, en fond de vallée. Leur épaisseur varie de 3 à 4 m. Elles se composent de graviers de silex et de sable. Le château du Lude ainsi qu'une partie du bourg sont construits sur ces terrasses.

Les moyennes terrasses se situent à une cote supérieure de 15 à 25 m vis-à-vis des alluvions modernes. Elles sont constituées de graviers de silex et de passées sableuses. Leur épaisseur peut atteindre 4 m. C'est sur ce type de terrasse alluviale que s'est formée et s'est développée l'agglomération ludoise.

Les hautes terrasses correspondent aux dépôts alluvionnaires les plus anciens. Elles se situent à une cote supérieure de 45 à 60 m vis-à-vis des alluvions modernes. Leur épaisseur est généralement inférieure à 1 m. Elles sont constituées de graviers de silex entourés d'une enveloppe d'argile sableuse rouge à brune que l'on trouve au sud-ouest de la commune (secteurs du Grand Tutillé, de la Loge et de la Noëllerie).

3 - HYDROGRAPHIE, HYDROGÉOLOGIE ET PLUVIOMÉTRIE

Les affluents du Loir, situés principalement sur sa rive gauche, drainent une grande partie du sud de la commune. Mais c'est le Loir qui, selon un axe est – nord-ouest, draine la majeure partie du territoire communal, et notamment l'agglomération ludoise située sur d'anciennes terrasses qu'il a lui-même formées.

Ces mêmes terrasses contiennent également la nappe alluviale du Loir, dont la ressource en eau peut être importante. Au Lude, plusieurs propriétés possèdent un puits, dont l'accès est aujourd'hui restreint. En bordure du Loir, dans les alluvions, un puits de 7 m a notamment été installé et fournit 50 m³ d'eau par heure, ce qui représente un débit conséquent.

Le tuffeau du Turonien peut également contenir une nappe d'eau dont l'alimentation provient des précipitations météoriques. La Sarthe, comme la plupart des départements du Nord-ouest de la France, est affectée par des précipitations régulières qui sont engendrées par des dépressions venant en général de l'Atlantique et se déplaçant vers l'est. La moyenne annuelle des précipitations dans le département de la Sarthe est d'environ 700 mm d'eau. Cette eau peut donc être captée et peut circuler au niveau des bancs de tuffeau par l'intermédiaire de fissures.

Ainsi, les terrains situés sous l'agglomération ludoise sont susceptibles de contenir des réserves aquifères importantes et d'abriter des transits d'eau non-négligeables.

TROISIÈME PARTIE

LES RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN AU LUDE

1 - RECENSEMENT ET DESCRIPTION DES PHÉNOMÈNES

La commune du Lude est essentiellement concernée par le phénomène d'**effondrements** d'anciennes cavités souterraines. Le recensement et l'analyse de ces facteurs d'instabilité reposent sur les études existantes, les témoignages auprès des habitants et les investigations de terrain.

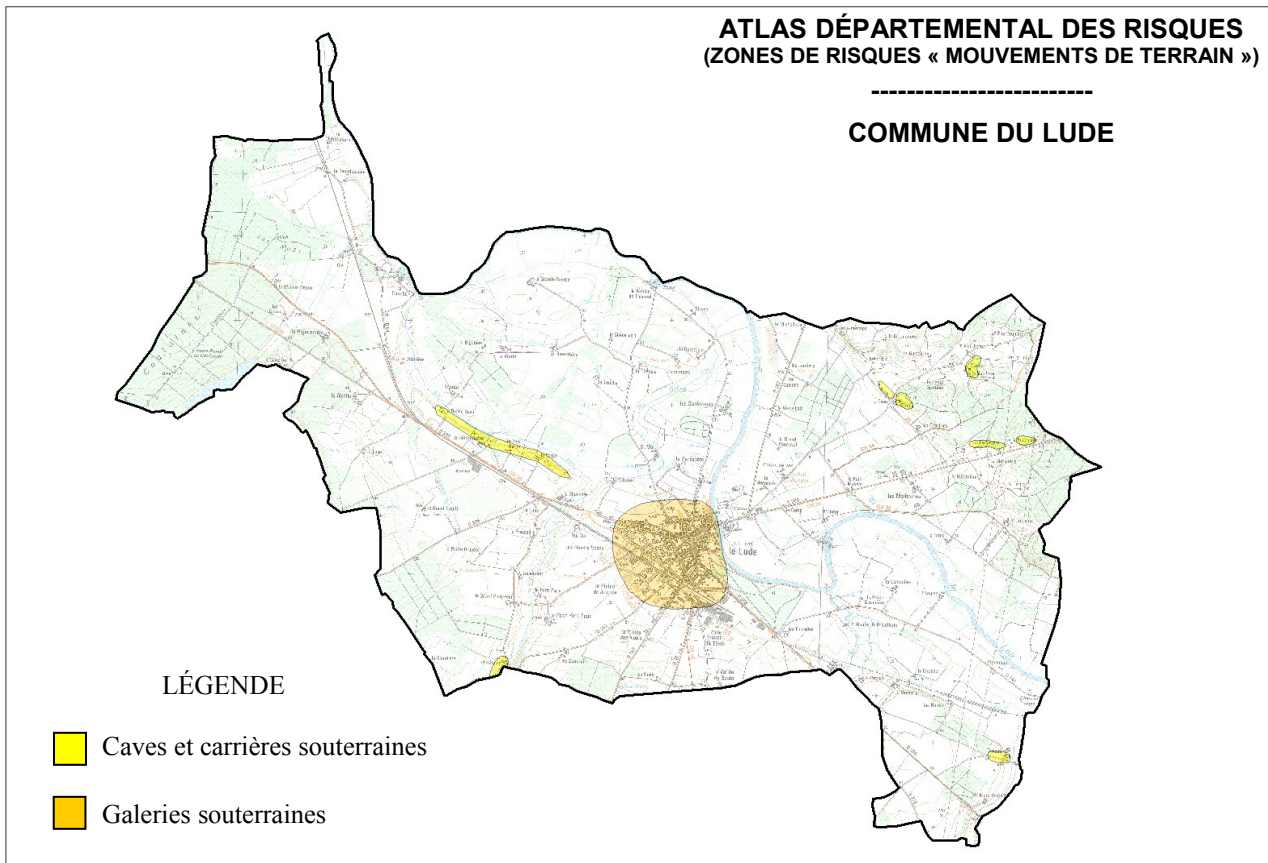
1 - 1 - LES SOURCES DE RENSEIGNEMENTS ET LA CONNAISSANCE DES PHÉNOMÈNES

Recueil et exploitation des données existantes :

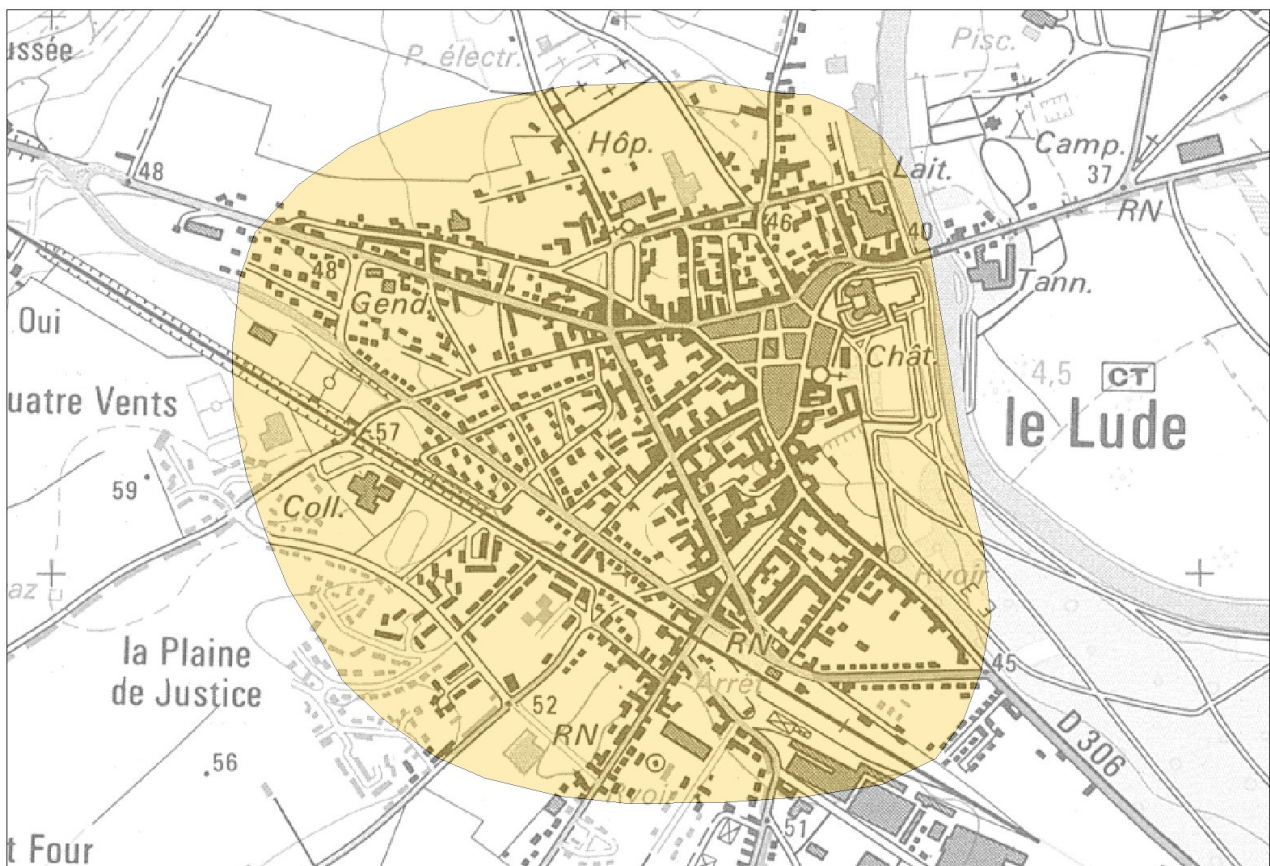
Pour recenser ces phénomènes, les localiser et étudier leurs caractéristiques, les documents suivants ont été utilisés :

- Carte géologique "Le Lude" au 1/50 000^{ème} (Edition du BRGM de 1990 : J. Manivit, M. Rioult, S. Debrand-Passard, R. Brossé, J. Louail, T. Collet, R. Giordano).
- Recensement et cartographie des zones de mouvements de terrain, établis par la Direction Départementale de l'Équipement de la Sarthe en 1994, révisé en 1996, sur la base d'une étude du Laboratoire Régional de l'Équipement d'Angers (LREA) de 1990 – 1991 (voir cartographie des phénomènes recensés dans l'atlas des risques en page suivante).
- Recensement et cartographie des effondrements observés sur la commune depuis 1984, établis par la Subdivision de la Direction Départementale de l'Équipement de la Flèche - le Lude.
- Comptes-rendus divers de la DDE de la Sarthe, consécutifs à des effondrements.
- Rapports d'expertises concernant des effondrements à l'école Joachim du Bellay, établis par le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées (LRPC) d'Angers en 1999.
- Expérimentation d'une méthode géophysique pour la détection des cavités souterraines, réalisée par le LRPC d'Angers en mars 2000.
- Rapports de la prospection géophysique par Radio-Magnéto-Téllurie (R.M.T.) et des sondages réalisés par le LRPC d'Angers en 2000 et 2002, respectivement sur le lotissement de la Vallée du Saule et sur la Zone Industrielle des Tourelles.

En revanche, il n'existe pas d'archives ou de documents historiques précis et exploitables ayant trait aux cavités souterraines du Lude. Les différentes études présentées ci-dessus ainsi que les témoignages recueillis lors d'enquêtes auprès des habitants, des historiens locaux et des élus de la commune au mois d'octobre 2002 ont donc constitué les seules sources de renseignements.



SOURCE MAPINFO 7-8 COPYRIGHT BDCARTO 98 - SCAN 25 I.G.N. / L.R.E.A. 1991
CARTOGRAPHIE REALISEE PAR PM S.A.U. / E.G. - JANVIER 2006



Quelques effondrements recensés sur la commune :

- Eté 1998 : Affaissement de terrain dans la cour de l'école Joachim du Bellay : cavité d'environ 2 m de diamètre, comblée avec de la grave alluvionnaire jusqu'au niveau du sol de la cour. Un tiers environ de la surface de la cavité s'étend sous la fondation d'un des bâtiments de l'école. La profondeur de la cavité serait de l'ordre de 5 m au moins . Il s'agirait du 3^{ème} effondrement de terrain dans cette cour d'école. Le précédent datant de 1972, aurait concerné le pignon nord du même bâtiment. (Compte-rendu de la visite du 20/07/98 du Cete de l'ouest).

- Effondrement d'une cour au 12, rue de Croissant en septembre 1999

- Découverte d'une cavité sous la dalle du plancher de l'entrepôt de l'usine Christie Tyler, zone des Tourelles en septembre 1999

- Novembre 1999 : Effondrements rue de Montruchon

- Mai 2000 : effondrement de terrain dans le parc du château suite à une fuite sur une canalisation d'eau potable. Cet effondrement situé non loin du mur d'enceinte du château et de la rue de Montruchon laisse apparaître un croisement de galeries très importantes.

- 24 Novembre 2001 : Effondrement de terrain rue des Mortes Oeuvres : superficie de 50 m² et profondeur de 2 à 3 m.

- Novembre 2002 : effondrement de la voirie Bd de l'hospice.

- janvier 2008 : effondrement provoquant l'écroulement partiel des bâtis au n°17 et 19 rue du Parc.

- novembre 2008 : effondrement dans la cour d'une maison au n°12 rue du Croissant entraînant le décès d'une personne.

1 - 2 - APPROFONDISSEMENT DE LA CONNAISSANCE

- Les prospections de terrain :

Des prospections de terrain ont également été menées, mais elles se sont avérées globalement infructueuses. En effet, les cavités dont on connaissait plus ou moins précisément l'existence (grâce aux études présentées ci-dessus et aux témoignages recueillis) sont soit effondrées, soit rebouchées, soit murées. Leur visite n'a donc pas été possible. Seules les cavités souterraines correspondant à des caves de particuliers, ont pu être visitées dans les hameaux situés sur le territoire communal. Cependant, ces caves ne sont pas représentatives de ce qui se produit au niveau du bourg.

- Les mesures géophysiques :

➤ Mesures de Radio-Magnéto-Tellurie (R.M.T.) :

Le niveau de connaissance concernant les cavités souterraines, notamment leur localisation, étant insuffisant en milieu urbain, la prospection géophysique par R.M.T. a été employée.

La R.M.T. est un procédé de prospection géophysique du sous-sol, non destructif, rapide et précis. Elle permet de mettre en évidence des anomalies du sous-sol qui laissent présumer de la présence de cavités souterraines (**Annexe 5**).

La campagne de prospection par R.M.T. a été menée en deux temps :

- Dans un premier temps, la campagne de R.M.T. a été réalisée sur une partie du bourg, au droit des chaussées, et volontairement limitée aux zones affectées dans le passé par des effondrements. Le tracé a été développé d'après un zonage de présomptions de cavités prenant en compte les données de la base documentaire (effondrements recensés et témoignages d'effondrements).

Ainsi, la première campagne de prospection par R.M.T. ne s'est pas faite sur l'ensemble du territoire communal, ni même sur l'ensemble du centre-bourg, ce qui ne signifiait pas qu'il n'existait pas de cavités souterraines au droit des parcelles qui n'ont pas été investiguées.

Toutes les anomalies ont été corrélées aux plans des réseaux disponibles (adductions des eaux usées, des eaux pluviales et des eaux potables, du gaz et de l'électricité).

- Dans un deuxième temps, un tracé complémentaire d'investigations par la R.M.T. a été réalisé dans les secteurs du bourg non investigués, essentiellement en raison du défaut d'événements passés. Il s'agissait d'enrichir la connaissance sur quelques voiries importantes et non explorées initialement.

➤ La micro-gravimétrie :

Lors de la deuxième phase d'approfondissement de la connaissance et compte-tenu des enjeux d'occupation et de la présence d'établissements publics, la prospection géophysique par micro-gravimétrie a été utilisée sur les itinéraires des poids-lourds et sur la parcelle de la maison de retraite pour compléter la campagne de R.M.T.

La micro-gravimétrie est un procédé de prospection géophysique du sous-sol, non destructif et précis. Celle-ci permet de mettre en évidence des anomalies du sous-sol qui laissent présumer de la présence de cavités souterraines (**Annexe 6**).

1 - 3 - ANALYSE DES FACTEURS D'INSTABILITÉ

1 - 3 - 1 - L'aléa "effondrements de cavités souterraines"

Les effondrements sont consécutifs à l'évolution de cavités souterraines naturelles ou anthropiques. Au Lude, il s'agit de cavités anthropiques qui se présentent dans des bancs de tuffeau sous la forme de caves ou de galeries d'extraction.

Les **caves individuelles** sont majoritairement présentes au niveau des hameaux situés en-dehors de l'agglomération. Celles-ci sont généralement saines, le tuffeau ne montrant pas de signes d'altération.

Par contre, les **effondrements** affectent essentiellement ce qui semble correspondre à des **galeries d'extraction**, et ce, au niveau de l'agglomération. Le tuffeau aurait donc été extrait sur place, afin de construire le village du Lude plusieurs siècles auparavant. Cette formation turonienne n'étant pas de très bonne qualité, surtout dans sa partie supérieure, son exploitation ne fut pas massive. Il n'y aurait donc pas de carrières souterraines, ce qui expliquerait que les effondrements recensés sur la commune n'ont engendré en surface que des excavations de superficie relativement « restreinte ».

Ces **effondrements** sont des phénomènes rapides et brutaux. Au début, se produit la chute d'un banc de tuffeau qui se détache du ciel de la cavité. Puis, suivent successivement plusieurs autres bancs. La cavité ainsi créée est appelée cloche de fontis. Elle peut soit remonter jusqu'à la surface, soit se résorber. Si la rupture se propage jusqu'à la surface, elle provoque l'ouverture d'une excavation ou fontis, dont le diamètre varie de quelques mètres à quelques dizaines de mètres, et qui peut s'élargir par éboulements successifs.

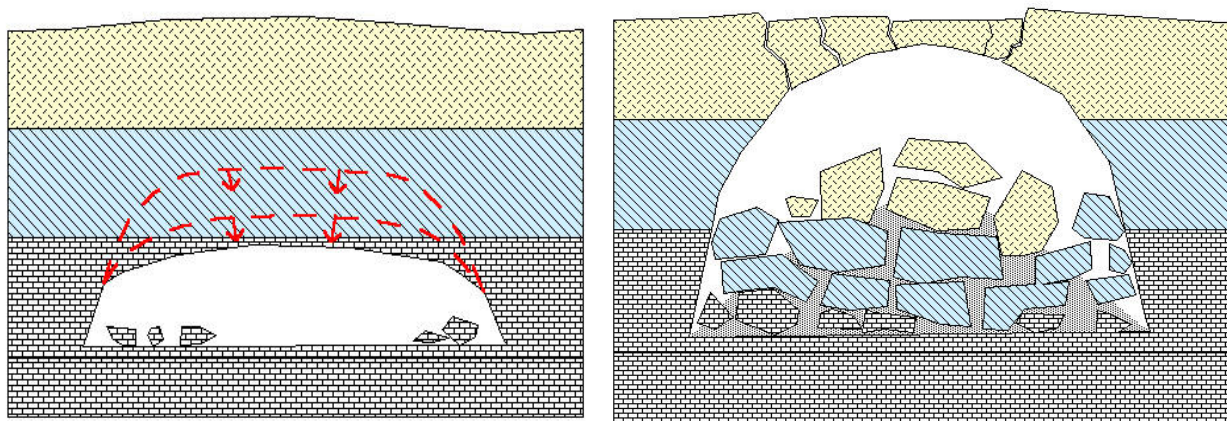


Schéma d'un effondrement par rupture du toit de la cavité

1 - 3 - 2 - Les facteurs aggravants

L'expertise visuelle des cavités ayant été très limitée, surtout au niveau du bourg, il est difficile de connaître leur état. Cependant, au vu des nombreux événements qui se sont produits ces dernières décennies, des facteurs de dégradation des cavités souterraines peuvent être mis en évidence. Ils sont nombreux et peuvent être de deux types : naturels ou anthropiques.

Facteurs naturels :

La fragilisation liée à la nature de la roche :

La craie tuffeau est une roche relativement friable, qui se dégrade naturellement avec le temps. La partie supérieure des bancs de tuffeau est généralement altérée.

De plus, cette formation peut être par endroit très fracturée (fissures de décompression, failles remplies d'argiles, diaclases), ce qui permet une dislocation de la masse rocheuse.

Les infiltrations d'eau et l'hydrogéologie :

Les **infiltrations** et les **circulations** d'eau contribuent largement à la dégradation de la craie tuffeau. En effet, l'eau s'infiltre dans les fractures, exerce une pression hydrostatique, dissout la craie et augmente le poids des roches. Ainsi, une période de forte pluviométrie peut être un facteur de déclenchement ou d'accélération du phénomène d'effondrement, notamment par l'élévation du niveau des nappes d'eau souterraines.

Ces dernières correspondent à la nappe alluviale du Loir contenue dans des alluvions anciennes, et aux nappes libres contenues dans le tuffeau, alimentées par les précipitations météoriques qui sont régulières toute l'année dans le département. L'agglomération du Lude est située sur ces deux formations aquifères, où l'eau transite et désagrége les matériaux.

Facteurs anthropiques :

L'âge et la localisation de l'exploitation du sous-sol :

L'extraction du tuffeau, pourtant de qualité médiocre, remonterait à plusieurs siècles et aurait servi à la construction du village du Lude qui entourait le château féodal. Les moyens de transports étant limités, la pierre à bâtir aurait été extraite sur place, plus ou moins au droit des habitations.

Ainsi, les galeries d'extraction présentes au Lude seraient dégradées notamment en raison de leur âge et de leur localisation, puisque subissant directement les surcharges pondérales de l'urbanisation qui s'est accrue en surface.

Le manque d'aération :

Au cours du temps, de nombreux accès aux galeries ont été bouchés ou se sont effondrés. Cela a eu pour conséquence une augmentation de l'humidité ambiante dans les galeries par manque d'aération, et donc une altération plus rapide des parois de craie tuffeau rendues très friables.

Les vibrations et les surcharges pondérales :

La surcharge pondérale, engendrée par l'extension de l'agglomération du Lude au cours du temps (habitations, voirie, ...), aggrave l'instabilité des cavités situées quelques mètres au-dessous.

De même, la situation géographique ainsi que l'activité économique du Lude sont à l'origine d'une augmentation de la circulation, en particulier de celle des poids-lourds. Traversant le bourg, ils engendrent des vibrations défavorables à la stabilité des cavités souterraines.

Les réseaux d'eau :

Une infiltration importante et continue d'eau par rupture d'une canalisation est un facteur d'accélération du phénomène d'effondrement.

Malgré la présence au Lude d'un réseau de collecte des eaux pluviales, des puits perdus peuvent subsister chez certains particuliers. Ces puits peuvent ainsi favoriser les infiltrations, et donc contribuer au phénomène d'effondrement.

Toutes les recherches effectuées (connaissances - prospections de terrain - mesures complémentaires : R.M.T. et micro-gravimétrie) ont permis de localiser les zones exposées à ces phénomènes de mouvements de terrain.

1 - 4 - ÉLABORATION DES CARTES INFORMATIVES DES PHÉNOMÈNES NATURELS

Le dossier de P.P.R. contient deux cartes informatives localisant les phénomènes naturels. Elles identifient les événements qui se sont produits dans le centre-bourg d'une part, et sur le territoire de la commune d'autre part.

Elles permettent, dans un premier temps, de mettre en évidence la sensibilité de plusieurs sites de la commune vis-à-vis des phénomènes d'effondrement. Dans un second temps, elles aident à la détermination des facteurs de prédisposition de ces sites à ces mêmes phénomènes.

Ces documents ont été établis sur la base des recherches bibliographiques, des investigations sur le terrain et des témoignages recueillis auprès de la population locale.

❖ **La première carte informative des phénomènes naturels recense les emplacements du territoire communal susceptibles de contenir des cavités souterraines :**

Cette carte est notamment basée sur le recensement et la cartographie des zones de mouvements de terrain effectués par la Direction Départementale de l'Équipement de la Sarthe en 1994 et révisés en 1996, d'après une étude du LREA de 1990 - 1991. Dans le cadre de ce P.P.R., des investigations complémentaires ont été effectuées, en particulier au niveau de ces zones, tandis qu'une enquête était également menée auprès de la population locale.

Cette carte, présentée sur un fond topographique IGN au 1/10 000^{ème}, fait état de cinq secteurs susceptibles d'abriter des cavités souterraines :

- Un premier site correspond au bourg principal du Lude.
- Un second se trouve au nord-est de ce bourg où plusieurs zones sont concernées : hameaux de la Rouzinière, de la Forgetière, des Caves, de la Cave et de la Soudarie.
- Un troisième se situe au sud-est du bourg où une zone est concernée : hameau de Cuissé.
- Un quatrième site se trouve au nord-ouest du bourg où plusieurs zones sont concernées : hameaux de la Roche Sevin, de la Ganetière et du Verger.
- Un cinquième se situe au sud-ouest du bourg où une zone est concernée : hameau du Râteau.

La plupart des différents sites se trouvant en-dehors du bourg ont pu faire l'objet d'investigations de terrain relativement complètes. En effet, les cavités situées à leur niveau correspondent à des caves aménagées par des particuliers, donc aisément localisables et surtout expertisables. Ainsi, dans un premier temps, les présomptions formulées par le LREA sur leur emplacement ont pu être confirmées. Dans un second temps, c'est leur état qui a pu être étudié et qui a été reporté au sein du tableau présentant les différentes zones d'aléa (**voir tableau pages 29 et 30**).

On notera la zone supplémentaire située au sud-ouest du bourg et concernant le hameau des Bournais. Celle-ci n'avait pas été recensée en tant que zone susceptible de subir des effondrements, mais les investigations de terrain menées sur l'ensemble du territoire ont permis de mettre en évidence la sensibilité de ce secteur aux effondrements. En effet, malgré l'inaccessibilité des cavités en contrebas (il ne s'agit pas ici de caves de particuliers), des indices ont été laissés en surface et des dommages ont été causés à une habitation, signifiant l'activité de ces mêmes cavités. Ces éléments ont été également reportés au sein du tableau présentant les différentes zones d'aléa (**voir tableau pages 29 et 30**).

❖ **La deuxième carte informative des phénomènes naturels recense les résultats des investigations de terrain réalisées sur le centre-bourg du Lude :**

En effet, concernant le bourg du Lude, la localisation des cavités souterraines et l'expertise de leurs caractéristiques ont été moins évidentes. En effet, il n'existe pas d'archives exploitables permettant de déterminer avec précision les emplacements et l'état de ces cavités. Cependant, au vu des effondrements recensés depuis 1984 par les Services communaux et par ceux de l'Équipement, la présomption de leur présence au sein de l'agglomération ludoise était justifiée. Les témoignages recueillis auprès de la population locale et le contexte historique du Lude

renforçaient également ces présomptions. Mais les prospections de terrain menées sur place se sont avérées globalement infructueuses. En effet, les cavités dont la localisation était plus ou moins connue ont été soit effondrées, soit rebouchées, soit murées. Leurs puits d'accès et leurs puits d'aération se sont trouvés dans une situation analogue. L'accès et la reconnaissance de ces cavités étant difficiles, voire impossibles, la localisation et l'expertise ne pouvaient être réalisées avec suffisamment de précision.

Ce manque de connaissance sur les cavités souterraines, en particulier sur leur localisation, était d'autant plus conséquent que les enjeux matériels, et surtout humains, sont importants en surface. C'est pourquoi, en décembre 2002, la prospection géophysique par Radio-Magnéto-Tellurie a été utilisée au niveau du bourg. Son tracé a été déterminé d'après les données de la base documentaire (effondrements recensés et témoignages d'effondrements) mettant en évidence la sensibilité de certains secteurs aux effondrements. Ainsi, la prospection par R.M.T. n'a pas été réalisée sur l'ensemble de l'agglomération, son objectif étant de confirmer et d'affiner le zonage de ces mêmes secteurs susceptibles de s'effondrer. La R.M.T. a localisé de façon précise les anomalies du sous-sol laissant supposer des cavités souterraines sous les terrains prospectés. Par ailleurs, cela ne signifie pas qu'il n'existe pas de cavités souterraines au droit des parcelles qui n'ont pas été investiguées, mais que ces secteurs semblaient moins susceptibles de subir des effondrements et ne nécessitaient donc pas une prospection immédiate.

On notera que les résultats de la R.M.T. sont encore évoqués en des termes de présomptions, et non de certitudes. Mais ces présomptions sont très fortes car issues d'une méthode géophysique qui retranscrit de manière fiable et précise une réalité complexe que l'on ne peut constater visuellement.

Cette seconde carte informative est établie sur un fond cadastral du bourg au 1/1 500^{ème}, et où sont représentés :

- les événements historiques correspondant aux effondrements recensés par les Services communaux et par ceux de l'Équipement, symbolisés par un point rouge.
- les présomptions de cavités souterraines résultant de la campagne de prospection géophysique par R.M.T. réalisée sur une partie de l'agglomération, uniquement au droit des chaussées. A chaque symbole étoilé correspond l'emplacement d'une anomalie de résonance laissant supposer une cavité, ce symbole ne prenant pas en compte l'ampleur exacte de cette anomalie.

2 - QUALIFICATION ET CARTOGRAPHIE DES ALÉAS

2 - 1 - DÉFINITION DE LA NOTION D'ALÉA

L'aléa du risque naturel, en un lieu donné, pourra se définir comme la probabilité de manifestation d'un événement d'intensité donnée. Dans une approche qui ne pourra que rester qualitative, la notion d'aléa résultera de **la conjugaison de 2 valeurs** :

- **l'intensité probable du phénomène** : elle sera estimée la plupart du temps à partir de l'analyse des données historiques et des données du terrain : chroniques décrivant les dommages, indices laissés sur le terrain, observés directement ou sur photos aériennes, etc...

Pour la commune du Lude, le choix a été fait de privilégier la notion d'intensité probable de ces phénomènes d'effondrement. C'est à ce niveau qu'interviennent les données des deux cartes informatives, et les cartes elles-mêmes, dans la conception de la carte des aléas. En effet, la notion d'intensité implique l'analyse de données historiques et de données de terrain. Or, ce sont ces mêmes données que les deux cartes informatives de ce P.P.R. retranscrivent.

- **la récurrence du phénomène**, exprimée en périodes de retour probable (probabilité d'observer tel événement d'intensité donnée au moins une fois au cours de la période de 1 an, 10 ans, 50 ans, 100 ans... à venir). Cette notion ne peut être cernée qu'à partir de l'analyse de données historiques (chroniques). Elle n'aura, en tout état de cause, de valeur statistique que sur une période suffisamment longue. En aucun cas, elle n'aura valeur d'élément de détermination rigoureuse de la date d'apparition probable d'un événement (évoquer le retour décennal d'une crue ne signifie pas qu'on l'observera à chaque anniversaire décennal mais simplement que, sur une période de 100 ans, on aura toute chance de l'observer une dizaine de fois ou on aura une "chance" sur 10 de l'observer chaque année).

Dans le cas du Lude, et généralement dans le cas des effondrements, cette notion de récurrence est difficile à prendre en compte. En effet, l'historique des événements sur la commune remonte seulement à 1984. Ceci ne veut pas dire que des événements ne se sont pas produits auparavant, mais bel et bien que la mémoire humaine ne les a pas enregistrés. Ainsi, n'ayant pas un recul suffisamment important, il est difficilement possible d'établir des statistiques permettant d'estimer correctement des périodes de retour probable des événements.

On notera, par ailleurs, que la probabilité de réapparition (récurrence) ou de déclenchement actif d'un événement pour la plupart des risques naturels, présente une certaine corrélation avec **certaines données météorologiques** (précipitations par exemple).

Enfin, il convient d'évoquer également la notion d'**extension marginale** d'un phénomène : un phénomène bien localisé territorialement (c'est le cas de la plupart de ceux qui nous intéressent) s'exprimera le plus fréquemment à l'intérieur d'une "zone enveloppe" avec une intensité pouvant varier dans de grandes limites ; cette zone sera celle de l'**aléa maximum**. Au-delà de cette zone, et par zones marginales concentriques à la première, le risque s'exprimera de moins en moins fréquemment et avec des intensités également décroissantes. Il pourra se faire cependant que, dans une zone immédiatement marginale de la zone de fréquence maximale, le risque s'exprimera **exceptionnellement** avec une forte intensité : c'est en général ce type d'événement qui sera le plus dommageable, car la mémoire humaine n'aura pas enregistré, en ce lieu, d'événement antérieur de cette nature et des implantations seront presque toujours atteintes.

2 - 2 - QUALIFICATION DE L'ALÉA

Les zones exposées ne le sont pas de manière équivalente. En effet, si les cavités qui les caractérisent sont toutes d'origine anthropique et de nature similaire (tuffeau), elles n'ont pas toutes la même structure (en raison d'emplois différents : galeries d'extraction, caves) et ne se trouvent pas dans des états analogues (en raison notamment de leurs différentes conditions d'aération, d'hydrologie, de surcharge pondérale, etc...). Il paraît donc indispensable de différencier les aléas qui leur correspondent et de les hiérarchiser.

En fonction de ce qui a été dit précédemment , 4 niveaux d'aléa ont été définis :

❖ aléa fort (symbole F), caractérisé à la fois par l'existence de nombreux événements d'effondrements constatés et par des investigations de terrain ayant révélé des présomptions de cavités souterraines.

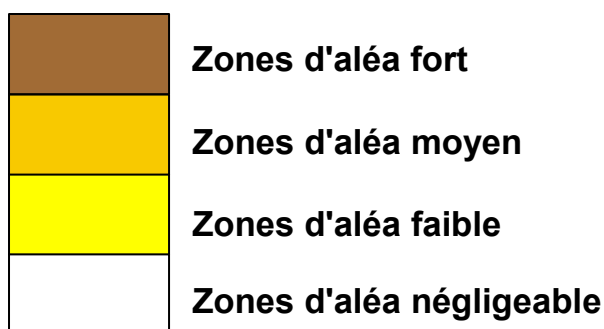
❖ aléa moyen (symbole M), caractérisé :

- par l'existence de quelques événements d'effondrements constatés
- et/ou
- par des investigations de terrain ayant révélé des présomptions de cavités souterraines.

❖ aléa faible (symbole Fa), caractérisé par le fait qu'aucun effondrement ne s'est jamais produit dans les zones recensées par l'étude du LREA.

❖ aléa négligeable (symbole N), hors de toute zone de recensement.

L'échelle d'aléa est représentée par un dégradé de couleurs :



Cette définition des niveaux d'aléa a pour but de clarifier autant que possible une réalité complexe.

Cela est d'autant plus vrai qu'une grande partie des cavités présentes au Lude, en particulier au niveau de son agglomération, s'est avérée inaccessible. Le diagnostic de leur état, qui rentre dans le cadre de la notion d'intensité probable d'un événement, ne peut donc être établi avec précision, rendant ainsi la hiérarchisation de l'aléa délicate. Celle-ci se fait cependant à l'aide des données historiques (effondrements recensés), à l'aide des données du terrain (indices laissés en surface, résultats de la Radio-Magnéto-Tellurie et de la micro-gravimétrie), à l'aide des études effectuées et des témoignages de personnes ayant eu accès aux cavités ou en ayant entendu parler.

2 - 2 - 1 - Aléas en-dehors de la partie agglomérée du bourg

Lorsque les cavités étaient accessibles, la gradation de l'aléa s'est avérée aisée puisque les cavités pouvaient être expertisées, augmentant ainsi le niveau de connaissance à leur sujet (notamment en ce qui concerne le diagnostic de leur état).

C'est ainsi que les cavités des zones mises en évidence par le LREA en 1990 - 1991 et correspondant à des caves aménagées par des particuliers, ont été expertisées en octobre 2002. Ces caves sont constituées d'un tuffeau relativement sain qui ne laisse prévoir aucune évolution. C'est pourquoi ces zones de cavités ont été classées en **aléa faible**, d'autant plus qu'aucun événement ne s'y est encore produit.

Ceci est vrai pour toutes les zones recensées par le LREA en-dehors du bourg, exceptée une seule correspondant au hameau des Caves se situant au nord-est de ce même bourg. En effet, la zone englobant ce hameau a été classée en **aléa moyen** en raison des trois caves juxtaposées qui se sont effondrées en 1995.

Enfin, une dernière zone qui ne fait pas partie des secteurs mis en avant par le LREA, a été classée en **aléa fort**. Il s'agit du hameau des Bournais, où un effondrement s'est produit, laissant des traces en surface et causant des dommages à une habitation. Une marge de sécurité d'une vingtaine de mètres a été intégrée à ce zonage et a été classée en aléa moyen. Celle-ci correspond à une zone de purge éventuelle du reste de la cavité précédemment effondrée.

2 - 2 - 2 - Aléas dans la partie agglomérée du bourg

➤ La première approche de la qualification de l'aléa dans le bourg du Lude :

○ Deux zones ont été identifiées suite à un recensement des événements passés et à une campagne de prospection géophysique par R.M.T. (**Annexe 7**) :

- Une zone d'**aléa moyen** qui traduit soit des effondrements antécédents, soit des anomalies R.M.T. laissant fortement présumer de cavités souterraines. En effet, dès lors que l'on se trouve en présence de cavités souterraines ou dès lors qu'elles sont présumées, les secteurs concernés sont classés en aléa moyen car susceptibles de s'effondrer, notamment au vu du contexte général ludois.

La limite des zones d'aléa moyen correspond aux effondrements **et/ou** aux présomptions de cavités qui se situent le plus à l'extérieur de ces mêmes zones d'effondrements et/ou de présomptions de cavités. Cette limite intègre une marge de sécurité d'une vingtaine de mètres vis-à-vis de ces effondrements et/ou présomptions extérieurs. Cette marge correspond à une purge éventuelle des cavités extérieures précédemment effondrées ou de celles fortement présumées, sachant que les effondrements recensés sur la commune n'ont engendré en surface que des excavations de superficie relativement « restreinte ».

- Une **zone d'aléa fort** qui **cumule** de nombreux **effondrements** passés et de **fortes présomptions de cavités** mises en évidence par la R.M.T.

La limite des zones d'aléa fort passe en bordure des effondrements recensés **et/ou** des présomptions de cavités qui se situent le plus à l'extérieur de ces mêmes zones de regroupement d'effondrements et de présomptions de cavités. La limite d'une zone d'aléa fort possède alors une zone d'aléa moyen lui servant de marge de sécurité d'une vingtaine de mètres.

○ Concernant la zone industrielle des Tourelles, le LRPC d'Angers a réalisé à son niveau une prospection géophysique par R.M.T. ainsi que des sondages, en octobre 2000 et en juin 2001. Le LRPC a alors préconisé une interdiction de construire et une interdiction d'accès au niveau de parcelles situées à l'est de la zone industrielle, où des cavités et des fontis ont été mis en évidence. C'est pourquoi ces mêmes parcelles ont été classées en aléa fort. Concernant le reste de la zone, le LRPC d'Angers a préconisé des études spécifiques de cavités à l'échelle de la parcelle, car malgré les investigations, des présomptions de cavités susceptibles de s'effondrer subsistent toujours fortement. Le reste de la zone industrielle a donc été classé en aléa moyen.

○ Le secteur de la Vallée du Saule a également fait l'objet de reconnaissances par R.M.T. et par sondage. Celles-ci ont été réalisées par le LRPC d'Angers en juin 2000 qui a conclu à une absence de cavités souterraines « importantes ». Compte-tenu du contexte général de la commune vis-à-vis des cavités, et par mesure de précaution, ce même secteur a été intégré au zonage de la carte des aléas du bourg en tant que secteur susceptible d'abriter des cavités

souterraines de taille restreinte. Cependant, il a été classé en aléa faible du fait qu'aucun effondrement ne s'y est encore produit et qu'aucune cavité importante ne s'y trouve.

○ Concernant les autres secteurs du centre-bourg, toujours en raison du contexte général de la commune vis-à-vis des cavités, et toujours par mesure de précaution, ils ont été intégrés au zonage de la carte des aléas. Cependant, ils ont été classés en **aléa faible** du fait qu'aucun effondrement ne s'y est encore produit et du fait qu'aucune étude n'y a encore été menée.

Cette analyse a permis d'élaborer la cartographie du P.P.R. anticipée. Ensuite des investigations complémentaires ont été réalisées afin d'élaborer le P.P.R. définitif.

➤ L'apport des études complémentaires au niveau du bourg :

La première phase d'études qui a conduit à l'application anticipée du P.P.R. a mis en évidence trois problématiques au niveau du bourg qu'il a été nécessaire d'approfondir dans le cadre de l'élaboration du P.P.R. par des études complémentaires.

Ces trois problématiques sont :

- Enrichir le niveau de connaissance dans les secteurs du bourg non investigués lors de la première campagne de prospection par R.M.T.
- Affiner la connaissance sur deux itinéraires empruntés par les poids-lourds au sein du bourg.
- Approfondir également la connaissance sur une propriété communale au sein du bourg concernée par des projets d'aménagement.

❑ **Prospection géophysique par Radio-Magnéto-Tellurie :**

Dans le contexte de l'élaboration du P.P.R., il s'est avéré nécessaire d'augmenter le niveau de connaissance sur la présence supposée de cavités dans ces zones du bourg non explorées initialement, afin de déterminer si certaines de celles-ci ne devaient pas être classées en niveau supérieur d'aléa.

Des reconnaissances géophysiques par R.M.T. ont ainsi été menées en mai 2003 sur quelques voiries importantes desservant les secteurs en question. Les itinéraires d'investigation ont notamment concerné la rue des Bichousières, l'avenue de la Libération, la rue de la Cave au Coq, la rue du Roy Henry, le boulevard George Sand, la rue de la Cochinière, la route départementale n° 357 (route de Genneteil), la route nationale n° 767 (route de Saumur) ainsi que la rue Paul Doumer (route de Tours). Ces itinéraires sont représentés par des flèches bleues sur la carte présente en **annexe 7**.

Les résultats de cette recherche complémentaire font apparaître quelques présomptions nouvelles de cavités souterraines. Comme le montre la carte de l'**annexe 8**, des ajustements ont été effectués en fonction des présomptions nouvelles qui sont représentées sur cette même carte par des étoiles bleues.

Les secteurs investigués ne présentant pas d'anomalies R.M.T. sont restés classés en aléa faible, comme ceux de l'agglomération qui n'ont pas été investigués. La R.M.T. n'a pu couvrir la totalité de la surface des nouveaux secteurs étudiés, étant limitée aux voiries les plus importantes. La campagne de R.M.T. a cessé dès lors que l'on ne recensait plus d'anomalies. Ces secteurs sont malgré tout susceptibles d'abriter des cavités souterraines, le contexte général de la commune (et plus particulièrement du bourg) étant d'autant plus prédisposé à cela.

❑ **Prospection géophysique par micro-gravimétrie :**

Des secteurs d'enjeux constatés tels qu'une propriété communale concernée par des projets d'aménagement en centre-bourg et des voiries, ont conduit à mener des prospections complémentaires par micro-gravimétrie.

=> Les itinéraires des poids-lourds :

La commune du Lude est un important lieu de transit routier du fait de sa position géographique et de la présence d'un pont franchissant le Loir. Ainsi, deux itinéraires de poids-lourds traversent le bourg :

- le premier, très fréquenté, se situe sur l'axe Tours - Laval par La Flèche : il emprunte principalement l'avenue de Talhouet.
- le second, possédant lui aussi un trafic dense de poids-lourds, se situe sur un axe Le Mans - Tours ou Le Mans - Saumur : il emprunte notamment la rue Crétois, le boulevard de l'hospice et la place du Mail.

Les études réalisées (notamment la prospection géophysique par R.M.T.) au niveau de l'agglomération dans le but de caractériser l'aléa « effondrements de cavités souterraines », ainsi que le zonage qui en a découlé, ont mis en évidence le délicat problème du passage des camions dans des zones à risques.

La première qualification de l'aléa établie lors de l'élaboration du P.P.R. anticipé avait montré que le premier itinéraire passait au niveau de zones classées en aléa faible, voire moyen en certains points (**Annexe 9**).

Concernant le second itinéraire (rue Crétois, boulevard de l'hospice), il passe au niveau de zones classées en aléa moyen, et surtout au niveau de zones classées en aléa fort (**Annexe 10**).

Dans le prolongement des premières études, une reconnaissance précise par micro-gravimétrie a été réalisée en mai 2003 au niveau des points de l'itinéraire où une présomption de cavités avait été déterminée par la R.M.T.

- Cinq anomalies micro-gravimétriques ont été relevées dans le secteur de la rue Crétois, la plus importante s'étendant sur 30 mètres et laissant supposer la présence d'une cavité souterraine qui n'avait pas été détectée par la R.M.T. en novembre 2002.

- Sept anomalies micro-gravimétriques ont été relevées concernant le boulevard de l'hospice. Six d'entre elles sont cohérentes avec la R.M.T. Parmi celles-ci, une première correspond au fontis apparu en janvier 2003 tandis qu'une seconde laisse présumer la présence d'une cavité sur une trentaine de mètres.

Aussi, bien que les résultats de la micro-gravimétrie s'expriment également en terme d'anomalies, il s'agit-là de la seconde méthode géophysique qui indique, de façon quasi analogue à la première (R.M.T.), que l'itinéraire des poids-lourds est fortement affecté par la présence de cavités souterraines. Etayés par les nombreux effondrements qui se sont produits à son niveau, dont certains récemment, les résultats de cette seconde campagne confirment ceux de la R.M.T., et par conséquent, confirment le classement de la zone investiguée en aléa fort (voir carte en **annexe 11**) où ont été reportées les présomptions linéaires (segments roses) et ponctuelles (étoiles roses) de cavités déterminées par la micro-gravimétrie. Les anomalies citées ci-dessus peuvent correspondre à l'une de ces présomptions linéaires ou ponctuelles, ou bien au groupement de plusieurs d'entre elles.

Concernant cette même zone, on notera qu'une extension de l'étude micro-gravimétrique a été réalisée au niveau de la rue Général-de-Gaulle. Les anomalies cohérentes aux résultats de la prospection par R.M.T. ont également confirmé le classement en aléa fort qui avait été établi dans ce secteur.

Dans un second temps, la prospection géophysique par micro-gravimétrie a permis d'ajuster le classement de la place du Mail qui correspondait jusque-là à l'aléa moyen. Ce classement résultait du fait que la R.M.T. avait mis en évidence de nombreuses présomptions de cavités souterraines, et du fait qu'aucun événement historique ne s'y était encore produit. Ne se basant que sur la R.M.T., la place du Mail ne pouvait être classée en aléa fort. Or, la seconde campagne géophysique a détecté neuf anomalies dont huit étant cohérentes avec les résultats de la R.M.T. Sur la base de résultats concordants bien que provenant de deux méthodes géophysiques différentes, **la place du Mail a été reclassée en aléa fort.**

Enfin, l'avenue de Talhouet, impliquant l'itinéraire Tours - Laval par La Flèche, a également été prospectée par micro-gravimétrie suite à l'apparition d'un fontis au mois de mai 2003. Ces investigations tendent à montrer que le fontis n'avait pas été totalement remblayé. Cependant, la carte des aléas n'a pas été modifiée car aucune autre anomalie n'a été détectée.

=> La propriété communale « hôpital - maison de retraite » :

Cette propriété, d'une surface supérieure à quatre hectares, a été affectée par de nombreux effondrements récents sur sa partie est, en l'occurrence dix-sept en une vingtaine d'années. Elle est également bordée au nord par le cimetière où l'état des monuments funéraires atteste d'un sous-sol fortement instable. Enfin, elle est bordée au sud par le boulevard de l'Hospice et à l'ouest par la rue des Mortes Œuvres, deux voies où des effondrements se sont produits et où la R.M.T. laisse présumer la présence de cavités.

Dans cette zone où des projets communaux d'extension de bâtiments sont prévus, une prospection géophysique autre que la R.M.T. a été entreprise. Une reconnaissance précise par micro-gravimétrie a été réalisée en mai 2003 au niveau de la partie sud de la parcelle concernée par d'éventuelles extensions.

Ainsi, c'est une dizaine d'anomalies micro-gravimétriques qui ont été mises en évidence par l'étude, ce qui constitue une densité importante eu égard à la superficie investiguée (voir carte en **annexe 12** pour laquelle on notera qu'à chaque symbole circulaire bleu correspond l'emplacement d'une anomalie gravimétrique laissant supposer une cavité, ce symbole ne prenant pas en compte l'ampleur exacte de cette anomalie). Étayés par les nombreux effondrements qui se sont produits à son niveau, dont certains récemment, les résultats de cette campagne géophysique confirment le classement de la partie sud de la parcelle en aléa fort.

Enfin, au vu des nombreux effondrements environnants, parmi lesquels certains sont récents, et au vu des résultats de la micro-gravimétrie sur la partie sud qui lui est limitrophe, le classement en aléa fort de la partie nord de la parcelle a également été confirmé.

Toutefois, un projet important d'extension de l'hôpital a émergé après enquête publique et hors procédure puisque ce projet n'a pas été porté à la connaissance des services de l'État durant la phase d'élaboration du P.P.R. Ce projet, avec extension des bâtiments supérieure à 20 % de l'existant, est incompatible avec le règlement de la zone à risque fort. Aussi, en raison, du caractère d'intérêt général supérieur en matière de santé publique, que constitue l'ouverture d'une unité Alzheimer au sein de l'établissement hospitalier du Lude, un sous-secteur « h » destiné uniquement à l'hôpital est créé. Ce sous-secteur étant situé en zone d'aléa fort, les autorisations de constructions ou d'extensions sont soumises à des mesures de protections et de travaux de confortement permettant de prendre en compte le risque et de garantir une occupation sécuritaire des lieux lors de leur conception, de leur exploitation et de leur maintien dans le temps, conformément aux dispositions de l'article R.431-16 du code de l'urbanisme. Ces mesures s'appliquent sur les bâtiments et également aux espaces extérieurs.

2 - 3 - ÉLABORATION DE LA CARTOGRAPHIE DES ALÉAS

Après les avoir définis, qualifiés et hiérarchisés, les aléas ont été délimités et cartographiés. La finalité de la carte des aléas a donc été de localiser et de hiérarchiser les zones exposées à des phénomènes naturels.

Ainsi, cette carte traduit la connaissance de l'aléa « effondrements de cavités souterraines » qui est évaluée à partir des informations disponibles.

On notera également que cette carte comprend naturellement des marges variables d'incertitude dépendant de nombreux paramètres de connaissance des aléas. Elle définit des limites prenant au mieux en compte toutes les campagnes d'observation et les études géotechniques, mais qui ne traduisent pas toujours une réalité physique observable sur le terrain.

Le dossier de P.P.R. comprend plusieurs cartes :

- **Une carte intermédiaire** entre la carte informative des phénomènes naturels et la carte des aléas a été annexée à ce P.P.R. afin de montrer la relation entre les données historiques recensées et les données du terrain recueillies à l'aide de la R.M.T. Cette carte, qui ne présente aucun caractère réglementaire, a été établie sur un fond cadastral du bourg au 1/3 000^{ème}. Elle comporte les effondrements passés recensés (points rouges), les présomptions de cavités souterraines mises en évidence par la R.M.T. (étoiles rouges), ainsi que le zonage des aléas qui en a résulté.

- **La carte des aléas initiale** (du territoire communal du Lude).

- **La carte des aléas initiale** (Bourg).

- **La carte des aléas modifiée** (Bourg).

2 - 3 - 1 - Lecture de la carte des aléas de la commune

Réalisée sur fond topographique IGN au 1/10 000^{ème}, elle concerne l'ensemble du territoire communal.

Elle a été présentée dans le cadre d'une procédure d'anticipation du P.P.R., qui, bien que nécessaire, n'a constitué « qu'une étape » vis-à-vis de l'élaboration du P.P.R. définitif du Lude. N'ayant pas fait l'objet de modifications par la suite, elle est applicable dans le cadre du P.P.R. définitif.

2 - 3 - 2 - Lecture de la carte initiale des aléas du bourg (niveau P.P.R. anticipé)

Cette carte des aléas a été présentée dans le cadre de la procédure d'anticipation du P.P.R., qui, bien que nécessaire, n'a constituée « qu'une étape » vis-à-vis de l'élaboration du P.P.R. définitif du Lude.

La carte des aléas initiale concernant le bourg du Lude est établie sur fond cadastral au 1/3 000^{ème}.

C'est sur la base des effondrements recensés et des premiers résultats de la R.M.T. que cette carte des aléas a été élaborée. On trouve trois zones qui englobent :

- des lieux qui cumulent effondrements recensés et présomptions de cavités par R.M.T.

- des lieux où soit des effondrements se sont effectivement produits, soit la R.M.T. a mis en évidence de fortes présomptions quant à la présence de cavités souterraines.

- des lieux où aucun effondrement ne s'est produit, ni aucune étude n'y a été menée. Cependant, ils ont été intégrés au zonage de la carte des aléas par mesure de précaution car ils ont été recensés par l'étude du LREA.

Cette carte n'était qu'une première étape dans la démarche de caractérisation de l'aléa au sein de l'agglomération ludoise, particulièrement difficile du fait de l'inaccessibilité des cavités.

Le tableau ci-dessous permet de décrire, d'explicitier et de justifier les différentes zones des cartes des aléas qui ont été intégrées dans le dossier du P.P.R. anticipé et qui sont à la base du P.P.R. définitif.

N.B. : par définition, dès lors que l'on se place dans une zone réputée "à risques", l'aléa ne peut en aucun cas être considéré comme totalement négligeable.

Symbole	Aléa	Caractérisation du niveau d'aléa	Lieux concernés
F	Fort	Il correspond à deux zones urbanisées où de nombreux effondrements ont été constatés ces vingt dernières années et où des présomptions de cavités souterraines ont été mises en évidence par la R.M.T., sous les chaussées. Une troisième zone se situe au niveau de la zone industrielle des Tourelles où une reconnaissance par R.M.T. et une reconnaissance géotechnique effectuées par le LRPC d'Angers ont mis en évidence l'existence de cavités et de fontis en 2002. Une dernière zone se trouve au sud-ouest du bourg, dans une zone naturelle où un effondrement s'est produit en 2001, et a entraîné d'importantes fissurations au sein d'une habitation.	Bourg : - Rue Crétois, Boulevard de l'Hospice, Rue des Mortes Œuvres, Chemin des Bichousières, ... - Rue du Champ de Foire, Rue du Parc, Rue du Montruchon, Rue des Aquennes, ... Zone industrielle - Parcelles à l'est de la Z.I. des Tourelles. Zone naturelle - Hameau des Bournais.
M	Moyen	Il correspond à des zones urbanisées comprenant de nombreuses présomptions de cavités et présentant parfois quelques effondrements. Une bande de sécurité, d'environ 20 mètres, a été retenue pour border ces zones. De même, une bande de sécurité de 20 mètres, classée en aléa moyen, borde les zones d'aléa fort. L'aléa moyen correspond également, suite à une reconnaissance géophysique du LRPC d'Angers de 2002, à l'ensemble de la zone industrielle des Tourelles, exceptées les parcelles à l'est, qui sont classées en aléa fort. Il correspond enfin à une zone naturelle où trois caves juxtaposées se sont effondrées	Bourg - Avenue de la Libération, Place de Nicolay, Place Neuve, Place du Champ de Foire, Place de la Gare, ... - Collège, Chemin de Fer de la Flèche, Boulevard George Sand, Avenue de Talhouet, ... Zone industrielle - Z.I. des Tourelles. Zone naturelle - Hameau des Caves.

		en 1995. Il correspond à la bande de sécurité de 20 mètres entourant la zone d'aléa fort concernant un hameau situé au sud-ouest du bourg, où un effondrement a engendré de sérieux dégâts au sein d'une habitation.	- Hameau des Bournais.
Fa	Faible	Compte-tenu du contexte général de la commune vis-à-vis des cavités souterraines, et par précaution, l'aléa faible correspond aux zones urbanisées et urbanisables (zones NA du P.O.S.) où aucune reconnaissance géophysique n'a été réalisée et où aucun effondrement n'a encore été recensé. Il correspond également aux zones naturelles « à risque » qui ont été cartographiées lors d'une étude du LREA en 1990 - 1991, exceptée celle concernant le hameau des Caves.	Bourg - la Bertinière, Rue de Bretagne, Rue du Velaert, Rue Gentil Seigneur, Rue de Genneteil, la Plaine des Noëls, la vallée du Saule, ... Zone naturelle - hameaux situés au nord-est du bourg : la Rouzinière, la Forgetière, la Soudarie, la Cave, ... - hameaux situés au nord-ouest du bourg : la Roche Sevin, la Ganetière, le Verger, ... - hameau situé au sud-ouest du bourg : le Râteau. - hameau situé au sud-est du bourg : Cuissé.
N	Négligeable	Il correspond au reste du territoire communal.	—

2 - 3 - 2 - Lecture de la carte modifiée des aléas du bourg (approfondissement des aléas)

Dans le cadre de cette modification, est seule concernée la carte des aléas de la partie agglomérée du bourg.

Cette nouvelle cartographie de l'aléa résulte de ce complément de connaissance issue de la R.M.T. et de la micro-gravimétrie. Elle obéit aux mêmes règles d'élaboration que la carte des aléas du P.P.R. anticipé.

La nouvelle carte des aléas concernant le bourg du Lude et annexée à ce dossier de P.P.R. définitif est réalisée sur fond cadastral au 1/3 000^{ème}.

Cette nouvelle carte des aléas présente :

- soit de **nouvelles zones d'aléa moyen** que l'on trouve au niveau de l'avenue de la Libération et de la route départementale n° 767 (route de Saumur).
- soit des zones d'aléa moyen qui, du fait de leur promiscuité avec des zones précédemment établies du même niveau d'aléa, ont été fusionnées avec celles-ci. C'est le cas des zones situées au niveau de la rue des Bichousières, du bout de la rue de la Cave au Coq et de la rue Paul Doumer, zones qui ont été rattachées à celle du centre-bourg. D'autres situées au niveau de la rue du Roy Henry et du boulevard George Sand ont, quant à elles, été rattachées à celle du collège.
- le classement de la place du Mail en **aléa fort** est la résultante de la prise en compte de la somme « résultats R.M.T. - résultats micro-gravimétrie ».

Les limites de ces nouvelles zones correspondent aux présomptions R.M.T. et micro-gravimétriques qui se situent le plus à l'extérieur de leur propre regroupement. Elles intègrent une marge de sécurité d'une vingtaine de mètres vis-à-vis de ces présomptions extérieures. Cette marge est arbitraire et correspond à une purge éventuelle des cavités fortement présumées. D'autre part, la nouvelle zone d'aléa fort étant limitrophe de celle précédemment établie et présentée dans le cadre du P.P.R. anticipé, les deux ont été fusionnées.

3 - IDENTIFICATION ET CARTOGRAPHIE DES ENJEUX ET DE LA VULNÉRABILITÉ AU LUDE

Cette étape consiste à identifier et évaluer les enjeux qui sont soumis au risque de mouvements de terrain. Elle permet, après croisement avec la carte des aléas, d'élaborer le plan de zonage réglementaire et de préciser le contenu du règlement.

La notion de vulnérabilité est indépendante de la notion d'aléa. La vulnérabilité permet d'apprécier la nature des dommages sur les biens et activités ainsi que le risque de pertes humaines généré lors d'une catastrophe naturelle.

La carte de vulnérabilité délimitant les enjeux identifiés est annexée à ce dossier de P.P.R. Elle est constituée de deux cartes : une première sur fond topographique IGN au 1/12 000^{ème}, concernant l'ensemble du territoire communal, et une seconde sur fond cadastral au 1/6 000^{ème}, concernant le bourg du Lude.

Ces cartes de vulnérabilité traduisent donc les enjeux humains, socio-économiques et environnementaux, se trouvant sur la commune du Lude.

Les principaux enjeux sont délimités ainsi :

- les zones urbaines.
- les zones de future urbanisation.
- les zones d'activités.
- les zones agricoles.
- les zones naturelles.

Parmi les enjeux situés en zone urbaine, se trouvent des infrastructures, des équipements et des établissements recevant du public. Il s'agit notamment de l'hôpital - maison de retraite, l'Ecole Joachim du Bellay. Des projets communaux concernent ces établissements.

Par ailleurs, le centre-bourg regroupe l'essentiel de l'activité économique et de l'habitat.

Le croisement entre les aléas et les enjeux détermine les risques pour les personnes et les biens. La simple superposition de la carte des aléas et de la carte des enjeux permet d'identifier sans les qualifier les principaux risques en présence, qui permettront de justifier la cartographie réglementaire.

4 - LES RISQUES

4 - 1 - LE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE

La carte de vulnérabilité est utilisée, en concomitance avec la carte des aléas, dans la définition du plan de zonage réglementaire et dans l'orientation des prescriptions réglementaires.

Ce plan de zonage délimite les zones dans lesquelles sont définies les interdictions, les prescriptions réglementaires, ainsi que les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

On trouvera ci-dessous le mode de raisonnement utilisé :

- Cartographie de l'aléa « effondrements de cavités souterraines » grâce à une synthèse des études et des données existantes, des enquêtes auprès de la population locale, ainsi que des investigations de terrain (expertise des quelques cavités souterraines accessibles et prospection géophysique par Radio-Magnéto-Tellurie et micro-gravimétrie).
- Cartographie des enjeux économiques et humains en fonction notamment du Plan Local d'Urbanisme de la commune.
- Cartographie du zonage réglementaire établie en confrontant la carte des aléas à la carte des enjeux et réalisation d'un règlement adapté aux différents types de zones présents dans le plan.

Plus précisément, ce sont quatre niveaux de risques qui ont été déterminés :

- Les secteurs de **risque fort** : secteurs présentant une probabilité de manifestation d'un effondrement relativement importante. En terme de dommages, les conséquences aussi bien matérielles qu'humaines pourraient s'avérer importante ponctuellement dans ce type de secteur.

- Les secteurs de **risque moyen** : secteurs étant moins susceptibles de subir des effondrements et où ces effondrements seraient de moindre gravité que dans la zone de risque fort.

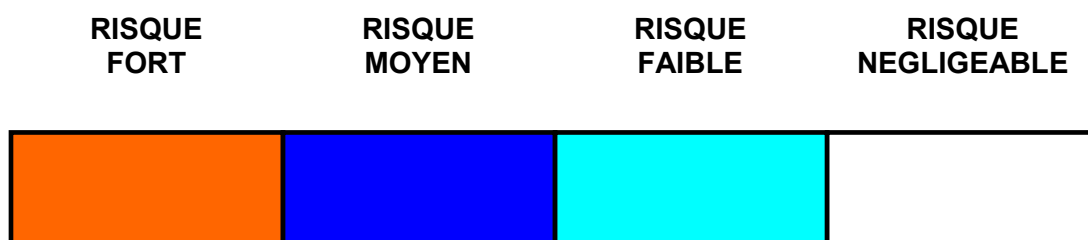
- Les secteurs de **risque faible** : secteurs peu susceptibles d'être soumis à des effondrements de cavités souterraines et dans lesquels d'éventuels événements seraient moins conséquents vis-à-vis des enjeux existants.

Les secteurs de **risque négligeable** sont des secteurs où aucun aléa particulier n'a été détecté. Ces secteurs ne sont donc pas réglementés par le présent P.P.R. et ne sont donc pas caractérisés par un niveau de risque à part entière.

Le tableau ci-dessous présente le résultat de la confrontation entre aléas et enjeux en terme de risque et de gradation de ce risque, au regard du P.O.S. opposable :

ALÉAS			
ENJEUX	FORT	MOYEN	FAIBLE
ZONES URBAINES (U – Uz – NA – NB)	RISQUE FORT	RISQUE MOYEN	RISQUE FAIBLE
ZONES AGRICOLES (NC)	RISQUE MOYEN	RISQUE MOYEN	RISQUE FAIBLE
ZONES NATURELLES (ND)	RISQUE FAIBLE	RISQUE FAIBLE	RISQUE FAIBLE

Basé sur le même modèle que la carte des aléas, le plan de zonage réglementaire comprend également deux cartes : une première a été réalisée sur fond topographique IGN au 1/10 000^{ème}, concernant l'ensemble du territoire communal, et une seconde sur fond cadastral au 1/3 000^{ème}, concernant le bourg du Lude. L'échelle des risques est représentée par un dégradé de couleurs :



4 - 2 - LES PRESCRIPTIONS DU RÈGLEMENT

Le règlement dont le contenu a été détaillé en page 6, fait l'objet d'un document séparé. Il précise les règles s'appliquant à chaque zone de risque.

Le règlement du plan de prévention du risque de mouvements de terrain porte sur les trois zones réglementaires déterminées sur le territoire de la commune du Lude.

Le règlement précise les prescriptions applicables et les mesures d'interdiction dans chacune des trois zones, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan.

Après concertation avec la mairie, pourront être autorisées, sous condition de réalisation d'une étude de sol, la création de la MJC (Maison des Jeunes et de la Culture) en zone d'aléa fort ainsi que la création d'une salle des associations en zone d'aléa moyen.

Le projet de restructuration de l'hôpital du Lude a été identifié. Ce projet, avec extension des bâtiments supérieure à 20 % de l'existant, n'est pas réalisable selon le règlement de la zone rouge. En raison, du caractère d'intérêt général supérieur de cette restructuration (ouverture d'un service Alzheimer), un sous-secteur « h » a été créé afin de ne pas compromettre les possibilités d'évolution de cette activité. Dans ce sous-secteur, l'extension des bâtiments est autorisée sous réserve de la mise en oeuvre de mesures de protection et de travaux de confortement permettant de garantir une occupation sécuritaire des lieux ainsi que leur maintien dans le temps.

SOMMAIRE

ANNEXE 1 CODE DE L'ENVIRONNEMENT ARTICLES L. 562-1 À L. 562-9	2
ANNEXE 2 DECRET N° 95-1089 DU 5 OCTOBRE 1995	6
ANNEXE 3 ARRETE PREFECTORAL N° 02-7308 DU 11 OCTOBRE 2002	13
ANNEXE 4 ARRETE PREFECTORAL N° 03-3356 DU 10 JUILLET 2003	15
ANNEXE 5 LA RECHERCHE DE CAVITÉS PAR RADIO-MAGNETO-TELLURIE	17
ANNEXE 6 LA MICRO-GRAVIMÉTRIE	20
ANNEXE 7 LA CARTE DES ALÉAS INITIALE : TRACE DE LA R.M.T. COMPLEMENTAIRE	23
ANNEXE 8 LA CARTE DES ALÉAS MODIFIEE : RESULTATS DE LA R.M.T. COMPLEMENTAIRE	25
ANNEXE 9 L'ITINERAIRE DES POIDS-LOURDS : AVENUE DE TALHOUET	27
ANNEXE 10 L'ITINERAIRE DES POIDS-LOURDS : RUE CRETOIS - BOULEVARD DE L'HOSPICE - PLACE DU MAIL	29
ANNEXE 11 LA CARTE DES ALÉAS MODIFIEE : RESULTATS DE LA MICRO-GRAVIMETRIE COMPLEMENTAIRE	31
ANNEXE 12 RESULTATS DE LA MICRO-GRAVIMETRIE COMPLEMENTAIRE : « HOSPICE - MAISON DE RETRAITE »	33

ANNEXE 1

CODE DE L'ENVIRONNEMENT ARTICLES L. 562-1 A L. 562-9

PLANS DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES

Article L. 562-1 :

I. L'État élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones.

II. Ces plans ont pour objet, en tant que de besoin :

1o De délimiter les zones exposées aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités ;

2o De délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions telles que prévues au 1o ;

3o De définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones mentionnées au 1o et au 2o, par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;

4o De définir, dans les zones mentionnées au 1o et au 2o, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

III. La réalisation des mesures prévues aux 3o et 4o du II peut être rendue obligatoire en fonction de la nature et de l'intensité du risque dans un délai de cinq ans, pouvant être réduit en cas d'urgence. A défaut de mise en conformité dans le délai prescrit, le préfet peut, après mise en demeure non suivie d'effet, ordonner la réalisation de ces mesures aux frais du propriétaire, de l'exploitant ou de l'utilisateur.

IV. Les mesures de prévention prévues aux 3o et 4o du II, concernant les terrains boisés, lorsqu'elles imposent des règles de gestion et d'exploitation forestière ou la réalisation de travaux de prévention concernant les espaces boisés mis à la charge des propriétaires et exploitants forestiers, publics ou privés, sont prises conformément aux dispositions du titre II du livre III et du livre IV du code forestier.

V. Les travaux de prévention imposés en application du 4o du II à des biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du code de l'urbanisme avant l'approbation du plan et mis à la charge des propriétaires, exploitants ou utilisateurs ne peuvent porter que sur des aménagements limités.

Article L. 562-2 :

Lorsqu'un projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles contient certaines des dispositions mentionnées au 1o et au 2o du II de l'article L. 562-1 et que l'urgence le justifie, le préfet peut, après consultation des maires concernés, les rendre immédiatement opposables à toute personne publique ou privée par une décision rendue publique.

Ces dispositions cessent d'être opposables si elles ne sont pas reprises dans le plan approuvé ou si le plan n'est pas approuvé dans un délai de trois ans.

Article L. 562-3 :

Après enquête publique, et après avis des conseils municipaux des communes sur le territoire desquelles il doit s'appliquer, le plan de prévention des risques naturels prévisibles est approuvé par arrêté préfectoral.

Article L. 562-4 :

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé vaut servitude d'utilité publique. Il est annexé au plan d'occupation des sols, conformément à l'article L. 126-1 du code de l'urbanisme.

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé fait l'objet d'un affichage en mairie et d'une publicité par voie de presse locale en vue d'informer les populations concernées.

Article L. 562-5 :

I. Le fait de construire ou d'aménager un terrain dans une zone interdite par un plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé ou de ne pas respecter les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation prescrites par ce plan est puni des peines prévues à l'article L. 480-4 du code de l'urbanisme.

II. Les dispositions des articles L. 460-1, L. 480-1, L. 480-2, L. 480-3, L. 480-5 à L. 480-9 et L. 480-12 du code de l'urbanisme sont également applicables aux infractions visées au I du présent article, sous la seule réserve des conditions suivantes :

1o Les infractions sont constatées, en outre, par les fonctionnaires et agents commissionnés à cet effet par l'autorité administrative compétente et assermentés ;

2o Pour l'application de l'article L. 480-5 du code de l'urbanisme, le tribunal statue au vu des observations écrites ou après audition du maire ou du fonctionnaire compétent, même en l'absence d'avis de ces derniers, soit sur la mise en conformité des lieux ou des ouvrages avec les dispositions du plan, soit sur leur rétablissement dans l'état antérieur ;

3o Le droit de visite prévu à l'article L. 460-1 du code de l'urbanisme est ouvert aux représentants de l'autorité administrative compétente.

Article L. 562-6 :

Les plans d'exposition aux risques naturels prévisibles approuvés en application du I de l'article 5 de la loi no 82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles valent plan de prévention des risques naturels prévisibles. Il en est de même des plans de surfaces submersibles établis en application des articles 48 à 54 du code du domaine public fluvial et de la navigation intérieure, des périmètres de risques institués en application de l'article R. 111-3 du code de l'urbanisme, ainsi que des plans de zones sensibles aux incendies de forêt établis en application de l'article 21 de la loi no 91-5 du 3 janvier 1991 modifiant diverses dispositions intéressant l'agriculture et la forêt. Leur modification ou leur révision est soumise aux dispositions du présent chapitre.

Les plans ou périmètres visés à l'alinéa précédent en cours d'élaboration au 2 février 1995 sont considérés comme des projets de plans de prévention des risques naturels, sans qu'il soit besoin de procéder aux consultations ou enquêtes publiques déjà organisées en application des procédures antérieures propres à ces documents.

Article L. 562-7 :

Un décret en Conseil d'État précise les conditions d'application des articles L. 562-1 à L. 562-6. Il définit notamment les éléments constitutifs et la procédure d'élaboration et de révision des plans de prévention des risques naturels prévisibles, ainsi que les conditions dans lesquelles sont prises les mesures prévues aux 3o et 4o du II de l'article L. 562-1.

Article L. 562-8 :

Dans les parties submersibles des vallées et dans les autres zones inondables, les plans de prévention des risques naturels prévisibles définissent, en tant que de besoin, les interdictions et les prescriptions techniques à respecter afin d'assurer le libre écoulement des eaux et la conservation, la restauration ou l'extension des champs d'inondation.

Article L. 562-9 :

Afin de définir les mesures de prévention à mettre en oeuvre dans les zones sensibles aux incendies de forêt, le préfet élabore, en concertation avec les conseils régionaux et conseils généraux intéressés, un plan de prévention des risques naturels prévisibles.

ANNEXE 2

DECRET N° 95-1089 DU 5 OCTOBRE 1995
relatif aux Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles

Le Premier ministre

Sur le rapport du ministre de l'environnement,

Vu le code de l'expropriation pour cause d'utilité publique ;

Vu le code de l'urbanisme ;

Vu le code forestier ;

Vu le code pénal ;

Vu le code de procédure pénale ;

Vu le code de la construction et de l'habitation, notamment son article L.111-4 ;

Vu la loi n°87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs naturels, notamment ses articles 40-1 à 40-7 issus de la loi du 2 février 1995 ;

Vu la loi n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau, et notamment son article 16 ;

Vu le décret n° 90-918 du 11 octobre 1990 relatif à l'exercice du droit à l'information sur les risques majeurs ;

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

Vu le décret n° 95-630 du 5 mai 1995 relatif au commissionnement et à l'assermentation d'agents habilités à rechercher et à constater les infractions à la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau ;

Le Conseil d'Etat (section des travaux publics) entendu,

Décète :

TITRE I

DISPOSITIONS RELATIVES A L'ELABORATION DES PLANS DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES

Article 1^{er} :

L'établissement des plans de prévention des risques naturels prévisibles mentionnés aux articles 40-1 à 40-7 de la loi du 22 juillet 1987 susvisé est prescrit par arrêté du préfet. Lorsque le périmètre mis à l'étude s'étend sur plusieurs départements, l'arrêté est pris conjointement par les préfets de ces départements et précise celui des préfets qui est chargé de conduire la procédure.

Article 2 :

L'arrêté prescrivant l'établissement d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles détermine le périmètre mis à l'étude et la nature des risques pris en compte ; il désigne le service déconcentré de l'Etat qui sera chargé d'instruire le projet. L'arrêté est notifié aux maires des communes dont le territoire est inclus dans le périmètre ; il est publié au Recueil des actes administratifs de l'Etat dans le département.

Article 3 :

Le projet de plan comprend :

1° Une note de présentation indiquant le secteur géographique concerné, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles compte tenu de l'état des connaissances ;

2° Un ou plusieurs documents graphiques délimitant les zones mentionnées aux 1° et 2° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée ;

3° Un règlement précisant en tant que de besoin :

- les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune de ces zones mentionnées aux 1° et 2° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée ;

- les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde mentionnées au 3° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée et les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan, mentionnés au 4° du même article. Le règlement mentionne le cas échéant, celles de ces mesures dont la mise en oeuvre est obligatoire et le délai fixé pour leur mise en oeuvre.

Article 4 :

En application du 3° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée, le plan peut notamment:

- définir des règles relatives aux réseaux et infrastructures publics desservant son secteur d'application et visant à faciliter les éventuelles mesures d'évacuation ou l'intervention des secours ;

- prescrire aux particuliers ou à leurs groupements la réalisation de travaux contribuant à la prévention des risques et leur confier la gestion de dispositifs de prévention des risques ou d'intervention en cas de survenance des phénomènes considérés ;

- subordonner la réalisation de constructions ou d'aménagements nouveaux à la constitution d'associations syndicales chargées de certains travaux nécessaires à la prévention des risques, notamment l'entretien des espaces et, le cas échéant, la réalisation ou l'acquisition, la gestion et le maintien en condition d'ouvrages ou de matériels.

Le plan indique si la réalisation de ces mesures est rendue obligatoire et, si oui, dans quel délai.

Article 5 :

En application du 4° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée, pour les constructions, ouvrages, espaces mis en culture ou plantés, existants à la date d'approbation du plan, le plan peut définir des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde. Ces mesures peuvent être rendues obligatoires dans un délai de cinq ans, pouvant être réduit en cas d'urgence.

Toutefois le plan ne peut pas interdire les travaux d'entretien et de gestion courants des bâtiments implantés antérieurement à l'approbation du plan ou, le cas échéant, à la publication de l'arrêté mentionné à l'article 6 ci-dessous, notamment les aménagements internes, les traitements de façade de réfection des toitures, sauf s'ils augmentent les risques ou en créent de nouveaux, ou conduisent à une augmentation de la population exposée.

En outre les travaux de prévention imposés à des biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du code de l'urbanisme avant l'approbation du plan et mis à la charge des propriétaires, exploitants ou utilisateurs ne peuvent porter que sur des aménagements limités dont le coût est inférieur à 10p.100 de la valeur vénale ou estimée du bien à la date d'approbation du plan.

Article 6 :

Lorsque, en application de l'article 40-2 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée, le préfet à l'intention de rendre immédiatement opposables certaines des prescriptions d'un projet de plan relatives aux constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations nouveaux, il en informe le maire de la ou des communes sur le territoire desquelles ces prescriptions seront applicables. Ces maires disposent d'un délai d'un mois pour faire part de leurs observations.

A l'issue de ce délai, ou plus tôt s'il dispose de l'avis des maires, le préfet rend opposables ces prescriptions, éventuellement modifiées, par un arrêté qui fait l'objet d'une mention au Recueil des actes administratifs de l'Etat dans le département et dont une copie est affichée dans chaque mairie concernée pendant un mois au minimum.

Les documents relatifs aux prescriptions rendues ainsi opposables dans une commune sont tenus à la disposition du public en préfecture et en mairie. Mention de cette mesure de publicité est faite avec insertion au Recueil des actes administratifs et avec l'affichage prévu à l'alinéa précédent.

L'arrêté mentionné en deuxième alinéa du présent article rappelle les conditions dans lesquelles les prescriptions cesseraient d'être opposables conformément aux dispositions de l'article 40-2 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée.

Article 7 :

Le projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles est soumis à l'avis des conseils municipaux des communes sur le territoire desquelles le plan sera applicable.

Si le projet de plan contient des dispositions de prévention des incendies de forêt ou de leurs effets, ces dispositions sont aussi soumises à l'avis des conseils généraux et régionaux concernés.

Si le projet de plan concerne des terrains agricoles ou forestiers, les dispositions relatives à ces terrains sont soumises à l'avis de la chambre d'agriculture et du centre régional de la propriété forestière.

Tout avis demandé en application des trois alinéas ci-dessus qui n'est pas rendu dans un délai de deux mois est réputé favorable.

Le projet de plan est soumis par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R.11-4 à R.11-14 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique.

A l'issue de ces consultations, le plan éventuellement modifié pour tenir compte des avis recueillis, est approuvé par arrêté préfectoral. Cet arrêté fait l'objet d'une mention au Recueil des actes administratifs de l'Etat dans le département ainsi que dans deux journaux régionaux ou locaux diffusés dans le département.

Une copie de l'arrêté est affichée dans chaque mairie sur le territoire de laquelle le plan est applicable pendant un mois au minimum.

Le plan approuvé est tenu à la disposition du public en préfecture et dans chaque mairie concernée. Cette mesure de publicité fait l'objet d'une mention avec les publications et l'affichage prévus aux deux alinéas précédents.

Article 8 :

Un plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être modifié selon la procédure décrite aux articles 1er à 7 ci-dessus. Toutefois, lorsque la modification n'est que partielle, les consultations et l'enquête publique mentionnées à l'article 7 ne sont effectuées que dans les communes sur le territoire desquelles les modifications proposées seront applicables. Les documents soumis à consultation ou enquête publique comprennent alors :

1° Une note synthétique présentant l'objet des modifications envisagées ;

2° Un exemplaire du plan tel qu'il serait après modification avec l'indication, dans le document graphique et le règlement, des dispositions faisant l'objet d'une modification et le rappel, le cas échéant, de la disposition précédemment en vigueur.

L'approbation du nouveau plan emporte abrogation des dispositions correspondantes de l'ancien plan.

TITRE II DISPOSITIONS PENALES

Article 9 :

Les agents mentionnés au 1° de l'article 40-5 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée sont commissionnés et assermentés dans les conditions fixées par le décret du 5 mai 1995 susvisé.

TITRE III DISPOSITIONS DIVERSES

Article 10 :

Le code l'urbanisme est modifié ainsi qu'il suit :

I. L'article R.111-3 est abrogé.

II. L'article R.123-24 est complété par un 9° ainsi rédigé :

"9° Les dispositions d'un projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles rendues opposables en application de l'article 40-2 de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs."

III. L'article R. 421-38-14, le 4° de l'article R442-6-4 et l'article R. 442-14 du code de l'urbanisme sont abrogés. Ils demeurent toutefois en vigueur en tant qu'ils sont nécessaires à la mise en oeuvre des plans de surface submersibles valant plan de prévention des risques naturels prévisibles en application de l'article 40-6 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée.

IV. Le dernier alinéa de l'article R. 460-3 est complété par le d ainsi rédigé :

"d) Lorsqu'il s'agit de travaux réalisés dans un secteur couvert par un plan de prévention des risques naturels prévisibles établi en application de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs."

V. Le B du IV (Servitudes relatives à la salubrité et à la sécurité publique) de la liste des servitudes d'utilité publique annexée à l'article R. 126-1 est remplacé par les dispositions suivantes :

"B. Sécurité Publique

"Plans de prévention des risques naturels prévisibles établis en application de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs.

"Document valant plans de prévention des risques naturels prévisibles en application de l'article 40-6 de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 précitée.

"Servitudes instituées, en ce qui concerne la Loire et ses affluents, par les articles 55 et suivants du code du domaine public fluvial et de la navigation intérieure.

"Servitudes d'inondation pour la rétention des crues du Rhin résultant de application de la loi n° 91-1385 du 31 décembre 1991 portant diverses dispositions en matières de transports.

"Servitudes résultant de l'application des articles 7-1 à 7-4 de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement."

Article 11 :

Il est créé à la fin du titre II du livre 1er du code de la construction et de l'habitation un chapitre VI intitulé : "Protection contre les risques naturels" et comportant l'article suivant :

Art. R.126-1. - Les plans de prévention des risques naturels prévisibles établis en application des articles 40-1 à 40-7 de la loi n° 87-565 du 2 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs peuvent fixer des règles particulières de construction, d'aménagement et d'exploitation en ce qui concerne la nature et les caractéristiques des bâtiments ainsi que leurs équipements et installations."

Article 12 :

A l'article 2 du décret du 11 octobre 1990 susvisé, le 1° est remplacé par les dispositions suivantes :

"1° Où existe un plan particulier d'intervention établi en application du titre II du décret du 6 mai 1988 susvisé ou un plan de prévention des risques naturels prévisibles établi en application de la loi du 22 juillet 1987 susvisée ;"

Article 13 :

Sont abrogés :

1° Le décret du 20 octobre 1937 relatif aux plans de surfaces submersibles ;

2° Le décret n° 92-273 du 23 mars 1992 relatif aux plans de zones sensibles aux incendies de forêt ;

3° Le décret n° 93-351 du 15 mars 1993 relatif aux plans d'exposition aux risques naturels prévisibles.

Ces décrets demeurent toutefois en vigueur en tant qu'ils sont nécessaires à la mise en oeuvre des plans de surfaces submersibles, des plans de zones sensibles aux incendies de forêt et des plans d'exposition aux risques naturels prévisibles valant plan de prévention des risques naturels prévisibles en application de l'article 40-6 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée.

Article 14 :

Le garde des sceaux, ministre de la justice, le ministre de l'aménagement du territoire, de l'équipement et des transports, le ministre de l'intérieur, le ministre de l'agriculture, de la pêche et de l'alimentation, le ministre du logement et le ministre de l'environnement, sont chargés chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 5 octobre 1995.

ANNEXE 3

ARRETE PREFECTORAL N° 02-7308 DU 11 OCTOBRE 2002

ANNEXE 4

ARRETE PREFECTORAL N° 03-3356 DU 10 JUILLET 2003

ANNEXE 5

LA RECHERCHE DE CAVITES PAR RADIO-MAGNETO-TELLURIE

LA RECHERCHE DE CAVITES PAR RADIO-MAGNETO-TELLURIE (R.M.T.)

=> *Qu'est-ce que la R.M.T. ?*

La radio-magnéto-tellurie est un procédé de prospection géophysique du sous-sol, non destructif, rapide et précis. Celle-ci permet de mettre en évidence des anomalies du sous-sol qui laissent présumer de la présence de cavités souterraines.

=> *Principe de fonctionnement :*

Une onde radio, au contact du sol, se décompose en deux champs (champs électrique et magnétique), dont le comportement dépend de la résistivité du milieu traversé. La résistivité du sous-sol étant liée à son état (nature géologique, teneur en eau), la R.M.T. permet d'obtenir un profil géophysique du sous-sol.

Des sondages géologiques ou une recherche documentaire, permettent de compléter les données sur la connaissance du sous-sol.

=> *Le matériel :*



L'appareil de mesure, le R.M.T. 1000, capte des ondes radio par une antenne et les transmet dans le sol. Ces ondes, retournées à la surface, sont captées par des électrodes traînées sur le sol au moyen d'un tapis. Le R.M.T. 1000, tracté sur un linéaire choisi, permet de réaliser des profils de résistivité du sous-sol.

=> Les domaines d'application :

La R.M.T. assure la détection de toute variation progressive ou brutale de la nature du sous-sol.

Elle repère ainsi :

- des variations régionales :
 - densification progressive d'un calcaire.
 - variation de la teneur en eau.
- des anomalies locales :
 - tranchées souterraines.
 - fissures géologiques.
 - structures archéologiques.
 - gisements.
 - faiblesses dans les digues de rivières.

=> Ses atouts :

La R.M.T. est :

- simple d'utilisation : la profondeur de prospection va de 1 à 40 m et dépend de la fréquence utilisée (de 10 kHz à 1 MHz).
- précise : l'acquisition se fait en mode continu et le pas de mesure est de 50 cm.
- peu encombrante et intervient en milieu urbain comme en milieu rural.

ANNEXE 6

LA MICRO-GRAVIMETRIE

LA MICRO-GRAVIMETRIE

=> Qu'est-ce que la micro-gravimétrie ?

La micro-gravimétrie est un procédé de prospection géophysique du sous-sol, non destructif et précis. Celle-ci permet de mettre en évidence des anomalies du sous-sol qui laissent présumer de la présence de cavités souterraines.

=> Principe de fonctionnement :

La gravimétrie est l'étude des variations du champ de pesanteur à la surface du sol. La micro-gravimétrie est l'application de la gravimétrie à l'échelle de la sub-surface : les profondeurs d'investigation vont de quelques mètres à quelques dizaines de mètres sous la surface.

Le principe est de mesurer les variations du champ de pesanteur qui s'exerce sur une masse unitaire suspendue à un ressort, un ensemble qui constitue un instrument appelé gravimètre.

Les mesures recueillies à l'aide du gravimètre subissent un traitement afin de corriger les variations de celles-ci dues à l'influence de la lune, du soleil et du gravimètre lui-même. D'autres corrections liées à l'altitude, la topographie et la latitude sont également effectuées. Une dernière correction est alors réalisée de sorte à supprimer l'anomalie régionale due à la géologie locale.

Reste ainsi une mesure résiduelle traduisant des anomalies locales qui, étayées par des recherches documentaires et auprès de la population locale, laissent supposer la présence de cavités souterraines.

=> Ses atouts :

La micro-gravimétrie est :

- non destructive : elle n'engendre aucune altération du site.
- légère : elle est facile à mettre en œuvre.
- indépendante des effets électromagnétiques environnants.

Toutes ces caractéristiques en font une méthode facile à employer en milieu urbain.

=> Son utilisation au Lude :

Dans la majeure partie des cas, la micro-gravimétrie est utilisée dans le but de détecter la présence de cavités souterraines.

L'utilisation de cette méthode de prospection géophysique est donc bien adaptée aux problématiques posées au niveau du Lude, d'autant que ces dernières se situent dans un contexte urbain.

=> Le matériel :



Micro-gravimètre de type Lacoste & Romberg modèle D
Source : Site internet de l'Université de Savoie

Deux micro-gravimètres ont été utilisés afin de réaliser les mesures : un de type Scintrex modèle GC3M et un de type Lacoste & Romberg modèle D 91 (voir photo précédente).

ANNEXE 7

LA CARTE DES ALEAS INITIALE : TRACE DE LA R.M.T. COMPLEMENTAIRE

ANNEXE 8

LA CARTE DES ALEAS MODIFIEE : RESULTATS DE LA R.M.T. COMPLEMENTAIRE

ANNEXE 9

L'ITINERAIRE DES POIDS-LOURDS : AVENUE DE TALHOUET

ANNEXE 10

**L'ITINERAIRE DES POIDS-LOURDS :
RUE CRETOIS
BOULEVARD DE L'HOSPICE
PLACE DU MAIL**

ANNEXE 11

LA CARTE DES ALEAS MODIFIEE : RESULTATS DE LA MICRO-GRAVIMETRIE COMPLEMENTAIRE

ANNEXE 12

LES RESULTATS DE LA MICRO-GRAVIMETRIE COMPLEMENTAIRE : « HOSPICE - MAISON DE RETRAITE »

