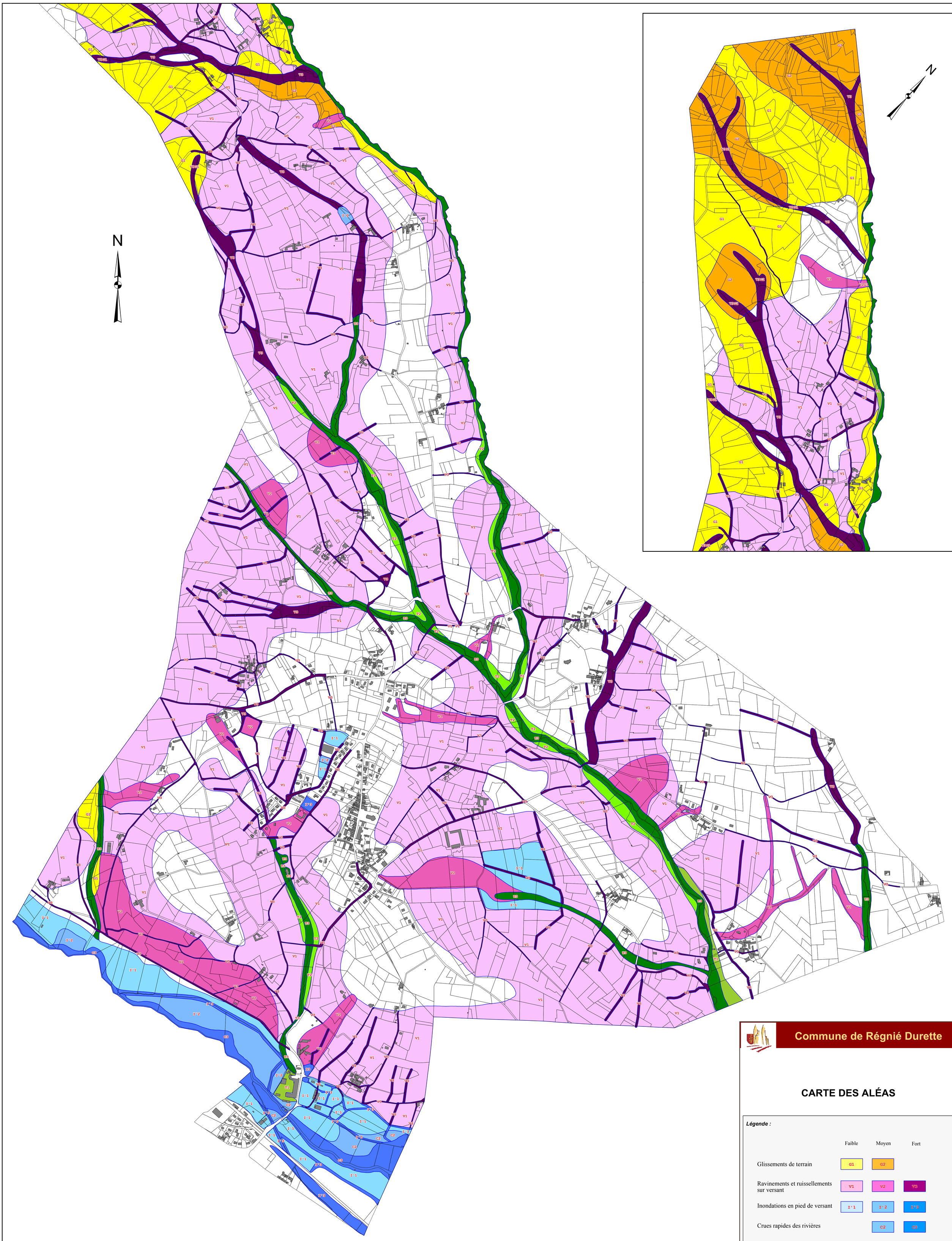


Commune de Régnié Durette

CARTE DES ALÉAS

Légende :

	Faible	Moyen	Fort
Glissements de terrain	G1	G2	
Ravinements et ruissellements sur versant	V1	V2	V3
Inondations en pied de versant	I'1	I'2	I'3
Crues rapides des rivières		C2	C3
Crues des torrents et des ruisseaux torrentiels	T1	T2	T3

© cadastre DGI

Etabli : Octobre 2013

Echelle : 1/5 000

Réalisation et édition : Alp'Géorisques

Carte des aléas

Commune de Regnié-Durette (RHÔNE)

Note de présentation

Réf. : 13111055

Novembre 2013

Table des matières

1. Préambule....1
2. Présentation de la commune....2
2.1. Contexte socio-économqiue....3
2.2. Le milieu naturel....4
2.3. Le contexte géologique....4
2.4. Le réseau hydrographique....6
2.5. La pluviométrie....6
3. Phénomènes naturels et aléas....7
3.1. Approche historique des phénomènes naturels....8
3.2. Observations de terrain....9
3.2.1. Les crues des rivières....9
3.2.2. Les crues des ruisseaux....10
3.2.3. Les inondations en pied de versant....11
3.2.4. Le ruissellement de versant et le ravinement....11
3.2.5. Les glissements de terrain....12
3.3. La carte des aléas....13
3.3.1. Notion d'intensité et de fréquence....13
3.3.2. Définition des degrés d'aléa....14
3.3.2.1. L'aléa crue des rivières....14
3.3.2.2. L'aléa crue des ruisseaux....15
3.3.2.3. L'aléa inondation en pied de versant....16
3.3.2.4. L'aléa ruissellement de versant et ravinement....17
3.3.2.5. L'aléa glissement de terrain....19
3.3.2.6. L'aléa sismique....20
3.3.3. Élaboration de la carte des aléas....20
3.3.3.1. Notion de « zone enveloppe »....20
3.3.3.2. Le zonage « aléa »....20
4. Intégration réglementaire au PLU....22
4.1. Principe général....22
4.1.1. Grille de transcription....22
4.1.2. Aléas forts :....22
4.1.3. Aléas moyens :....23
4.1.4. Aléas faibles :....23
4.2. Définitions....23
4.2.1. Rapport d'Emprise au Sol en Zone Inondable (RESI)....23
4.2.2. « Projets nouveaux »....24
4.2.3. « Maintien du bâti à l'existant »....24
4.2.4. Exceptions aux interdictions générales....25
4.2.5. « Façades exposées »....25
4.3. ERP et établissements sensibles....28
4.3.1. Projets nouveaux....28
4.3.2. Existant....28
4.4. Fiches de prescriptions spéciales....29

Carte des aléas

Commune de REGNIÉ-DURETTE (RHÔNE)

1. PRÉAMBULE

La commune de REGNIÉ-DURETTE a confié à la Société ALP'GEORISQUES - Z.I. - rue du Moirond -38420 DOMENE l'élaboration d'une carte des aléas couvrant l'ensemble du territoire communal. Ce document, établi sur fond cadastral au 1/5 000, présente l'activité ou la fréquence de divers phénomènes naturels affectant le territoire communal.

Les phénomènes répertoriés et étudiés sont les suivants :

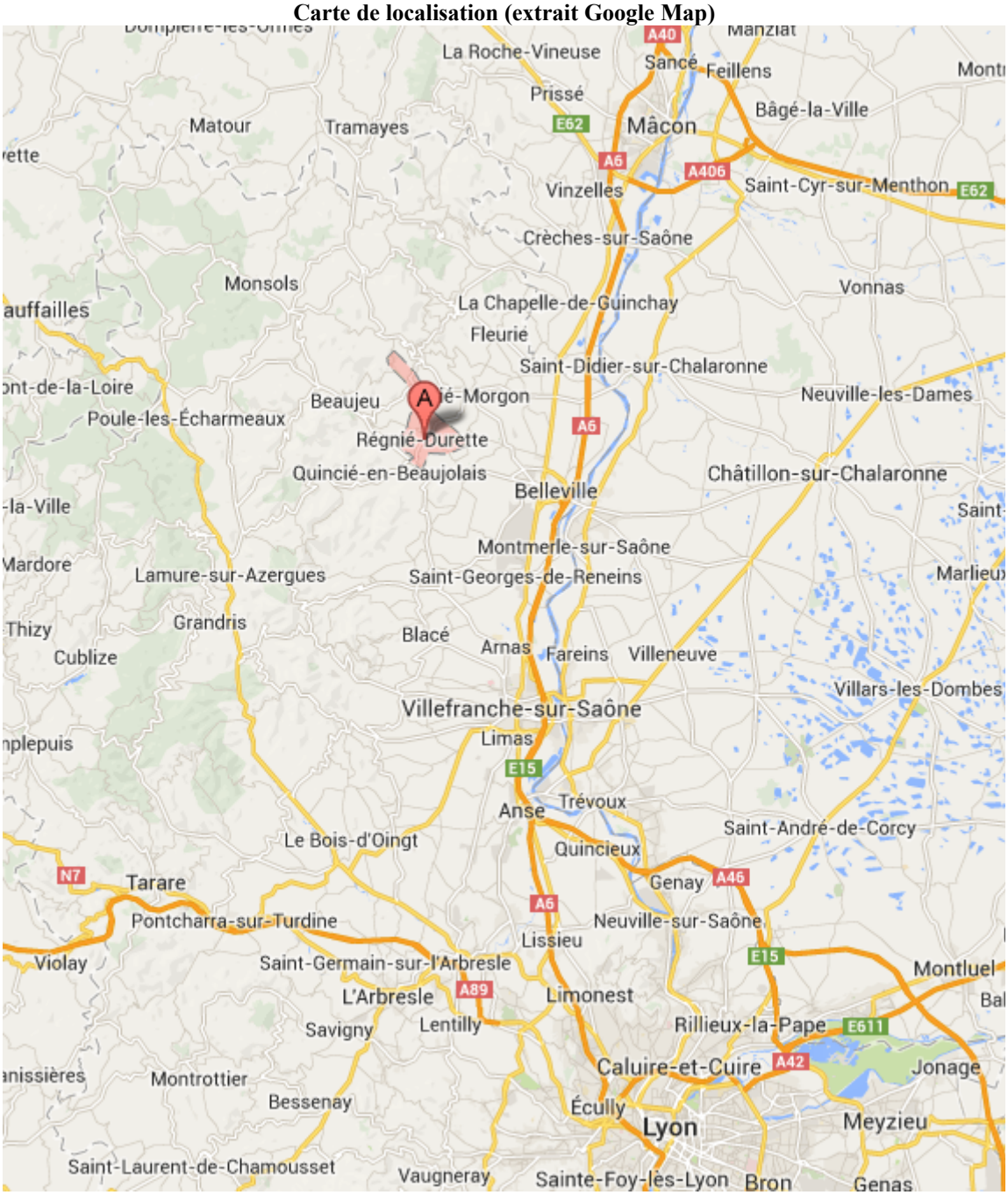
- ◊ Les crues des rivières ;
- ◊ Les crues de ruisseaux ;
- ◊ Les inondations en pied de versant ;
- ◊ Les ruissellements de versant et les ravinements ;
- ◊ Les glissements de terrain.

N.B. : Une définition de ces divers phénomènes naturels est donnée dans les pages suivantes.

La cartographie a été élaborée à partir de reconnaissances de terrain effectuées en Octobre 2013 par Pierre DUPIRE, ingénieur géomorphologue, et d'une enquête auprès de la municipalité et des services déconcentrés de l'Etat.

2. PRÉSENTATION DE LA COMMUNE

Figure n°1
Carte de localisation (extrait Google Map)



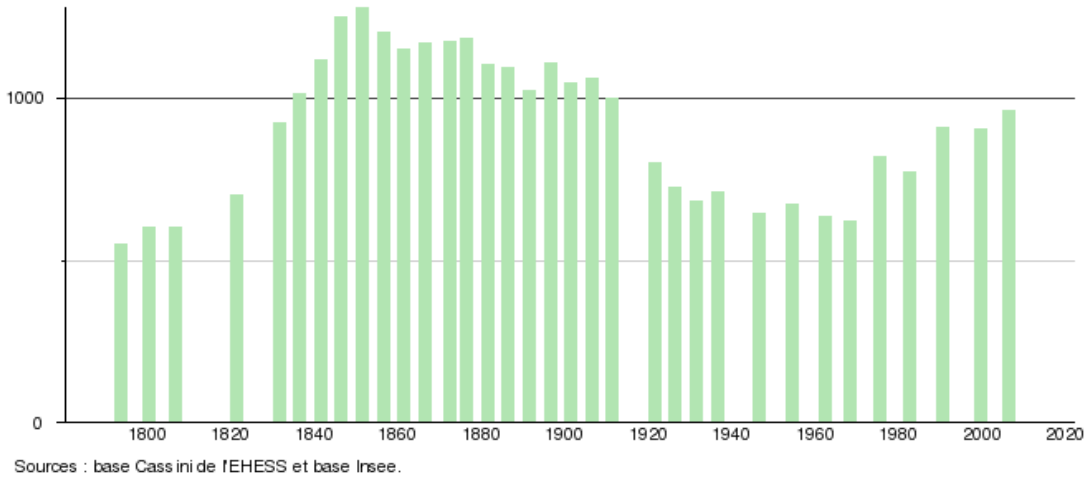
La commune de REGNIÉ-DURETTE se situe entre Mâcon et Villefranche-sur-Saône, à environ 50 km au Nord de Lyon. Elle est limitrophe avec les communes de Cercié, Villié-Morgon, Chiroubles, Avenas, Lantignié et Quincié-en-Beaujolais.
Son territoire couvre une superficie de 11,72 km², au sein du territoire du Beaujolais.

2.1. CONTEXTE SOCIO-ÉCONOMQUE

Le chef-lieu qui est implanté sur un plateau, est organisé autour des bâtiments historiques (mairie, église, etc.). L'urbanisme s'est ensuite développé autour du bourg formant des quartiers tels que La Croix Blanche ou La Roche.
Le reste du bâti s'est déployé sans continuité urbaine formant des hameaux de petites tailles dispersés un peu partout sur le territoire communal. Ceux-ci correspondent généralement à des propriétés viticoles. Les plus importants sont : Ponchon, Les Vergers, Les Chastys, Les Forchets, la Plaigne, Vernus, etc.
Ces aménagements, plus ou moins récents, prennent des formes de quartiers relativement bien intégrés au contexte communal, ce qui permet à la commune de conserver ses caractéristiques rurales.

Historiquement, la commune de REGNIÉ-DURETTE comptait jusqu'à 1275 habitants dans les années 1840 à 1900. L'exode rural a ensuite participé à diminuer la démographie jusqu'en 1968. Depuis la commune voit sa courbe démographique ré-augmenter. Sa population a ainsi, à nouveau, atteint les 1000 habitants. Cet attrait pour la commune, et plus généralement pour cette partie du département s'explique en partie géographiquement. Les bonnes dessertes routières de cette partie du département rendent REGNIÉ-DURETTE facilement accessible depuis l'agglomération Lyonnaise (à environ 60 km), celle de Villefranche-sur-Sâone (à 25km) ou celle de Mâcon (à 35 km). Les communes rurales proches de grands pôles urbains sont ainsi souvent prisées par des citadins qui trouvent un avantage économique à venir s'y installer, tout en restant rattaché à leur bassin d'emploi d'origine. Ce type de migration tend cependant à transformer ces communes en territoire dortoir.

Histogramme n° 1 : évolution démographique



REGNIÉ-DURETTE est largement tournée vers la viticulture. Son implantation au sein du Beaujolais lui confère un positionnement adéquat à la production de cet AOC. Les vignes occupent ainsi plus des ¾ du territoire communal. Regnié est, par ailleurs, un des crus du Beaujolais.

La commune abrite également des installations qui lui donnent un certain attrait, telles que des services de première nécessité et de loisirs : agence postale, école, bibliothèque, salle des fêtes, caves, château, etc.

Le territoire de REGNIÉ-DURETTE est traversé par une série de routes dont les principales sont :

- la RD 9 reliant le Sud de la commune (et la RD337) à Villié-Morgon ;
- La RD 78 qui transite depuis la RD9 au niveau des Chastys vers Lantignié ;
- La RD 135 reliant Cercié depuis le bourg.

Parallèlement, un faisceau très dense de voies communales dessert les hameaux et les différents quartiers.

2.2. LE MILIEU NATUREL

La commune de REGNIÉ-DURETTE est installée dans une région de plateaux et de collines généralement aménagées en vignes. Ces unités sont entaillés par des ruisseaux d'orientation générale Nord-Ouest/Sud-Est. Les petites vallées formées par les principaux ruisseaux sont généralement enherbées voire boisées (ripisylve).

La limite Sud-Ouest de la commune se caractérise par une plaine d'environ 500 m de large (Plaine de l'Ardières).
L'extrémité Nord est quant à elle bien plus vallonnée présentant les rares forêts de la commune sur des versants généralement fortement pentus.

Les altitudes sont globalement faibles. Elles s'étagent entre 228 mètres au niveau de Ponchon et 825 mètres près du pylône des télécommunications.

2.3. LE CONTEXTE GÉOLOGIQUE

L'essentiel de la commune est composé de formation de l'ère primaire, d'origine majoritairement volcanique.

Géologie régionale

La région appartient ainsi à un vaste ensemble géologique s'étendant jusqu'au Morvon et issu d'une importante activité volcanique qui s'est manifestée au cours du Dévonien et au début du Carbonifère. Certains dépôts sédimentaires ont pu se mettre en place à l'occasion d'accalmies volcaniques, ce qui explique la présence de certains lambeaux calcaires (sur des zones proches de la commune). Des intrusions granitiques se sont ensuite manifestés sur une large partie Nord du Beaujolais entraînant un métamorphisme de contact au niveau des épandages volcaniques préalablement mis en place et établissant un socle régional.
L'ère secondaire a vu la mise en place d'une transgression marine qui a occupé les régions actuelles du Jura et de la Plaine de la Bresse. De nouveaux dépôts sédimentaires se sont formés pour composer l'actuel Jura. Durant l'ère Tertiaire, un vaste fossé d'effondrement est apparu au cours de l'orogenèse alpine, entraînant la disparition des dépôts sédimentaires secondaires instaurant un régime lacustre jusqu'en bordure des monts actuels du Beaujolais. Le lac Bressan s'est ensuite comblé d'alluvions charriées par le réseau hydrographique ce qui a donné naissance à la plaine de Bresse que l'on retrouve à l'Est de la commune.

L'ère quaternaire a été surtout marquée par des phénomènes érosifs qui ont entraîné la formation de dépôts meubles tels que des colluvions sur versant et des épandages en pied de versant. Le réseau hydrographique a quant à lui, favorisé des dépôts alluvionnaires dans les vallées.

Les formations géologiques sur la commune

Les formations du primaire

L'essentiel de la commune est composée de formations du Primaire de base granitique.
La moitié Sud est globalement constituée de Formation d'altération à structure conservée sur Granite porphyroïde à biotite.
On retrouve deux lentille de Leucogranite aplitique, à biotite et parfois muscovite.
Enfin la partie Nord-Ouest de la commune se compose de Granite porphyroïde à biotite.

Les formations Quaternaires

Des formations récentes du Quaternaire masquent le substratum en de nombreux endroits :

- Les alluvions des épandages de piedmont. Elles se retrouvent en plusieurs points le plus souvent sur les parties sommitales des plateaux viticoles (bande entre la Haute Ronze et La Grange Bariot, Extrémité Sud-Est de la commune, la Tour Bourdon, etc.) ;
- Les colluvions composées d'argiles, de limons et de sables. Elles se localisent dans des fonds de vallons.
- Les alluvions récentes dans les vallées (notamment de l'Ardières).

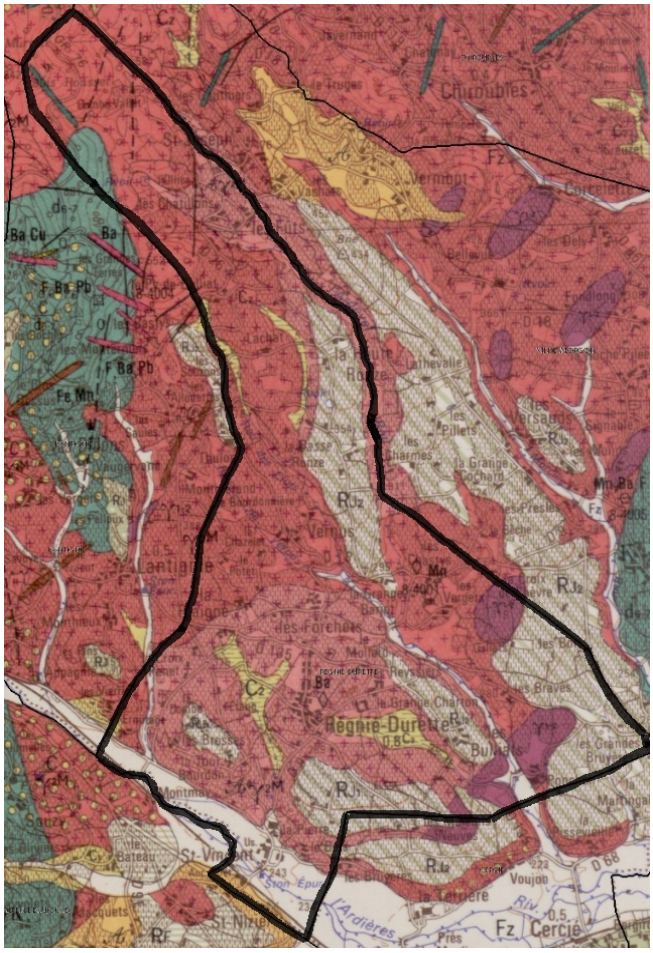


Figure n°2
extrait de la carte géologique du BRGM

Comportement géomécanique

Le comportement géomécanique de ces différentes formations se traduit par des irrégularités topographiques bien visibles dans le paysage. Ainsi :

- Le substratum de la commune est principalement constitué de formations granitiques. Ces matériaux sont en général peu sensibles aux glissements de terrain. En revanche, sur pente soutenue la frange altérée de surface est susceptible de glisser ou de fluer naturellement (phase de saturation par les précipitations) ou lors d'aménagements inadaptés (terrassements, remblaiements, rejets d'eau, etc) .

- Les formations superficielles, colluvions mais également les cailloutis des plateaux et les alluvions anciennes, apparaissent particulièrement sensibles au ruissellement. La faible perméabilité de ces niveaux favorisent le ruissellement qui, après concentration des eaux par la topographie, évolue en phénomène de ravinement. La présence de labours et de vignes sur les versants est également un facteur aggravant du phénomène. Les particules de sol arrachées par le ravinement peuvent évoluer en coulées de boue et en dépôts de graviers qui colmatent les fossés, obstruent les buses et ponceaux et submergent parfois la voirie.

2.4. LE RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

La principale entité hydrographique est l'Ardières qui s'écoule d'Ouest en Est au Sud de la commune. Ce cours d'eau est un affluent de la Sâone et il prend sa source sur les versants des Ardillats.

Le territoire de Regnié-Durette est drainé par plusieurs ruisseaux dont :

- Le ruisseau d'Ardevel qui traverse toute la commune du Nord au Sud (affluent de l'Ardières) ;
- Le ruisseau des Crots (affluent de L'Ardevel) ;
- Le ruisseau de Vernus (affluent de L'Ardevel) ;
- Le ruisseau provenant de la Grange Charton (affluent de L'Ardevel) ;
- Le ruisseau provenant de Lantignié (affluent de l'Ardières);
- Le ruisseau provenant de la Croix Blanche (affluent de l'Ardières);

De nombreux talwegs et combes secondaires participent également au drainage du territoire communal. Notons également la présence de nombreuses sources pérennes sur les coteaux. Les débits restent cependant relativement limités compte tenu de l'absence d'aquifère important.

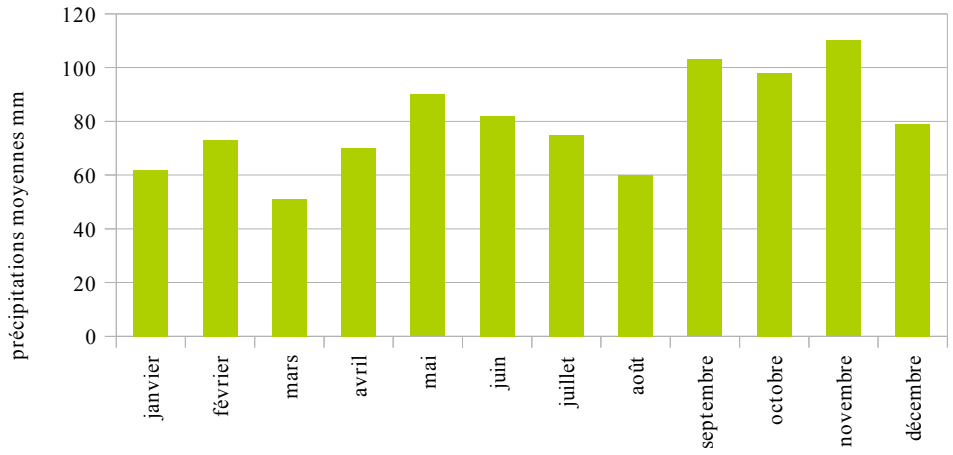
Signalons par ailleurs, la présence de nombreux versants occupés de vignes favorisant des ruissellements de plus ou moins grandes ampleurs sans réellement suivre le réseau hydrographique ou les autres points bas du terrain (phénomènes de ruissellements généralisés).

2.5. LA PLUVIOMÉTRIE

Les précipitations jouent un rôle essentiel dans l'apparition et l'évolution des phénomènes naturels. La pluviométrie annuelle est de l'ordre de 800 mm répartis au cours des saisons mais avec un régime relativement irrégulier, typique des climats semi-continentaux.

Ainsi les hivers sont plutôt rigoureux et accompagnés parfois de chutes de neige, les printemps humides, les été chauds et secs mais à tendance orageuse et les automnes relativement cléments mais avec une reprise des précipitations.

Figure n°3 : Précipitations moyennes mensuelles de 1990 à 2002 – Poste de Saint-Didier-sur-Beaujeu(Météo-France)



3. PHÉNOMÈNES NATURELS ET ALÉAS

Parmi les divers phénomènes naturels susceptibles d'affecter le territoire communal, les inondations de pied de versant, les crues des ruisseaux, les ruissellements de versant, les ravinements, les glissements de terrain et les effondrements ont été pris en compte dans le cadre de cette étude, car répertoriés. L'exposition sismique de la commune est rappelée. Elle ne fait pas l'objet d'un zonage particulier. La définition retenue pour ces phénomènes naturels est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° 2 : Définition des phénomènes naturels évoqués

Phénomène	***Définitions***
Crue des rivières	Débordement d'une rivière avec des vitesses du courant et éventuellement des hauteurs d'eau importantes, souvent accompagné d'un charriage de matériaux et de phénomènes d'érosion liés à une pente moyenne (de l'ordre de 1 à 4 %).
Crue des ruisseaux	Apparition ou augmentation brutale du débit d'un cours d'eau qui s'accompagne fréquemment d'un important transport de matériaux solides, d'érosion et de divagations possibles du lit.
Inondation en pied de versant	Submersion par accumulation et stagnation d'eau claire dans une zone plane, éventuellement à l'amont d'un obstacle. L'eau provient, soit d'un ruissellement lors d'une grosse pluie, soit de la fonte des neiges, soit du débordement de ruisseaux torrentiels ou de canaux de plaine.
Ruissellement de versant, ravinement	Divagation des eaux météoriques en dehors du réseau hydrographique, généralement suite à des précipitations exceptionnelles. Ce phénomène peut provoquer l'apparition d'érosion localisée provoquée par ces écoulements.
Glissement de terrain	Mouvement d'une masse de terrain d'épaisseur variable le long d'une surface de rupture. L'ampleur du mouvement, sa vitesse et le volume de matériaux mobilisés sont éminemment variables : glissement affectant un versant sur plusieurs mètres (voire plusieurs dizaines de mètres) d'épaisseur, coulée boueuse, fluage d'une pellicule superficielle.
Séisme	Il s'agit d'un phénomène vibratoire naturel affectant la surface de l'écorce terrestre et dont l'origine est la rupture mécanique brusque d'une discontinuité de la croûte terrestre.

3.1. APPROCHE HISTORIQUE DES PHÉNOMÈNES NATURELS

La consultation des services déconcentrés de l'Etat, de diverses archives et l'enquête menée auprès de la municipalité n'ont pas permis de recenser un nombre important d'événements qui auraient

marqué la mémoire collective. Seuls quelques événements ont été signalés et sont relatés dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° 3 : Approche historique des phénomènes naturels

Date	***Phénomène***	***Observations (sources d'information)***
24 septembre 1999	Ruissellement	Tempête avec grêle et précipitations très importantes. Pluviométrie estimée à 100 mm en ¾ d'heure. Les dommages ont été estimés à 400 000 F sur les vignes pour une surface de 90 ha. Source : étude ruissellement Cédrat (2004)
10 juin 2000	Ruissellement	Violent orage avec une hauteur de précipitation de 130 mm en ½ heure. Les dégâts ont été estimés à 380 000 F sur les vignes pour une surface de 100 ha. Les dégâts sont également des coulées de boues, des maisons inondées, des effondrements de talus, etc. Source : étude ruissellement Cédrat (2004)
18 juin 2009	Crue des ruisseaux	Le pont de Ponchon a été endommagé à l'occasion d'une crue rapide de L'Ardevel. Plus haut dans le bassin versant un autre pont a été impacté au niveau des Charmes. Source : commune
De manière récurrente (lors de fortes précipitations)	Ruissellement	Inondations de quelques habitations dans le quartier de la Croix Blanche. Des travaux ont été réalisés, et le secteur n'a pas connu de débordements depuis. Ruissellement sur le chemin compris entre Oeillat et les Braves, inondant de temps en temps une habitation au débouché du chemin à Les Braves. Source : commune

Ajoutons à cette liste de phénomènes historiques que la commune a fait l'objet de plusieurs arrêtés de catastrophe naturelle, relatifs aux phénomènes traités dans cette étude :

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	01/04/1983	30/04/1983	21/06/1983	24/06/1983
Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	01/05/1983	31/05/1983	21/06/1983	24/06/1983
Inondations et coulées de boue	24/09/1999	24/09/1999	28/01/2000	11/02/2000
Inondations et coulées de boue	10/06/2000	11/06/2000	06/11/2000	22/11/2000
Inondations et coulées de boue	18/06/2009	18/06/2009	10/12/2009	13/12/2009

La base de donnée des cavités souterraines du BRGM signale la présence de deux cavités sur la commune. Il s'agirait d'ouvrages civils.

3.2. OBSERVATIONS DE TERRAIN

3.2.1. LES CRUES DES RIVIÈRES

La commune peut connaître des crues de la rivière de l'Ardières. Plusieurs études hydrauliques ont été réalisées sur celle-ci. L'étude de référence qui sera retenue est celle de GéoPlusEnvironnement réalisée en 2010 pour le Syndicat Mixte des Rivières du Beaujolais.

L'étude informe que le cours d'eau ne pose pas de problème en crue décennale. En revanche, en crue centennale elle révèle que :

- L'Ardières déborde en amont du franchissement de la RD9 (celle-ci étant épargnée),
- Le lavoir de Saint-Vincent situé en rive gauche est inondé par une lame d'eau de 50 cm,
- Les habitations en rive droite ne sont pas touchées, en revanche le garage a déjà connu des crues,
- En aval, le seuil d'alimentation du bief du Moulin provoque des débordements en rive gauche dans les prairies du Colombier par une hauteur d'eau moyenne d'environ 50 cm.

Notons que la plaine dans laquelle s'écoule l'Ardières, accueille également des canaux dérivant des eaux de l'Ardières pour irriguer les prairies et/ou alimenter des moulins. En cas de mauvaise gestion de ces canaux, les débordements peuvent être beaucoup plus étendus que ceux uniquement provoqués par la rivière.

3.2.2. LES CRUES DES RUISSEAUX

Les ruisseaux de la commune peuvent connaître des crues de plus ou moins grande ampleur. Celles-ci peuvent passer inaperçues dans la mesure ou la majorité de ces cours d'eau sont relativement à l'écart des enjeux. Malgré le caractère localement « torrentiel » de ces derniers lors de fortes précipitations, ils connaissent des assecs réguliers ce qui n'enlève en rien à leur impétuosité.

Les ruisseaux observés sont :

- Le ruisseau d'Ardevel qui traverse toute la commune du Nord au Sud ;
- Le ruisseau des Crots ;
- Le ruisseau de Vernus ;
- Le ruisseau provenant de la Grange Charton ;
- Le ruisseau provenant de Lantignié ;
- Le ruisseau provenant de la Croix Blanche ;

Ces ruisseaux sont assez mal entretenus : nombreux branchages et divers flottants en travers des lits mineurs ont été observés. En revanche, les sections des ouvrages de franchissement (ponts, buses) sont généralement (sauf exceptions) bien dimensionnés limitant des phénomènes d'embâcles. Les cours d'eau peuvent néanmoins charrier des matériaux relativement fins issus du lessivage des terrains viticoles.

Dans leur globalité, les ruisseaux sont relativement encaissés et les terrains qui les entourent sont laissés libres à l'expansion d'éventuelles crues et ne comportent pas d'enjeux. Quelques exceptions

sont toutefois à noter sur des enjeux avec des désordres possibles ou déjà constatés à l'occasion de fortes précipitations :

- Le ruisseau provenant de la Croix Blanche peut inonder une ferme au niveau de La Roche. Le quartier situé en amont peut également être impacté mais le phénomène s'apparentera d'avantage à du ruissellement cf § 3.2.4.. Plus en aval, le ruisseau est canalisé le long de la RD9 puis traverse une série d'enjeux avant de s'écouler dans un réseau souterrain. Ainsi, lors de fortes crues, il peut emprunter la RD9, inonder le tennis et les Chaudronneries Beaujolaises. Le Château La Pierre semble épargné, bien que la propriété de celui-ci soit implantée dans le fond de vallon et donc dans le lit naturel du cours d'eau avant que celui-ci soit dévié et canalisé. La zone pourrait ainsi être impactée par une crue exceptionnelle (> centennale ?).

- L'Ardevel peut inonder et provoquer des dégâts au niveau de Ponchon. A ce niveau la vallée s'élargie et le lit du cours d'eau est peu encaissé. Le pont a été dégradé et l'eau a touché plusieurs constructions lors de la crue de 2009.

3.2.3. LES INONDATIONS EN PIED DE VERSANT

Quelques zones d'inondation de pied de versant ou de stagnation d'eau ont été remarquées sur la commune. Il peut s'agir de dépressions naturelles, de bassins aménagés ou de terrains situés à l'amont d'obstacles tels que des remblais de routes. L'eau peut s'y accumuler temporairement avant de s'infiltrer.

Ce phénomène se rencontre :

- Au niveau du quartier de la Croix Blanche (un bassin a d'ailleurs été aménagé) ;
- Entre le Château La Pierre et Chez le Bois ou un terrain en cuvette reçoit les écoulements des coteaux ;
- Au Colombier, dans la plaine : on y retrouve des terrains formant une dépression topographique et collectant les eaux pluviales des vignobles en amont. On distingue également des canaux qui pourraient déborder dans ces points bas ;
- Au sein d'une vaste zone située dans le fond de vallon entre Les Builliats, La Grange Charton et La Roche : il s'agit de terrains humides qui donnent lieu à un ruisseau affluent de l'Arverdel.
- Entre Lachat et la Haute Ronze, en amont d'un hangar situé dans le fond de vallon.

La plaine de l'Ardrières est également concernée par ces phénomènes par le biais de nombreux fossés :
Compte-tenu de la pente quasiment nulle de la plaine, les écoulements sont animés par des vitesses extrêmement lentes. Localement, ces eaux peuvent stagner. En période normale, le niveau d'eau des fossés se maintient à une cote relativement basse. Les terrains avoisinants sont alors secs et permettent la circulation d'engins agricoles sans problème particulier. Il peut à l'inverse s'élever en période pluvieuse et fortement humidifier le sol. La zone marécageuse peut alors retrouver certaines de ses caractéristiques initiales en se gorgeant d'eau.

Des débordements de fossés sont à envisager en cas de saturation du réseau hydraulique de drainage. L'eau débordante se répandra alors sur les parcelles avec souvent peu de possibilités de s'évacuer en raison de la présence de chemins agricoles quadrillant la zone et barrant les écoulements. De même, la nappe peut se rapprocher de la surface et affleurer au niveau de certains points bas, même en l'absence de débordement des fossés. L'ensemble de la plaine humide doit donc être donc considérée comme largement inondable.

3.2.4. LE RUISSELLEMENT DE VERSANT ET LE RAVINEMENT

Ces phénomènes concernent, à des degrés divers, la totalité du territoire communal.

L'eau se concentre sur les routes, les chemins, dans les fossés ou dans les combes (axes d'écoulement préférentiels), de façon plus ou moins intense en fonction des superficies drainées, des pentes et du niveau d'imperméabilité du sol. Du fait de la sensibilité des terrains à l'érosion, ces écoulements peuvent entraîner des dépôts de matériaux conséquents à l'aval lorsque les pentes diminuent.

La culture de la vigne, en maintenant le sol à nu et en l'imperméabilisant, favorise ce phénomène. Des axes d'érosion et de ruissellement préférentiels sont ainsi visibles dans plusieurs vignes. On observe également de nombreux fossés creusés sur les parcelles viticoles pour canaliser les ruissellements provenant des coteaux.

Les ruissellements sont à l'origine de la majorité des désordres observés sur la commune. Plusieurs routes, terrains cultivés et parcelles déjà construites ont déjà été touchés par des écoulements boueux.
Une étude de phénomènes de ruissellement et d'érosion réalisée par Cedrat Developpement décrit des zones exposées aux ruissellements dans le secteur de la Croix Blanche. Le zonage établit dans cette étude ne sera pas intégralement retranscrit puisque des aménagements entrepris depuis, ont considérablement modifié l'aléa

Ces phénomènes peuvent être fortement conditionnés par des actions anthropiques (pratiques culturales, création de chemins d'exploitation ou de fossés routiers, rejets d'eaux pluviales, imperméabilisation, etc.). Ils peuvent donc apparaître ou s'intensifier dans des zones jusqu'ici peu ou pas concernées du fait d'interventions humaines.

3.2.5. LES GLISSEMENTS DE TERRAIN

Les observations réalisées pour l'élaboration de cette étude se limitent à des reconnaissances visuelles de surface. De telles investigations ne permettent pas de déterminer de manière certaine la profondeur des glissements, ni la présence de terrains sensibles en profondeur lorsque aucun glissement déclaré n'affecte la zone. Les indices recherchés sont essentiellement des détails topographiques (arrachements, bourrelets, moutonnements) mais aussi des désordres provoqués par les glissements (routes déformées, constructions fissurées, etc.).

Notons avant tout que le substrat rocheux de la commune est globalement peu propice aux glissements. Seuls des mouvements de surface sur des zones très ponctuelles peuvent s'observer.

En effet, aucun glissement actif n'a été observé sur la commune. Certains secteurs relativement raides présentent tout de même une certaine prédisposition à ce type de phénomène du fait notamment de leur pente soutenue sur des terrains parfois humides :

- Le versant faisant face au hameau des Fûts ;
- L'angle de la partie la plus au Nord de la commune (sommet de l'Ardevel) ;
- Le Bois Bousset.

Notons d'ailleurs que des décrochements marqués par des failles sont signalés sur la carte géologique dans ces secteurs donnant lieu à des terrains parfois chahutés.

Globalement, la zone boisée peuplant le nord de la commune présente des terrains pentus et parfois gorgés d'eau (facteur propices aux glissements). Néanmoins le substratum étant relativement proche, compacte et stable, les sols semblent relativement peu soumis aux instabilités profondes. Ils sont en revanche soumis aux phénomènes superficiels (glissements de la frange superficielle altérée des terrains). Un second secteur soumis à un phénomène semblable est à signaler au niveau de La Combe et de l'Ermitage.

3.3. LA CARTE DES ALÉAS

La notion d'aléa traduit la probabilité d'occurrence, en un point donné, d'un phénomène naturel de nature et d'intensité définies. Pour chacun des **phénomènes rencontrés**, trois degrés d'aléas -aléa fort, moyen ou faible - sont définis en fonction de **l'intensité** du phénomène et de sa **probabilité d'apparition**. La carte des aléas, établie sur fond cadastral au 1/5 000 présente un zonage des divers aléas observés. La précision du zonage est, au mieux, celle des fonds cartographiques utilisés comme support ; la représentation est pour partie symbolique.

Du fait de la grande variabilité des phénomènes naturels et des nombreux paramètres qui interviennent dans leur déclenchement, l'estimation de l'aléa dans une zone donnée est complexe. Son évaluation reste subjective ; elle fait appel à l'ensemble des informations recueillies au cours de l'étude, au contexte géologique, aux caractéristiques des précipitations… et à l'appréciation du chargé d'études. Pour limiter l'aspect subjectif, des grilles de caractérisation des différents aléas ont été définies à l'issue de séances de travail regroupant des spécialistes de ces phénomènes (voir § 3.3.2.1 et suivants).

Il existe une forte corrélation entre l'apparition de certains phénomènes naturels tels que les crues torrentielles ou les glissements de terrain et des épisodes météorologiques particuliers. L'analyse des conditions météorologiques permet ainsi une analyse prévisionnelle de certains phénomènes.

3.3.1. NOTION D'INTENSITÉ ET DE FRÉQUENCE

L'élaboration de la carte des aléas impose donc de connaître, sur l'ensemble de la zone étudiée, l'intensité et la probabilité d'apparition des divers phénomènes naturels.

L'intensité d'un phénomène peut être appréciée de manière variable en fonction de la nature même du phénomène : débits liquides et solides pour une crue torrentielle, volume des éléments pour une chute de blocs, importance des déformations du sol pour un glissement de terrain, etc. L'importance des dommages causés par des phénomènes de même type peut également être prise en compte.

L'estimation de la probabilité d'occurrence d'un phénomène de nature et d'intensité données traduit une démarche statistique qui nécessite de longues séries de mesures ou d'observations du phénomène. Elle s'exprime généralement par une **période de retour** qui correspond à la durée moyenne qui sépare deux occurrences du phénomène. Une crue de période de retour décennale se produit **en moyenne** tous les dix ans si l'on considère une période suffisamment longue (un millénaire) ; cela ne signifie pas que cette crue se reproduit périodiquement tous les dix ans mais simplement qu'elle s'est produite environ cent fois en mille ans, ou qu'elle a une chance sur dix de se produire chaque année.

Si certaines grandeurs sont relativement aisées à mesurer régulièrement (les débits liquides par exemple), d'autres le sont beaucoup moins, soit du fait de leur nature même (surpressions occasionnées par une coulée boueuse), soit du fait de la rareté relative du phénomène (chute de blocs). La probabilité du phénomène sera donc généralement appréciée à partir des informations historiques et des observations du chargé d'études.

3.3.2. DÉFINITION DES DEGRÉS D'ALÉA

Les critères définissant chacun des degrés d'aléas sont donc variables en fonction du phénomène considéré. En outre, les événements « rares » posent un problème délicat : une zone atteinte de manière exceptionnelle par un phénomène intense doit-elle être décrite comme concernée par un aléa faible (on privilégie la faible probabilité du phénomène) ou par un aléa fort (on privilégie l'intensité du phénomène) ? Deux logiques s'affrontent ici : dans la logique probabiliste qui s'applique à l'assurance des biens, la zone est exposée à un aléa faible ; en revanche, si la protection des personnes est prise en compte, cet aléa est fort. En effet, la faible probabilité supposée d'un phénomène ne dispense pas de la prise par l'autorité ou la personne concernée des mesures de protection adéquates. Les tableaux présentés ci-dessous résument les facteurs qui ont guidé le dessin de la carte des aléas.

Remarque relative à tous les aléas :

La carte des aléas est établie, sauf exceptions dûment justifiées, en ne tenant pas compte d'éventuels dispositifs de protection. Par contre, au vu de l'efficacité réelle actuelle de ces derniers, il pourra être proposé dans le rapport de présentation un reclassement des secteurs protégés (avec à l'appui, si nécessaire, un extrait de carte surchargé) afin de permettre la prise en considération du rôle des protections au niveau du zonage réglementaire ; ce dernier devra toutefois intégrer les risques résiduels (par insuffisance, rupture des ouvrages et/ou défaut d'entretien).

3.3.2.1. L'ALÉA CRUE DES RIVIÈRES

Aléa	*Indice*	*Critères*
Fort	C3	– Lit mineur de la rivière avec bande de sécurité de largeur variable, selon la morphologie du site, la stabilité des berges – Zones affouillées et déstabilisées par la rivière (notamment en cas de berges parfois raides et constituées de matériaux de mauvaise qualité mécanique) – Zone de divagation fréquente des rivières entre le lit majeur et le lit mineur – Zones atteintes par des crues passées avec transport de matériaux grossiers et/ou lame d'eau de plus de 1 m environ – En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : • bande de sécurité derrière les digues • zone situées à l'aval de digues jugées notoirement insuffisantes (du fait d'une capacité insuffisante du chenal ou de leur extrême fragilité l**iée le plus souvent à la carence ou à l'absence d'un maître d'ouvrage**).
Moyen	C2	– Zones atteintes par des crues passées avec lame d'eau de 0,5 à 1 m environ et sans transport de matériaux grossiers – Zone situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec possibilité de transport de matériaux grossiers – Zone situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau entre 0,5 et 1 m environ et sans transport de matériaux grossiers – En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : • zone située au-delà de la bande de sécurité pour les digues jugées suffisantes (en capacité de transit) **mais fragiles du fait de désordres potentiels (ou constatés) liés à l'absence d'un maître d'ouvrage ou à sa carence en matière d'entretien.**
Faible	C1	– Zones atteintes par des crues passées sans transport de matériaux grossiers et une lame d'eau de moins de 0,5 m avec des vitesses susceptibles d'être faibles – Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau de moins de 0,5 m environ et sans transport de matériaux grossiers – En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : • zones situées au-delà de la bande de sécurité pour les digues jugées satisfaisantes pour l'écoulement d'une crue au moins égale à la crue de référence, sans risque de submersion brutale pour une crue supérieure et **en bon état du fait de l'existence d'un maître d'ouvrage.**

Remarque : Aléa de référence = plus forte crue connue ou si cette crue est plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière.

Le zonage des crues de rivière de l'Ardières résulte de la cartographie établie dans le cadre de la modélisation hydraulique de GéoPlusEnvironnement (pour le compte du SMRB). Ce zonage a été parfois lissé à la topographie observée sur le terrain (modélisation de l'AZI parfois anguleuse).

3.3.2.2. L'ALÉA CRUE DES RUISSEAUX

Aléa	*Indice*	*Critères*

Fort	T3	• Lit mineur du torrent ou du ruisseau avec bande de sécurité de largeur variable, selon la morphologie du site, l'importance de bassin versant ou/et la nature du torrent ou du ruisseau torrentiel
		• Zones affouillées et déstabilisées par le ruisseau (notamment en cas de berges parfois raides et constituées de matériaux de mauvaise qualité mécanique)
		• Zones de divagation fréquente des ruisseaux dans le « lit majeur » et sur le cône de déjection
		• Zones atteintes par des crues passées avec transport de matériaux grossiers et/ou lame d'eau boueuse de plus de 0,5 m environ
		• Zones soumises à des probabilités fortes de débâcles
		• En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple :
		  • bande de sécurité derrière les digues
		  • zones situées au-delà pour les digues jugées notoirement insuffisantes (du fait de leur extrême fragilité ou d'une capacité insuffisante du chenal)

Moyen	T2	• Zones atteintes par des crues passées avec une lame d'eau boueuse de plus de 0,5 m environ et sans transport de matériaux grossiers. • Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec possibilité d'un transport de matériaux grossiers • Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau boueuse de plus de 0,5 m environ et sans transport de matériaux grossiers. • En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : zones situées au-delà de la bande de sécurité pour les digues jugées suffisantes (en capacité de transit) mais fragiles (risque de rupture) du fait de désordres potentiels (ou constatés) liés à l'absence d'un maître d'ouvrage ou à sa carence en matière d'entretien
Faible	T1	• Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau boueuse de moins de 0,5 m environ et sans transport de matériaux grossiers. • En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : zones situées au-delà de la bande de sécurité pour les digues jugées satisfaisantes pour l'écoulement d'une crue au moins égale à la crue de référence et sans risque de submersion brutale pour une crue supérieure.

Les lits **mineurs** des ruisseaux de la commune ont été classés en **aléa fort (T3)** de crue des ruisseaux.

Les points de débordements lorsqu'ils peuvent être impactés par une lame d'eau supérieure à 0,5 m se sont vu attribuer un **aléa moyen (T2)** de crue des ruisseaux. On retrouve ce cas à la confluence des ruisseaux de Vernus et des Crots, sur les terrains situés entre La Roche er La Pierre, en bordure de l'Ardevel en amont des Braves.

Les éventuels points de débordements lorsqu'ils peuvent être impactés par une faible lame d'eau (inférieure à 50 cm) ont été classés en **aléa faible (T1)** de crues de ruisseaux. Ce cas de figure se retrouve au niveau de Ponchon, et en plusieurs point autour de Crots et entre la Haute et la Basse Ronze.

3.3.2.3. L'ALÉA INONDATION EN PIED DE VERSANT

Aléa	*Indice*	*Critères*
Fort	I'3	• Zones planes, recouvertes par une accumulation et une stagnation, sans vitesse, d'eau «claire» (hauteur supérieure à 1 m) susceptible d'être bloquée par un obstacle quelconque, en provenance notamment : . du ruissellement sur versant . du débordement d'un ruisseau torrentiel • Fossés pérennes hors vallée alluviale y compris la marge de sécurité de part et d'autre
Moyen	I'2	• Zones planes, recouvertes par une accumulation et une stagnation, sans vitesse, d'eau «claire» (hauteur comprise entre 0,5 et 1 m) susceptible d'être bloquée par un obstacle quelconque, en provenance notamment : . du ruissellement sur versant . du débordement d'un ruisseau torrentiel ou d'un fossé hors vallée alluviale
Faible	I'1	• Zones planes, recouvertes par une accumulation et une stagnation, sans vitesse, d'eau «claire» (hauteur inférieure à 0,5 m) susceptible d'être bloquée par un obstacle quelconque, en provenance notamment : . du ruissellement sur versant . du débordement d'un ruisseau torrentiel ou d'un fossé hors vallée alluviale

Les étangs et bassins ainsi que leurs abords sont classés en **aléa fort (I'3)** d'inondation de pied de versant (Exemple bassin sur quartier de la Croix Blanche). C'est également le cas de l'ensemble des fossés de la plaine de l'Ardrières.

Les autres points bas susceptibles de voir de l'eau stagner ont été classés en **aléa moyen (I'2)** d'inondation de pied de versant. Il s'agit la plupart du temps de dépressions naturelles ou de terrains inondables du fait de la présence d'obstacles à l'écoulement.

Les secteurs formant une cuvette relativement large (et donc un étalement des eaux), souvent enherbée ont été classés en **aléa faible (I'1)** d'inondation de pied de versant. On les retrouve dans la plaine à proximité de Colombier, et dans le fond de vallon compris entre Les Builliats, La Grange Charton et La Roche.

3.3.2.4. L'ALÉA RUISSELLEMENT DE VERSANT ET RAVINEMENT

Aléa	Indice	Critères
Fort	V3	• Versant en proie à l'érosion généralisée (bad-lands). Exemples : - Présence de ravines dans un versant déboisé - Griffe d'érosion avec absence de végétation - Effritement d'une roche schisteuse dans une pente faible - Affleurement sableux ou marneux formant des combes • Axes de concentration des eaux de ruissellement, hors torrent
Moyen	V2	• Zone d'érosion localisée Exemples : - Griffe d'érosion avec présence de végétation clairsemée - Ecoulement important d'eau boueuse, suite à une résurgence temporaire • Débouchés des combes en V3 (continuité jusqu'à un exutoire)
Faible	V1	• Versant à formation potentielle de ravine • Ecoulement d'eau non concentrée, plus ou moins boueuse, sans transport de matériaux grossiers sur les versants et particulièrement en pied de versant.

Les fonds de combes, ou de talwegs secs des reliefs de la commune ont été classés en **aléa fort (V3)** de ruissellement-ravinement.

Les aménagements de gestion des eaux pluviales, dont les fossés dans les vignes, en bordure de route ou en zone urbaine sont classés **aléa fort (V3)** de ruissellement-ravinement selon une bande de 5 m de part et d'autre l'axe d'écoulement.

Les divagations possibles de ces axes hydrauliques ont été traduites en **aléa moyen (V2)** ou en **aléa faible (V1)** de ruissellement.

Les fonds de combes ou de talwegs disposant d'une topographie plate et tous les autres écoulements sont très étalés ont été classés en **aléa moyen (V2)** de ruissellement-ravinement

Quelques zones de ruissellements potentiels ont été identifiées de la commune. Il s'agit d'écoulement relativement diffus n'empruntant pas forcément les points bas du terrain. Mis à part d'éventuels cheminements aménagés, ce type de ruissellement peut donc se développer sur des superfies relativement importantes, sans risque de concentration. S'agissant donc de phénomènes d'intensité relativement modeste, ces zones de ruissellement ont toutes été classées en **aléa faible (V1)** de ruissellement. C'est notamment le cas sur l'essentiel du vignoble.

Ajoutons enfin que ces zones d'**aléa fort (V3)** et **faible (V1)** de ruissellement et de ravinement matérialisent des zones d'écoulements préférentiels et **traduisent strictement un état actuel**, mais que des phénomènes de ruissellement généralisé, de plus faible ampleur, peuvent se développer, notamment en fonction des types d'occupation des sols (pratiques culturales, terrassements légers, etc.). La prise en compte de cet aspect nécessite des mesures de « bon sens » au moment de la construction, notamment en ce qui concerne les ouvertures et les accès.

3.3.2.5. L'ALÉA GLISSEMENT DE TERRAIN

Aléa	*Indice*	*Critères*	***Exemples de formations géologiques sensibles***
Fort	G3	• Glissements actifs dans toutes pentes avec nombreux indices de mouvements (niches d'arrachement, fissures, bourrelets, arbres basculés, rétention d'eau dans les contre-pentes, traces d'humidité) et dégâts au bâti et/ou aux axes de communications • Auréole de sécurité autour de ces glissements, y compris zone d'arrêt des glissements (bande de terrain peu penté au pied des versants instables, largeur minimum 15 m) • Zone d'épandage des coulées boueuses • Glissements anciens ayant entraîné de fortes perturbations du terrain • Berges des torrents encaissés qui peuvent être le lieu d'instabilités de terrain lors de crues	• Couverture d'altération des marnes, calcaires argileux et des schistes très altérés • Moraines argileuses • Argiles glacio-lacustres • «Molasse» argileuse
Moyen	G2	• Situation géologique identique à celle d'un glissement actif et dans les pentes fortes à moyennes (de l'ordre de 20 à 70 %) avec peu ou pas d'indices de mouvement (indices estompés) • Topographie légèrement déformée (mamelonnée liée à du fluage) • Glissement ancien de grande ampleur actuellement inactif à peu actif • Glissement actif dans les pentes faibles (<20 % ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux φ du terrain instable) sans indice important en surface	• Couvertures d'altération des marnes, calcaires argileux et schistes • Moraine argileuse peu épaisse • Molasse sablo-argileuse • Eboulis argileux anciens • Argiles glacio-lacustres
Faible	G1	• Glissements potentiels (pas d'indice de mouvement) dans les pentes moyennes à faibles (de l'ordre de 10 à 30 %) dont l'aménagement (terrassement, surcharge...) risque d'entraîner des désordres compte tenu de la nature géologique du site	• Pellicule d'altération des marnes, calcaires argileux et schistes • Moraine argileuse peu épaisse • Molasse sablo-argileuse • Argiles litées

Aucun glissement actif n'a été observé sur la commune, donc aucune zone **d'aléa fort (G3).**

En revanche des secteurs fortement pentus et parfois humides tels que le versant Nord situé en face du hameau des Fûts , l'angle de la partie la plus au Nord de la commune (sommet de l'Ardevel) et le Bois Bousset ont été considérés en **aléa moyen (G2)** de glissement de terrain.

Les versants boisés et les berges de l'Ardevel sont classés en **aléa faible (G1),** en raison des pentes parfois soutenues et des matériaux meubles plus ou moins argileux de couverture.

3.3.2.6. L'ALÉA SISMIQUE

Les particularités de ce phénomène, et notamment l'impossibilité de l'analyser hors d'un contexte régional - au sens géologique du terme - imposent une approche spécifique. Cette approche nécessite des moyens importants et n'entre pas dans le cadre de cette mission. L'aléa sismique est donc déterminé par référence au zonage sismique de la France défini par le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, pour l'application des nouvelles règles de construction parasismiques. Ce zonage sismique divise le territoire national en cinq zones de sismicité croissante (de très faible à forte), en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes. Les limites de ces zones sont selon les cas ajustées à celles des communes ou celles des circonscriptions cantonales.

D'après ce zonage, la commune de REGNIÉ-DURETTE se situe en zone de sismicité faible (2 sur une échelle de 5).
Rappel : Conformément à la nouvelle réglementation du 22 octobre 2010, les communes comprises entre un aléa sismique de 2 à 5, ont l'obligation d'informer leurs citoyens par la réalisation ou la mise à jour du Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM).

3.3.3. ÉLABORATION DE LA CARTE DES ALÉAS

Chaque zone distinguée sur la carte des aléas est matérialisée par une limite et une couleur traduisant le degré d'aléa et la nature des phénomènes naturels intéressant la zone.

3.3.3.1. NOTION DE « ZONE ENVELOPPE »

L'évolution des phénomènes naturels est continue, la transition entre les divers degrés d'aléas est donc théoriquement linéaire. Lorsque les conditions naturelles (et notamment la topographie) n'imposent pas de variation particulière, les zones d'aléas fort, moyen et faible sont « emboîtées ». Il existe donc, pour une zone d'aléa fort donnée, une zone d'aléa moyen et une zone d'aléa faible qui traduisent la décroissance de l'activité et/ou de la probabilité d'apparition du phénomène avec l'éloignement. Cette gradation théorique n'est pas toujours représentée, notamment du fait des contraintes d'échelle et de dessin.

3.3.3.2. LE ZONAGE « ALÉA »

De nombreuses zones, dans lesquelles aucun phénomène actif n'a été décelé, sont décrites comme exposées à un aléa faible - voire moyen - de mouvements de terrain. Ce zonage traduit un contexte topographique ou géologique dans lequel une modification des conditions actuelles peut se traduire par l'apparition de phénomènes nouveaux. Ces modifications de la situation actuelle peuvent être très variables tant par leur importance que par leurs origines. Les causes de modification les plus fréquemment rencontrées sont les terrassements, les rejets d'eau et les épisodes météorologiques exceptionnels.

Lorsque plusieurs aléas se superposent sur une zone donnée, seul l'aléa de degré le plus élevé est représenté sur la carte. En revanche, l'ensemble des lettres et indices décrivant les aléas sont portés.

Tableau n° 4
Récapitulatif des notations utilisées sur la carte des aléas

Phénomènes	**Aléas**		
	Faible	**Moyen**	**Fort**
Crue des rivières		C2	C3
Crue des ruisseaux	T1	T2	T3
Inondation de pied de versant	I'1	I'2	I'3
Ravinement et ruissellement de versant.	V1	V2	V3
Glissement de terrain.	G1	G2	

4. INTÉGRATION RÉGLEMENTAIRE AU PLU

Cahier des fiches de prescription spéciales

4.1. PRINCIPE GÉNÉRAL

4.1.1. GRILLE DE TRANSCRIPTION

Le zonage respecte les orientations générales définies par le Guide de prise en compte des risques naturels dans les documents d'urbanisme.

<table>
<tr><th></th><th>ALEA FORT</th><th>ALEA MOYEN</th><th>ALEA FAIBLE</th></tr>
<tr><td rowspan="2">ZONES NON BATIES</td><td rowspan="2">INCONSTRUCTIBLE</td><td rowspan="2">INCONSTRUCTIBLE</td><td>INCONSTRUCTIBLE*</td></tr>
<tr><td>CONSTRUCTIBLE avec prescriptions spéciales et recommandations</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ZONES BATIES</td><td rowspan="3">MAINTIEN DU BATI A L'EXISTANT</td><td>1) INCONSTRUCTIBLE</td><td rowspan="3">CONSTRUCTIBLE avec prescriptions spéciales et recommandations</td></tr>
<tr><td>2) A priori INCONSTRUCTIBLE à moins que les conclusions d'une étude spécifique à mener soient favorables, et dans ce cas :
-> Constructible avec prescriptions de protection d'ensemble de la zone et d'adaptation du projet, sous réserve des conclusions favorables de l'étude et que ces travaux soient effectués, dans la limite de leur faisabilité technique.</td></tr>
<tr><td>3) CONSTRUCTIBLE SELON LE TYPE D'ALEA DANS CERTAINS CAS TRES PARTICULIERS
Et selon les cas :
avec prescriptions sur l'ensemble de la zone
ou constructible uniquement sur les parcelles déjà bâties, avec prescriptions spéciales et recommandations</td></tr>
</table>

4.1.2. ALÉAS FORTS :

L'aléa fort est systématiquement classé en inconstructible :

- soit parce qu'il présente un péril pour la vie des personnes (glissement de type coulée de boue, etc.) ;

- soit parce qu'il peut aboutir à la destruction du bâti (glissement progressif fissurant sérieusement les structures, etc.) ;

4.1.3. ALÉAS MOYENS :

En général, l'aléa moyen est considéré comme inconstructible quand les dispositifs de protection individuels (étude géotechnique d'adaptation du projet sur la parcelle à bâtir, surélévation des ouvertures, etc.) sont insuffisants pour ramener l'aléa à un niveau acceptable pour le projet (faible ou nul).
Du fait des techniques engagées (différents types de sondages géotechniques et géophysiques pour les mouvements de terrain, relevés topographiques précis, etc.), le montant de l'étude et des travaux de protection à réaliser nécessiterait un maître d'ouvrage de type collectif.
Enfin, cette étude pourrait conclure à l'inconstructibilité de toute ou partie de la zone d'enjeu, s'il s'avérait difficile de concevoir un dispositif qui assure une protection suffisante à un coût raisonnable pour la collectivité, ou si le risque résiduel en cas de défaillance de l'ouvrage s'avérait trop important.

4.1.4. ALÉAS FAIBLES :

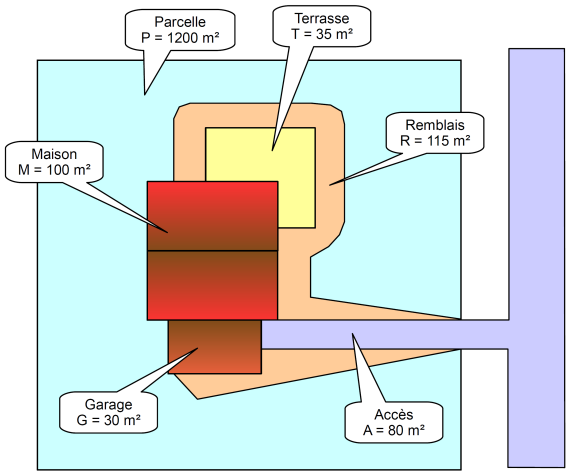
La notion d'aléa faible suppose qu'il n'y a pas de risques pour la vie des personnes, ni pour la pérennité des biens. La protection de ces derniers peut être techniquement assurée par des mesures spécifiques à la parcelle, dont la mise en œuvre relève de la responsabilité du maître d'ouvrage.
Remarque :
Certaines de ces prescriptions, telles que l'interdiction du rejet des eaux pluviales et usées dans le sol, peuvent cependant se traduire dans les faits par l'inconstructibilité des terrains, s'il n'y a pas de possibilités alternatives (raccordement au réseau ou rejet dans un émissaire capable de les recevoir sans aggravation des risques et dans le respect des normes sanitaires).

4.2. DÉFINITIONS

4.2.1. RAPPORT D'EMPRISE AU SOL EN ZONE INONDABLE (RESI)

Dans les zones inondables (crues torrentielles, crue rapide des rivières, ruissellement, inondation de pied de versant), un RESI est appliqué à chaque parcelle, en plus des prescriptions spécifiques concernant la surélévation du niveau habitable par exemple.
Ce RESI a pour objet d'éviter qu'une densification de l'urbanisation (bâti, voiries, talus) n'aboutisse à une concentration des écoulements et à une aggravation des risques, notamment pour les secteurs en aval.
Le RESI est défini par le rapport de l'emprise au sol en zone inondable constructible de l'ensemble des bâtiments et remblais (y compris rampes d'accès et talus) sur la surface de la partie en zone inondable constructible des parcelles effectivement utilisées par le projet.*

$$RESI = \frac{surface\ de\ la\ partie\ du\ projet\ en\ zone\ inondable}{surface\ de\ la\ partie\ inondable\ des\ parcelles\ utilisées}$$



Exemple :

$$RESI = \frac{M+T+G+A+R}{P}$$

$$RESI = \frac{100+30+35+80+115}{1200} = 0{,}30$$

** La notion de zone constructible est liée à la nature du projet : une zone dite « inconstructible » devient une zone constructible pour les exceptions à la règle générale d'inconstructibilité.*

Le RESI ne s'applique pas aux équipements d'intérêt collectif ou d'intérêt général si leur implantation est liée à leur fonctionnalité, sauf dans les cas d'aléa moyen d'inondation de pied de versant et de crues torrentielles. Dans ces deux cas, si le RESI dépasse 0.3, alors des protections collectives déportées doivent être obligatoirement envisagées de manière à rapporter l'aléa à un niveau faible ou « nul » autorisant un RESI égal à 1.

Les surfaces nécessaires à la réalisation des rampes pour personnes handicapées ne sont pas comptabilisées dans le calcul du RESI.

4.2.2. « PROJETS NOUVEAUX »

Est considéré comme « projet nouveau » :

- *tout ouvrage neuf (construction, aménagement, camping, installation, clôture…) ;*
- *toute extension de bâtiment existant ;*
- *toute modification ou changement de destination d'un bâtiment existant conduisant à augmenter l'exposition des personnes et/ou la vulnérabilité des biens ;*
- *toute réalisation de travaux.*

4.2.3. « MAINTIEN DU BÂTI À L'EXISTANT »

Cette prescription signifie qu'il n'y a pas changement de destination de ce bâti, à l'exception des changements qui entraîneraient une diminution de la vulnérabilité, et sans réalisation d'aménagements susceptibles d'augmenter celle-ci. Peut cependant être autorisé tout projet d'aménagement ou d'extension limitée (inférieure à 20m^2) du bâti existant, en particulier s'il a pour effet de réduire sa vulnérabilité grâce à la mise en œuvre de prescriptions spéciales propres à renforcer la sécurité du bâti et de ses occupants (voir exceptions aux interdictions générales suivantes).

4.2.4. EXCEPTIONS AUX INTERDICTIONS GÉNÉRALES

Dans les zones où la prise en compte des risques naturels conduit à interdire de manière générale tout projet nouveau, sous réserve notamment de ne pas aggraver les risques et de ne pas en provoquer de nouveaux, certains des types de projets particuliers suivants sont autorisés :

A) sous réserve complémentaire qu'ils ne conduisent pas à une augmentation de la population exposée, les travaux courants d'entretien et de gestion des constructions et installations existantes, notamment les aménagements internes, les traitements de façades, la réfection des toitures ;

B) sous réserve complémentaire d'un renforcement de la sécurité des personnes et de réduction de la vulnérabilité des biens :

- les extensions limitées nécessaires à des mises aux normes, notamment d'habitabilité ou de sécurité ;
- la reconstruction ou la réparation de bâtiments sinistrés dans le cas où les dommages n'ont pas de lien avec le risque à l'origine du classement en zone interdite, s'ils ne sont pas situés dans un secteur ou toute construction est prohibée ;

C) les changements de destination sous réserve de l'absence d'augmentation de la vulnérabilité des personnes exposées ;

D) sous réserve complémentaire qu'ils ne fassent pas l'objet d'une occupation humaine permanente et que la sécurité des personnes soit assurée :

- les abris légers, les annexes des bâtiments d'habitation d'une surface inférieure à 20m^2, ainsi que les bassins et piscines non couvertes et liées à des habitations existantes. Les bassins et piscines ne sont pas autorisés en zone de glissement de terrain si celle-ci est interdite à la construction
- les constructions et installations nécessaires à l'exploitation des carrières soumises à la législation sur les installations classées, à l'exploitation agricole ou forestière, à l'activité culturelle, touristique, sportive et de loisirs, si leur implantation est liée à leur fonctionnalité ;

E) les constructions, les installations nécessaires au fonctionnement des services d'intérêt collectif ou général déjà implantés dans la zone, les infrastructures (notamment les infrastructures de transports, de fluides, les ouvrages de dépollution), les équipements et ouvrages techniques qui s'y rattachent, sous réserve que le maître d'ouvrage prenne des dispositions appropriées aux risques, y compris ceux créés par les travaux ;

F) tous travaux et aménagements de nature à réduire les risques, notamment ceux autorisés au titre de la Loi sur l'Eau (ou valant Loi sur l'Eau), et ceux réalisés dans le cadre d'un projet global d'aménagement et de protection contre les inondations.

4.2.5. « FAÇADES EXPOSÉES »

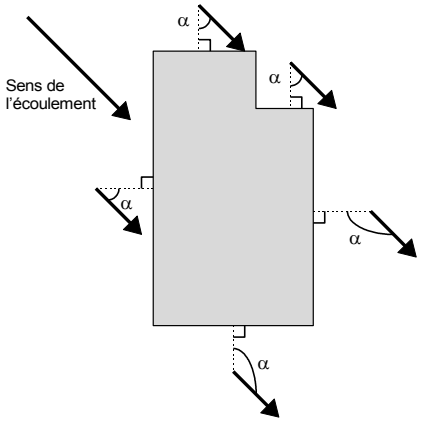
Le règlement utilise la notion de « façade exposée ». Cette notion, simple dans beaucoup de cas, mérite d'être explicitée pour les cas complexes :

la direction de propagation du phénomène est généralement celle de la ligne de plus grande pente (en cas de doute, la carte des phénomènes et la carte des aléas permettront souvent de définir sans ambiguïté le point de départ ainsi que la nature et la direction des écoulements prévisibles) ;

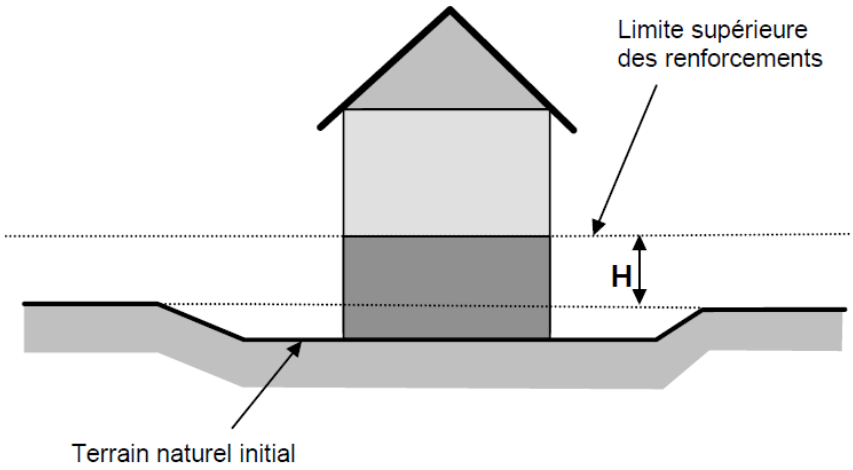
elle peut s'en écarter significativement, du fait de la dynamique propre au phénomène, d'irrégularités de la surface topographique, de l'accumulation locale d'éléments transportés (blocs,

bois, ...) constituant autant d'obstacles déflecteurs ou même de la présence de constructions à proximité pouvant aussi constituer des obstacles déflecteurs.
C'est pourquoi, sont considérés comme :
directement exposées, les façades pour lesquelles $0° \leq \alpha < 90°$
indirectement ou non exposées, les façades pour lesquelles $90° \leq \alpha < 180°$
Le mode de mesure de l'angle α est schématisé ci après.

Toute disposition architecturale particulière ne s'inscrivant pas dans ce schéma de principe devra être traitée dans le sens de la plus grande sécurité. Il peut arriver qu'un site soit concerné par plusieurs directions de propagation ; toutes sont à prendre en compte.

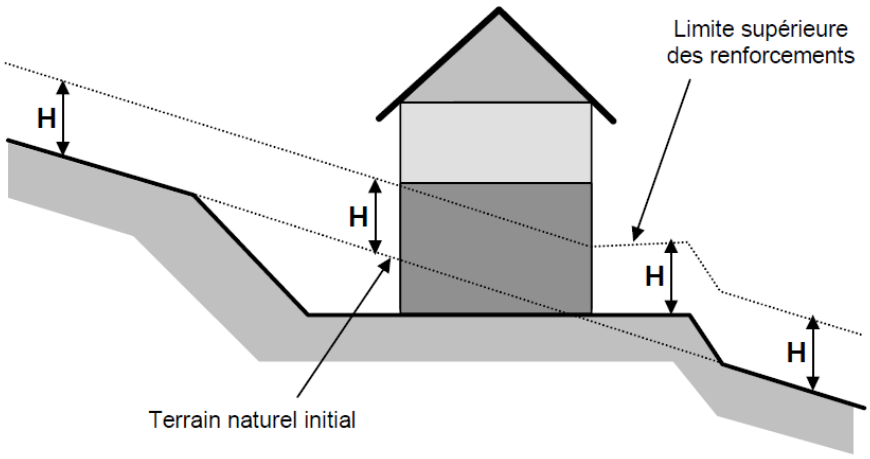


Le règlement utilise aussi la notion de « hauteur par rapport au terrain naturel » et cette notion mérite d'être explicitée pour les cas complexes. Elle est utilisée pour les écoulements des fluides ou pour les chutes de blocs.
Les irrégularités locales de la topographie ne sont pas forcément prises en compte si elles sont de surface faible par rapport à la surface totale de la zone considérée. Aussi, dans le cas de petits thalwegs ou de petites cuvettes, il faut considérer que la côte du terrain naturel est la côte des terrains environnants (les creux étant vite remplis par les écoulements), conformément au schéma suivant :



En cas de **terrassements en déblais**, la hauteur doit être mesurée par rapport au terrain naturel initial.

En cas de **terrassements en remblais**, ceux-ci ne peuvent remplacer le renforcement des façades exposées que s'ils sont attenants à la construction et s'ils ont été spécifiquement conçus pour cela (parement exposé aux écoulements subverticaux sauf pour les inondations de plaine, dimensionnement pour résister aux efforts prévisibles, ...). Dans le cas général, la hauteur à renforcer sera mesurée **depuis le sommet des remblais**.



Toute disposition architecturale particulière ne s'inscrivant pas dans ce schéma de principe devra être traitée dans le sens de la plus grande sécurité.

4.3. ERP ET ÉTABLISSEMENTS SENSIBLES

4.3.1. PROJETS NOUVEAUX

La réalisation d'ERP est interdite en zones d'aléas fort et moyen et déconseillée en zone d'aléas faibles.

Les ERP sensibles (J, L, O, R, U) et les installations nécessaires à la gestion de crise (mairie, pompiers, gendarmerie, services techniques municipaux, etc.) sont interdits dans toutes les zones affectées par un aléa quelconque.

TYPE D'ÉTABLISSEMENT : établissements installés dans un bâtiment	
TYPE	NATURE DE L'EXPLOITATION
J	Structures d'accueil pour personnes âgées et personnes handicapées
L	Salles à usage d'audition, conférences, réunions, spectacles à usage multiples
M	Magasins, centres commerciaux
N	Restaurants et débits de boissons
O	Hôtels et pensions de famille
P	Salles de danse et de jeux
R	Établissement d'enseignement, colonies de vacances
S	Bibliothèques, centres de documentation et de consultation d'archives
T	Salles d'exposition (à vocation commerciale)
U	Établissements sanitaires
V	Établissements de culte
W	Administrations, banques, bureaux
X	Établissements sportifs couverts
Y	musées

4.3.2. EXISTANT

La réalisation d'une étude de vulnérabilité et d'une étude de danger, et la mise en œuvre des mesures prescrites, est recommandée pour tous les ERP* sensibles (J, L, O, R, U) et les installations nécessaires à la gestion de crise (mairie, pompiers, gendarmerie, services techniques municipaux, etc.) concernés par un aléa quelconque.

4.4. FICHES DE PRESCRIPTIONS SPÉCIALES

ALEA aléa fort ou moyen de crues des rivières	Étiquette C3 + C2 en zone naturelle

PRESCRIPTION GENERALE D'URBANISME :
En zone naturelle : Zone interdite à l'urbanisation au regard des risques naturels.
En zone urbaine ou de projet en aléa fort (C3) : Maintien du bâti à l'existant.

MESURES INDIVIDUELLES

Existant et projets nouveaux
(toute réalisation de travaux, toute extension de bâtiment existant dans la limite de ce qui est autorisé (cf « Exceptions aux interdictions spéciales »)

Prescriptions :

U	Vérification et, si nécessaire, modification des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux ;
U	Reprofilage du terrain, sous réserve de ne pas aggraver la servitude naturelle des écoulements – (Article 640 du Code Civil)
U	Protection des ouvertures de la façade amont et/ou des façades latérales des bâtiments par des ouvrages déflecteurs (muret, butte, terrasse, etc.) sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil) ni les risques sur les propriétés voisines ; ou surélévation de ces ouvertures d'une hauteur minimale de 1.5 m environ au-dessus du terrain naturel
C	Positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.)

Recommandations :

- Réalisation d'une étude de vulnérabilité des constructions, et adaptation des bâtiments selon les préconisations de l'étude

MESURES COLLECTIVES

Recommandations :

- Entretien du lit des cours d'eau, des ouvrages de franchissement, et des sections busées.
- Adaptation des réseaux d'assainissement (clapets anti-retours et verrouillage des regards par exemple), contrôle et entretien des dispositifs
- Dans les zones protégées par un dispositif de protection existant, entretien des dispositifs par le maître d'ouvrage ou son gestionnaire, ou à défaut par la commune, afin de garantir un niveau de protection optimal.

U : mesure d'ordre urbanistique - C : mesure d'ordre constructif

ALEA aléa moyen de crue de rivière	Étiquette C2 (en zone urbaine ou de projet)

PRESCRIPTION GENERALE D'URBANISME :
En zone urbaine ou de projet : Zone constructible au regard des risques naturels, mais soumise à des prescriptions spéciales.

MESURES INDIVIDUELLES

Projets nouveaux :

Prescriptions :

U	Application d'un RESI de 0.3
U	Accès prioritairement par l'aval, ou réalisés de manière à éviter toute concentration des eaux en direction des ouvertures du projet
U	Protection des ouvertures de la façade amont et/ou des façades latérales des bâtiments projetés par des ouvrages déflecteurs (muret, butte, terrasse, etc.) ou surélévation de ces ouvertures, d'une hauteur de l'ordre de 1 m environ au-dessus du terrain après construction
C	Renforcement de la structure du bâtiment et conception soignée du chaînage
C	Protection contre les affouillements par exemple par renforcement localisé ou approfondissement des fondations par rapport à la cote hors gel habituelle
U	Reprofilage du terrain sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil), ni les risques sur les propriétés voisines et implantation en conséquence du bâtiment en évitant particulièrement la création de points bas de rétention des eaux
U	Adaptation des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux
C	Positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.).

Existant :

Prescriptions :

U	Protection des ouvertures de la façade amont et/ou des façades latérales des bâtiments projetés par des ouvrages déflecteurs (muret, butte, terrasse, etc.) sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil) ni les risques sur les propriétés voisines ; ou surélévation de ces ouvertures d'une hauteur de l'ordre de 1 m environ au-dessus du terrain naturel
C	Protection contre les affouillements par renforcement localisé par exemple
U	Reprofilage du terrain sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil), ni les risques sur les propriétés voisines
U	Vérification et, si nécessaire modification, des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux
C	Positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.).

MESURES COLLECTIVES
Recommandations **:** - Adaptation des réseaux d'assainissement (clapets anti-retours et verrouillage des regards par exemple), contrôle et entretien des dispositifs - Entretien du lit des cours d'eau, des ouvrages de franchissement, et des sections busées. - Dans les zones protégées par un dispositif de protection existant, entretien des dispositifs par le maître d'ouvrage ou son gestionnaire, ou à défaut par la commune, afin de garantir un niveau de protection optimal.

U : mesure d'ordre urbanistique - C : mesure d'ordre constructif

ALEA aléa faible de crues des rivières [C1]	Étiquette C1
PRESCRIPTION GENERALE D'URBANISME : zone constructible au regard des risques naturels, mais soumise à des prescriptions spéciales.	
MESURES INDIVIDUELLES	
Projets nouveaux :	
Prescriptions :	
U	Application d'un RESI de 0.5
U	Accès prioritairement par l'aval, ou réalisés de manière à éviter toute concentration des eaux en direction des ouvertures du projet
U	Protection des ouvertures de la façade amont et/ou des façades latérales des bâtiments projetés par des ouvrages déflecteurs (muret, butte, terrasse, etc.) ou surélévation de ces ouvertures, d'une hauteur de l'ordre de 0,50 m environ au-dessus du terrain après construction
C	Renforcement de la structure du bâtiment et conception soignée du chaînage
C	Protection contre les affouillements par exemple par renforcement localisé ou approfondissement des fondations par rapport à la cote hors gel habituelle
U	Reprofilage du terrain sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil), ni les risques sur les propriétés voisines et implantation en conséquence du bâtiment en évitant particulièrement la création de points bas de rétention des eaux
U	Adaptation des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux
C	Positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.)
Existant :	
Prescriptions	
U	Protection des ouvertures de la façade amont et/ou des façades latérales des bâtiments projetés par des ouvrages déflecteurs (muret, butte, terrasse, etc.) sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil) ni les risques sur les propriétés voisines ; ou surélévation de ces ouvertures d'une hauteur de l'ordre de 0,50 m environ au-dessus du terrain naturel
C	Protection contre les affouillements par renforcement localisé par exemple
U	Reprofilage du terrain sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil), ni les risques sur les propriétés voisines
U	Vérification et, si nécessaire modification, des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux
C	Positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.)

MESURES COLLECTIVES
Recommandations **:** **-** Adaptation des réseaux d'assainissement (clapets anti-retours et verrouillage des regards par exemple), contrôle et entretien des dispositifs. **-** Dans les zones protégées par un dispositif de protection existant, entretien des dispositifs par le maître d'ouvrage ou à son gestionnaire, ou à défaut par la commune, afin de garantir un niveau de protection optimal.

U : mesure d'ordre urbanistique - C : mesure d'ordre constructif

ALEA aléa fort et moyen de crues des ruisseaux	ÉtiquettesT3 et T2

PRESCRIPTION GENERALE D'URBANISME :
Zone interdite à l'urbanisation au regard des risques naturels.
Maintien du bâti à l'existant.

MESURES INDIVIDUELLES

Existant et projets nouveaux
(toute réalisation de travaux, toute extension de bâtiment existant dans la limite de ce qui est autorisé (cf « Exceptions aux interdictions spéciales »).

Prescriptions pour l'existant et les projets nouveaux:

U	Vérification et, si nécessaire, modification des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux.
U	Protection des ouvertures de la façade amont et/ou des façades latérales des bâtiments par des ouvrages déflecteurs (muret, butte, terrasse, etc.) sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil) ni les risques sur les propriétés voisines ; ou surélévation de ces ouvertures d'une hauteur minimale de 1,0 m environ au-dessus du terrain naturel. Pour l'existant, cette mesure s'appliquera, dans la mesure du possible, à l'occasion de travaux de rénovation.
C	Positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.). Pour l'existant, cette mesure s'appliquera, dans la mesure du possible, à l'occasion de travaux de rénovation.

Prescriptions pour les projets nouveaux uniquement :

U	Reprofilage du terrain, sous réserve de ne pas aggraver la servitude naturelle des écoulements – (Article 640 du Code Civil).
C	Adaptation des aménagements au contexte hydraulique, selon les conditions définies par une étude hydraulique réalisée par un bureau d'études spécialisé. <u>Cahier des charges sommaire de l'étude hydraulique, à adapter à la situation des lieux, et aux caractéristiques du projet :</u> -détermination des débits Q10 et Q100 ; -détermination du seuil de débordement, hauteur et vitesses ; -détermination des adaptations structurelles ou protection déportée de nature à protéger l'aménagement et ses usagers ; -détermination des mesures visant à la non-aggravation du risque pour son environnement.

Recommandations :

- Réalisation d'une étude de vulnérabilité des constructions, et adaptation des bâtiments selon les préconisations de l'étude.

MESURES COLLECTIVES

Prescriptions:

- Entretien des ouvrages

Recommandations :

- Entretien du lit des cours d'eau, des ouvrages de franchissement, des sections busées et autres ouvrages de protection.

- Adaptation des réseaux d'assainissement (clapets anti-retour et verrouillage des regards par exemple), contrôle et entretien des dispositifs. - Dans les zones protégées par un dispositif de protection existant, entretien des dispositifs par le maître d'ouvrage ou son gestionnaire, ou à défaut par la commune, afin de garantir un niveau de protection optimal.

U : mesure d'ordre urbanistique - C : mesure d'ordre constructif

ALEA aléa faible de crues des ruisseaux	Étiquette T1

PRESCRIPTION GENERALE D'URBANISME : zone constructible au regard des risques naturels, mais soumise à des prescriptions spéciales.

MESURES INDIVIDUELLES

Projets nouveaux :

Prescriptions :

U	Application d'un RESI de 0.5.
U	Accès prioritairement par l'aval, ou réalisés de manière à éviter toute concentration des eaux en direction des ouvertures du projet.
U	Protection des ouvertures de la façade amont et/ou des façades latérales des bâtiments projetés par des ouvrages déflecteurs (muret, butte, terrasse, etc.) ou surélévation de ces ouvertures, d'une hauteur de l'ordre de 0,50 m environ au-dessus du terrain après construction.
C	Renforcement de la structure du bâtiment et conception soignée du chaînage.
C	Protection contre les affouillements par exemple par renforcement localisé ou approfondissement des fondations par rapport à la cote hors gel habituelle.
U	Reprofilage du terrain sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil), ni les risques sur les propriétés voisines et implantation en conséquence du bâtiment en évitant particulièrement la création de points bas de rétention des eaux.
U	Adaptation des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux.
C	Positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.).

Existant :

Prescriptions

U	Dans la mesure du possible et dans le cadre de travaux de rénovation, protection des ouvertures de la façade amont et/ou des façades latérales des bâtiments par des ouvrages déflecteurs (muret, butte, terrasse, etc.) sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil) ni les risques sur les propriétés voisines ; ou surélévation de ces ouvertures d'une hauteur de l'ordre de 0,50 m environ au-dessus du terrain naturel.
C	Protection contre les affouillements par renforcement localisé par exemple.
U	Vérification et, si nécessaire modification, des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux.
C	Dans la mesure du possible et dans le cadre de travaux de rénovation, positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.).

MESURES COLLECTIVES
Recommandations : - Adaptation des réseaux d'assainissement (clapets anti-retour et verrouillage des regards par exemple), contrôle et entretien des dispositifs. - Dans les zones protégées par un dispositif de protection existant, entretien des dispositifs par le maître d'ouvrage ou son gestionnaire, ou à défaut par la commune, afin de garantir un niveau de protection optimal.

U : mesure d'ordre urbanistique - C : mesure d'ordre constructif

ALEA aléa fort ou moyen d'inondation de pied de versant	Étiquettes I'3 + I'2 en zone naturelle

PRESCRIPTION GENERALE D'URBANISME :
En zone naturelle : Zone interdite à l'urbanisation au regard des risques naturels.
En zone urbaine ou de projet en aléa fort (I'3) : Maintien du bâti à l'existant.

MESURES INDIVIDUELLES

Existant et projets nouveaux
(toute réalisation de travaux, toute extension de bâtiment existant dans la limite de ce qui est autorisé (cf « Exceptions aux interdictions spéciales »).

Prescriptions :

U	Vérification et, si nécessaire modification, des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux.
U	Pour les projets nouveaux uniquement, reprofilage du terrain, sous réserve de ne pas aggraver la servitude naturelle des écoulements – (Article 640 du Code Civil).
U	Protection des ouvertures sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil) ni les risques sur les propriétés voisines ; ou surélévation de ces ouvertures d'une hauteur de l'ordre de 1 m environ au-dessus du terrain naturel.
C	Positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.). Pour l'existant, cette mesure s'appliquera, dans la mesure du possible, à l'occasion de travaux de rénovation.

Recommandations :

- Réalisation d'une étude de vulnérabilité des constructions, et adaptation des bâtiments selon les préconisations de l'étude.

MESURES COLLECTIVES

Recommandations **:**

- Entretien du lit des cours d'eau, des ouvrages de franchissement, et des sections busées
- Dans les zones protégées par un dispositif de protection existant, entretien des dispositifs par le maître d'ouvrage ou son gestionnaire, ou à défaut par la commune, afin de garantir un niveau de protection optimal.

U : mesure d'ordre urbanistique - C : mesure d'ordre constructif

ALEA aléa moyen d'inondation en pied de versant	Étiquette I'2 (en zone urbaine ou de projet)

PRESCRIPTION GENERALE D'URBANISME :
En zone urbaine ou de projet : Zone constructible au regard des risques naturels, mais soumise à des prescriptions spéciales.

MESURES INDIVIDUELLES

Projets nouveaux :

Prescriptions :

U	Application d'un RESI de 0.3
U	Surélévation des ouvertures d'une hauteur de l'ordre de 1 m environ au-dessus du terrain naturel ou reprofilage du terrain en fonction de cette cote.
U	Reprofilage du terrain sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil), ni les risques sur les propriétés voisines et implantation en conséquence du bâtiment en évitant particulièrement la création de points bas de rétention des eaux
U	Adaptation des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux
C	Positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.).

Existant :

Prescriptions :

C	Lors de travaux de rénovation : positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.).

MESURES COLLECTIVES

Recommandations **:**

- Adaptation des réseaux d'assainissement (clapets anti-retours et verrouillage des regards par exemple), contrôle et entretien des dispositifs

- Dans les zones protégées par un dispositif de protection existant, entretien des dispositifs par le maître d'ouvrage ou son gestionnaire, ou à défaut par la commune afin de garantir un niveau de protection optimal.

U : mesure d'ordre urbanistique - C : mesure d'ordre constructif

ALEA aléa faible d'inondation de pied de versant	Étiquette I'1
PRESCRIPTION GENERALE D'URBANISME : zone constructible au regard des risques naturels, mais soumise à des prescriptions spéciales.	
MESURES INDIVIDUELLES	
Projets nouveaux :	
Prescriptions :	
U	Application d'un RESI de 0,5.
U	Surélévation des ouvertures d'une hauteur de l'ordre de 0.5 m environ au-dessus du terrain naturel ou reprofilage du terrain en fonction de cette cote.
U	Reprofilage du terrain sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil), ni les risques sur les propriétés voisines et implantation en conséquence du bâtiment en évitant particulièrement la création de points bas de rétention des eaux.
U	Adaptation des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux.
C	Positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.). Pour l'existant, cette mesure s'appliquera, dans la mesure du possible, à l'occasion de travaux de rénovation.
MESURES COLLECTIVES	
Recommandations **:** - Adaptation des réseaux d'assainissement (clapets anti-retour et verrouillage des regards par exemple), contrôle et entretien des dispositifs. - Dans les zones protégées par un dispositif de protection existant, entretien des dispositifs par le maître d'ouvrage ou son gestionnaire, ou à défaut par la commune, afin de garantir un niveau de protection optimal.	

U : mesure d'ordre urbanistique - C : mesure d'ordre constructif

ALEA aléa fort ou moyen de ruissellement de versant	Étiquettes V3 + V2 (en zone naturelle)

PRESCRIPTION GENERALE D'URBANISME :
En zone naturelle : Zone interdite à l'urbanisation au regard des risques naturels.
En zone urbaine ou de projet en aléa fort (V3) : Maintien du bâti à l'existant.

MESURES INDIVIDUELLES

Existant et projets nouveaux
(toute réalisation de travaux, toute extension de bâtiment existant dans la limite de ce qui est autorisé (cf « Exceptions aux interdictions spéciales »)

Prescriptions :

U	Vérification et, si nécessaire, modification des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux ;
U	Reprofilage du terrain, sous réserve de ne pas aggraver la servitude naturelle des écoulements – (Article 640 du Code Civil)
U	Protection des ouvertures de la façade amont et/ou des façades latérales des bâtiments par des ouvrages déflecteurs (muret, butte, terrasse, etc.) sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil) ni les risques sur les propriétés voisines ; ou surélévation de ces ouvertures d'une hauteur minimale de 1 m environ au-dessus du terrain naturel
C	Positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.)
C	Réalisation d'une étude de vulnérabilité des constructions, et adaptation des bâtiments selon les préconisations de l'étude

MESURES COLLECTIVES

Recommandations :

- Entretien du lit des fossés, des ouvrages de protection, des ouvrages de franchissement, et des sections busées.
- Dans les zones protégées par un dispositif de protection existant, entretien des dispositifs par le maître d'ouvrage ou son gestionnaire, ou à défaut par la commune, afin de garantir un niveau de protection optimal.

U : mesure d'ordre urbanistique - C : mesure d'ordre constructif

ALEA aléa moyen de ruissellement de versant [V2]	Étiquette V2 en zone urbaine ou de projet)

PRESCRIPTION GENERALE D'URBANISME : zone constructible au regard des risques naturels, mais soumise à des prescriptions spéciales.

MESURES INDIVIDUELLES

Projets nouveaux :

Prescriptions :

U	Accès prioritairement par l'aval, ou réalisés de manière à éviter toute concentration des eaux en direction des ouvertures du projet
U	Protection des ouvertures de la façade amont et/ou des façades latérales des bâtiments projetés par des ouvrages déflecteurs (muret, butte, terrasse, etc.) ou surélévation de ces ouvertures, d'une hauteur de l'ordre de **1 m** environ au-dessus du terrain après construction
U	Reprofilage du terrain sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil), ni les risques sur les propriétés voisines et implantation en conséquence du bâtiment en évitant particulièrement la création de points bas de rétention des eaux
U	Adaptation des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux
C	Positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.)

Existant :

Prescriptions

U	vérification et, si nécessaire, modification des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux
C	positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.)
U	protection des ouvertures de la façade amont et/ou des façades latérales des bâtiments projetés par des ouvrages déflecteurs (muret, butte, terrasse, etc.) sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil) ni les risques sur les propriétés voisines ; ou surélévation de ces ouvertures d'une hauteur de l'ordre de **1 m** environ au-dessus du terrain naturel.

MESURES COLLECTIVES

Recommandations **:**

- Adaptation des réseaux d'assainissement (clapets anti-retours et verrouillage des regards par exemple), contrôle et entretien des dispositifs.
- Dans les zones protégées par un dispositif de protection existant, entretien des dispositifs par le maître d'ouvrage ou son gestionnaire, ou à défaut par la commune, afin de garantir un niveau de protection optimal.

U : mesure d'ordre urbanistique - C : mesure d'ordre constructif

ALEA aléa faible de ruissellement de versant	Étiquette V1

PRESCRIPTION GENERALE D'URBANISME : zone constructible au regard des risques naturels, mais soumise à des prescriptions spéciales.

MESURES INDIVIDUELLES

Projets nouveaux :

Prescriptions :

U	Accès prioritairement par l'aval, ou réalisés de manière à éviter toute concentration des eaux en direction des ouvertures du projet
U	Protection des ouvertures de la façade amont et/ou des façades latérales des bâtiments projetés par des ouvrages déflecteurs (muret, butte, terrasse, etc.) ou surélévation de ces ouvertures, d'une hauteur de l'ordre de 0,50 m environ au-dessus du terrain après construction
U	Reprofilage du terrain sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil), ni les risques sur les propriétés voisines et implantation en conséquence du bâtiment en évitant particulièrement la création de points bas de rétention des eaux
U	Adaptation des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux
C	Positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.)

Existant :

Prescriptions

U	Vérification et, si nécessaire modification, des conditions de stockage des produits dangereux ou polluants de façon à ce qu'ils ne puissent ni être entraînés ni polluer les eaux
C	Positionnement hors crue et protection des postes techniques vitaux (électricité, gaz, eau, chaufferie, téléphone, etc.)
U	Protection des ouvertures de la façade amont et/ou des façades latérales des bâtiments projetés par des ouvrages déflecteurs (muret, butte, terrasse, etc.) sous réserve de n'aggraver ni la servitude naturelle des écoulements (Article 640 du Code Civil) ni les risques sur les propriétés voisines ; ou surélévation de ces ouvertures d'une hauteur de l'ordre de 0,50 m environ au-dessus du terrain naturel.

MESURE COLLECTIVE

Recommandations **:**

- Adaptation des réseaux d'assainissement (clapets anti-retours et verrouillage des regards par exemple), contrôle et entretien des dispositifs.
- Dans les zones protégées par un dispositif de protection existant, entretien des dispositifs par le maître d'ouvrage ou son gestionnaire, ou à défaut par la commune, afin de garantir un niveau de protection optimal.

U : mesure d'ordre urbanistique - C : mesure d'ordre constructif

ALEA aléa moyen de glissement de terrain	Étiquette G2

PRESCRIPTION GENERALE D'URBANISME :
Zone interdite à l'urbanisation au regard des risques naturels.
Maintien du bâti à l'existant.

MESURES INDIVIDUELLES

Existant et projets nouveaux
(toute réalisation de travaux, toute extension de bâtiment existant dans la limite de ce qui est autorisé (cf « Exceptions aux interdictions spéciales »)

Prescriptions :

C

Adaptation des aménagements à la nature du sol et à la pente, selon les conditions définies par une étude géotechnique réalisée par un bureau d'études spécialisé :
Cahier des charges sommaire de l'étude géotechnique, à adapter à la situation des lieux, et aux caractéristiques du projet :
Cette étude a pour objectif de définir l'adaptation de votre projet au terrain, en particulier le choix du niveau et du type de fondation ainsi que certaines modalités de rejets des eaux. Menée dans le contexte géologique du secteur, elle définira les **caractéristiques mécaniques du terrain** d'emprise du projet, de manière à préciser les contraintes à respecter, d'une part pour **garantir la sécurité du projet vis-à-vis de l'instabilité des terrains** et des risques de tassement, d'autre part pour **éviter toute conséquence défavorable** du projet **sur le terrain environnant**.

Dans ces buts, l'étude géotechnique se préoccupera des risques liés notamment aux aspects suivants :

- instabilité due aux **terrassements** (déblais-remblais) et aux **surcharges** : bâtiments, accès ;
- gestion des eaux de surface et souterraines (drainage...) ;
- conception des **réseaux** et modalités de **contrôle ultérieur** à mettre en place avec prise en compte du risque de rupture de canalisations inaptes à résister à des mouvements lents du sol ;
- en l'absence de réseaux aptes à recevoir les eaux usées, pluviales et de drainage entraînant leur rejet dans un exutoire superficiel, impact de ces rejets sur ce dernier et mesures correctives éventuelles (ex. : maîtrise du débit) ;
- définition des contraintes particulières pendant la durée du chantier (terrassements, collecte des eaux).

Le cas échéant, une étude des structures du bâtiment pourra compléter l'étude géotechnique.

Recommandations :

- Raccordement des dispositifs d'infiltration des eaux pluviales et usées aux réseaux ou contrôles rigoureux de l'étanchéité des réseaux privés (A.E.P. inclus) et des éventuels dispositifs d'infiltration, avec remise en état des installations en cas de contrôle défectueux.

MESURES COLLECTIVES

Recommandations **:**

- Contrôle et entretien des réseaux d'eaux (potable, pluviale, assainissement), avec remise en état des installations en cas de contrôle défectueux
- Dans les zones protégées par un dispositif de protection existant, entretien des dispositifs par le maître d'ouvrage ou son gestionnaire, ou à défaut par la commune, afin de garantir un niveau de protection optimal.

C : mesure d'ordre constructif

ALEA aléa faible de glissement de terrain	Étiquette G1

PRESCRIPTION GENERALE D'URBANISME : zone constructible au regard des risques naturels, mais soumise à des prescriptions spéciales.

MESURES INDIVIDUELLES

Projets nouveaux :

Prescriptions :

U	Interdiction de rejet des eaux pluviales, usées, de drainage dans le sol

Recommandations :

- Adaptation des aménagements à la nature du sol et à la pente, selon les conditions définies par une étude géotechnique réalisée par un bureau d'études spécialisé

Cahier des charges sommaire de l'étude géotechnique, à adapter à la situation des lieux, et aux caractéristiques du projet :

Cette étude a pour objectif de définir l'adaptation de votre projet au terrain, en particulier le choix du niveau et du type de fondation ainsi que certaines modalités de rejets des eaux. Menée dans le contexte géologique du secteur, elle définira les **caractéristiques mécaniques du terrain** d'emprise du projet, de manière à préciser les contraintes à respecter, d'une part pour **garantir la sécurité du projet vis-à-vis de l'instabilité des terrains** et des risques de tassement, d'autre part pour **éviter toute conséquence défavorable** du projet **sur le terrain environnant**.
Dans ces buts, l'étude géotechnique se préoccupera des risques liés notamment aux aspects suivants :

- instabilité due aux **terrassements** (déblais-remblais) et aux **surcharges** : bâtiments, accès ;
- gestion des eaux de surface et souterraines (drainage...) ;
- conception des **réseaux** et modalités de **contrôle ultérieur** à mettre en place avec prise en compte du risque de rupture de canalisations inaptes à résister à des mouvements lents du sol ;
- en l'absence de réseaux aptes à recevoir les **eaux usées, pluviales et de drainage**, entraînant leur rejet dans un exutoire superficiel, **impact de ces rejets** sur ce dernier et mesures correctives éventuelles ;
- définition des contraintes particulières pendant la durée du chantier (terrassements, collecte des eaux).

Le cas échéant, une étude des structures du bâtiment pourra compléter l'étude géotechnique.

Existant :

Recommandations :

- Contrôle de l'étanchéité des réseaux privés (A.E.P. inclus) et des éventuels dispositifs d'infiltration, avec remise en état des installations en cas de contrôle défectueux

MESURES COLLECTIVES

Recommandations **:**

- Contrôle et entretien des réseaux d'eaux (potable, pluviale, assainissement), avec remise en état des installations en cas de contrôle défectueux.
- Dans les zones protégées par un dispositif de protection existant, entretien des dispositifs par le maître d'ouvrage ou son gestionnaire, ou à défaut par la commune, afin de garantir un niveau de protection optimal.

U : mesure d'ordre urbanistique

BIBLIOGRAPHIE

1. **Carte topographique « série bleue » au 1/25 000** Feuille 2929ET – Beaujeu / Belleville / Haut Beaujolais - IGN.
2. **Carte géologique de la France au 1/50 000 Feuille n°649 Beaujeu,** BRGM.
3. É**tude de phénomènes de ruissellement et d'érosion sur la commune de Regnié-Durette**, Cédrat Développement, 2004.
4. **Étude hydraulique et hydrologique des rivières du Beaujolais**, GéoPlusEnvironnement, 2010.
5. **Inventaire des situations à précipitations remarquables en Rhône-Alpes**, Météo France, 1998.
6. **Porté à Connaissance des mouvements de terrain dans le département du Rhône**. BRGM, 2013.
7. **Plan cadastral au 1/5000 de la commune**.
8. **Plan d'Occupation des Sols (POS) de la commune**
9. **Projet du Plan local d'Urbanisme (PLU)**
10. www.insee.fr
11. www.prim.net
12. www.bdmvt.net
13. www.geoportail.fr
14. Google Map

DEPARTEMENT DU RHONE
COMMUNAUTE DE COMMUNES DE LA REGION DE BEAUJEU

ETUDE DE PHENOMENES DE RUISSELLEMENT ET D'EROSION SUR LA COMMUNE DE REGNIE-DURETTE

RAPPORT DEFINITIF

CEDRAT DEVELOPPEMENT

Janvier 2004
Etude : 2H1542

Titre	:	ETUDE DE RUISSELLEMENT ET D'EROSION A REGNIER-DURETTE

Maître d'ouvrage	:	Communauté de Communes de la Région de Beaujeu
Conducteur d'études	:	Direction Départementale de l'Equipement du Rhône Service Aménagement des Collectivités locales Bureau d'Etudes Eau et Assainissement
Opération	:	Etude de phénomènes de ruissellement et d'érosion sur la commune de Régnié-Durette
Objet de la mission	:	Mission de qualification des aléas d'inondation par phénomène de ruissellement et d'érosion

Affaire suivie par	:	**Etienne RETAILLEAU** **Jacques SELLIER**
Etude référencée	:	2H1542
Rapport émis en	:	Janvier 2004

Coordonnées du bureau d'études : CEDRAT DEVELOPPEMENT

CEDRAT DEVELOPPEMENT

10 Chemin du Pré Carré - ZIRST - 38246 MEYLAN Cedex
Tel : 04.76.90.50.45. - Fax : 04.76.90.16.09.
Email : cedrat-dev@cedrat.com

SOMMAIRE

INTRODUCTION 2

1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE 3

1.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE 3

1.2 CONTEXTE CLIMATIQUE 4

1.3 CONTEXTE GEOLOGIQUE 5

1.4 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE 6

1.5 CONTEXTE PEDOLOGIQUE 6

2. HYDROLOGIE 7

2.1 ESTIMATION DES DÉBITS DE POINTE 7

2.2 PLUVIOMÉTRIE EXEPTIONNELLE 8

2.3 CARACTÉRISTIQUES DES BASSINS VERSANTS 9

2.3.1 Délimitation des bassins versants etudies 9

2.3.2 Occupation des sols - Coefficients de ruissellement 10

2.3.3 Débits de crues décennaux et centennaux - Etat actuel 12

2.3.4 Débits de crues décennaux et centennaux - Etat Futur 13

2.3.5 Incidence de l'urbanisation projetée 14

3. HYDRAULIQUE 16

3.1 ETUDE DES ALÉAS 16

3.1.1 Analyse historique 16

3.1.2 Définition de l'aléa 17

3.1.3 Aléa de référence 17

3.1.4 Caractérisation des niveaux d'aléa 17

3.1.5 Cartographie de l'aiea sur la zone d'étude 18

4. PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENT 19

4.1 OBJECTIFS À ATTEINDRE 19

4.2 PROPOSITIONS 19

4.2.1 Bassin de rétention au niveau du bassin versant 22 19

4.2.2 Bassin de rétention au niveau du bassin versant n° 19 21

4.2.3 Bassin de rétention à la jonction des bassins versants 6 et 19 22

4.2.4 Bassin de rétention au niveau du bassin 21 24

4.2.5 Bassin de rétention sur le bassin versant 2 (La Plaigne) 25

4.2.6 Bilan des de débits après construction des bassins de rétention 27

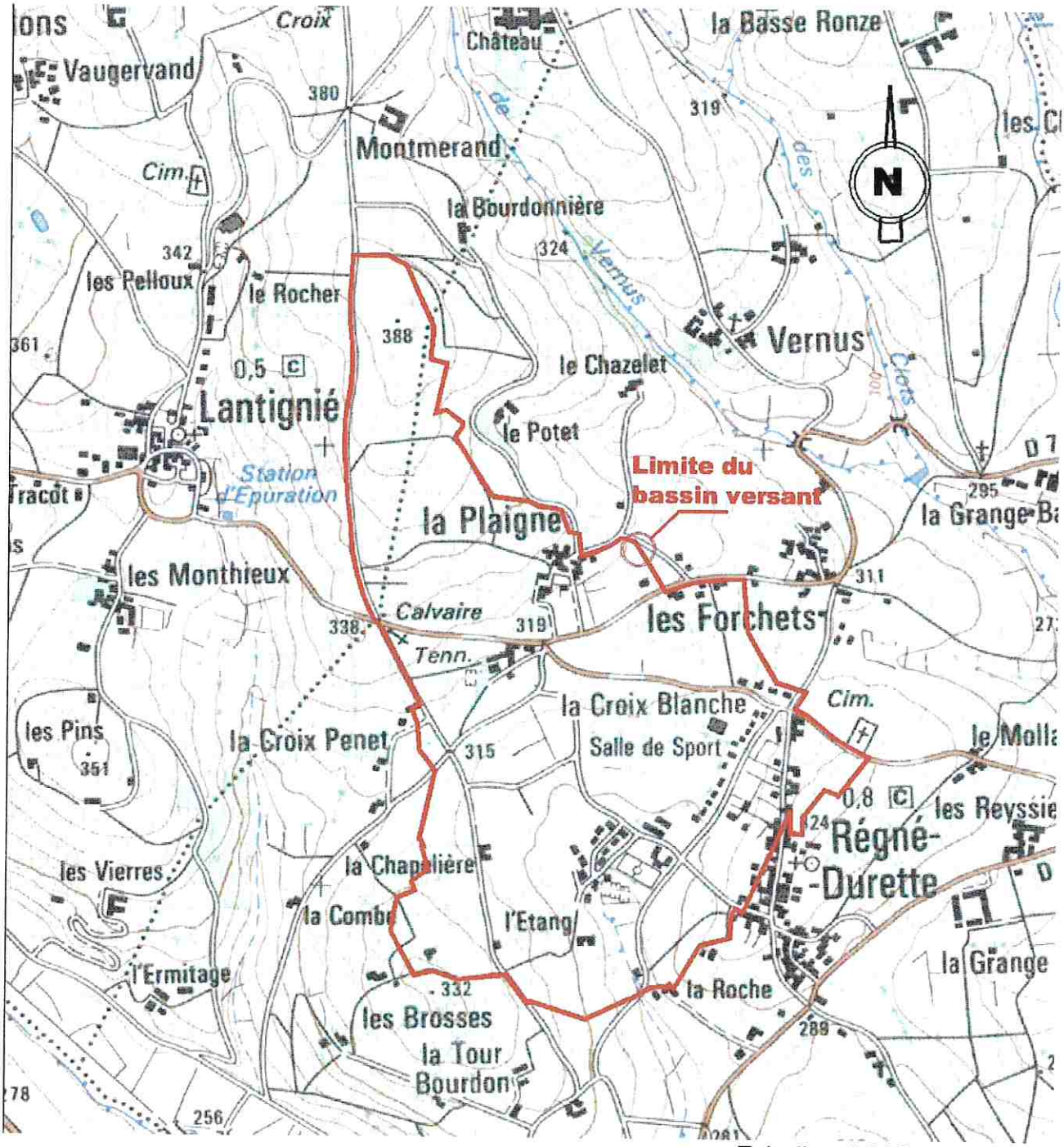
5. ESTIMATION FINANCIÈRE 28

1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

La commune de Régnié-Durette est située dans les monts du Beaujolais. L'espace rural est surtout marqué par un riche vignoble sur des coteaux bien exposés. Son territoire s'étend de la rivière Ardières au sud, à la ligne de faîtes (point culminant à 720 m)

Carte de situation



Echelle : 1 / 15 000 environ

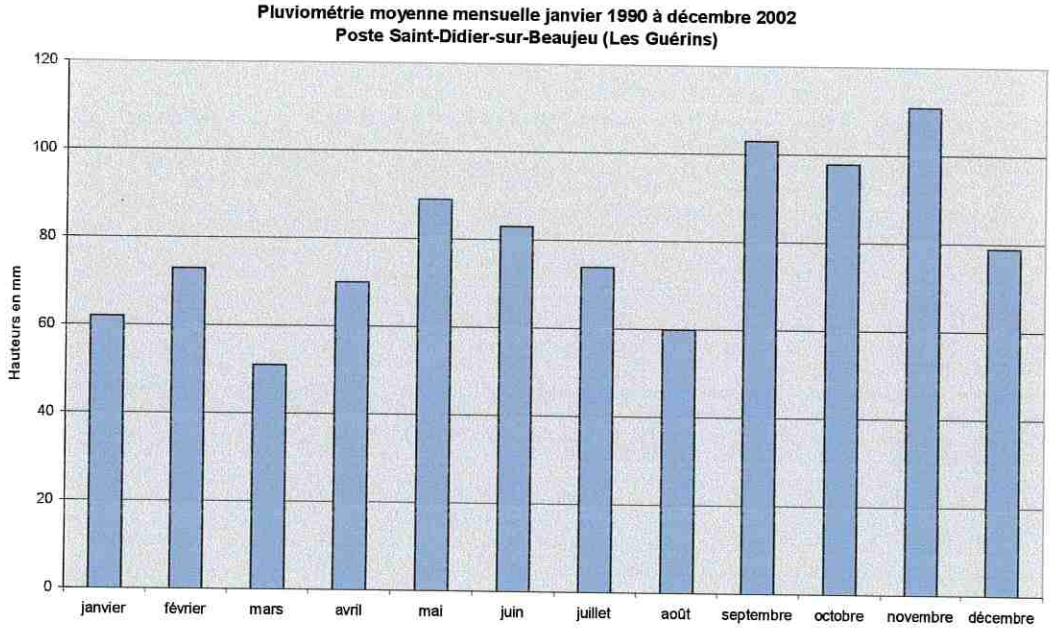
1.2 CONTEXTE CLIMATIQUE

Le climat est de type semi-continental tempéré avec des hivers rigoureux, des printemps humides, des gelées printanières, des étés chauds et secs, et des automnes cléments.

La température varie entre –10° C et 40° C au cours de l'année. La pluviométrie est de l'ordre de 800 mm répartis au cours des saisons mais avec un régime irrégulier.

De décembre à mars, les précipitations sont peu intenses, ensuite, vient une période avec de nombreux et violents orages jusqu'en été.

Le tableau ci-après présente le régime moyen des précipitations en beaujolais sur la période 1990/2002.

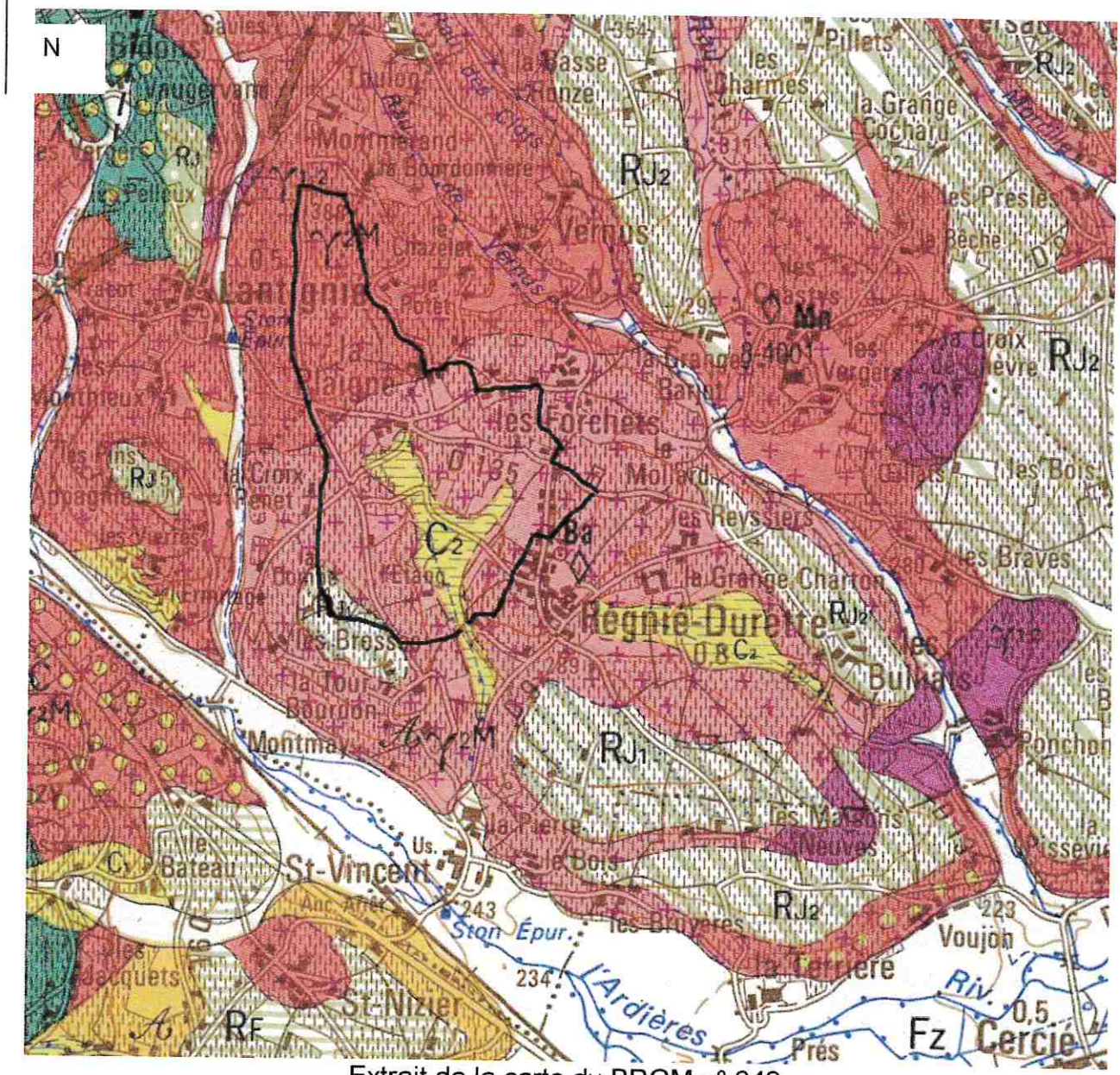


1.3 CONTEXTE GEOLOGIQUE

Les roches présentes dans le secteur d'étude sont de formation tertiaire, granites Namuro-Wesphalien (-325 MA). Il s'agit de "granite porphyroïde à biotides"; c'est une roche claire de grain moyen, localement fin, irrégulièrement porhyroïde, rarement très fraîche.

Au sud du lieudit la Plaigne, la formation est altérée, sur le substrat précédemment décrit.
A l'est, au lieu-dit les Brosses, au sommet du monticule, le terrain est constitué d'alluvions résiduelles non identifiées d'épandage de piedmont.
Le thalweg au milieu est constitué d'argile, de colluvions limono-argileuses et de sable.

En général, l'horizon superficiel est de faible épaisseur, voire inexistant.



Extrait de la carte du BRGM n° 649

C2 : Fonds de vallons argiles, limons, sables

Formations d'altération à structure conservée sur substrat identifié

γ2M Granite porphyroïde à biotite

1.4 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

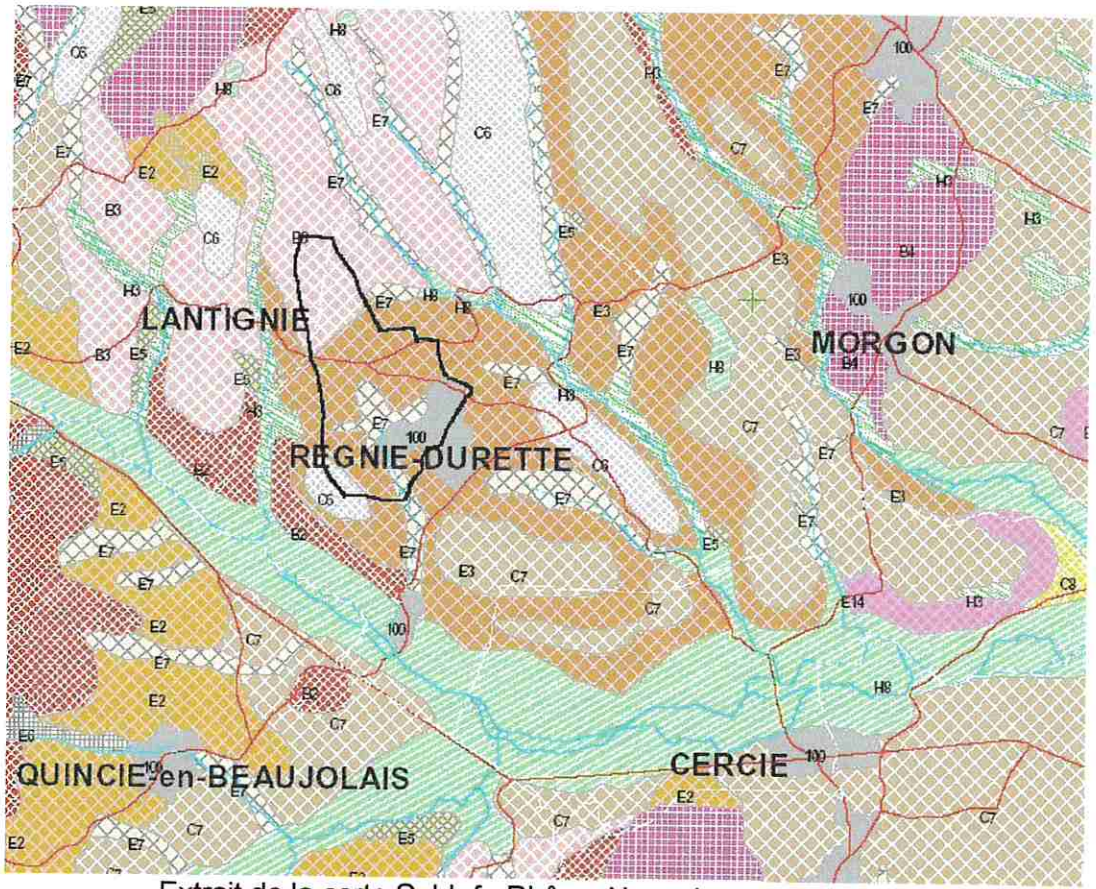
Les formations altérées superficielles sont faiblement perméables, elles jouent principalement un rôle de d'emmagasinement ; les fissures créent un milieu de perméabilité variable, selon le degré de colmatage.

Il est à noter la présence d'un ancien puits où l'eau est à quelques mètres du sol au-dessus du lieu-dit La Plaigne.

1.5 CONTEXTE PEDOLOGIQUE

L'analyse pédologique de la zone à étudier est issue de la cartographie effectuée par l'équipe de Sols Info Rhône-Alpes en novembre 2000.
De l'amont vers l'aval les sols sont :

- (B3) **Alocrisols** (sols bruns acides). Sols sablo-limoneux à sable grossier, superficiels à moyennement profonds, en pentes, développés à partir d'altérites de roches cristallines ou métamorphiques ;
- (E3) **Brunisols** (Sols peu évolués). Sols sableux à sable grossier de bas de pentes, parfois associés à des sols superficiels. Brunisols colluviques parfois alocrisols (colluvial acide) ;
- (E7) Sols limono-sableux à sable limoneux de thalweg, profonds à moyennement profonds, colluviaux.



Extrait de la carte Sol-Info Rhône-Alpes de novembre 2000

Les sols du secteur étudié présentent ainsi deux caractéristiques principales :

- Les sols sont généralement superficiels, et peu perméable, de texture limono-sableuse à sable grossier.
- Dans le thalweg au milieu de la zone étudiée les sols sont profonds.

2. HYDROLOGIE

L'étude hydrologique permet de calculer des débits de crue en différents points du secteur, choisis pour leur représentativité. Un point est choisi en général sur un site posant un problème et susceptible d'être aménagé.

Les calculs sont menés pour évaluer dans un premier temps la crue décennale et ensuite la crue centennale.

2.1 ESTIMATION DES DEBITS DE POINTE

Les débits de pointe (Q_{10} et Q_{100}) sont calculés à partir de la méthode rationnelle :

$$Q_{10} = \frac{1}{360} Cr.I_{10}.A.$$

Avec pour Q_{10} :

- Q_{10} = débit décennal (m^3/s)
- Cr = coefficient de ruissellement
- I_{10} = intensité de pluie décennale sur le temps de concentration t_c (mm/h)
- A = surface du bassin versant (ha)

Et pour Q_{100} :

- Q_{100} = débit centennal (m^3/s)
- Cr = coefficient de ruissellement
- I_{100} = intensité de pluie centennale sur le temps de concentration t_c (mm/h)
- A = surface du bassin versant (ha)

Le temps de concentration t_c est le temps nécessaire à l'écoulement pour parcourir la plus grande longueur hydraulique, du bord du bassin versant à l'exutoire.

2.2 PLUVIOMETRIE EXCEPTIONNELLE

Les pluies décennales et centennales doivent être calculées pour obtenir respectivement I_{10} et I_{100}, intensités des pluies de la méthode rationnelle.

Les données pluviométriques proviennent de la station Météo-France de Saint-Didier-sur-Beaujeau (Annexe 1) et donnent les pluies journalières exceptionnelles suivantes :

Période de retour de la pluie	Hauteur estimée en mm (1960-2001)
5 ans	63,3
10 ans	75,6
20 ans	87,4
30 ans	94,3
50 ans	102,8
100 ans	114,2
GRADEX	16,4

Pour notre étude, nous prendrons comme pluie journalière décennale P_{10} = 75,6 mm et P_{100} = 114,2 mm.

Pour une même période de retour T, la hauteur d'une pluie varie en fonction de sa durée selon la loi de Montana :

$$P_T(t) = a.\, t^{1-b.}$$

avec :

- P_T = pluie de période de retour T en mm sur la durée t.
- t = durée de la pluie en heure.
- a, b = paramètres de Montana.

Les paramètres a et b sont des coefficients régionaux. On a b = 0,65.

Donc la pluie décennale sur 30 min est :

$$P_{10}(30\text{min}) = P_{j10} \times \left(\frac{30}{24\times 60}\right)^{1-0,65}$$

$$P_{10}(30\text{min}) = 19,5\text{mm}$$

Il est alors possible de calculer I_{10} :

$$I_{10} = P_{10} / T$$
$$I_{10} = 39,0 \text{ mm/h}$$

On prendra donc par la suite :

$$\mathbf{P_{10} = 19,5 \text{ mm}}$$
$$\mathbf{I_{10} = 39,0 \text{ mm/h}}$$

Et la pluie centennale sur 30 min est :

$$P_{100}(30\text{min}) = P_{j100} \times \left(\frac{30}{24\times 60}\right)^{1-0,65}$$

$$P_{100}(30\text{min}) = 29,5\text{mm}$$

I_{100} est alors égal à :

$$I_{100} = P_{100} / T$$
$$I_{100} = 58,9 \text{ mm/h}$$

On prendra donc par la suite :

$$P_{100} = 29,5 \text{ mm}$$
$$I_{100} = 58,9 \text{ mm/h}$$

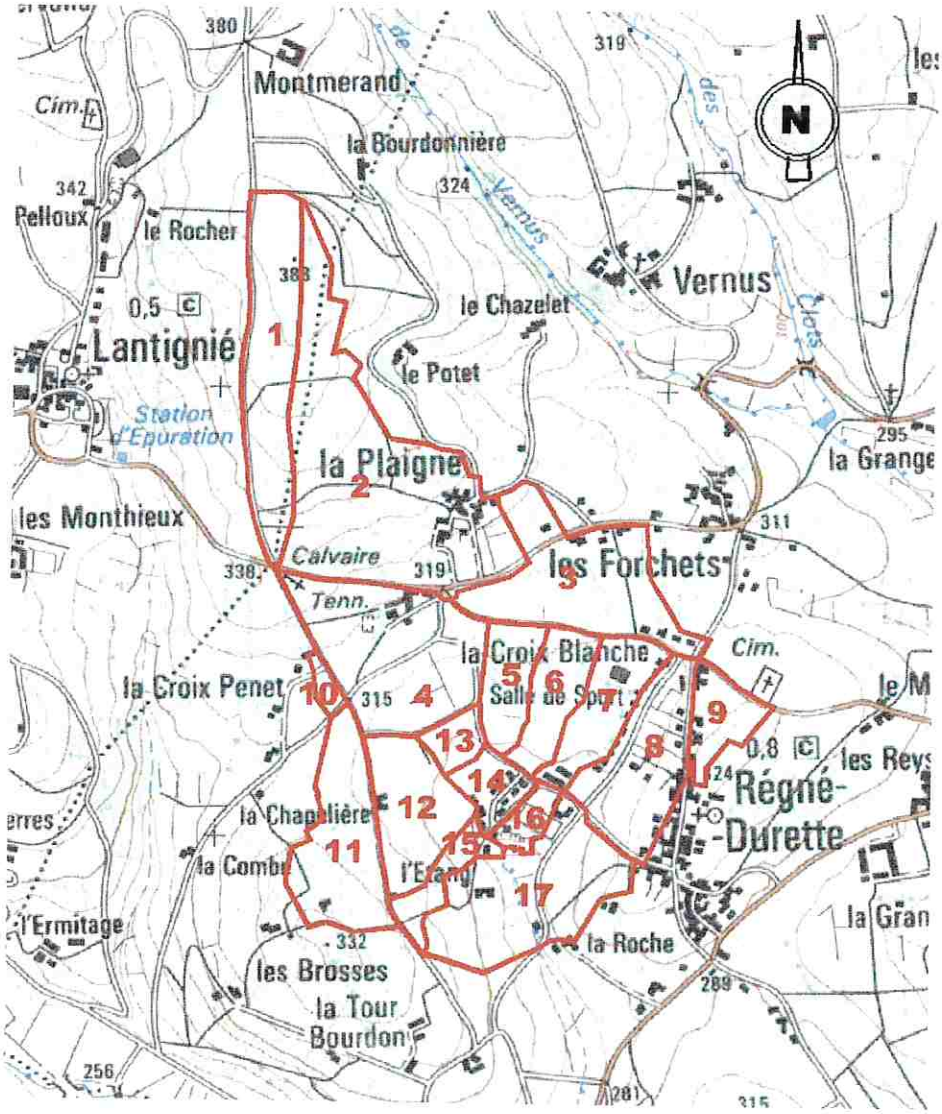
2.3 CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS

2.3.1 DELIMITATION DES BASSINS VERSANTS ETUDIES

Les relevés de terrain ont amené à définir les bassins versants élémentaires du périmètre étudié. Ces bassins versants ont été cartographiés à l'échelle 1 / 2 000 (voir plan en annexe) et le schéma ci-après. Les courbes de niveau ont été reportées sur le plan.

Les bassins versants ont été définis à partir :

- de points caractéristiques choisis pour exutoires (ouvrages, confluence, franchissement),
- des courbes de niveau du terrain,
- de l'écoulement en crue sur le terrain.



Les dix sept bassins versants élémentaires sont regroupés pour déterminer les différents nœuds d'écoulement du réseau. Le regroupement donne

Bassins	Bassins élémentaires regroupés
18	1 + 2 + 10 +4
19	2 + 7
20	9 + 8
21	11 + 12
22	18 + 13 + 5
23	22 + 14
24	21 + 23 + 19 + 6 +16
25 Bassin final total	24 + 20 +15 + 17

2.3.2 Occupation des sols - Coefficients de ruissellement

Les différentes occupations des sols sont présentées dans le tableau suivant pour l'ensemble du bassin versant étudié.

Le coefficient de ruissellement est une valeur comprise entre 0 et 1. Il indique la part de la pluie qui ruisselle. Celui-ci, influençant directement les débits de crue, a été estimé à partir de valeurs usuelles.

Occupations du sol	Surfaces	Coefficient de ruissellement
Route, et chemins revêtus en béton bitumineux et en bi-couche	31 834 m2	**0,90**
Zones urbaines denses	1 560 m2	**0,80**
Zones urbaines moyennement denses	25 926 m2	**0,65**
Vignes et chemins en terre et surfaces en stabilisé (sablées)	747 440 m2	**0,50**
Zones pavillonnaires	74 239 m2	**0,40**
Chemins en herbe, friches, pâtures	99 468 m2	**0,10**
Zones boisées	4 195 m2	**0,05**
surface totale	984 662 m2	

Le tableau de la page suivante indique, la répartition des occupations du sol, et le coefficient d'imperméabilisation calculé, par bassin élémentaire pour l'état actuel.

Superficie en m2 des différentes occupations du sol (calcul des coefficients de ruissellement)

N° bas	Surface totale en m2	Route	Surface active	Urbain dense	Surface active	Urbain	Surface active	Vigne Stabilisé Ch. terre	Surface active	Pavillon	Surface active	Friche Pature Chem. Herbe	Surface active	Bois	Surface active	Coef. ruis.
		0,90		**0,80**		**0,65**		**0,50**		**0,40**		**0,10**		**0,05**		
1	73 915	4 100	3 690		-		-	69 815	34 908		-		-		-	0,52
2	199 631	4 050	3 645		-	14 280	9 282	170 979	85 490		-	10 322	1 032		-	0,50
3	95 016	3 080	2 772		-	623	405	81 488	40 744	9 825	3 930		-		-	0,50
4	110 048	300	270		-		-	68 799	34 400	6 285	2 514	30 469	3 047	4 195	210	0,37
5	31 016	1 000	900		-		-	30 016	15 008		-		-		-	0,51
6	35 652	1 000	900		-		-	28 142	14 071		-	6 510	651		-	0,44
7	42 446	1 705	1 535		-		-	17 310	8 655	17 851	7 140	5 580	558		-	0,42
8	70 576	6 033	5 430		-		-	36 432	18 216	24 930	9 972	3 181	318		-	0,48
9	24 807	4 150	3 735		-	8 293	5 390	12 364	6 182		-		-		-	0,62
10	6 371	500	450	1 560	1 248		-	4 311	2 156		-		-		-	0,60
11	72 540	1 200	1 080		-		-	68 828	34 414	1 310	524	1 202	120		-	0,50
12	54 786	1 200	1 080		-		-	38 687	19 344		-	14 899	1 490		-	0,40
13	13 996	650	585		-		-	6 326	3 163		-	7 020	702		-	0,32
14	19 183	1 416	1 274		-		-	9 359	4 680	8 408	3 363		-		-	0,49
15	19 223		-		-		-	14 768	7 384		-	4 455	446		-	0,41
16	16 661	1 450	1 305		-		-	8 123	4 062	2 117	847	4 971	497		-	0,40
17	98 795		-		-	2 730	1 775	81 693	40 847	3 513	1 405	10 859	1 086		-	0,46
	984 662	31 834		1 560		25 926		747 440		74 239		99 468		4 195		

2.3.3 DEBITS DE CRUES DECENNAUX ET CENTENNAUX - ETAT ACTUEL

A partir des données précédentes et de la méthode rationnelle, les débits de crues de chacun des bassins versants ont été calculés.

n° de BV	Surface en m2	pente en %	longueur en km	coefruis	Q 10	Q100	n° de BV
1	73 915	8	0,7	0,52	1,072	2,597	1
2	199 631	7	0,5	0,50	2,076	4,884	2
3	95 016	8	0,4	0,50	1,325	3,223	3
4	110 048	7	0,3	0,37	1,041	3,041	4
5	31 016	5	0,25	0,51	0,635	1,632	5
6	35 652	4	0,25	0,44	0,645	1,810	6
7	42 446	5	0,35	0,42	0,618	1,759	7
8	70 576	5	0,35	0,48	0,618	2,655	8
9	24 807	4	0,18	0,62	0,744	1,717	9
10	6 371	10	0,1	0,60	0,238	0,602	10
11	72 540	8	0,3	0,50	1,118	2,773	11
12	54 786	7,5	0,25	0,40	0,675	1,941	12
13	13 996	5	0,1	0,32	0,280	1,038	13
14	19 183	5	0,15	0,49	0,453	1,226	14
15	19 223	6	0,2	0,41	0,381	1,158	15
16	16 661	6	0,15	0,40	0,321	0,998	16
17	98 795	4	0,2	0,46	1,576	4,074	17
18 = 1+2+10+4	389 965	7,5	1,00	0,47	2,988	7,029	18
19 = 3+7	137 462	6,5	0,75	0,48	1,372	3,365	19
20 = 9+8	95 383	4,5	0,53	0,52	1,031	2,478	20
21 = 11+12	127 326	7,8	0,55	0,46	1,388	3,508	21
22 = 18+13+5	434 977	6,3	1,15	0,47	2,980	7,023	22
23 = 22+14	454 160	5,6	1,30	0,47	2,916	6,782	23
24 = 21+23+19+6+16	771 261	5,8	1,45	0,46	4,219	9,669	24
25 = 24+20+15+17	984 662	4,9	1,65	0,47	**4,808**	**10,762**	**25**

Les valeurs sur fond grisé ou coloré, sont les bassins élémentaires amont et l'assemblage du bassin final.

2.3.4 DEBITS DE CRUES DECENNAUX ET CENTENNAUX - ETAT FUTUR

Les zones à urbaniser à moyen terme sont données dans le plan du POS en Zone « MAr ». Elles sont reportées sur le plan d'occupation du sol du présent dossier.
Elles sont identifiées comme « Zones urbaines moyennement denses » avec un coefficient de **0,65.**

Elles affectent les bassins élémentaires 5, 6 et 7. Les calculs ont été repris avec les modifications de coefficients de ruissellement. Le détail figure ci dessous :

n° de BV	Surface en m2	pente en %	longueur en km	coefruis	Q 10	Q100	n° de BV
1	73 915	8	0,7	0,52	1,072	2,597	1
2	199 631	7	0,5	0,50	2,076	4,884	2
3	95 016	8	0,4	0,50	1,325	3,223	3
4	110 048	7	0,3	0,37	1,041	3,041	4
5	31 016	5	0,25	0,52	0,647	1,645	5
6	35 652	4	0,25	0,50	0,733	1,898	6
7	42 446	5	0,35	0,46	0,677	1,818	7
8	70 576	5	0,35	0,48	0,618	2,655	8
9	24 807	4	0,18	0,62	0,744	1,717	9
10	6 371	10	0,1	0,60	0,238	0,602	10
11	72 540	8	0,3	0,50	1,118	2,773	11
12	54 786	7,5	0,25	0,40	0,675	1,941	12
13	13 996	5	0,1	0,32	0,280	1,038	13
14	19 183	5	0,15	0,49	0,453	1,226	14
15	19 223	6	0,2	0,41	0,381	1,158	15
16	16 661	6	0,15	0,40	0,321	0,998	16
17	98 795	4	0,2	0,46	1,576	4,074	17
18 = 1+2+10+4	389 965	7,5	1,00	0,47	2,988	7,029	18
19 = 3+7	137 462	6,5	0,75	0,49	1,400	3,393	19
20 = 9+8	95 383	4,5	0,53	0,52	1,031	2,478	20
21 = 11+12	127 326	7,8	0,55	0,46	1,388	3,508	21
22 = 18+13+5	434 977	6,3	1,15	0,47	2,980	7,023	22
23 = 22+14	454 160	5,6	1,30	0,47	2,916	6,782	23
24 = 21+23+19+6+16	771 261	5,8	1,45	0,47	4,310	9,760	24
25 = 24+20+15+17	984 662	4,9	1,65	0,47	**4,910**	**10,865**	**25**

Les modifications sont minimes. L'assemblage final est peu affecté. Pour le coefficient de ruissellement, l'incidence est inférieure à 0,5%.

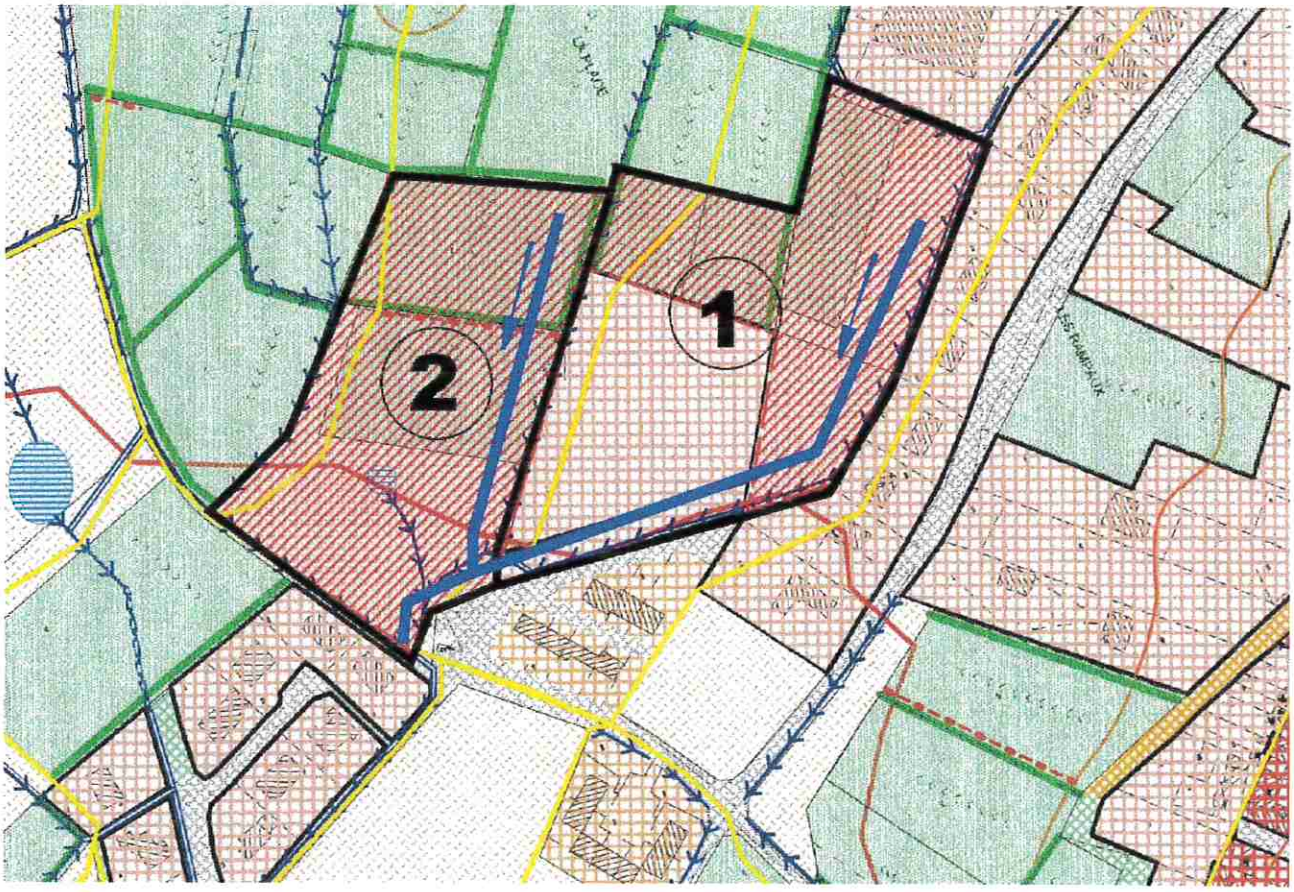
Dans les bassins assemblés, seuls sont modifiés les n° 19, 21 et 25.

2.3.5 INCIDENCE DE L'URBANISATION PROJETEE

Dans le chapitre précédent l'incidence de l'urbanisation est prise dans la totalité de la zone géographique étudiée (bassin n°24).
L'objectif de ce chapitre est de déterminer cette incidence au niveau des parcelles urbanisée et uniquement celles-ci.

Sur les débits des eaux pluviales, elle peut être approchée par un calcul suivant les prescriptions de l'Instruction Interministérielle du 22 juin 1977 (ITT77). Ce document donne une méthode pour zones urbanisées. Les paramètres sont ceux de la région II (centre de la France). Ils sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Il est créer deux bassins versants élémentaires 1 et 2 qui sont assemblés en parallèles, en appliquant les formules de l'instruction précitée.



Il est réalisé un calcul dans l'état actuel et un calcul en supposant la zone urbanisée.

Région 2 - Période de retour d'insuffisance : 10 ans

a =	6,7000	K =	1,601	C=	1,19
b =	-0,5500	I =	0,27	A=	0,80

Evaluation avant urbanisation

Bassins élémentaires

N°	Pente m/m	C. ruis coef	Surface ha	Longueur ml	*Q. Cal m3/s*	*M coef*	*m coef*	*Q. Cor m3/s*	
1	0,0500	0,34	1,800	250	*0,316*	*1,86*	*1,04*	*0,330*	
2	0,0600	0,32	1,530	200	*0,271*	*1,62*	*1,14*	*0,308*	
Assemblage des bassins									
3 = 1//2	*0,0548*	*0,33*	*3,330*	*250*	*0,513*	*1,37*	*1,25*	*0,644*	***0,638***

Le débit retenu pour Q10 est 0,638 (somme des 2 bassins)

Evaluation après urbanisation

Bassins élémentaires

N°	Pente m/m	C. ruis coef	Surface ha	Longueur ml	*Q. Cal m3/s*	*M coef*	*m coef*	*Q. Cor m3/s*	
1	0,0500	0,40	1,800	250	*0,384*	*1,86*	*1,04*	*0,400*	
2	0,0600	0,40	1,530	200	*0,354*	*1,62*	*1,14*	*0,402*	
Assemblage des bassins									
3 = 1//2	*0,0493*	*0,40*	*3,330*	*250*	*0,625*	*1,37*	*1,25*	***0,784***	*0,802*

L'incidence de l'urbanisation sur les écoulements d'eaux pluviales donne une augmentation de 0,784 - 0,638 = **0,146 m3/s pour Q10** et de **0,292 m3/s** pour un débit de retour Q100 (en prenant un facteur 2, pour un retour d'insuffisance de 100 ans).
Cette faible variation est expliquée par le coefficient de ruissellement élevé pris pour les surfaces en vignes.

L'incidence des volumes ruisselés donne, pour une pluie qui a un temps de concentration évalué à 10 minutes compte tenu des surfaces relativement faibles, une augmentation de volume de **88 m3** (= 0,146 x 10 x 60 x 2 x 0,5) pour un débit Q10 et de **175 m3** pour un débit Q100.
Ces volumes seront pris dans les bassins de rétention, proposés dans la suite de l'étude.

3. HYDRAULIQUE

L'étude hydraulique permet de comprendre le fonctionnement de l'écoulement en comparant débits et volumes de crue aux capacités des ouvrages (fossé, bassin de rétention...). Elle donne ainsi tous les éléments pour la définition et le dimensionnement des ouvrages à préconiser.

Les phénomènes d'écoulement et d'érosion ont été étudiés dans un premier temps de manière globale. Il a été recensé tous les modes d'écoulement (préférentiel, diffus), les traces visibles d'érosion et les différents ouvrages présent sur le secteur d'étude (bassin de rétention, avaloirs, fossés, cunettes...). Une cartographie au 1 / 2 000 regroupant toutes ces informations est fournie en annexe.

3.1 ETUDE DES ALEAS

La carte d'aléa a pour but de localiser et de hiérarchiser les zones exposées à des phénomènes naturels. Valable à l'instant de sa création, la carte d'aléa est modifiée par les aménagements successifs dans le bassin versant. Elle se base en particulier sur l'analyse des évènements historiques qui se sont produit dans la zone d'étude.

3.1.1 ANALYSE HISTORIQUE

Le 24 septembre 1999, une tempête avec vent violent, grêle et précipitations très importantes s'est abattues sur le beaujolais. La pluviométrie a été estimée de 80 à 100 mm entre 19H00 et 19H45 et les vents à 100 km/h. Les dommages ont été estimés à 400 000 Frs, sur les vignes pour une surface sinistrée déclarée de 90 ha.

Dans la nuit du 27 au 28 décembre 1999, Régnié-Durrette a subi la tempête, qui a sévi sur presque toute la France. Les précipitations ont été de faible importance.

Le 10 juin 2000, entre 20H00 et 20H30, un violent orage s'est abattu. La hauteur de précipitation est de 130 mm. Les dégâts ont été estimés à 380 000 Frs sur les vignes, pour une surface sinistrée déclarée de 100 ha. Les dégâts relevés sont : coulée de boue, maisons inondées, effondrement de talus, etc.

Les principaux débordements recensés par les habitants et communiqués au bureau d'études font référence aux orages du 24 septembre 199 et 10 juin 2000. Ils sont :

- (Bassin versant 25) - Au point aval de l'étude au niveau du franchissement de la buse Ø 1 200, débordement de 0,40 m au-dessus de la route. A ce niveau, la capacité hydraulique de cette buse peut être estimée à 3,3 m3/s.
  Les débits calculés après urbanisation, mais sans aménagement hydraulique, sont : Q10 = 4,91 m3/s et Q100 = 10,86 m3/s
- (Bassin versant 24) - Débordement à l'aval du lotissement. La capacité hydraulique de ce secteur est de 2 Ø 800 se rejetant dans un Ø 1 200. La capacité hydraulique du système peut être évaluée à 2,8 m3/s
  Les débits calculés après urbanisation, mais sans aménagement hydraulique, sont : Q10 = 4,310 m3/s et Q100 = 9,76 m3/s
- (Bassin versant 20) - Débordement devant l'immeuble collectif de l'OPAC du Rhône, l'assainissement de ce secteur peut être estimé à celui de la canalisation de Ø 400 traversant le carrefour en diagonal, soit 0,200 m3/s.
  Les débits calculés après urbanisation, mais sans aménagement hydraulique, sont : Q10 = 1,03 m3/s et Q100 = 2,47 m3/s

- (Bassin versant 19) - Débordement le long du fossé canalisé à l'aval du Gymnase. La capacité du fossé trapézoïdal à ce niveau peut être estimée à 1 m3/s à l'aval, à l'amont où la pente est supérieure la capacité est aussi supérieure.
  Les débits calculés après urbanisation, mais sans aménagement hydraulique, sont : Q10 = 1,40 m3/s et Q100 = 3,93 m3/s

- (Bassin versant 2 (en partie)) - Débordement à l'amont du lieudit La Plaigne, où une canalisation de Ø 300 traverse un groupe d'habitations.
  Le bassin versant de ce secteur est réduit.

Ces débordements sont surtout significatifs de la gêne que ressent la population lors des événements pluvieux majeurs, car à proximité des lieux habités.

Des dégâts ont été recensés dans les vignes, suite à ces orage. Ils ont l'objet de corrections rapides.

3.1.2 DEFINITION DE L'ALEA

L'aléa est initialement défini comme « la probabilité d'occurrence d'un phénomène naturel ». Cette notion de probabilité est souvent difficile à définir pour les évènements naturels, aussi la définition est-elle souvent élargie à la notion d'intensité des phénomènes, plus facile à mesurer.

3.1.3 ALEA DE REFERENCE

L'aléa de référence correspond à une période de retour choisie pour se prémunir d'un phénomène. En terme de crues torrentielles, une circulaire du 24 janvier 1994 précise que l'événement de référence à retenir pour le zonage est, conventionnellement « la plus forte crue connue, et dans le cas où celle-ci serait plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière ».
Nous prendrons pour l'élaboration de la carte d'aléa une crue de fréquence centennale.

3.1.4 CARACTERISATION DES NIVEAUX D'ALEA

Les niveaux d'aléa sont déterminés en fonction de l'intensité des paramètres physiques de l'inondation de référence qui se traduisent en termes de dommages aux biens et de gravité pour les personnes.

Ce sont essentiellement les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement, ainsi que la manifestation de phénomènes de transport solide lors de crue torrentielles. L'analyse des aléas distingue dans un souci de simplification trois niveaux d'aléa : aléa faible, aléa moyen et aléa fort.

Les critères retenus pour la cartographie des aléas au niveau de la parcelle à construire sont indiqués dans le tableau de la page suivante.

Aléa	Indice	Critères
Fort	T3	Lit mineur du torrent ou de la rivière torrentielle avec bande de sécurité de largeur variable, selon la morphologie du site, l'importance de bassin versant et/ou la nature du torrent ou de la rivière torrentielle. Ecoulements préférentiels dans les talwegs et les combes de forte pente. Zones affouillées et déstabilisées par le torrent ou la rivière torrentielle (notamment en cas de berges parfois raides et constituées de matériaux de mauvaise qualité mécanique). Zones soumises à des probabilités fortes de débâcles. Zones de divagation fréquente des torrents et rivières torrentielles entre le lit majeur et le lit mineur. Zones atteintes par des crues passées avec transport solide et/ou lame d'eau de plus de 0,5 m environ. Zones situées à l'aval de digues jugées notoirement insuffisantes (du fait de leur extrême fragilité ou d'une capacité insuffisante du chenal).
Moyen	T2	Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec possibilité d'un transport solide. Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau boueuse de plus de 0,5 m environ et sans transport solide. Zones situées à l'aval de digues jugées suffisantes (en capacité de transit) mais fragiles (risque de rupture).
Faible	T1	Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau boueuse de moins de 0.5 m environ et sans transport solide. Zones situées à l'aval de digues jugées satisfaisantes pour l'écoulement d'une crue au moins égale à la crue de référence et sans risque de submersion brutale au-delà.

Tableau : Définition des aléas.

La cartographie de l'aléa repose avant tout sur une démarche qualitative, appuyée en grande partie par des observations et enquêtes de terrain. Cette démarche qualitative a été complétée par le calcul des valeurs de hauteurs d'eau, de vitesses d'écoulement et des volumes pour une crue centennale sur la base de la formule de Strickler :

$$Q = K * S * R_h^{2/3} * I^{1/2}$$

Q = Débit m^3/s
K = Coefficient de rugosité de Strickler
S = section
R_h= Rayon hydraulique
I = Pente

3.1.5 CARTOGRAPHIE DE L'ALEA SUR LA ZONE D'ETUDE

La carte au 1/200 figure ne annexe

4. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT

4.1 OBJECTIFS A ATTEINDRE

Les objectifs à atteindre sont la protection des zones urbanisées contre les inondations et la réduction de la destruction des sols par érosion.

Pour les secteurs où une urbanisation future est projetée. Le débit après urbanisation doit être inférieur au débit avant.

Les secteurs à protéger ont été repérés au court des visites de terrain. Ils sont mentionnés dans le chapitre 3.1 Etude des aléas

4.2 PROPOSITIONS

Les propositions consistent dans la création de différents bassins de rétentions, pour réduire les débits et compenser les effets de l'urbanisation.
Il est proposé la réalisation de cinq bassin de rétention.

4.2.1 BASSIN DE RETENTION AU NIVEAU DU BASSIN VERSANT 22

Ce bassin sera construit, dans le thalweg au-dessus du lotissement, dans une parcelle non plantée en vigne qui est actuellement partagée entre, une pâture, un verger, une zone humide.

Objectif
L'objectif est de réduire au maximum les débits pour protéger le lotissement. Il est prévu d'utiliser les capacités maximums de la parcelle.

Hydrologie du bassin versant 22
Q10 = 2,980 m3/s
Q100 = 7,023 m3/s
Temps de concentration : 19 min

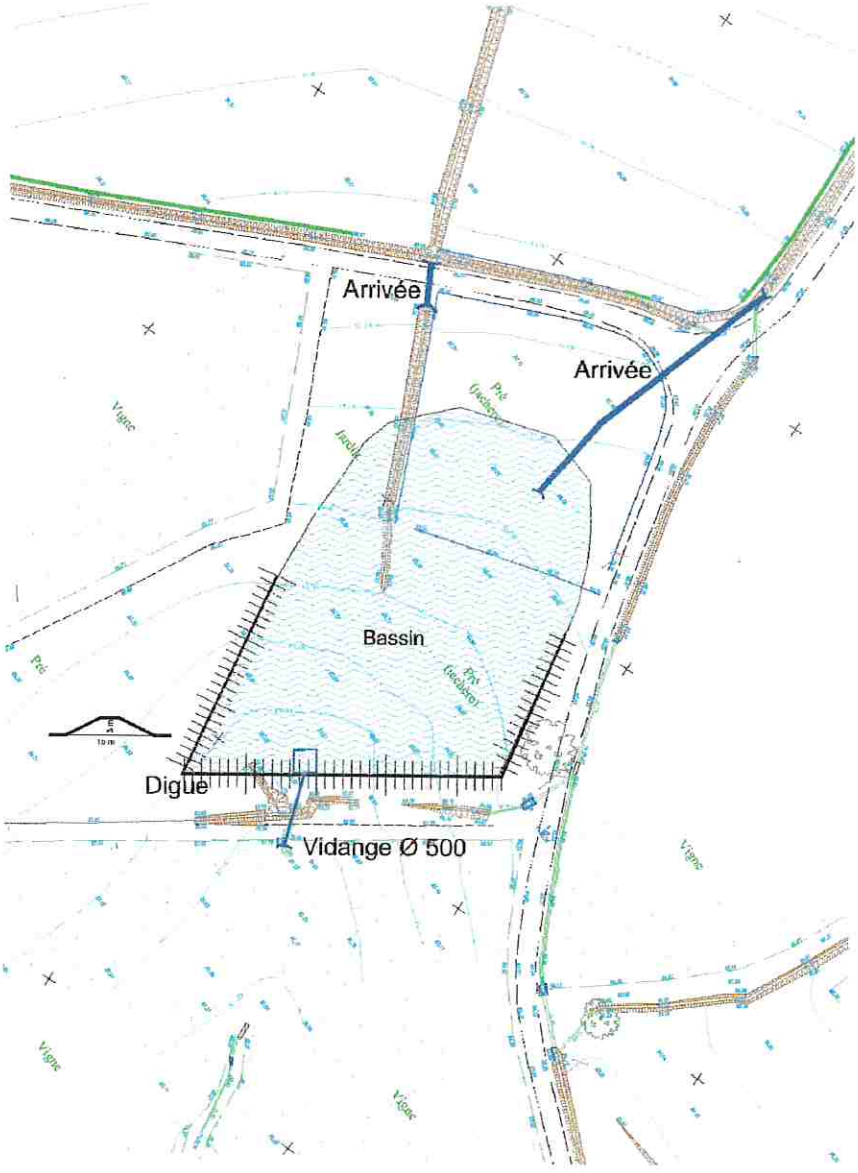
Proposition de bassin de rétention
Création d'un bassin de rétention sur une parcelle, occupée par un verger, une pâture, et une mare à l'aval.

Surface de la parcelle :	7 000 m2 env.
Différence de niveau maxi de la parcelle :	6 m env.
Pente maximum du terrain :	7 %
Surface moyenne de bassin proposée :	3 000 m2
Hauteur de remplissage pour un débit décennal :	0,99 m

Hauteur du bassin pour le débit centennal :	2,60 m
Pente des talus :	2 en longueur pour 1 en hauteur
Vidange par :	Ø 500
Débit de vidange pour le débit décennal :	0,693 m3/s
Débit de vidange pour le débit centennal :	1,122 m3/s
Volume total de la retenue pour le débit décennal :	2482 m3/s
Volume total de la retenue pour le débit centennal :	6 500 m3/s
Temps de vidange en minute pour le débit centennal :	224 min
Soit en heures :	3 H 44

Le gain sur les bassins versants à l'aval pour une crue de retour décennal est de :
2,980 - 0,693 = 2,287 m3/s
Le gain sur les bassins versants à l'aval pour une crue de retour centennal est de :
7,023 - 1,122 = 5,901 m3/s

Le bassin sera réalisé par décaissement du terrain, en déblais mis en remblais. La terre végétale préalablement décapée sera remise en place. Le terrain pourra retrouver sa vocation agricole (pâture).



4.2.2 BASSIN DE RETENTION AU NIVEAU DU BASSIN VERSANT N° 19

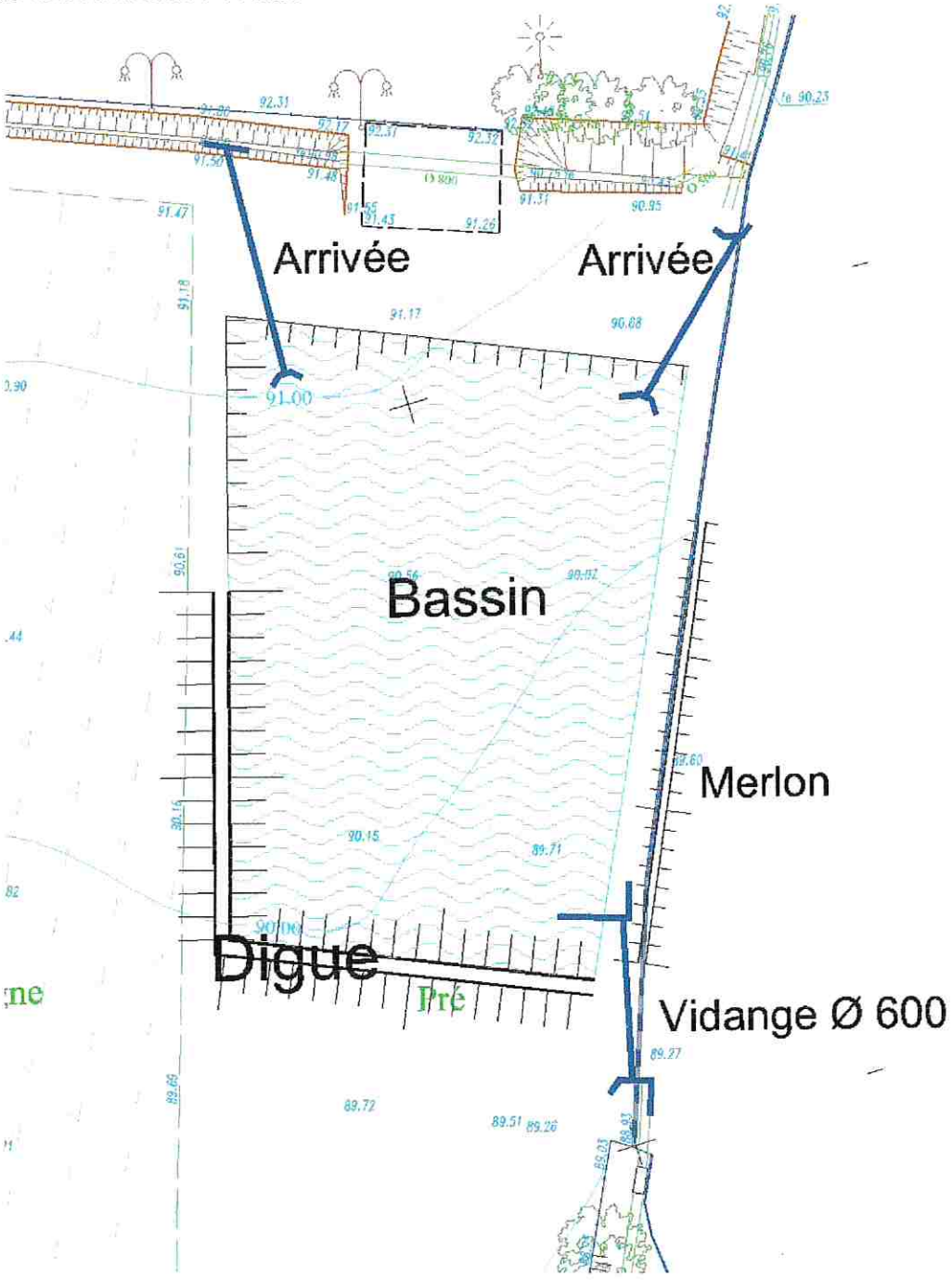
Ce bassin est projeté dans le pré sous le gymnase. Sa meilleure forme serait perpendiculairement à la pente, c'est à dire en partie sur la zone enherbée et en partie sur la vigne.

Objectif

L'objectif est de réduire, les débits transitant dans le fossé en direction du lotissement et pour éviter les débordements en rive gauche en direction de la propriété de l'OPAC

Hydrologie du bassin versant 19

Q10 = 1,400 m3/s
Q100 = 3,393 m3/s
Temps de concentration : 11 min



Proposition de bassin de rétention

Création d'un bassin de rétention sur une parcelle, occupée par un terrain libre enherbé.

Parcelle :	
Largeur utilisable :	25/30 m env.
Longueur utilisable :	100 m env.
Différence de niveau maxi de la parcelle :	5 m env.
Pente maximum :	4 %
Surface moyenne de bassin proposée : (35 x 25 m) :	650 m2
Hauteur de remplissage pour le débit décennal :	0,58 m
Hauteur du bassin pour le débit centennal :	1,90 m
Pente des talus :	2 en longueur pour 1 en hauteur
Vidange par :	Ø 600
Débit de vidange pour le débit décennal :	**0,763 m3/s**
Débit de vidange pour le débit centennal :	**1,376 m3/s**
Volume total de la retenue pour le débit décennal :	1 227 m3
Volume total de la retenue pour le débit centennal :	375 m3
Temps de vidange en minutes, pour le débit centennal :	48 min

Le gain sur les bassins versants à l'aval pour une crue de retour décennal est de :
1,400 - 0,763 = 0,664 m3/s
Le gain sur les bassins versants à l'aval pour une crue de retour centennal est de :
3,393 - 1,376 = 2,017 m3/s

Le bassin sera réalisé par décaissement du terrain, en déblais mis en remblais. La terre végétale préalablement décapée sera remise en place. Le terrain pourra trouver une vocation d'aire de jeux par exemple.

4.2.3 BASSIN DE RETENTION A LA JONCTION DES BASSINS VERSANTS 6 ET 19

La construction de ce bassin de rétention est proposée en complément de la création du bassin de rétention à l'amont. Les gains de débits sont donc à déduire. Soit :
Débit à prendre en compte pour Q10 = 1,641 - 0,664 = 0,977 m3/s
Débits à prendre en compte pour Q100 = 3,997 - 2,017 = 1,980 m3/s

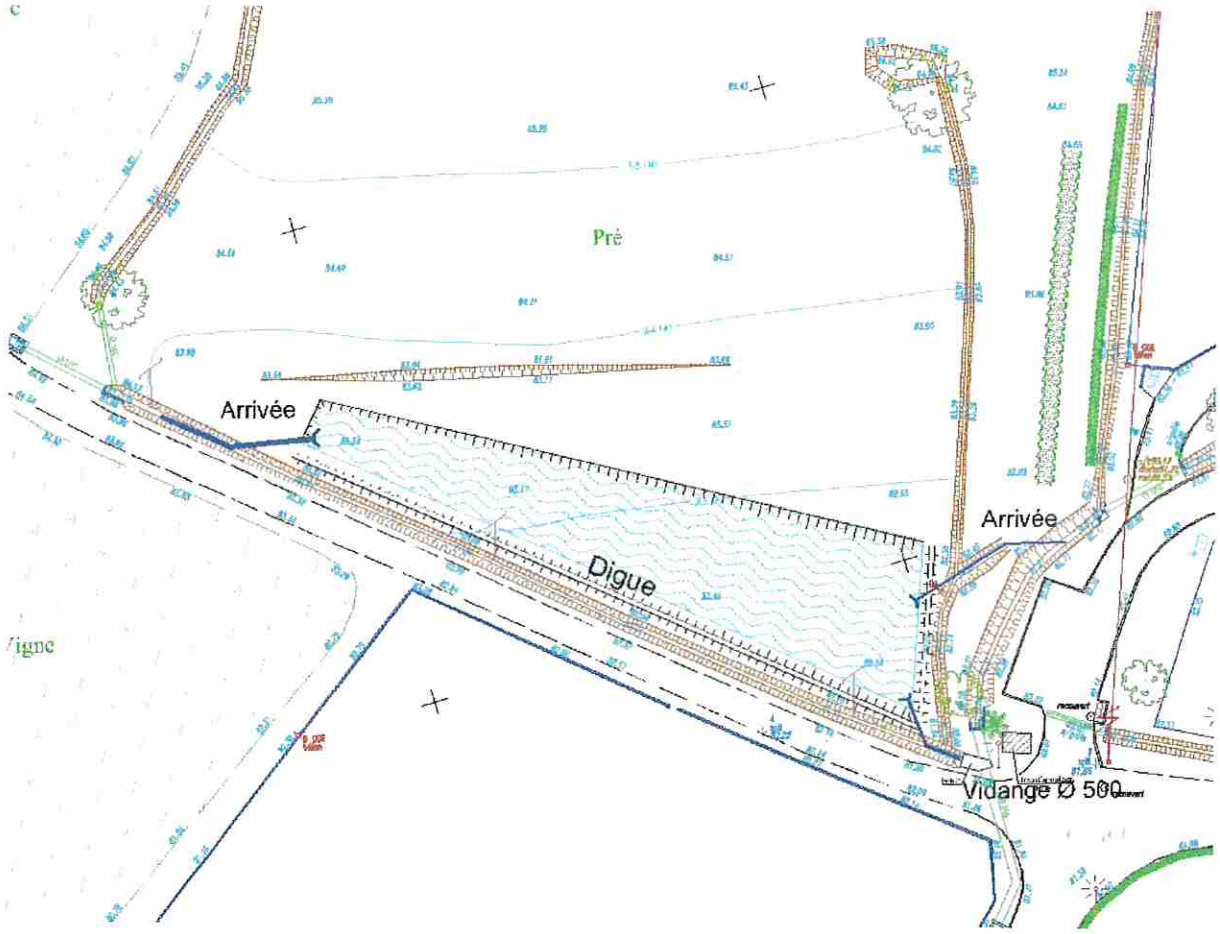
Il est projeté dans la parcelle enherbée, sensiblement parallèlement à la route.

Objectif

L'objectif est de compléter de bassin sur la parcelle 19. Il protège les constructions à l'aval. Il compense les effets de l'urbanisation projetée.

Hydrologie des bassins versants 19 et 6

Ces bassins ont été assemblés. Valeurs sont :
Q10 = 1,641 m3/s
Q100 = 3,997 m3/s
Temps de concentration : 12 min



Proposition de bassin de rétention

Création d'un bassin de rétention sur une parcelle, occupée par un terrain libre enherbé.

Pente maximum de la parcelle :	5 %
Surface moyenne de bassin proposée : (75 x 8 m)	600 m2
Hauteur de remplissage pour le débit décennal :	0,51 m
Hauteur du bassin pour le débit centennal :	1,30 m
Pente des talus :	2 en longueur pour 1 en hauteur
Vidange par :	Ø 500
Débit de vidange pour le débit décennal :	**0,491 m3/s**
Débit de vidange pour le débit centennal :	**0,791 m3/s**
Volume total de la retenue pour le débit décennal :	306 m3
Volume total de la retenue pour le débit centennal :	780 m3
Temps de vidange en minutes pour le débit centennal :	53 min

Le gain sur les bassins versants à l'aval pour une crue de retour décennal est de :
0,977 - 0,491 = 0,486 m3/s
Le gain sur les bassins versants à l'aval pour une crue de retour centennal est de :
1,980 - 0,791 = 1,189 m3/s

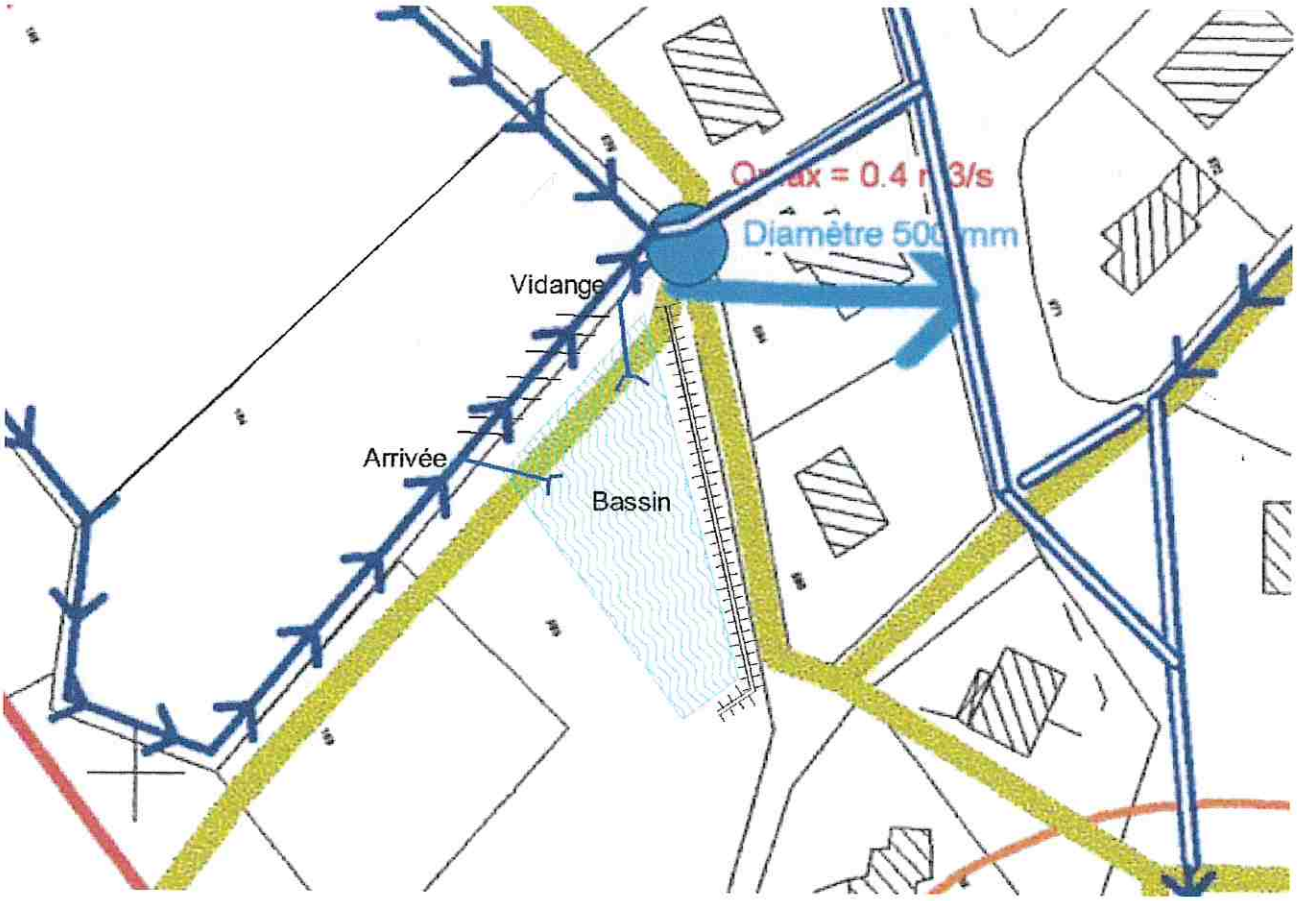
Le bassin sera réalisé par décaissement du terrain, en déblais mis en remblais. La terre végétale préalablement décapée sera remise en place, le bassin sera paysager.

4.2.4 BASSIN DE RETENTION AU NIVEAU DU BASSIN 21

Création d'un bassin de rétention à l'aval du bassin versant n° 21.
Le bassin sera créé dans la pâture en rive droite du fossé.
L'exutoire sera la canalisation de Ø 500 en place. Cet exutoire existant limite la hauteur du bassin créé.
Le bassin aura une hauteur fonctionnelle de 1,20 m, soit sensiblement la profondeur du fossé. Les débits qui rempliront le bassin au-delà de 1,20 m se déverseront sur le sol, comme dans la situation actuelle. Son fonctionnement sera comparable à un casier de crues. Il sera réalisé en déblais mis en remblais. Il pourra redevenir une pâture.

Objectif
L'objectif est limiter les débordements dans le secteur.

Hydrologie du bassin versant 21
Q10 = 1,388 m3/s
Q100 = 3,508 m3/s
Temps de concentration : 9 min



Proposition de bassin de rétention

Surface moyenne de bassin proposée : (30 x 15 m) :	450 m2
hauteur de remplissage pour le débit décennal	0,81 m
Hauteur du bassin retenue :	1,20 m
Pente des talus :	2 en longueur pour 1 en hauteur
Vidange par :	Ø 500 existant

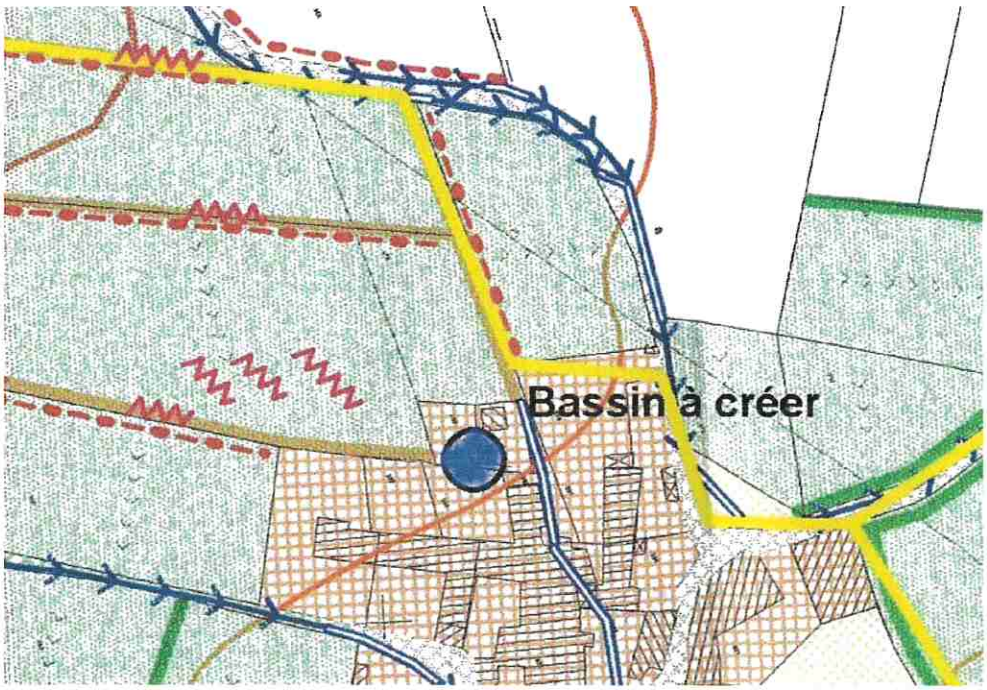
Débit de vidange pour le débit décennal :	**0,627 m3/s**
Débit d'entrée pour une hauteur de remplissage de 1,20 m	**2,923 m3/s**
Débit de vidange pour une hauteur de remplissage de 1,20 m	**0,759 m3/s**
Volume total de la retenue pour le débit décennal :	365 m3
Volume total de la retenue pour une hauteur de 1,20 m :	536 m3
Temps de vidange en minutes pour le débit décennal :	13 min
Temps de vidange en minutes pour le débit de 2,923 m3/s	7,5 min
Volume total ruisselé pendant la pluie :	1894 m3
Volume déversé par Q100 pour un débit supérieur à 2,923 m3/s estimé à :	850 m3
Volume total déversé sans construction du bassin (estimé)	1 200 m3

Le gain sur les bassins versants à l'aval pour une crue de retour décennal est de :
1,388 - 0,627 = 0,761 m3/s
La protection pour une pluie de Q10, est complète.

Le gain sur les bassins versants à l'aval pour un débit supérieur 2,923 m3/s est de :
2,923 - 0,763 = 2,160 m3/s
La protection est assurée pour une pluie intermédiaire entre Q10 et Q100.
Supérieure à Q50 (2,923/1,388 = 2,1)

4.2.5 BASSIN DE RETENTION SUR LE BASSIN VERSANT 2 (LA PLAIGNE)

Ce bassin de rétention permet de réduire les débits du réseau traversant les habitations au niveau du hameau de la Plaigne.
L'objectif est la protection des habitations.



Hydrologie du bassin versants

Le bassin versant concerné est un sous bassin du bassin 2.

Superficie :	3 ha env.
Pente moyenne :	3 %
Coefficient de ruissellement :	0, 5 (vigne)
Q10 :	0,380 m3/s
Q100 :	0,960 m3/s
Temps de concentration :	8 min

Proposition de bassin de rétention

Création d'un bassin de rétention à l'amont des habitations.

Pente maximum du terrain :	4 %
Surface moyenne de bassin proposée :	320 m2
Hauteur de remplissage pour le débit décennal :	0,33 m
Hauteur du bassin pour le débit centennal :	1,00 m
Pente des talus :	2 en longueur pour 1 en hauteur
Vidange par :	Ø 300
Débit de vidange pour le débit décennal :	**0,143 m3/s**
Débit de vidange pour le débit centennal :	**0,251 m3/s**
Volume total de la retenue :	320 m3
Temps de vidange en minutes pour Q10:	37 min
Temps de vidange en minutes pour Q100:	56 min

Compte tenu du rapport de surface entre ce sous-bassin versant élémentaire et le bassin auquel il appartient, 3 ha pour 20 ha au bassin 2, les réductions de débits, apportées par la construction de ce bassin de rétention, ne sont pas pris en compte dans le bilan des débits.

Le bassin sera réalisé par décaissement du terrain, en déblais mis en remblais. La terre végétale préalablement décapée sera remise en place. Le terrain pourra trouver vocation de jardin par exemple. La réalisation pourra aussi être réalisée, complètement ou partiellement, en maçonnerie.

4.2.6 BILAN DES DE DEBITS APRES CONSTRUCTION DES BASSINS DE RETENTION

Bassins de rétention (dans les bassins versants n°)	Volumes des bassins	Q10	Q100	Débits de vidange des bassins	Débits de vidange des bassins
Bassin versant n°2	320 m3			pour mémoire	pour mémoire
Bassin versant n°22	6 500 m3	2,980 m3/s	7,023 m3/s	0,69 m3/s	1,12 m3/s
Bassin versant n°19 amont	1 227 m3	1,400 m3/s	3,393 m3/s	0,76 m3/s	1,38 m3/s
Bassins versants n°19 et 6	775 m3	0,977 m3/s	3,997 m3/s	0,49 m3/s	0,79 m3/s
Bassin versant 21	536 m3	1,388 m3/s		0,63 m3/s	0,70 m3/s
Total	9 038 m3				

Le total des volumes des bassins de rétention ne comprend pas le bassin de rétention sur le bassin versant n°2.

En supposant l'ensemble des bassins construits, les calculs donnent pour le bassin final les abattement suivant a l'aval de la zone d'étude :

- pour les débits Q10 = 50 %
- Pour les débit Q100 = 58 %

Les débits à l'aval de la zone étudié sont :

	Débit Q10 calculé	Débit Q100 calculé	Débits Q10 après construction de tous les bassin	Débit Q100 après construction de tous les bassins
Bassin 25	4,9 m3/s	10,9 m3/s	2,45 m3/s	4,6 m3/s

5. ESTIMATION FINANCIERE

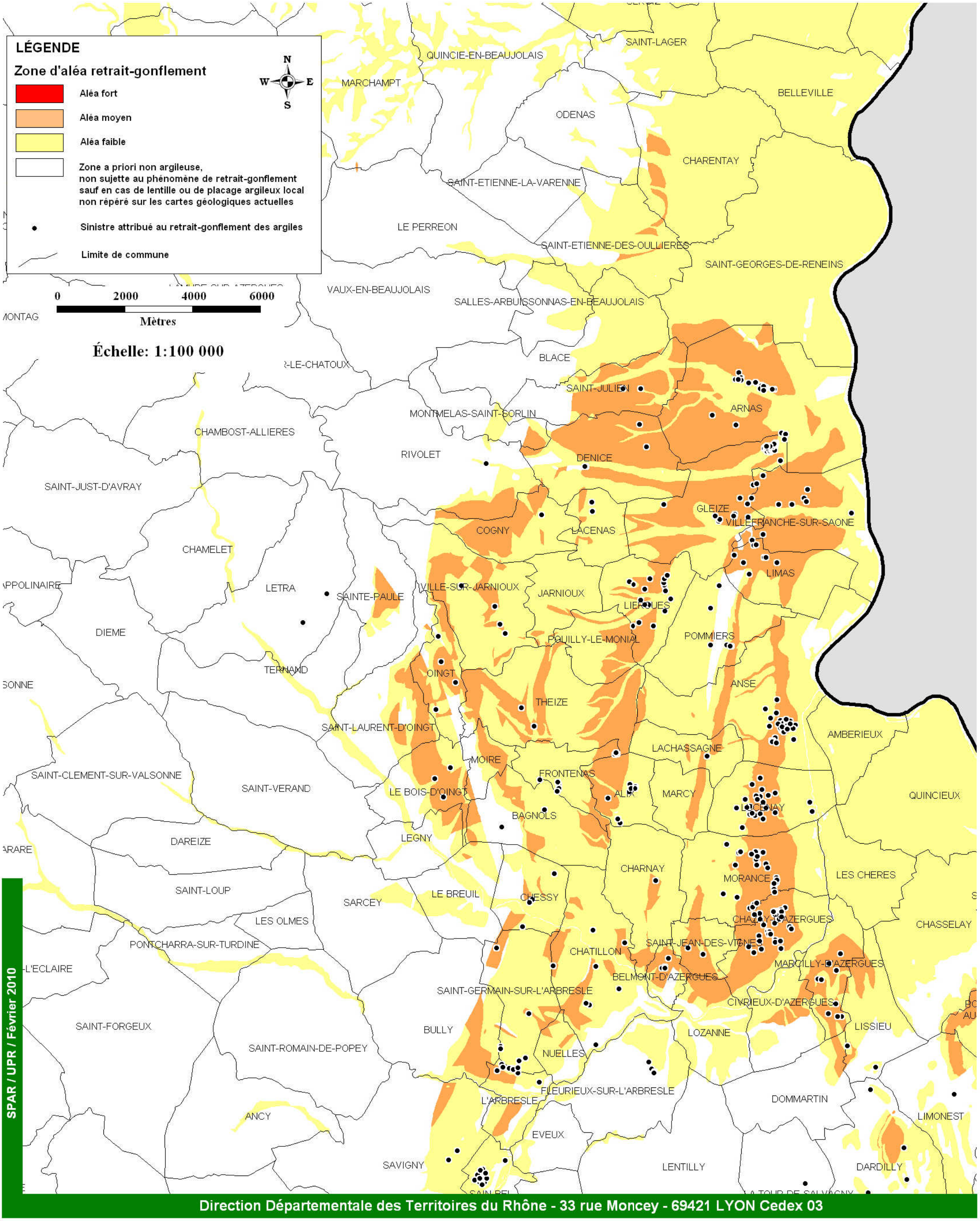
	Total travaux hors taxes	Aléas divers et maîtrise d'œuvre (15 %)	Total HT	Total TTC
Bassin de rétention dans le bassin n°2 - (Volume 320 m3)				
Terrassement en déblais remblais et évacuation des excédents	6 400 €			
Raccordement au réseau d'évacuation	3 100 €			
Sous-total	***9 500 €***	***1 425 €***	***10 925 €***	***13 066 €***
Bassin de rétention dans le bassin n°22 - (Volume 6 500 m3)				
Terrassement en déblais remblais et évacuation des excédents	84 500 €			
Remise en état des sols, plantation engazonnement	15 000 €			
Raccordement des réseaux d'arrivée	4 000 €			
Réseau de vidange	6 900 €			
Sous-total	***110 400 €***	***16 560 €***	***126 960 €***	***151 844 €***
Bassin de rétention dans le bassin n°19 amont - (Volume 1 200 m3)				
Terrassement en déblais remblais et évacuation des excédents	19 200 €			
Remise en état des sols, plantation engazonnement	3 000 €			
Raccordement des réseaux d'arrivée	5 000 €			
Réseau de vidange	4 500 €			
Sous-total	***31 700 €***	***4 755 €***	***36 455 €***	***43 600 €***
Bassin de rétention dans les bassins n°19 et 6 - (Volume 775 m3)				
Terrassement en déblais remblais et évacuation des excédents	12 000 €			
Remise en état des sols, plantation engazonnement	3 000 €			
Raccordement des réseaux d'arrivée	3 000 €			
Réseau de vidange	3 500 €			
Sous-total	***21 500 €***	***3 225 €***	***24 725 €***	***29 571 €***
Bassin de rétention dans le bassin n°21 - (Volume 575 m3)				
Terrassement en déblais remblais et évacuation des excédents	6 000 €			
Remise en état des sols, plantation engazonnement	2 400 €			
Raccordement des réseaux d'arrivée	2 000 €			
Réseau de vidange	1 500 €			
Sous-total	***11 900 €***	***1 785 €***	***13 685 €***	***16 367 €***
Total général	***185 000 €***	***27 750 €***	***212 750 €***	***254 449 €***

Prix à valeur février 2004 - non compris acquisitions foncières et frais de géomètre

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Retrait - gonflement des sols argileux dans le Rhône

Cartographie de l'aléa n° 4



SPAR / UPR / Février 2010

Direction Départementale des Territoires du Rhône - 33 rue Moncey - 69421 LYON Cedex 03

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,
DU DÉVELOPPEMENT
ET DE L'AMÉNAGEMENT
DURABLES

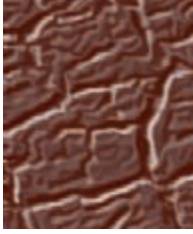
face aux risques

Le retrait-gonflement des argiles

Comment prévenir les désordres dans l'habitat individuel ?

Prévention

risques naturels majeurs



Sommaire

Introduction 2

1. Face à quel phénomène ? 3

1.1 Pourquoi les sols gonflent-ils et se rétractent-ils ? 3
Pourquoi spécifiquement les sols argileux ?
Les effets de la dessiccation sur les sols

1.2 Facteurs intervenant dans le phénomène de retrait- gonflement des argiles 5

1.3 Manifestation des désordres 8
Les désordres au gros-œuvre
Les désordres au second-œuvre
Les désordres sur les aménagements extérieurs
L'évaluation des dommages

2. Le contrat d'assurance 11

3. Comment prévenir ? 12

3.1 La connaissance : cartographie de l'aléa 12

3.2 L'information préventive 13

3.3 La prise en compte dans l'aménagement 14

3.4 Les règles de construction 15

3.5 La réduction de la vulnérabilité du bâti existant 15

4. Organismes de référence, liens internet et bibliographie 16

Fiches 17

Introduction

Le phénomène de retrait-gonflement des argiles, bien que non dangereux pour l'homme, engendre chaque année sur le territoire français des dégâts considérables aux bâtiments, pouvant dépasser 60 millions d'euros cumulés par département entre 1989 et 1998. En raison notamment de leurs fondations superficielles, les maisons individuelles sont particulièrement vulnérables à ce phénomène. Partant de ce constat, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable a souhaité mettre en place une démarche d'information du grand public.

Ce dossier spécifique au retrait-gonflement des argiles fait partie d'une collection de documents, dont l'objectif est de faciliter l'accès à l'information sur les phénomènes naturels générateurs de dommages et sur les moyens de les prévenir.

Ces dossiers traitent notamment des moyens de mitigation (réduction de la vulnérabilité) qui peuvent être mis en place par les particuliers eux-même et à moindre frais ou pour un coût plus important en faisant appel à un professionnel. Ce dossier a pour objectif d'apporter des informations pratiques sur les différentes techniques de mitigation existantes. Une première partie introductive présente le phénomène et ses conséquences, au moyen de nombreux schémas et illustrations, puis des fiches expliquent chaque technique envisagée et les moyens de la mettre en oeuvre.

Actuellement, seuls le retrait-gonflement des argiles et les inondations font l'objet d'un dossier, mais à terme d'autres phénomènes pourront être traités.

Définitions générales

Afin de mieux comprendre la problématique des risques majeurs, il est nécessaire de connaître quelques définitions générales.

L'aléa est la manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique d'occurrence et d'intensité données.

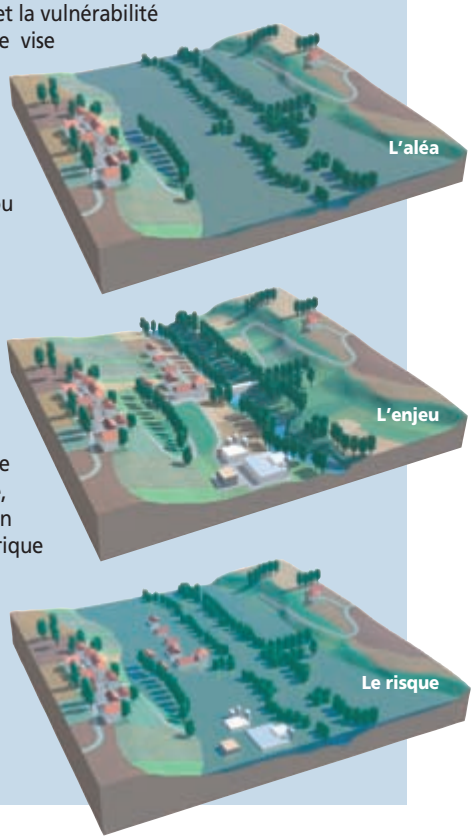
L'enjeu est l'ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel ou des activités humaines. Il se caractérise par son importance (nombre, nature, etc.) et sa vulnérabilité.

Le risque majeur est le produit d'un aléa et d'un enjeu. Il se caractérise par sa faible fréquence, sa gravité et l'incapacité de la société exposée à surpasser l'événement. Des actions sont dans la plupart des cas possibles pour le réduire, soit en atténuant l'intensité de l'aléa, soit en réduisant la vulnérabilité des enjeux.

La vulnérabilité exprime et mesure le niveau de conséquences prévisibles de l'aléa sur les enjeux. Elle caractérise la plus ou moins grande résistance d'un enjeu à un événement donné.

La mitigation (atténuation, réduction) des risques naturels est une démarche destinée à réduire l'intensité de certains aléas et la vulnérabilité des enjeux. Elle vise la réduction des dommages, liés à la survenue de phénomènes climatologiques ou géologiques, afin de les rendre supportables - économiquement du moins - par la société.

La sécheresse géotechnique est une période de longueur variable, caractérisée par un déficit pluviométrique plus ou moins marqué et se traduisant par une diminution de la teneur en eau de l'horizon du sous-sol.



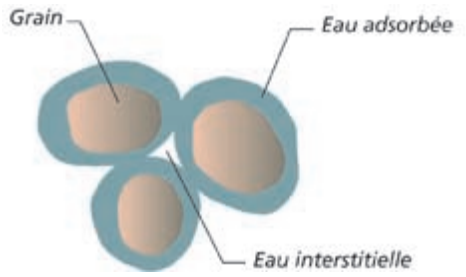
1 - Face à quel phénomène ?

1.1 - Pourquoi les sols gonflent-ils et se rétractent-ils ?

Le matériau **argileux** présente la particularité de voir sa consistance se modifier en fonction de sa teneur en eau. Dur et cassant lorsqu'il est asséché, un certain degré d'humidité le fait se transformer en un matériau **plastique** et malléable. Ces modifications de consistance peuvent s'accompagner, en fonction de la structure particulière de certains minéraux argileux, de variations de volume plus ou moins conséquentes : fortes augmentations de volume (phénomène de gonflement) lorsque la teneur en eau augmente, et inversement, rétractation (phénomène de retrait) en période de déficit pluviométrique marqué.

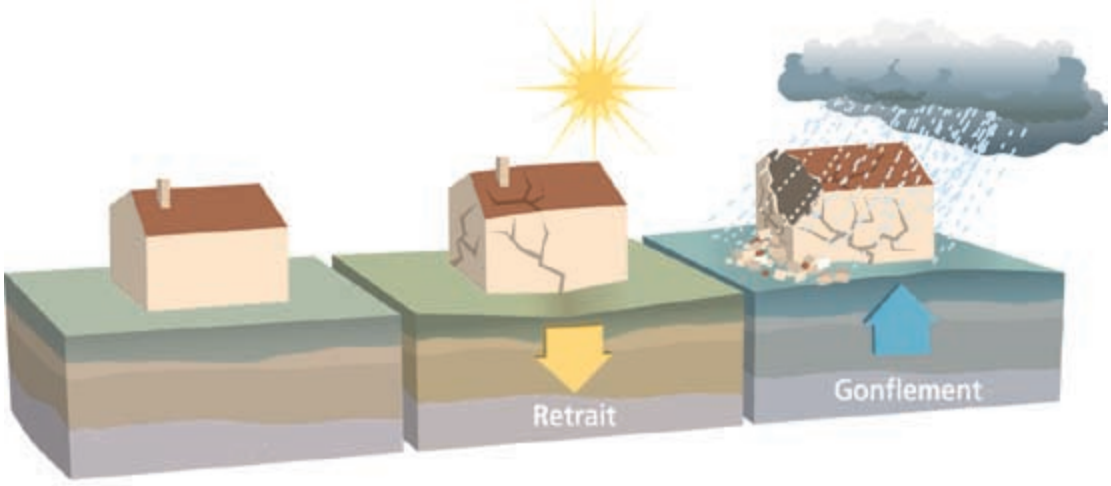
Les phénomènes de **capillarité**, et surtout de **succion**, sont à l'origine de ce comportement. Les variations de volume des sols argileux répondent donc à des variations de teneur en eau (on notera que des variations de contraintes extérieures – telles que les surcharges - peuvent, par ailleurs, également générer des variations de volume).

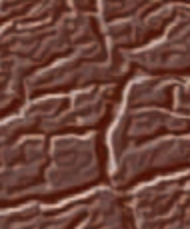
Tous les sols présentent la particularité de contenir de l'eau en quantité plus ou moins importante :



- de l'**eau de constitution**, faisant partie intégrante de l'organisation moléculaire des grains formant le sol ;
- de l'**eau liée** (ou **adsorbée**), résultant de l'attraction entre les grains et l'eau (pression de succion). On peut se représenter cette couche adsorbée comme un film visqueux entourant le grain ;
- une **eau interstitielle**, remplissant les vides entre les grains du sol (lorsque ceux-ci sont entièrement remplis, le sol est dit saturé).

La part respective entre ces différents « types » d'eau, très variable, dépend de la nature du sol et de son état hydrique. En fonction de cette répartition, les sols auront une réponse différente vis-à-vis des variations de teneur en eau. Plus la quantité d'eau adsorbée contenue dans un sol est grande, plus celui-ci est susceptible de « faire » du retrait.





Pourquoi spécifiquement les sols argileux ?

Les caractéristiques de la structure interne des minéraux argileux expliquent leur comportement face aux variations de teneur en eau :

• ils présentent en effet une structure minéralogique « en feuillets », à la surface desquels les molécules d'eau peuvent s'adsorber sous l'effet de différents phénomènes physico-chimiques, et ce de façon d'autant plus marquée que les grains du sol, fins et aplatis, ont des surfaces développées très grandes. Il en résulte un gonflement, plus ou moins réversible, du matériau. L'eau adsorbée assure les liaisons entre les grains et permet les modifications de structure du sol lors des variations de teneur en eau ;

• certains grains argileux peuvent eux-mêmes voir leur volume changer, par variation de la distance entre les feuillets argileux élémentaires, du fait d'échanges d'ions entre l'eau interstitielle et l'eau adsorbée ;

• les pores du sol sont très fins et accentuent les phénomènes de capillarité.

Toutes les familles de minéraux argileux ne présentent pas la même prédisposition au phénomène de retrait-gonflement. L'analyse de leur structure minéralogique permet d'identifier les plus sensibles. Le groupe des **smectites** et, dans une moindre mesure, le groupe des **interstratifiées** (alternance plus ou moins régulière de feuillets de nature différente) font partie des plus sujets au phénomène (on parle d'*argiles gonflantes*).

Cette sensibilité est liée :

- à des liaisons particulièrement lâches entre les feuillets constitutifs, ce qui facilite l'acquisition ou le départ d'eau. Cette particularité permet à l'eau de pénétrer dans l'espace situé entre les feuillets, autorisant ainsi de fortes variations de volume (on parle de *gonflement interfoliaire* ou *intercristallin*) ;

- au fait que ces argiles possèdent une surface spécifique particulièrement importante (800 m^2/g pour la montmorillonite qui appartient aux smectites, 20 m^2/g pour la kaolinite), et que la quantité d'eau adsorbée que peut renfermer un sol est directement fonction de ce paramètre.
Les argiles non gonflantes sont ainsi caractérisées par des liaisons particulièrement lâches et par une surface spécifique de leurs grains peu développée.

Pour une variation de teneur en eau identique, l'importance des variations de volume d'un sol argileux « gonflant » dépend aussi :

• **Des caractéristiques « initiales » du sol**, notamment la densité, la teneur en eau et le degré de saturation avant le début de l'épisode climatique (sécheresse ou période de pluviométrie excédentaire). Ainsi, l'amplitude des variations de volume sera d'autant plus grande que la variation de teneur en eau sera marquée. À ce titre, la succession d'une période fortement arrosée et d'une période de déficit pluviométrique constitue un facteur aggravant prépondérant ;

• **de l'« histoire » du sol**, en particulier de l'existence éventuelle d'épisodes antérieurs de chargement ou de dessiccation. Par exemple, un sol argileux « gonflant » mais de compacité élevée (sur-consolidation naturelle, chargement artificiel, etc.) ne sera que peu influencé par une période de sécheresse. À contrario, un remaniement des terrains argileux (à l'occasion par exemple de travaux de terrassement) pourrait favoriser l'apparition des désordres ou être de nature à les amplifier.

Les effets de la dessiccation sur les sols

S'il est saturé, le sol va d'abord diminuer de volume, de façon à peu près proportionnelle à la variation de teneur en eau, tout en restant quasi saturé. Cette diminution de volume s'effectue à la fois **verticalement**, se traduisant par un tassement, mais aussi **horizontalement** avec l'apparition de fissures de dessiccation (classiquement observées dans les fonds de mares qui s'assèchent).

En deçà d'une certaine teneur en eau (dite *limite de retrait*), le sol ne diminue plus de volume, et

Source : www.argiles.fr

les espaces intergranulaires perdent leur eau au bénéfice de l'air. Des pressions de succion se développent de façon significative.

Lorsque le sol argileux non saturé s'humidifie, il se sature sans changement de volume. Il en résulte une annulation progressive des pressions de succion jusqu'à ce que l'argile retrouve son volume initial, voire le dépasse. Divers paramètres, dont la nature minéralogique de l'argile, conditionnent l'ampleur de ce gonflement. Les déformations verticales (de retrait ou de gonflement) peuvent atteindre 10 % de l'épaisseur de sol considérée, voir dépasser cette valeur.

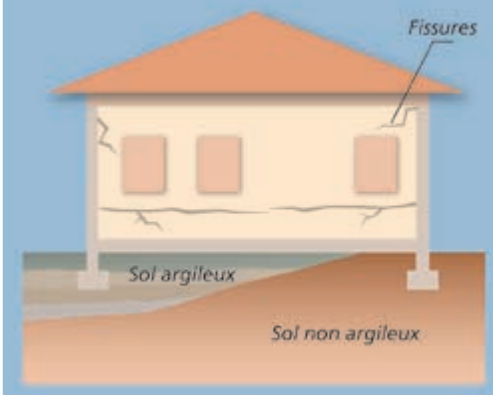
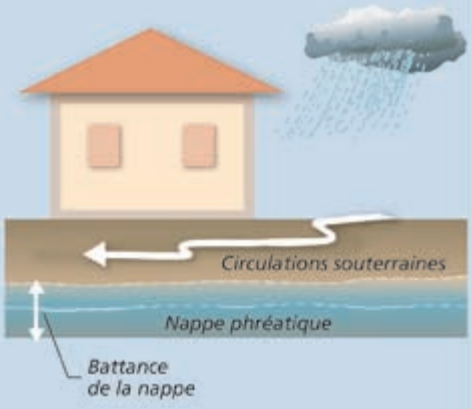
En France métropolitaine, et plus largement dans les régions tempérées, seule la tranche superficielle de sol (1 m à 2 m) est concernée par les variations saisonnières de teneur en eau. À l'occasion d'une sécheresse très marquée et/ou dans un environnement défavorable *[cf. paragraphe 1.2]*, cette influence peut toutefois se faire sentir jusqu'à **une profondeur atteignant 5 m environ**.

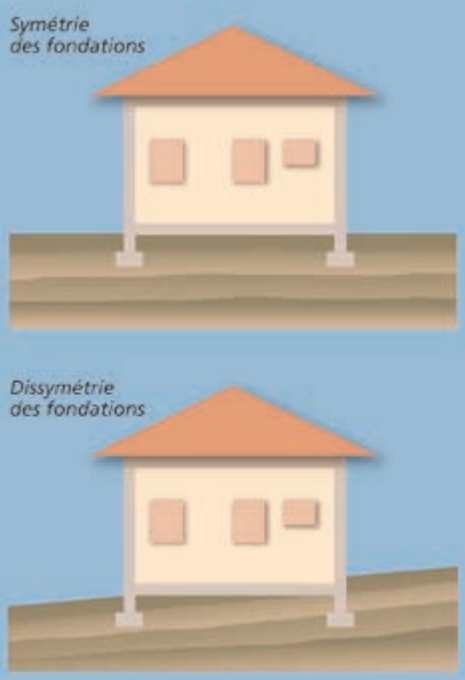
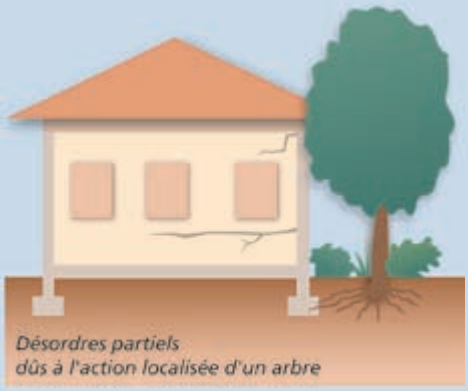
1.2 - Facteurs intervenant dans le phénomène de retrait – gonflement des argiles

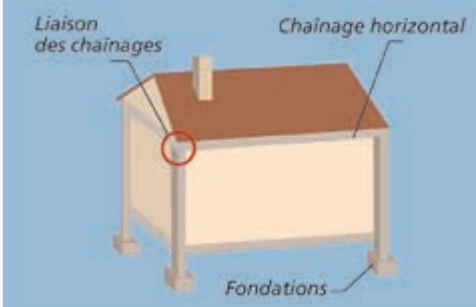
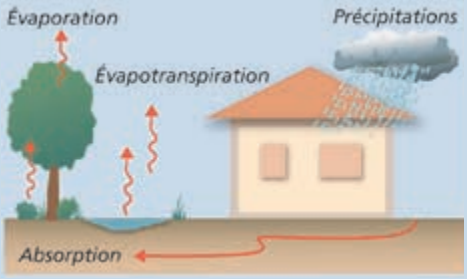
On distinguera les facteurs de prédisposition et les facteurs de déclenchement. Les premiers, par leur présence, sont de nature à induire le phénomène de retrait-gonflement des argiles, mais ne suffisent pas à le déclencher. Il s'agit de facteurs internes (liés à la nature des sols), et de facteurs dit d'environnement (en relation avec le site). **Les facteurs de prédisposition permettent de caractériser la susceptibilité du milieu au phénomène et conditionnent sa répartition spatiale**.

Les facteurs de déclenchement sont ceux dont la présence provoque le phénomène de retrait-gonflement, mais n'ont d'effet significatif que s'il existe des **facteurs de prédisposition** préalables. Leur connaissance permet de déterminer **l'occurrence du phénomène** (l'aléa et plus seulement la susceptibilité).

Le tableau ci-après présente succinctement chacun des facteurs en jeu.

TYPE DE FACTEUR	SCHÉMA EXPLICATIF	COMMENTAIRE
FACTEUR DE PRÉDISPOSITION		
La nature du sol		Facteur de prédisposition prépondérant : seules les formations géologiques renfermant des minéraux argileux sont a priori concernées. La susceptibilité est fonction, en premier lieu : - de la **lithologie** (importance de la proportion de matériaux argileux au sein de la formation) ; - de la **composition minéralogique** : les minéraux argileux ne sont pas tous « gonflants » et une formation argileuse sera d'autant plus réactive que la proportion de minéraux argileux « favorables » au phénomène (smectites, etc.) sera forte ; - de la **géométrie** de l'horizon argileux (profondeur, épaisseur) ; - de l'**éventuelle continuité** des niveaux argileux. L'hétérogénéité de constitution du sous-sol constitue une configuration défavorable. C'est le cas par exemple avec une alternance entre niveaux argileux sensibles et niveaux plus grossiers propices aux circulations d'eau : ces derniers favorisent les variations de teneur en eau des niveaux argileux se trouvant à leur contact.
Le contexte hydrogéologique		C'est l'un des facteurs environnementaux essentiels. Les deux principaux facteurs néfastes sont : - la présence éventuelle d'une **nappe phréatique** à profondeur limitée ; - l'existence de **circulations souterraines temporaires**, à profondeur relativement faible. Elles peuvent être à l'origine de fréquentes variations de teneur en eau des niveaux argileux, favorisant ainsi le phénomène de retrait-gonflement. Les conditions hydrauliques in situ peuvent varier dans le temps en fonction : - de l'**évapotranspiration**, dont les effets sont perceptibles à faible profondeur (jusqu'à 2 m environ) ; - de la **battance** de la nappe éventuelle (avec une action prépondérante à plus grande profondeur). La présence d'un **aquifère** à faible profondeur permet le plus souvent d'éviter la dessiccation de la tranche superficielle du sol. Mais en période de sécheresse, la dessiccation par l'évaporation peut être aggravée par l'abaissement du niveau de la nappe (ou encore par un tarissement naturel et saisonnier des circulations d'eau superficielles). Ce phénomène peut en outre être accentué par une augmentation des prélèvements par pompage.

La géomorphologie		Elle conditionne la répartition spatiale du phénomène : - un terrain en pente entraîne souvent une **dissymétrie des fondations** d'une construction, favorisant une aggravation des désordres sur le bâti. En effet, les fondations reposant le plus souvent à une cote homogène, les fondations amont sont alors plus enterrées et donc moins exposées aux variations de teneur en eau que les fondations aval. - cet effet peut être renforcé par une **différence de nature de sol** à la base des fondations amont et aval (les couches superficielles du sol étant généralement parallèles à la topographie, les fondations amont reposent donc sur des terrains moins altérés et remaniés que les fondations aval). - alors qu'une pente favorise le drainage par gravité, sur terrains plats **les eaux de ruissellement** ont tendance à stagner et à s'infiltrer, et ainsi à ralentir la dessiccation du sol. - **l'orientation** constitue également un paramètre non négligeable. Sur une pente orientée au Sud, les sols à l'aval d'une construction sont soumis à un ensoleillement plus important que ceux situés en amont, à l'ombre de la bâtisse. La dessiccation y sera donc plus marquée.
La végétation		Son rôle est souvent prépondérant. Les racines des végétaux aspirent l'eau du sol par succion. En période de **bilan hydrique** négatif (les prélèvements par l'arbre sont supérieurs aux apports), cette succion provoque une migration d'eau pouvant se traduire par : • un tassement centré sur l'arbre (formation d'une « cuvette ») ; • un lent déplacement du sol vers l'arbre. Une fondation « touchée » subira donc une double distorsion (verticale et horizontale) dont les effets seront particulièrement visibles dans le cas d'une **semelle filante**. Lorsque le bilan hydrique devient positif, les mécanismes inverses peuvent éventuellement se manifester. On considère en général que l'influence d'un arbre adulte peut se faire sentir jusqu'à une distance équivalente à une fois sa hauteur (et jusqu'à une profondeur de l'ordre de 4 m à 5 m), avec des variations en fonction des essences. Lorsqu'une construction s'oppose à l'évaporation, maintenant ainsi sous sa surface une zone de sol plus humide, les racines se développent de façon préférentielle dans sa direction. Il en est de même avec tout autre élément ayant une attraction positive, par exemple les regards et dispositifs d'assainissement fuyards. Dans le cas de l'urbanisation d'un terrain déboisé depuis peu, ou encore de l'abattage d'un arbre qui était situé à coté d'une construction, des désordres par gonflement peuvent se manifester pendant plusieurs années. Ils résultent d'une augmentation de la teneur en eau générale du sol.

Les défauts de construction		Ce facteur de prédisposition, souvent mis en lumière à l'occasion d'une sécheresse exceptionnelle, se traduit par la survenance ou l'aggravation des désordres. L'examen de dossiers d'expertise indique que les maisons touchées présentent souvent des défauts de conception ou de fondation, ou encore une insuffisance de **chaînage** (horizontal, vertical, mauvaise liaison entre chaînages). Le respect des règles de l'art « élémentaires » permettrait de minimiser, voire d'éviter, une large partie de ces désordres.
FACTEUR DE DÉCLENCHEMENT		
Les conditions climatiques		Les phénomènes climatiques exceptionnels sont le principal facteur de déclenchement du phénomène. Les variations de teneur en eau du sol sont liées à des variations climatiques saisonnières. Les désordres seront plus importants dans le cas d'une sécheresse particulièrement marquée, intervenant à la suite d'une période fortement arrosée (par sa durée et par les cumuls de pluie observés). Deux paramètres primordiaux entrent en jeu : **l'évapotranspiration** et les **précipitations**.
Les facteurs anthropiques		Des modifications de l'évolution « naturelle » des teneurs en eau du sous-sol peuvent résulter de travaux d'aménagement qui auraient pour conséquence : - de perturber la répartition des écoulements superficiels et souterrains ; - de bouleverser les conditions d'évaporation. Cela peut être le cas pour des actions de drainage du sol d'un terrain, de pompage, de plantations, d'imperméabilisation des sols, etc. Une fuite, voire la rupture d'un réseau enterré humide ou une infiltration d'eaux pluviales, peuvent avoir un impact significatif sur l'état hydrique du sous-sol et de ce fait provoquer des désordres par gonflement des argiles. L'existence de sources de chaleur en sous-sol près d'un mur insuffisamment isolé peut également aggraver, voire déclencher, la dessiccation et entraîner l'apparition de désordres localisés.

1.3 - Manifestation des désordres

Les désordres aux constructions pendant une sécheresse intense sont dus aux tassements différentiels du sol de fondation, pouvant atteindre plusieurs centimètres. Ils résultent des fortes différences de teneur en eau au droit des façades (zone de transition entre le sol exposé à l'évaporation et celui qui en est protégé) et, le cas échéant, de la végétation proche. L'hétérogénéité des mouvements entre deux points de la structure va conduire à une déformation pouvant entraîner fissuration, voire rupture de la structure. La réponse du bâtiment sera fonction de ses **possibilités de déformation**. On peut en effet imaginer :

• une structure souple et très déformable, pouvant « suivre » sans dommage les mouvements du sol ;

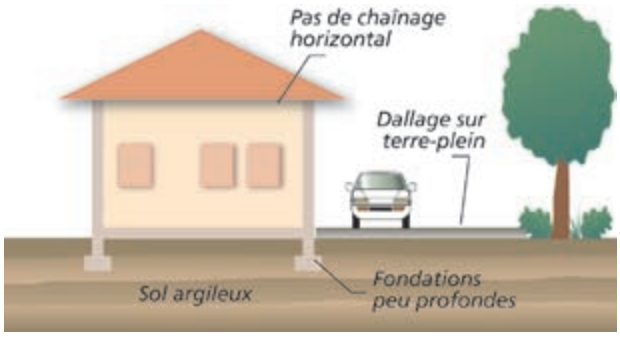
• une structure parfaitement rigide (horizontalement et verticalement) pouvant résister sans dommage aux mouvements du sol du fait d'une nouvelle répartition des efforts.

Cependant, dans la majorité des cas, la structure ne peut accepter les distorsions générées. Les constructions les plus vulnérables sont les maisons individuelles, notamment en raison :

• de leur structure légère et souvent peu rigide, et de leurs fondations souvent superficielles par rapport aux immeubles collectifs ;

• de l'absence, très souvent, d'une étude géotechnique préalable permettant d'adapter le projet au contexte géologique.

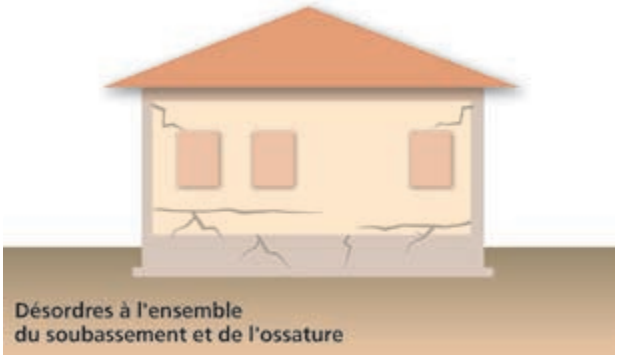
La « construction-sinistrée type » est ainsi une habitation individuelle de plain-pied (l'existence d'un sous-sol impliquant des fondations assez largement enterrées, à une profondeur où les terrains sont moins sujets à la dessiccation), reposant sur des fondations inadaptées et avec présence d'arbres à proximité.



Les désordres au gros-œuvre

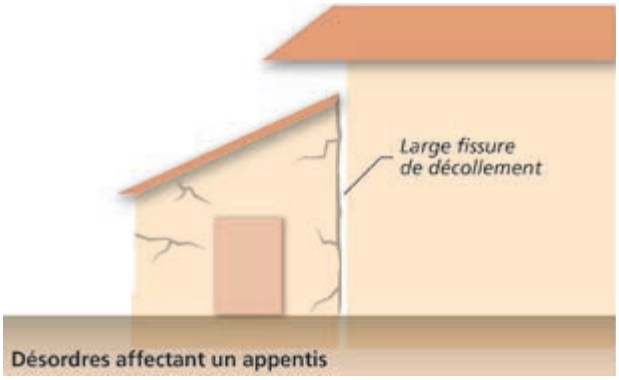
- **Fissuration des structures** (enterrées ou aériennes).

Cette fissuration (lorsque les fissures atteignent une largeur de 30 mm à 40 mm, on parle de lézardes), souvent oblique car elle suit les discontinuités des éléments de maçonnerie, peut également être verticale ou horizontale. Plusieurs orientations sont souvent présentes en même temps. Cette fissuration passe quasi-systématiquement par les points faibles que constituent les



ouvertures (où que celles-ci soient situées - murs, cloisons, planchers, plafonds).

- **Déversement des structures** (affectant des parties du bâti fondées à des cotes différentes) ou **décollement de bâtiments annexes accolés** (garages,…)



- **Désencastrement** des éléments de charpente ou de chaînage.

Source : Alp'Géorisques.

Fissuration traduisant un décollement de la structure par absence de liaisonnement entre niveau bas et combles.

- **Décollement, fissuration de dallages** et de cloisons.

Source : Alp'Géorisques.

Affaissement du plancher mis en évidence par le décollement entre plinthes et dallage - Maison Jourdan.

Les désordres au second-œuvre

- **Distorsion des ouvertures**, perturbant le fonctionnement des portes et fenêtres.

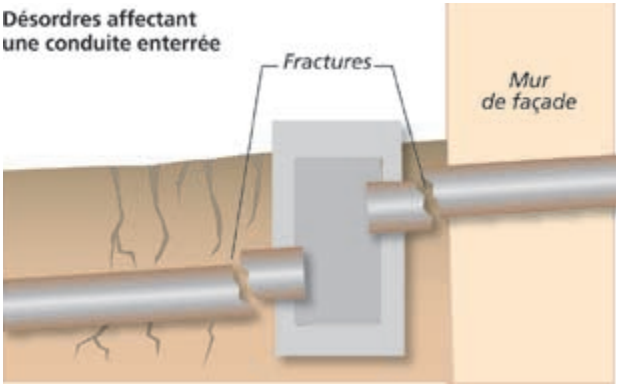
Source : www.argiles.fr

- **Décollement des éléments composites** (enduits et placages de revêtement sur les murs, carrelages sur dallages ou planchers, etc.).

Source : Alp'Géorisques.

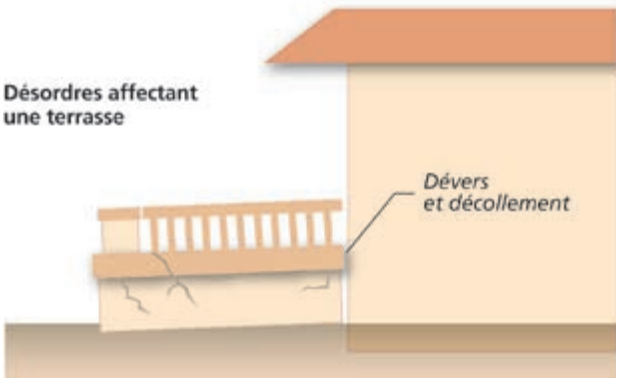
Fissuration intérieure, tapisserie déchirée - Maison André.

- Étirement, mise en compression, voire **rupture de tuyauteries ou canalisations** enterrées (réseaux humides, chauffage central, gouttières, etc.).



Les désordres sur les aménagements extérieurs

- **Décollement et affaissement des terrasses**, trottoirs et escaliers extérieurs.



- **Décollement, fissuration des dalles**, carrelage des terrasses et trottoirs extérieurs.

- **Fissuration de murs de soutènement**.

Source : Alp'Géorisques.

L'évaluation des dommages

Le nombre de constructions touchées par ce phénomène en France métropolitaine est très élevé. Suite à la sécheresse de l'été 2003, plus de 7 400 communes ont demandé une reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle. **Depuis 1989**, le montant total des remboursements effectués au titre du régime des catastrophes naturelles a été évalué par la Caisse Centrale de Réassurance, fin 2002, à **3,3 milliards d'euros.** Plusieurs centaines de milliers d'habitations sinistrées, réparties sur plus de 500 communes (sur plus de 77 départements) ont été concernés. Il s'agit ainsi du deuxième poste d'indemnisation après les inondations.

Le phénomène génère des coûts de réparation très variables d'un sinistre à un autre, mais souvent très lourds. Ils peuvent même dans certains cas s'avérer prohibitifs par rapport au coût de la construction (il n'est pas rare qu'ils dépassent 50 % de la valeur du bien). **Le montant moyen d'indemnisation d'un sinistre dû au phénomène de retrait / gonflement des argiles a été évalué à plus de 10 000 € par maison**, mais peut atteindre 150 000 € si une reprise en sous-œuvre s'avère nécessaire. Dans certains cas cependant, la cause principale des désordres peut être supprimée à moindre frais (abattage d'un arbre), et les coûts de réparation se limiter au rebouchage des fissures.

2 - Le contrat d'assurance

La loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 modifiée, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles (art. L.125-1 à L.125-6 du Code des assurances) a fixé pour objectif d'indemniser les victimes de catastrophes naturelles en se fondant sur le principe de solidarité nationale.

Pour que le sinistre soit couvert au titre de la garantie « catastrophes naturelles », il faut que l'agent naturel en soit la cause directe. L'état de catastrophe naturelle, ouvrant droit à la garantie est constaté par un arrêté interministériel (des ministères de l'Intérieur et de l'Économie et des Finances) qui détermine les zones et les périodes où s'est située la catastrophe ainsi que la nature des dommages couverts par la garantie (article L. 125-1 du Code des assurances).

Pour que cette indemnisation s'applique, les victimes doivent avoir souscrit un contrat d'assurance garantissant les « dommages » aux biens ainsi que, le cas échéant, les dommages aux véhicules terrestres à moteur. Cette garantie est étendue aux « pertes d'exploitation », si elles sont couvertes par le contrat de l'assuré.

Les limites

Cependant, l'assuré conserve à sa charge une partie de l'indemnité due par l'assureur. La franchise prévue aux **articles 125-1 à 3 du Code des assurances**, est valable pour les contrats « dommage » et « perte d'exploitation ». Cependant, les montants diffèrent selon les catégories et se déclinent selon le tableau suivant.

Comme on peut le voir dans le tableau, pour les communes non pourvues d'un PPR, le principe de variation des franchises d'assurance s'applique (il a été introduit par l'arrêté du 13 août 2004).

Les franchises sont ainsi modulées en fonction du nombre de constatations de l'état de catastrophe naturelle intervenues pour le même risque, au cours des cinq années précédant l'arrêté.

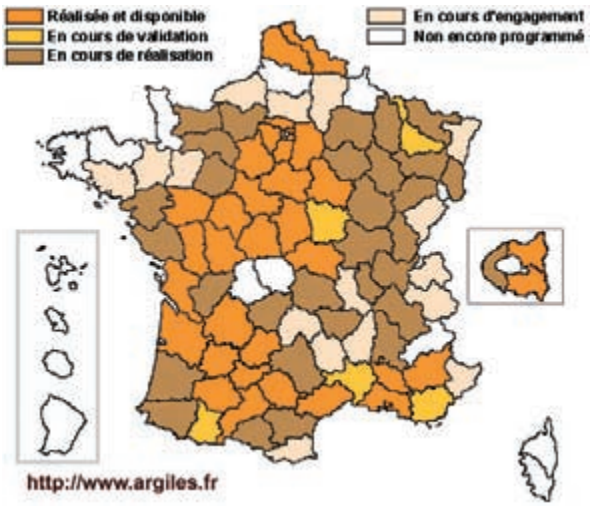
		Communes dotées d'un PPR*		Communes non dotées d'un PPR
Type de contrat	*Biens concernés*	*Franchise pour dommages liés à un risque autre que la sécheresse*	*Montant concernant le risque sécheresse*	*Modulation de la franchise en fonction du nombre d'arrêtés de catastrophe naturelle*
Contrat « dommage »	*Habitations*	*381 euros*	*1 524 euros*	*1 à 2 arrêtés : x 1* *3 arrêtés : x 2* *4 arrêtés : x 3* *5 et plus : x 4*
	Usage professionnel	*10 % du montant des dommages matériels (minimum 1 143 euros)*	*3 084 euros*	
Contrat « perte d'exploitation »	*Recettes liées à l'exploitation*	*Franchise équivalente à 3 jours ouvrés (minimum 1 143 euros)*		*Idem*

** Communes qui ont un PPR prescrit depuis moins de 4 ans et communes ayant un document valant PPR.*

3 - Comment prévenir ?

3.1 - La connaissance : cartographie de l'aléa

Devant le nombre des sinistres et l'impact financier occasionné par le phénomène de retrait-gonflement des argiles, le Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables a chargé le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) d'effectuer une cartographie de cet aléa. Elle est réalisée en juin 2007 pour les 37 départements français les plus exposés au regard du contexte géologique et du nombre d'arrêtés de catastrophe naturelle. Ce programme de cartographie départementale est aujourd'hui disponible et librement accessible sur Internet à l'adresse **www.argiles.fr** pour 32 départements. Il est prévu une couverture nationale pour cet aléa.

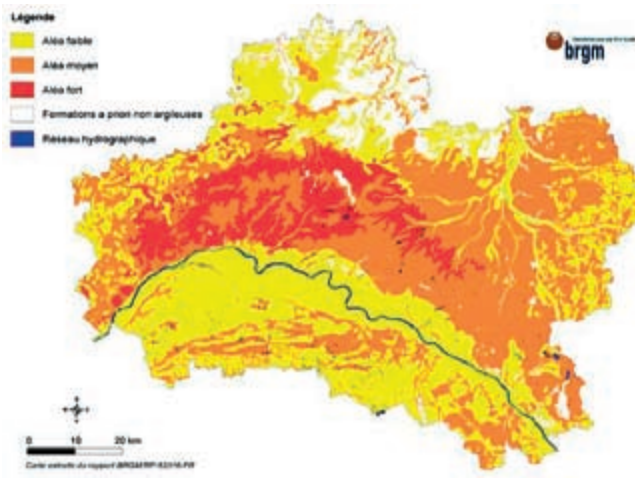


État d'avancement des cartes départementales d'aléa retrait-gonflement réalisées par le BRGM à la demande du MEDAD (mise à jour en juin 2007)

Ces cartes, établies à l'échelle 1/50 000, ont pour but de délimiter les zones a priori sujettes au phénomène, et de les hiérarchiser selon quatre degrés d'aléa (a priori nul, faible, moyen et fort – *cf. tableau ci-contre*).

La finalité de ce programme cartographique est **l'information du public, en particulier des propriétaires et des différents acteurs de la construction**.

Par ailleurs, il constitue une étape préliminaire essentielle à l'élaboration de zonages réglementaires au niveau communal, à l'échelle du 1/10 000 : **les Plans de Prévention des Risques** *[cf. paragraphe 3.3]*.



Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Loiret.

Niveau d'aléa	Définition
Fort	Zones sur lesquelles la probabilité de survenance d'un sinistre sera la plus élevée et où l'intensité des phénomènes attendus est la plus forte, au regard des facteurs de prédisposition présents.
Moyen	Zones « intermédiaires » entre les zones d'aléa faible et les zones d'aléa fort.
Faible	Zones sur lesquelles la survenance de sinistres est possible en cas de sécheresse importante, mais avec des désordres ne touchant qu'une faible proportion des bâtiments (en priorité ceux qui présentent des défauts de construction ou un contexte local défavorable, proximité d'arbres ou hétérogénéité du sous-sol par exemple).
Nul ou négligeable	Zones sur lesquelles la carte géologique n'indique pas la présence de terrain argileux en surface. La survenue de quelques sinistres n'est cependant pas à exclure, compte tenu de la présence possible, sur des secteurs localisés, de dépôts argileux non identifiés sur les cartes géologiques, mais suffisants pour provoquer des désordres ponctuels.

3.2 - L'information préventive

La loi du 22 juillet 1987 a instauré le droit des citoyens à une information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis sur tout ou partie du territoire, ainsi que sur les mesures de sauvegarde qui les concernent. Cette partie de la loi a été reprise dans l'article L125.2 du Code de l'environnement.

Établi sous l'autorité du préfet, le dossier départemental des risques majeurs (DDRM) recense à l'échelle d'un département l'ensemble des risques majeurs par commune. Il explique les phénomènes et présente les mesures de sauvegarde. À partir du DDRM, le préfet porte à la connaissance du maire les risques dans la commune, au moyen de cartes au 1 : 25 000 et décrit la nature des risques, les événements historiques, ainsi que les mesures d'État mises en place.

Le maire élabore un document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM). Ce document reprend les informations portées à la connaissance du maire par le préfet. Il précise les dispositions préventives et de protection prises au plan local. Il comprend l'arrêté municipal relatif aux modalités d'affichage des mesures de sauvegarde. Ces deux documents sont librement consultables en mairie.

Le plan de communication établi par le maire peut comprendre divers supports de communication, ainsi que des plaquettes et des affiches, conformes aux modèles arrêtés par les ministères chargés de l'environnement et de la sécurité civile (arrêté du 9 février 2005).

Le maire doit apposer ces affiches :

- dans les locaux accueillant plus de 50 personnes,
- dans les immeubles regroupant plus de 15 logements,
- dans les terrains de camping ou de stationnement de caravanes regroupant plus de 50 personnes.

Les propriétaires de terrains ou d'immeubles doivent assurer cet affichage (sous contrôle du maire) à l'entrée des locaux ou à raison d'une affiche par 5 000 m^2 de terrain.

La liste des arrêtés de catastrophe naturelle dont a bénéficié la commune est également disponible en mairie.

L'information des acquéreurs et locataires de biens immobiliers

Dans les zones sismiques et celles soumises à un PPR, le décret du 15 février 2005 impose à tous les propriétaires et bailleurs d'informer les acquéreurs et locataires de biens immobiliers de l'existence de risques majeurs concernant ces biens. En cela, les propriétaires et bailleurs se fondent sur les documents officiels transmis par l'État : PPR et zonage sismique de la France.

Cette démarche vise à développer la culture du risque auprès de la population.

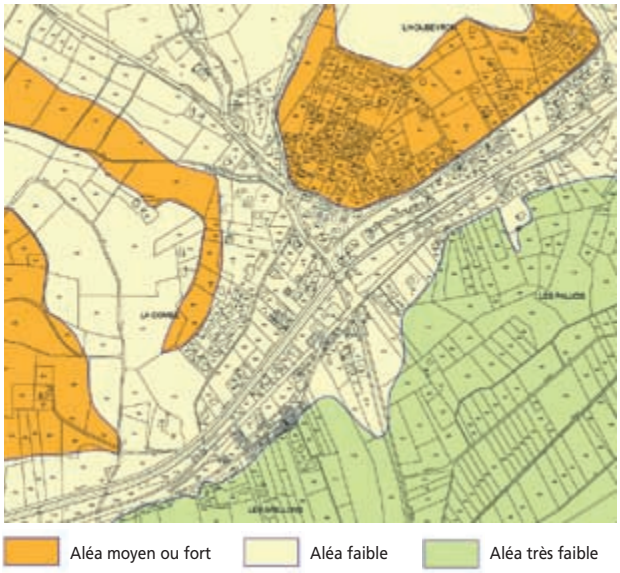
D'autre part, les vendeurs et bailleurs doivent informer les acquéreurs et locataires lorsqu'ils ont bénéficié d'un remboursement de sinistre au titre de la déclaration de catastrophe naturelle de leur commune.

3.3 - La prise en compte dans l'aménagement

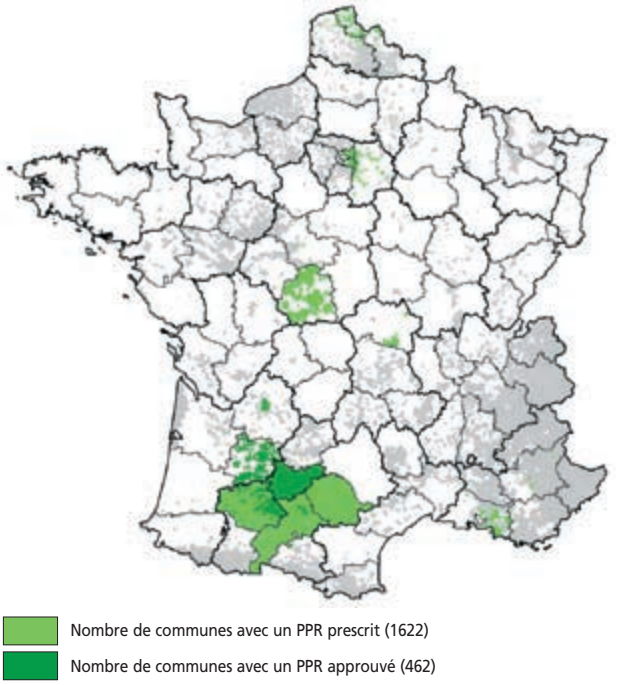
Les désordres aux constructions représentent un impact financier élevé pour de nombreux propriétaires et pour la collectivité. C'est dans ce contexte que le MEDAD a instauré le programme départemental de cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles *[cf. paragraphe 3.1]*. Il constitue un préalable à l'élaboration des **Plans de Prévention des Risques** spécifiques à l'échelle communale, dont le but est de diminuer le nombre de sinistres causés à l'avenir par ce phénomène, en l'absence d'une réglementation nationale prescrivant des dispositions constructives particulières pour les sols argileux gonflants.

En mai 2007, la réalisation de PPR tassements différentiels a été prescrite dans 1 622 communes. 462 communes possèdent un PPR approuvé. Cet outil réglementaire s'adresse notamment à toute personne sollicitant un permis de construire, mais aussi aux propriétaires de bâtiments existants. Il a pour objectif de délimiter les zones exposées au phénomène, et dans ces zones, d'y réglementer l'occupation des sols. **Il définit** ainsi, pour les projets de construction futurs et le cas échéant pour le bâti existant (avec certaines limites), **les règles constructives** (mais aussi liées à

Extrait d'une carte d'aléa retrait-gonflement des argiles (DDE 04 - Alp'Géorisques)



État cartographié national des PPR prescrit ou approuvé au 04/05/2007 - Aléa : tassements différentiels.



l'environnement proche du bâti) **obligatoires ou recommandées** visant à réduire le risque d'apparition de désordres. Dans les secteurs exposés, le PPR peut également imposer la réalisation d'une étude géotechnique spécifique, en particulier préalablement à tout nouveau projet.

Du fait de la lenteur et de la faible amplitude des déformations du sol, ce phénomène est sans danger pour l'homme. **Les PPR ne prévoient donc pas d'inconstructibilité**, même dans les zones d'aléa fort. Les mesures prévues dans le PPR ont un coût, permettant de minorer significativement le risque de survenance d'un sinistre, sans commune mesure avec les frais (et les désagréments) occasionnés par les désordres potentiels.

3.4 - Les règles de construction

Dans les communes dotées d'un PPR prenant en compte les phénomènes de retrait-gonflement des argiles, le règlement du PPR définit les règles constructives à mettre en oeuvre (mesures obligatoires et/ou recommandations) dans chacune des zones de risque identifiées.

Dans les communes non dotées d'un PPR, il convient aux maîtres d'ouvrage et/ou aux constructeurs de respecter un certain nombre de mesures afin de réduire l'ampleur du phénomène et de limiter ses conséquences sur le projet en adaptant celui-ci au site. Ces mesures sont détaillées dans les fiches présentes ci-après.

Dans tous les cas, le respect des « règles de l'art » élémentaires en matière de construction constitue un « minimum » indispensable pour assurer une certaine résistance du bâti par rapport au phénomène, tout en garantissant une meilleure durabilité de la construction.

3.5 - La réduction de la vulnérabilité du bâti existant

Les fiches présentées ci-après détaillent les principales mesures envisageables pour réduire l'ampleur du phénomène et ses conséquences sur le bâti. Elles sont prioritairement destinées aux maîtres d'ouvrages (constructions futures et bâti existant), mais s'adressent également aux différents professionnels de la construction.

Elles ont pour objectif premier de détailler les mesures préventives essentielles à mettre œuvre. Deux groupes peuvent être distingués :

• les fiches permettant de minimiser le risque d'occurrence et l'ampleur du phénomène :

- fiche 3, réalisation d'une ceinture étanche autour du bâtiment ;
- fiche 4, éloignement de la végétation du bâti ;
- fiche 5, création d'un écran anti-racines ;
- fiche 6, raccordement des réseaux d'eaux au réseau collectif ;
- fiche 7, étanchéification des canalisations enterrées ;
- fiche 8, limiter les conséquences d'une source de chaleur en sous-sol ;
- fiche 10, réalisation d'un dispositif de drainage.

• les fiches permettant une adaptation du bâti, de façon à s'opposer au phénomène et ainsi à minimiser autant que possible les désordres :

- fiche 1, adaptation des fondations ;
- fiche 2, rigidification de la structure du bâtiment ;
- fiche 9, désolidariser les différents éléments de structure.

4 - Organismes de référence, liens internet et bibliographie

Site internet

- Ministère de l'Écologie, du développement et de l'aménagement durables

http://www.prim.net

- Bureau de recherches Géologiques et Minières

http://www.argiles.fr

(consultation en ligne et téléchargement des cartes d'aléas départementales)

- Agence Qualité Construction (association des professions de la construction)

http://www.qualiteconstruction.com

Bibliographie

- **Sécheresse et construction** - *guide de prévention* ; 1993, La Documentation française.
- **Effets des phénomènes de retrait-gonflement des sols sur les constructions** – *Traitement des désordres et prévention* ; 1999, Solen.
- **Retrait-gonflement des sols argileux** - *méthode cartographique d'évaluation de l'aléa en vue de l'établissement de PPR* ; 2003, Marc Vincent BRGM.
- **Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Loiret** ; 2004, BRGM.

Glossaire

Aquifère : À prendre dans ce document au sens de nappe d'eau souterraine. Le terme désigne également les terrains contenant cette nappe.

Argile : Selon la définition du Dictionnaire de géologie (A. Foucault, JF Raoult), le terme argile désigne à la fois le minéral (= minéral argileux) et une roche (meuble ou consolidée) composée pour l'essentiel de ces minéraux. La fraction argileuse est, par convention, constituée des éléments dont la taille est inférieure à 2 µm.

Battance : Fluctuation du niveau d'une nappe souterraine entre les périodes de hautes eaux et celles de basses eaux.

Bilan hydrique : Comparaison entre les quantités d'eau fournies à une plante (précipitations, arrosage, etc) et sa « consommation ».

Capillarité : Ensemble des phénomènes relatifs au comportement des liquides dans des tubes très fins (et par lesquels de l'eau par exemple peut remonter dans un tube fin à un niveau supérieur à celui de la surface libre du liquide, ou encore dans un milieu poreux tel qu'un sol meuble).

Chaînage : Élément d'ossature des parois porteuses d'un bâtiment ; ceinturant les murs, le chaînage solidarise les parois et empêche les fissurations et les dislocations du bâtiment. On distingue les chaînages horizontaux, qui ceinturent chaque étage au niveau des planchers, et sur lesquels sont élevées les parois, et les chaînages verticaux qui encadrent les parois aux angles des constructions et au droit des murs de refend (mur porteur formant une division de locaux à l'intérieur d'un édifice).

Évapotranspiration : L'évapotranspiration correspond à la quantité d'eau totale transférée du sol vers l'atmosphère par l'évaporation au niveau du sol (fonction des conditions de température, de vent et d'ensoleillement notamment) et par la transpiration (eau absorbée par la végétation).

Plastique : Le qualificatif plastique désigne la capacité d'un matériau à être modelé.

Semelle filante : Type de fondation superficielle la plus courante, surtout quand le terrain d'assise de la construction se trouve à la profondeur hors gel. Elle se prolonge de façon continue sous les murs porteurs.

Succion : Phénomène dû aux forces capillaires par lequel un liquide, à une pression inférieure à la pression atmosphérique, est aspiré dans un milieu poreux.

Surface spécifique : Elle désigne l'aire réelle de la surface d'un objet par opposition à sa surface apparente.

Fiches

Code des couleurs

Mesure simple

Mesure technique

Mesure nécessitant l'intervention d'un professionnel

Code des symboles

Mesure concernant le bâti existant

Mesure concernant le bâti futur

Mesure applicable au bâti existant et futur

Remarque importante

Fiche n°1 — ADAPTATION DES FONDATIONS

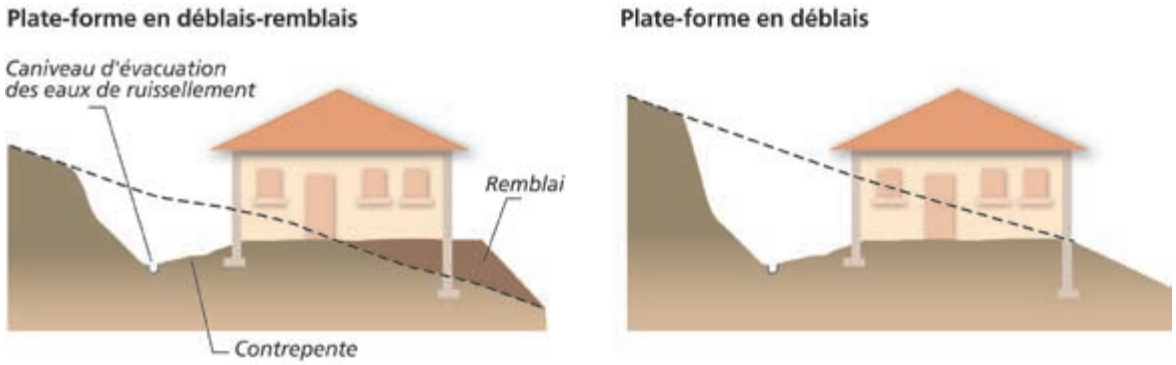
Problème à résoudre : Pour la majorité des bâtiments d'habitation « classiques », les structures sont fondées superficiellement, dans la tranche du terrain concernée par les variations saisonnières de teneur en eau. Les sinistres sont ainsi dus, pour une grande part, à une inadaptation dans la conception et/ou la réalisation des fondations.

Descriptif du dispositif : Les fondations doivent respecter quelques grands principes :

- adopter une profondeur d'ancrage suffisante, à adapter en fonction de la sensibilité du site au phénomène ;
- éviter toute dissymétrie dans la profondeur d'ancrage ;
- préférer les fondations continues et armées, bétonnées à pleine fouille sur toute leur hauteur.

Champ d'application : Concerne sans restriction tout type de bâtiment, d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre :

- La profondeur des fondations doit tenir compte de la capacité de retrait du sous-sol. Seule une étude géotechnique spécifique est en mesure de déterminer précisément cette capacité. À titre indicatif, on considère que cette profondeur d'ancrage (si les autres prescriptions – chaînage, trottoir périphérique, etc. – sont mises en œuvre), qui doit être au moins égale à celle imposée par la mise hors gel, doit atteindre au minimum 0,80 m en zone d'aléa faible à moyen et 1,20 m en zone d'aléa fort. Une prédisposition marquée du site peut cependant nécessiter de rechercher un niveau d'assise sensiblement plus profond.
Un radier généralisé, conçu et réalisé dans les règles de l'art (attention à descendre suffisamment la bêche périmètrique), peut constituer une bonne alternative à un approfondissement des fondations.

- Les fondations doivent être ancrées de manière homogène sur tout le pourtour du bâtiment (ceci vaut notamment pour les terrains en pente (où l'ancrage aval doit être au moins aussi important que l'ancrage amont) ou à sous-sol hétérogène. En particulier, les sous-sols partiels qui induisent des hétérogénéités d'ancrage sont à éviter à tout prix. Sur des terrains en pente, cette nécessité d'homogénéité de l'ancrage peut conduire à la réalisation de redans.

⚠ Lorsque le bâtiment est installé sur une plate-forme déblai/remblai ou déblai, il est conseillé de descendre les fondations « aval » à une profondeur supérieure à celle des fondations « amont ».
Les fondations doivent suivre les préconisations formulées dans le DTU 13.12.

Les études permettant de préciser la sensibilité du sous-sol au phénomène et de définir les dispositions préventives nécessaires (d'ordre constructif ou autre) doivent être réalisées par un bureau d'études spécialisé, dont la liste peut être obtenue auprès de l'Union Française des Géologues (tél : 01 47 07 91 95).

Fiche n°2

RIGIDIFICATION DE LA STRUCTURE DU BÂTIMENT

Problème à résoudre : Un grand nombre de sinistres concernent des constructions dont la rigidité, insuffisante, ne leur permet pas de résister aux distorsions générées par les mouvements différentiels du sous-sol. Une structure parfaitement rigide permet au contraire une répartition des efforts permettant de minimiser les désordres de façon significative, à défaut de les écarter.

Descriptif du dispositif : La rigidification de la structure du bâtiment nécessite la mise en œuvre de chaînages horizontaux (haut et bas) et verticaux (poteaux d'angle) pour les murs porteurs liaisonnés.

Champ d'application : concerne sans restriction tout type de bâtiment, d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe

Conditions de mise en œuvre : Le dispositif mis en œuvre doit suivre les préconisations formulées dans le DTU 20.1 :

- « *Les murs en maçonnerie porteuse et les murs en maçonnerie de remplissage doivent être ceinturés à chaque étage, au niveau des planchers, ainsi qu'en couronnement, par un chaînage horizontal en béton armé, continu, fermé ; ce chaînage ceinture les façades et les relie au droit de chaque refend* ».
Cette mesure s'applique notamment pour les murs pignons au niveau du rampant de la couverture.
- « *Les chaînages verticaux doivent être réalisés au moins dans les angles saillants et rentrant des maçonneries, ainsi que de part et d'autre des joints de fractionnement du bâtiment* ».

La liaison entre chaînages horizontaux et verticaux doit faire l'objet d'une attention particulière : ancrage des armatures par retour d'équerre, recouvrement des armatures assurant une continuité.
Les armatures des divers chaînages doivent faire l'objet de liaisons efficaces (recouvrement, ancrage, etc.), notamment dans les angles du bâtiment.

Mesures d'accompagnement : D'autres mesures permettent de rigidifier la structure :
- la réalisation d'un soubassement « monobloc » (préférer les sous-sols complets aux sous-sols partiels, les radiers ou les planchers sur vide sanitaire, plutôt que les dallages sur terre-plein) ;
- la réalisation de linteaux au-dessus des ouvertures.

Fiche n°3

RÉALISATION D'UNE CEINTURE ÉTANCHE AUTOUR DU BÂTIMENT

Problème à résoudre : Les désordres aux constructions résultent notamment des fortes différences de teneur en eau existant entre le sol situé sous le bâtiment qui est à l'équilibre hydrique (terrains non exposés à l'évaporation, qui constituent également le sol d'assise de la structure) et le sol situé aux alentours qui est soumis à évaporation saisonnière. Il en résulte des variations de teneur en eau importantes et brutales, au droit des fondations.

Descriptif du dispositif : Le dispositif proposé consiste à entourer le bâti d'un système étanche le plus large possible (minimum 1,50 m), protégeant ainsi sa périphérie immédiate de l'évaporation et éloignant du pied des façades les eaux de ruissellement.

Champ d'application : concerne sans restriction tout type de bâtiment, d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe

Conditions de mise en œuvre : L'étanchéité pourra être assurée, soit :

- par la réalisation d'un trottoir périphérique (selon les possibilités en fonction de l'implantation du bâtiment et de la mitoyenneté), en béton ou tout autre matériau présentant une étanchéité suffisante ;
- par la mise en place sous la terre végétale d'une géomembrane enterrée, dans les cas notamment où un revêtement superficiel étanche n'est pas réalisable (en particulier dans les terrains en pente). La géomembrane doit être raccordée aux façades par un système de couvre-joint, et être protégée par une couche de forme sur laquelle peut être mis en œuvre un revêtement adapté à l'environnement (pavés, etc).

Une légère pente doit être donnée au dispositif, de façon à éloigner les eaux du bâtiment, l'idéal étant que ces eaux soient reprises par un réseau d'évacuation étanche.

⚠ Pour être pleinement efficace, le dispositif d'étanchéité doit être mis en œuvre sur la totalité du pourtour de la construction. Une difficulté peut se poser lorsque l'une des façades est située en limite de propriété (nécessitant un accord avec le propriétaire mitoyen). Le non-respect de ce principe est de nature à favoriser les désordres.

Mesures d'accompagnement : Les eaux de toitures seront collectées dans des ouvrages étanches et évacués loin du bâtiment *[cf. fiche n°6]*.

À défaut de la mise en place d'un dispositif étanche en périphérie immédiate du bâtiment, les eaux de ruissellement pourront être éloignées des façades (aussi loin que possible), par des contre-pentes.

Fiche n°4

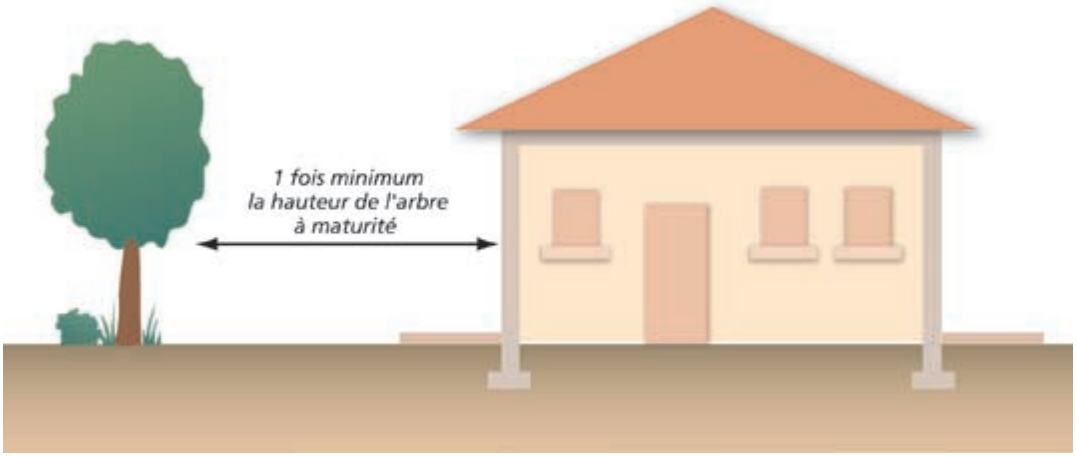
ÉLOIGNEMENT DE LA VÉGÉTATION DU BÂTI

Problème à résoudre : Empêcher le sol de fondation d'être soumis à d'importantes et brutales variations de teneur en eau. Les racines des végétaux soutirant l'eau du sol et induisant ainsi des mouvements préjudiciables au bâtiment, il convient d'extraire le bâti de la zone d'influence de la végétation présente à ses abords (arbres et arbustes).

Descriptif du dispositif : La technique consiste à abattre les arbres isolés situés à une distance inférieure à une fois leur hauteur à maturité par rapport à l'emprise de la construction (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). Un élagage régulier et sévère, permettant de minimiser la capacité d'évaporation des arbres et donc de réduire significativement leurs prélèvements en eau dans le sol, peut constituer une alternative à l'abattage. Attention, l'abattage des arbres est néanmoins également susceptible de générer un gonflement du fait d'une augmentation de la teneur en eau des sols qui va en résulter ; il est donc préférable de privilégier un élagage régulier de la végétation concernée.

Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités situé à une distance d'arbres isolés inférieure à 1 fois leur hauteur à maturité (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). Bien que certaines essences aient un impact plus important que d'autres, il est difficile de limiter cette mesure à ces espèces, car ce serait faire abstraction de critères liés à la nature du sol. De plus, il faut se garder de sous-estimer l'influence de la végétation arbustive, qui devra également, en site sensible, être tenue éloignée du bâti.

Schéma de principe



Suite page suivante

Fiche n°4

ÉLOIGNEMENT DE LA VÉGÉTATION DU BÂTI

Précautions de mise en œuvre : L'abattage des arbres situés à faible distance de la construction ne constitue une mesure efficace que si leurs racines n'ont pas atteint le sol sous les fondations. Dans le cas contraire, un risque de soulèvement n'est pas à exclure.
Si aucune action d'éloignement de la végétation (ou l'absence d'un écran anti-racines – *[cf. Fiche n°5]*) n'est mise en œuvre ceci pourra être compensé par l'apport d'eau en quantité suffisante aux arbres concernés par arrosage. Mais cette action sera imparfaite, notamment par le fait qu'elle pourrait provoquer un ramollissement du sol d'assise du bâtiment.

⚠ **Mesure altérnative :** Mise en place d'un écran anti-racines pour les arbres isolés situés à moins de une fois leur hauteur à maturité par rapport à l'emprise de la construction (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). *[cf. fiche n°5]*

À destination des projets nouveaux : Si des arbres existent à proximité de l'emprise projetée du bâtiment, il convient de tenir compte de leur influence potentielle à l'occasion tout particulièrement d'une sécheresse ou de leur éventuelle disparition future, à savoir selon le cas :

- tenter autant que possible d'implanter le bâti à l'extérieur de leur « champ d'action » (on considère dans le cas général que le domaine d'influence est de une fois la hauteur de l'arbre à l'âge adulte pour des arbres isolés, une fois et demi cette hauteur dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes) ;
- tenter d'abattre les arbres gênants le plus en amont possible du début des travaux (de façon à permettre un rétablissement des conditions « naturelles » de teneur en eau du sous-sol) ;
- descendre les fondations au-dessous de la cote à laquelle les racines n'influent plus sur les variations de teneur en eau (de l'ordre de 4 m à 5 m maximum).

Si des plantations sont projetées, on cherchera à respecter une distance minimale équivalente à une fois la hauteur à maturité de l'arbre entre celui-ci et la construction. A défaut, on envisagera la mise en place d'un écran anti-racines.

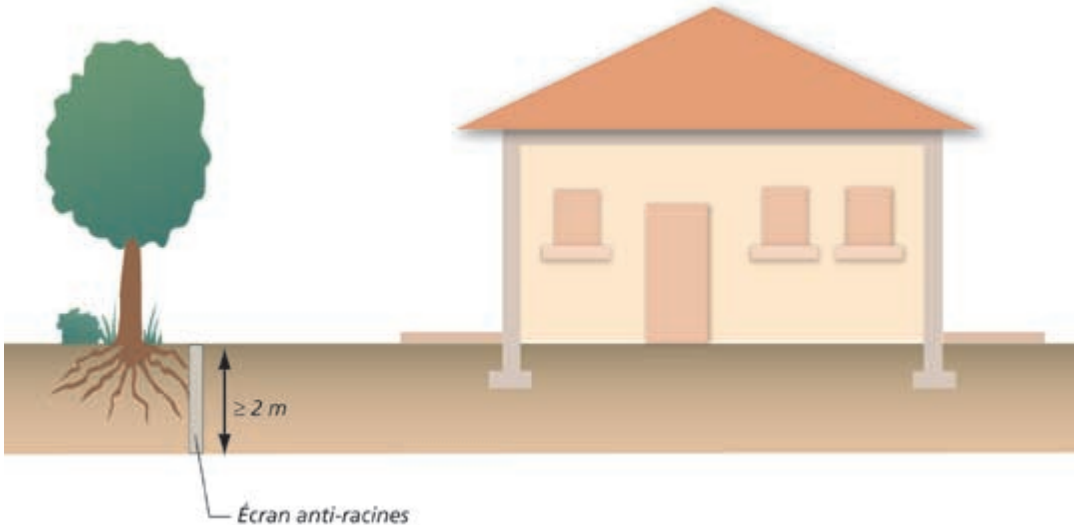
Fiche n°5 — CRÉATION D'UN ÉCRAN ANTI-RACINES

Problème à résoudre : Empêcher le sol de fondation d'être soumis à d'importantes et brutales variations de teneur en eau. Les racines des végétaux soutirant l'eau du sol et induisant ainsi des mouvements préjudiciables au bâtiment, il convient d'extraire le bâti de la zone d'influence de la végétation présente à ses abords.

Descriptif du dispositif : La technique consiste à mettre en place, le long des façades concernées, un écran s'opposant aux racines, d'une profondeur supérieure à celle du système racinaire des arbres présents (avec une profondeur minimale de 2 m). Ce dispositif est constitué en général d'un écran rigide (matériau traité au ciment), associé à une géomembrane (le long de laquelle des herbicides sont injectés), mis en place verticalement dans une tranchée.

Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités situé à une distance d'arbres isolés inférieure à une fois leur hauteur à maturité.

Schéma de principe



Précautions de mise en œuvre : L'écran anti-racines doit pouvoir présenter des garanties de pérennité suffisantes, notamment vis-à-vis de l'étanchéité et de la résistance. Un soin particulier doit être porté sur les matériaux utilisés (caractéristiques de la géomembrane, etc). L'appel à un professionnel peut s'avérer nécessaire pour ce point, voire également pour la réalisation du dispositif.

⚠ **Mesure alternative :** Abattage des arbres isolés situés à une distance inférieure à une fois leur hauteur à maturité, par rapport à l'emprise de la construction (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). *[Voir fiche n°4]*

Fiche n°6

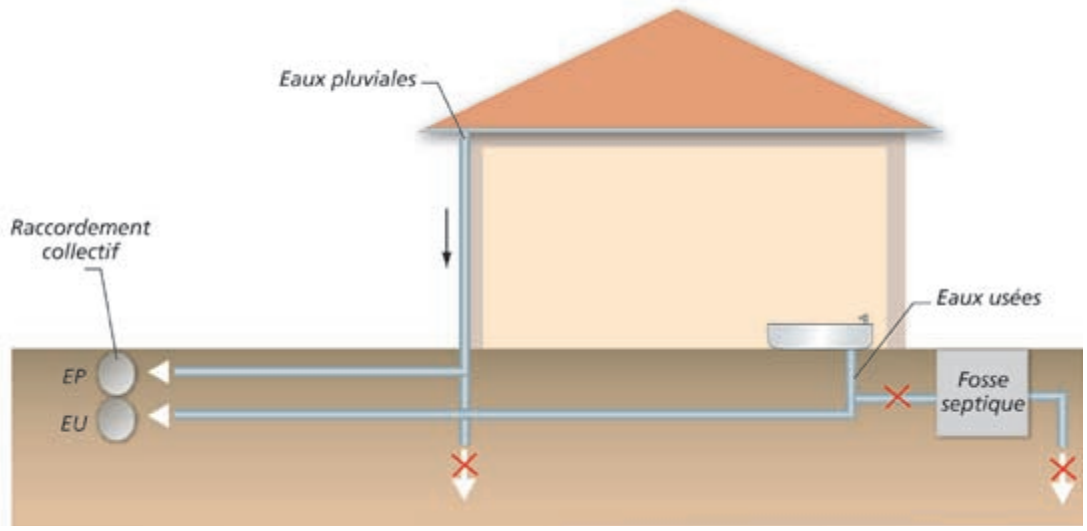
RACCORDEMENT DES RÉSEAUX D'EAUX AU RÉSEAU COLLECTIF

Problème à résoudre : De façon à éviter les variations localisées d'humidité, il convient de privilégier le rejet des eaux pluviales – EP - (ruissellement de toitures, terrasses, etc.) et des eaux usées – EU - dans les réseaux collectifs (lorsque ceux-ci existent). La ré-infiltration in situ des EP et des EU conduit à ré-injecter dans le premier cas des volumes d'eau potentiellement importants et de façon ponctuelle, dans le second cas des volumes limités mais de façon « chronique ».

Descriptif du dispositif : Il vise, lorsque l'assainissement s'effectue de façon autonome, à débrancher les filières existantes (puits perdu, fosse septique + champ d'épandage, etc.) et à diriger les flux à traiter jusqu'au réseau collectif (« tout à l'égout » ou réseau séparatif).

Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités assaini de façon individuelle avec ré-infiltration in situ (les filières avec rejet au milieu hydraulique superficiel ne sont pas concernées), et situé à distance raisonnable (c'est-à-dire économiquement acceptable) du réseau collectif.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Le raccordement au réseau collectif doit être privilégié, sans préjudice des directives sanitaires en vigueur.
Le raccordement nécessite l'accord préalable du gestionnaire de réseau. Le branchement à un réseau collectif d'assainissement implique pour le particulier d'être assujetti à une redevance d'assainissement comprenant une part variable (assise sur le volume d'eau potable consommé) et le cas échéant une partie fixe.

⚠ **Mesure alternative :** En l'absence de réseau collectif dans l'environnement proche du bâti et du nécessaire maintien de l'assainissement autonome, il convient de respecter une distance d'une quinzaine de mètres entre le bâtiment et le(s) point(s) de rejet (à examiner avec l'autorité responsable de l'assainissement).

Fiche n°7

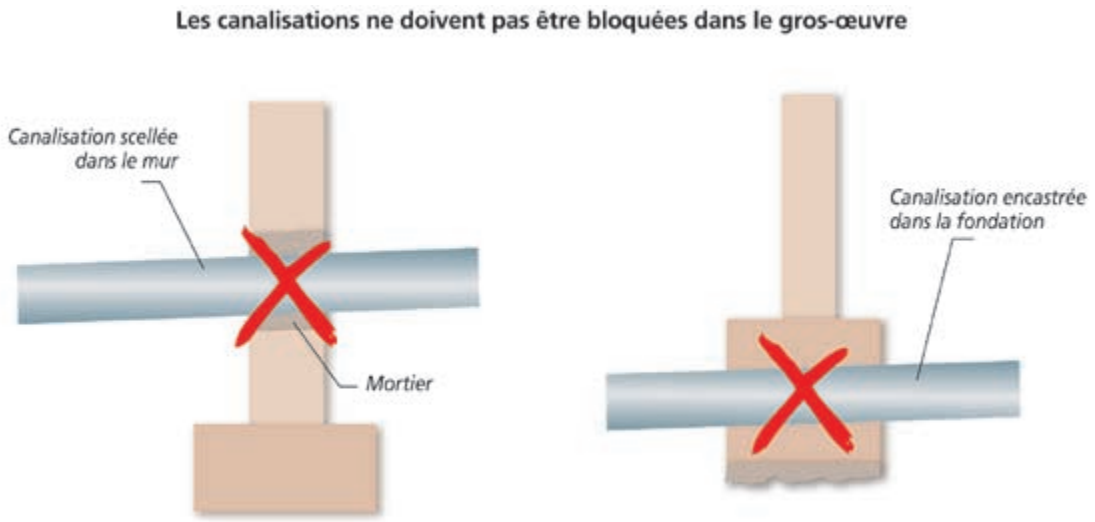
ÉTANCHÉIFICATION DES CANALISATIONS ENTERRÉES

Problème à résoudre : De façon à éviter les variations localisées d'humidité, il convient de s'assurer de l'absence de fuites au niveau des réseaux souterrains « humides ». Ces fuites peuvent résulter des mouvements différentiels du sous-sol occasionnés par le phénomène.

Descriptif du dispositif : Le principe consiste à étanchéifier l'ensemble des canalisations d'évacuation enterrées (eaux pluviales, eaux usées). Leur tracé et leur conception seront en outre étudiés de façon à minimiser le risque de rupture.

Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités, assaini de façon individuelle ou collective.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Les canalisations seront réalisées avec des matériaux non fragiles (c'est-à-dire susceptibles de subir des déformations sans rupture). Elles seront aussi flexibles que possibles, de façon à supporter sans dommage les mouvements du sol.
L'étanchéité des différents réseaux sera assurée par la mise en place notamment de joints souples au niveau des raccordements.
De façon à ce que les mouvements subis par le bâti ne se « transmettent » pas aux réseaux, on s'assurera que les canalisations ne soient pas bloquées dans le gros œuvre, aux points d'entrée dans le bâti.
Les entrées et sorties des canalisations du bâtiment s'effectueront autant que possible perpendiculairement par rapport aux murs (tout du moins avec un angle aussi proche que possible de l'angle droit).

Mesures d'accompagnement : Autant que faire se peut, on évitera de faire longer le bâtiment par les canalisations de façon à limiter l'impact des fuites occasionnées, en cas de rupture, sur les structures proches.
Il est souhaitable de réaliser de façon régulière des essais d'étanchéité de l'ensemble des réseaux « humides ».

Fiche n°8

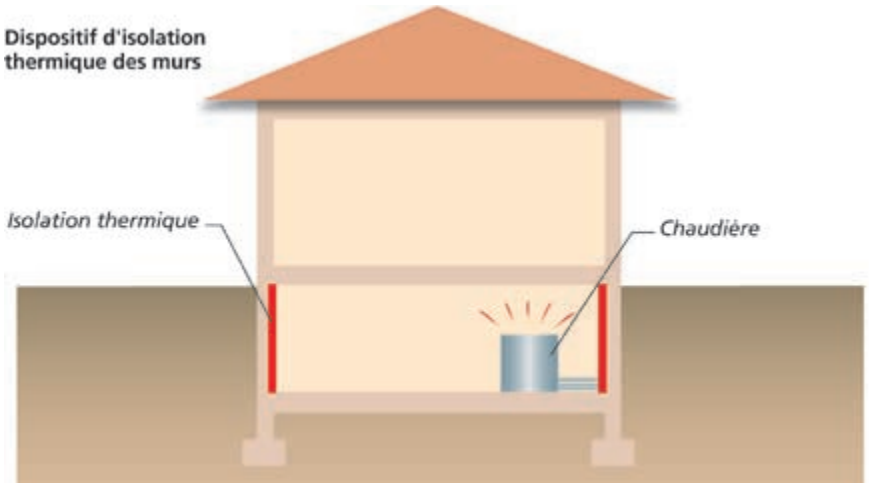
LIMITER LES CONSÉQUENCES D'UNE SOURCE DE CHALEUR EN SOUS-SOL

Problème à résoudre : La présence dans le sous-sol d'un bâtiment d'une source de chaleur importante, en particulier d'une chaudière, est susceptible de renforcer les variations localisées d'humidité dans la partie supérieure du terrain. Elles sont d'autant plus préjudiciables qu'elles s'effectuent au contact immédiat des structures.

Descriptif du dispositif : La mesure consiste à prévoir un dispositif spécifique d'isolation thermique des murs se trouvant à proximité de la source de chaleur (limitation des échanges thermiques).

Champ d'application : Concerne tous les murs de la pièce accueillant la source de chaleur, ainsi que toutes parties de la sous-structure du bâtiment au contact de canalisations « chaudes ».

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Dans l'Union Européenne, les produits d'isolation thermique pour la construction doivent posséder la marque CE depuis mars 2003 et respecter les normes EN 13162 à EN 13171 (selon leur nature). Il pourra s'agir de produits standards de type polystyrène ou laine minérale.

Remarque : La loi de finances pour 2005 a créé un crédit d'impôt dédié au développement durable et aux économies d'énergie. Destinée à renforcer le caractère incitatif du dispositif fiscal en faveur des équipements de l'habitation principale, cette mesure est désormais ciblée sur les équipements les plus performants au plan énergétique, ainsi que sur les équipements utilisant les énergies renouvelables. Le crédit d'impôt concerne les dépenses d'acquisition de certains équipements fournis par les entreprises ayant réalisé les travaux et faisant l'objet d'une facture, dans les conditions précisées à l'article 90 de la loi de finances pour 2005 et à l'article 83 de la loi de finances pour 2006 : **http://www.industrie.gouv.fr/energie/developp/econo/textes/credit-impot-2005.htm**

Cela concerne notamment **l'acquisition de matériaux d'isolation thermique des parois opaques** (planchers bas sur sous-sol, sur vide sanitaire ou sur passage ouvert, avec résistance thermique R ≥ 2,4 $M^2 °K/W$). Pour choisir un produit isolant, il est important de connaître sa résistance thermique «R» (aptitude d'un matériau à ralentir la propagation de l'énergie qui le traverse). Elle figure obligatoirement sur le produit. Plus «R» est important plus le produit est isolant.

Pour ces matériaux d'isolation thermique, le taux du crédit d'impôt est de **25 %**. Ce taux est porté à **40 %** à la double condition que ces équipements soient installés dans un logement achevé avant le 1/01/1977 et que leur installation soit réalisée au plus tard le 31 décembre de la 2e année qui suit celle de l'acquisition du logement.

Fiche n°9

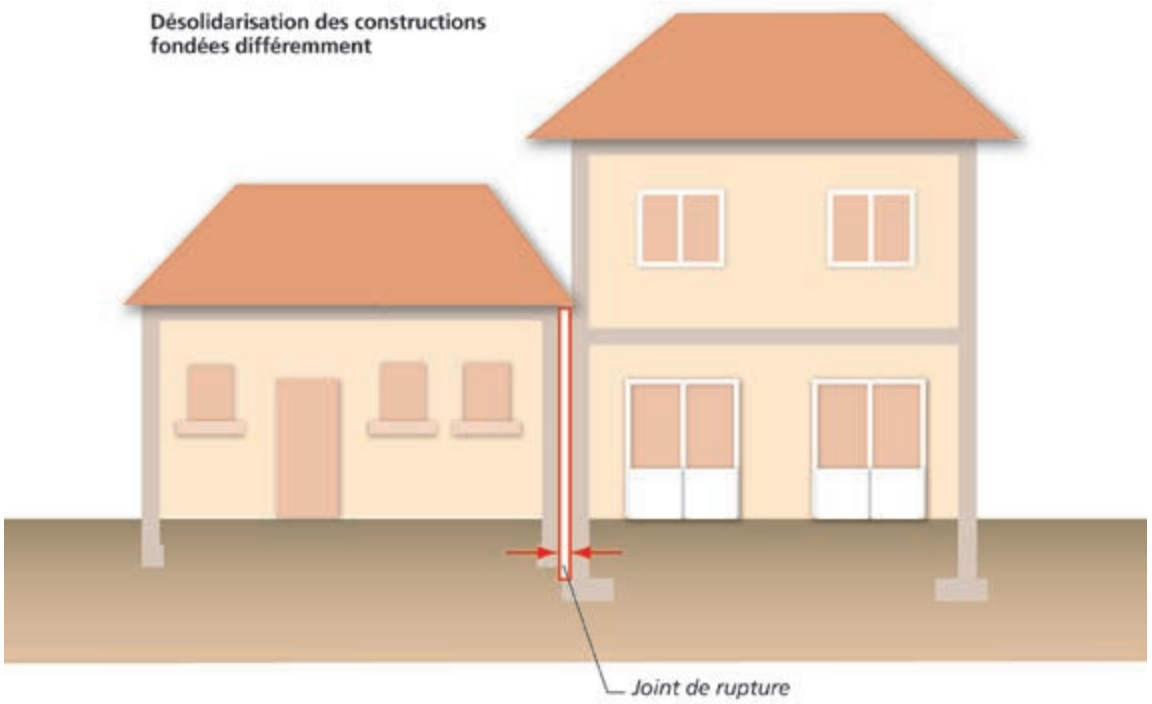
DÉSOLIDARISER LES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS DE STRUCTURE

Problème à résoudre : Deux parties de bâtiments accolés et fondés différemment peuvent subir des mouvements d'ampleur variable. Il convient de ce fait de désolidariser ces structures, afin que les sollicitations du sous-sol ne se transmettent pas entre elles et ainsi à autoriser des mouvements différentiels.

Descriptif du dispositif : Il s'agit de désolidariser les parties de construction fondées différemment (ou exerçant des charges variables sur le sous-sol), par la mise en place d'un joint de rupture (élastomère) sur toute la hauteur du bâtiment (y compris les fondations).

Champ d'application : Concerne tous les bâtiments d'habitation ou d'activités présentant des éléments de structures fondés différemment (niveau d'assise, type de fondation) ou caractérisés par des descentes de charges différentes. Sont également concernées les extensions de bâtiments existants (pièce d'habitation, garage, etc.).

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Il est indispensable de prolonger le joint sur toute la hauteur du bâtiment.

À destination du bâti existant : La pose d'un joint de rupture sur un bâtiment existant constitue une mesure techniquement envisageable. Mais elle peut nécessiter des modifications importantes de la structure et s'avérer ainsi très délicate (les fondations étant également concernées par cette opération).
La mesure doit systématiquement être mise en œuvre dans le cadre des projets d'extension du bâti existant.

Fiche n°10

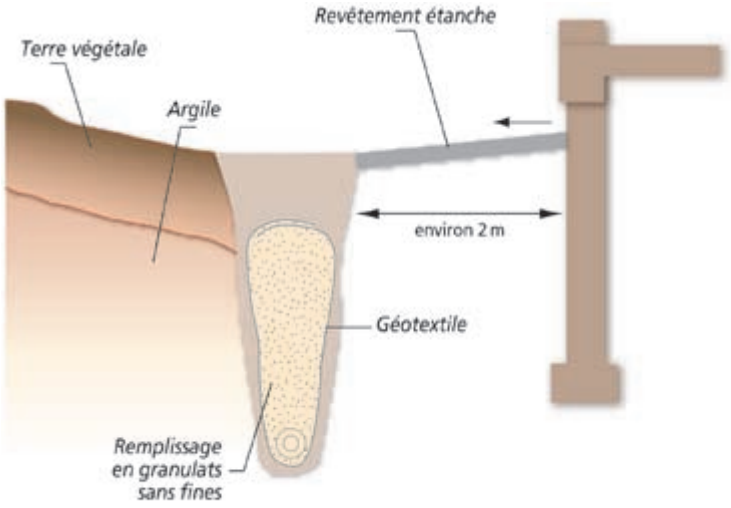
RÉALISATION D'UN DISPOSITIF DE DRAINAGE

Problème à résoudre : Les apports d'eau provenant des terrains environnants (eaux de ruissellement superficiel ou circulations souterraines), contribuent au phénomène en accroissant les variations localisées d'humidité. La collecte et l'évacuation de ces apports permettent de minimiser les mouvements différentiels du sous-sol.

Descriptif du dispositif : Le dispositif consiste en un réseau de drains (ou tranchées drainantes) ceinturant la construction ou, dans les terrains en pente, disposés en amont de celle-ci. Les volumes collectés sont dirigés aussi loin que possible de l'habitation.

Champ d'application : Concerne sans restriction tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Le réseau est constitué de tranchées remplies d'éléments grossiers (protégés du terrain par un géotextile), avec en fond de fouille une canalisation de collecte et d'évacuation (de type « drain routier ») répondant à une exigence de résistance à l'écrasement.
Idéalement, les tranchées descendent à une profondeur supérieure à celle des fondations de la construction, et sont disposées à une distance minimale de 2 m du bâtiment. Ces précautions sont nécessaires afin d'éviter tout impact du drainage sur les fondations.

Les règles de réalisation des drains sont données par le DTU 20.1.

⚠ En fonction des caractéristiques du terrain, la nécessité de descendre les drains au-delà du niveau de fondation de la construction peut se heurter à l'impossibilité d'évacuer gravitairement les eaux collectées. La mise en place d'une pompe de relevage peut permettre de lever cet obstacle.

Mesure d'accompagnement : Ce dispositif de drainage complète la mesure détaillée dans la fiche n°3 (mise en place d'une ceinture étanche en périphérie du bâtiment) de façon à soustraire les fondations de la construction aux eaux de ruissellement et aux circulations souterraines.

Conception et réalisation : **Oréade Conseil** [38420 Domène] et **Graphies** [38240 Meylan] - Impression : **Imprimerie du Pont-de-Claix** [38640 Claix]

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,
DU DÉVELOPPEMENT
ET DE L'AMÉNAGEMENT
DURABLES

Direction de la Prévention des pollutions et des risques - Sous-direction de la Prévention des risques majeurs
20, avenue de Ségur, 75302 Paris 07 SP - http://www.ecologie.gouv.fr - http://www.prim.net