

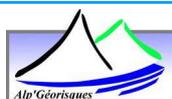
# Carte des aléas

## Commune de Pont-en-Royans



### Note de présentation

Maître d'ouvrage : Commune de Pont-en-Royans



Référence	19XXXXXX	Version	0.1
Date	Mai 2019	Édition du	02/07/19

**ALP'GEORISQUES - Z.I. - 52, rue du Moirond - Bâtiment Magbel - 38420 DOMENE - FRANCE**  
 Tél. : 04-76-77-92-00 Fax : 04-76-77-55-90  
 sarl au capital de 18 300 € - Siret : 380 934 216 00025 - Code A.P.E. 7112B  
 N° TVA Intracommunautaire : FR 70 380 934 216  
 Email : [contact@alpgeorisques.com](mailto:contact@alpgeorisques.com) - Site Internet : <http://www.alpgeorisques.com/>





## Identification du document

Projet	Carte des aléas de Pont-en-Royans		
Titre	Carte des aléas		
Fichier	rapport_alea_Pont-en-Royans_V1.0.odt		
Référence	19XXXXXX	Proposition n°	D1807073
Chargé d'études	Eric PICOT		
	Tél. 04 76 77 92 00	eric.picot@alpegeoriques.com	
Maître d'ouvrage	Commune de Pont-en-Royans	Mairie de Pont-en-Royans Place de Bassiano 38 680 Pont-en-Royans	
	Référence commande :		
Maître d'œuvre ou AMO	-		

## Versions

Version rapport	Date	Version carte	Auteur	Vérfié par	Modifications
0.1	07/05/19	1.0	EP	DMB	
1.0					Correction version 0.1

## Diffusion

Diffusion	Support	Pointage	
Commune	Papier		Nombre d'exemplaire(s) :
	Numérique		
RTM	Papier		Nombre d'exemplaire(s) :
	Numérique		
DDT	Papier		Nombre d'exemplaire(s) :
	Numérique		

## Archivage

N° d'archivage (référence)	19XXXXXX
Titre	Carte des aléas – Note de présentation
Département	38
Commune(s) concernée(s)	Commune de Pont-en-Royans
Cours d'eau concerné(s)	La Bourne
Région naturelle	Bas-Dauphiné / Royans
Thème	Carte des aléas
Mots-clefs	carte aléas Pont-en-Royans



# SOMMAIRE

<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>11</b>
I.1. Avertissement.....	11
I.2. Objet et contenu de l'étude.....	11
I.3. Nature des phénomènes naturels étudiés.....	12
I.4. Établissement de la carte des aléas.....	14
I.5. Présentation de la commune.....	15
I.5.1. Situation.....	15
I.5.2. Cadre géographique et naturel.....	16
I.5.3. Contexte géologique.....	17
<b>II. MÉTHODOLOGIE.....</b>	<b>20</b>
II.1. Principes généraux.....	20
II.1.1. Notion d'aléa.....	20
II.1.2. Notion d'intensité et de fréquence.....	20
II.1.3. Usage des outils géomatiques.....	21
II.1.4. Prise en compte des ouvrages de protection.....	21
II.2. Représentation cartographique.....	21
II.2.1. Fonds de référence.....	21
II.2.2. Niveaux d'aléa.....	21
II.2.3. Zones d'incertitudes.....	22
II.3. Méthodologie de qualification des aléas.....	23
II.3.1. Considérations hydrologiques.....	23
II.3.2. Les crues rapides des rivières.....	23
II.3.2.1. Définition du phénomène.....	23
II.3.2.2. Principes de qualification de l'aléa.....	23
II.3.2.3. Prise en compte des ouvrages de protection hydrauliques.....	24
II.3.2.4. Scénarios types sur le territoire.....	25
II.3.3. Les inondations en pied de versant.....	27
II.3.3.1. Définition du phénomène.....	27
II.3.3.2. Principes de qualification de l'aléa.....	27
II.3.3.3. Scénarios types sur le territoire.....	28
II.3.4. Les crues des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles.....	28
II.3.4.1. Définition du phénomène.....	28
II.3.4.2. Principes de qualification de l'aléa.....	28
II.3.4.3. Cas de l'existence d'ouvrages jouant un rôle de protection contre les crues torrentielles.....	31
II.3.4.4. Scénarios types sur le territoire.....	32
II.3.5. Le ruissellement sur versant et le ravinement.....	33
II.3.5.1. Définition du phénomène.....	33
II.3.5.2. Principes de qualification de l'aléa.....	33
II.3.5.3. Scénarios types sur le territoire.....	34

II.3.6. Les glissements de terrain.....	34
II.3.6.1. Définition du phénomène.....	34
II.3.6.2. Principes de qualification de l'aléa.....	35
II.3.6.3. Scénarios types sur le territoire.....	36
II.3.7. Les chutes de pierres et de blocs.....	37
II.3.7.1. Définition.....	37
II.3.7.2. Principes de qualification de l'aléa.....	37
II.3.7.3. Prise en compte des ouvrages de protection pare-blocs.....	40
II.3.7.4. Scénarios types sur le territoire.....	40
II.3.8. Les effondrements de cavités souterraines et la suffosion.....	41
II.3.8.1. Définition des phénomènes.....	41
II.3.8.2. Principes de qualification de l'aléa.....	41
II.3.8.3. Notions de marges de sécurité.....	43
II.3.8.4. Prise en compte des travaux de traitements de l'aléa effondrement.....	44
II.3.8.5. Scénarios types sur le territoire.....	44
<b>III. QUALIFICATION DES ALÉAS SUR LA COMMUNE.....</b>	<b>45</b>
III.1. L'aléa crue rapide des rivières.....	45
III.1.1. Historique.....	45
III.1.2. Observations de terrain.....	46
III.1.3. Aménagements et ouvrages.....	47
III.1.4. L'aléa.....	47
III.2. L'aléa inondation de pied de versant.....	48
III.2.1. Historique.....	48
III.2.2. Observations de terrain.....	48
III.2.3. Aménagements et ouvrages.....	48
III.2.4. L'aléa.....	48
III.3. L'aléa crue torrentielle.....	48
III.3.1. Historique.....	48
III.3.2. Observations de terrain.....	48
III.3.3. Aménagements et ouvrages.....	49
III.3.4. L'aléa.....	49
III.4. L'aléa ruissellement sur versant et ravinement.....	50
III.4.1. Historique.....	50
III.4.2. Observations de terrain.....	50
III.4.3. Aménagements et ouvrages.....	51
III.4.4. L'aléa.....	51
III.5. L'aléa glissement de terrain.....	52
III.5.1. Historique.....	52
III.5.2. Observations de terrain.....	53
III.5.3. Aménagements et ouvrages.....	54
III.5.4. L'aléa.....	54
III.6. L'aléa chute de pierre et de blocs.....	55
III.6.1. Historique.....	55
III.6.2. Observations de terrain.....	58
III.6.3. Aménagements et ouvrages.....	59

---

III.6.4. L'aléa.....	60
III.7. L'aléa effondrements de cavités souterraines et suffosion.....	62
III.7.1. Historique.....	62
III.7.2. Observations de terrain.....	63
III.7.3. Aménagements et ouvrages.....	63
III.7.4. L'aléa.....	63
<b>IV. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>64</b>
<b>V. ANNEXES.....</b>	<b>67</b>
Annexe 1 Carte de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux.....	68
Annexe 2 Carte de la remontée de nappe.....	69
Annexe 3 Carte d'exposition sismique.....	70
Annexe 4 Étude hydrologique sommaire : méthode et résultats.....	71
Annexe 5 Carte des zones de départ potentielles de chutes de blocs et de localisation des profils – présentation des profils.....	76
Annexe 6 Méthode de la ligne d'énergie.....	91
Annexe 7 Carte informative.....	97
Annexe 8 Dossier photographique.....	99



## Avertissement

La cartographie des aléas est réalisée dans le respect des guides méthodologiques officiels de l'État (guides PPRN relatifs à la qualification des aléas), des doctrines départementales (lorsqu'elles existent) et des grilles d'aléas présentées dans ce document. Elle repose sur une expertise intégrant :

- le respect des doctrines nationales et locales (lorsqu'elles existent) ;
- la connaissance des événements historiques ;
- l'exploitation de la bibliographie disponible ;
- les reconnaissances de terrain ;
- les incertitudes liées à la méthodologie et à la nature même des phénomènes cartographiés.

La carte des aléas est établie pour des phénomènes ou des scénarios de référence, tels que décrits dans le corps du texte de ce rapport. Elle ne prétend pas à l'exhaustivité, d'autant que les reconnaissances de terrain ne peuvent être réalisées que depuis les espaces publics (voiries et chemins), sauf à obtenir l'accord des propriétaires. Faute de pouvoir accéder aux espaces privés, la connaissance topographique n'est bien souvent fondée que sur l'utilisation de la carte IGN au 1/25 000. La carte IGN et le fond cadastral n'étant pas parfaitement compatibles entre eux, l'expert est parfois amené à faire des approximations. Par ailleurs, la cartographie des aléas ne pouvant représenter, ni toute la finesse, ni la subtilité de la réalité du terrain, elle opère nécessairement à des simplifications (globalisation et symbolisme sémiologique).

La cartographie des aléas est établie au 1/5 000 et sa précision ne peut être supérieure en agrandissant la carte.

Une carte des aléas provisoire est soumise à l'avis des élus (et le cas échéant à son AMO) qui ont tout loisir pour formuler des observations pour compléter ou corriger ce document. L'attention des élus doit en premier lieu porter sur les secteurs urbanisés ou urbanisables concernés par les aléas. Les demandes d'adaptation ou de correction sont systématiquement validées par l'expert, si nécessaire après de nouvelles reconnaissances de terrain ou réunions de travail. Le document définitif n'est édité qu'après validation des modifications par la collectivité (et/ou de son AMO) qui, après avoir pris connaissance des corrections de la version provisoire, a délibéré et délivré son accord.

La carte des aléas constitue donc un consensus d'affichage entre l'expert (connaissance sur les phénomènes naturels, expertise de terrain), les élus (connaissance de la sensibilité du territoire et des événements passés), l'AMO (s'il existe : compétence technique) et éventuellement les services de l'État (respect des doctrines nationales et départementales) pour la meilleure acceptabilité possible du document.

La carte des aléas ne doit pas être figée. Après chaque événement majeur, il est recommandé de vérifier la conformité du document et, le cas échéant, de procéder à une actualisation de celui-ci.

Ce rapport, ses annexes et les cartes qui l'accompagnent constituent un ensemble indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle, sans l'accord écrit d'Alp'Géorisques, ne saurait engager la responsabilité de la société ou de ses collaborateurs.

L'utilisation des informations contenues dans ce rapport, ses annexes ou les cartes qui l'accompagnent en dehors de leur strict domaine d'application ne saurait engager la responsabilité d'Alp'Géorisques.

L'utilisation des cartes, ou des données numériques géographiques correspondantes, à une échelle différente de leur échelle nominale ou leur report sur des fonds cartographiques différents de ceux utilisés pour l'établissement des cartographies originales relève de la seule responsabilité de l'utilisateur.

Alp'Géorisques ne peut être tenue pour responsable des modifications apportées à ce rapport, à ses annexes ou aux cartes qui l'accompagnent sans un accord écrit préalable de la société.

Alp'Géorisques ne peut être tenu pour responsable des décisions prises en application de ses préconisations ou des conséquences du non-respect ou d'une interprétation erronée de ses recommandations.

L'actuelle version 1.0 de la note de présentation est rattachée à la version 1.0 et ultérieures de la carte des aléas jusqu'à l'édition d'une nouvelle version qui vienne la remplacer.

Échelle nominale de la carte des aléas : 1/5 000  
Référentiel de la carte des aléas : IGN / DGI

## I. Introduction

### I.1. Avertissement

La présente étude est composée des éléments indissociables suivants :

- La carte des aléas des aléas de la commune de Pont-en-Royans dont l'échelle de lecture maximum est le 1/5 000 ;
- La carte informative (phénomènes historiques et observés, aménagements et ouvrages de protection) de la commune de Pont-en-Royans ;
- La note de présentation.

### I.2. Objet et contenu de l'étude

La commune de Pont-en-Royans a confié à la Société Alp'Géorisques - ZI - 52, rue du Moirond - 38420 Domène, l'élaboration d'une carte des aléas couvrant l'ensemble du territoire communal.

**Ce document est informatif. Il apporte des informations permettant la prise en compte des risques naturels dans les documents d'urbanisme conformément à la législation en vigueur :**

En effet, d'une part, l'article L.110 du Code de l'urbanisme prévoit que les collectivités harmonisent leurs prévisions et leurs décisions d'utilisation du sol afin d'assurer notamment la sécurité et la salubrité publique.

D'autre part, l'article L.121-1 du Code de l'urbanisme demande que les schémas de cohérence territoriale, les plans locaux d'urbanisme et les cartes communales déterminent les conditions permettant d'assurer la prévention des risques naturels prévisibles. L'article L.121-2 précise que l'État veille au respect des principes définis à l'article L. 121-1.

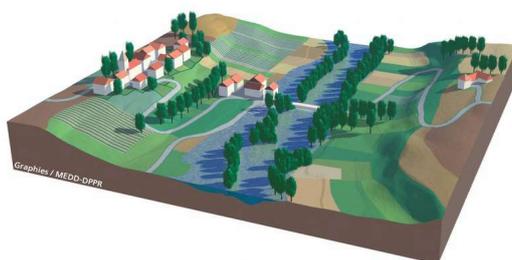
Enfin, l'article R.123-11-b du même code impose également que les documents graphiques du règlement fassent apparaître les secteurs où l'existence de risques naturels, tels qu'inondations, incendies de forêt, érosion, affaissements, éboulements, avalanches ou de risques technologiques justifient que soient interdites ou soumises à des conditions spéciales les constructions et installations de toute nature, permanentes ou non, les plantations, dépôts, affouillements, forages et exhaussements des sols.

**La prise en compte des risques naturels dans les règles d'urbanisme ou les autorisations de projets de travaux, de constructions ou d'installations relève exclusivement de la responsabilité du maire.**

### 1.3. Nature des phénomènes naturels étudiés

Les aléas sont cartographiés conformément aux différents guides techniques PPRN et aux déclinaisons locales des directives nationales applicables pour le département de l'Isère, pour l'essentiel définies en MIRNaT (Mission Interministérielle sur les Risques Naturels et Technologiques). Les phénomènes identifiés sur la commune de Pont-en-Royans sont les suivants :

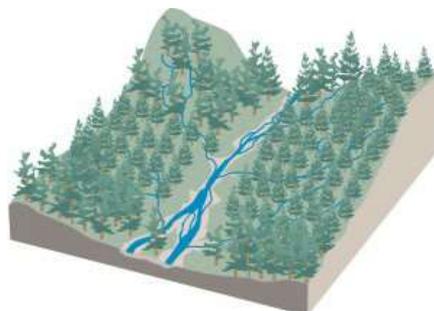
- inondations :
  - C : crues rapides des rivières ;



- l' : inondations en pied de versant ou par remontées de nappes sans interaction avec le réseau hydrographique ;



- T : crues des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles ;

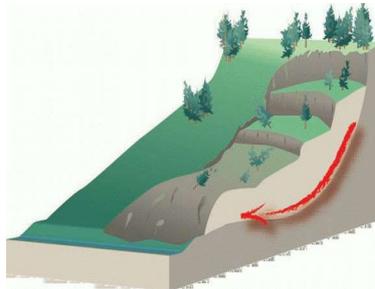


- V : ruissellements sur versant et ravinement ;

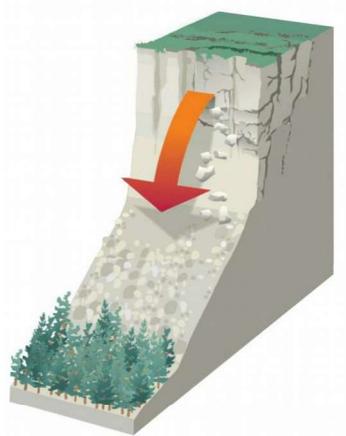


- mouvements de terrain :

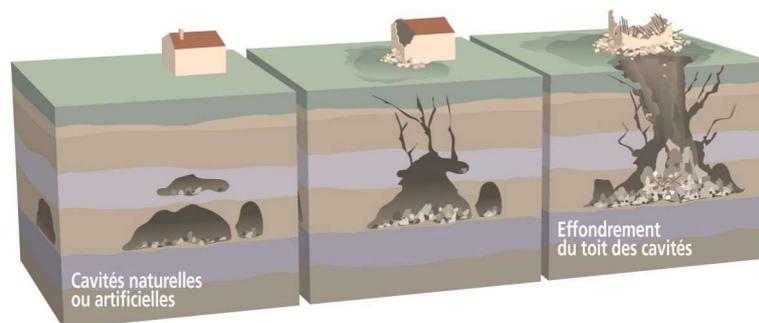
- G : glissements de terrain, solifluxion et coulées boueuses ;



- P : chutes de pierres et de blocs ;



- F : affaissements, effondrements de cavités souterraines, suffosion.



Ces différentes catégories d'aléas sont définies plus précisément dans le tableau ci-après.

Aléa	Symbole	Définition du phénomène
Crue rapide des rivières et des fossés	C	Inondation pour laquelle l'intervalle de temps entre le début de la pluie et le débordement ne permet pas d'alerter de façon efficace les populations. Les bassins versants de taille petite et moyenne sont concernés par ce type de crue dans leur partie ne présentant pas un caractère torrentiel dû à la pente ou à un fort transport de matériaux solides.
Inondation en pied de versant	I'	Submersion par accumulation et stagnation d'eau sans apport de matériaux solides dans une dépression du terrain ou à l'amont d'un obstacle, sans communication avec le réseau hydrographique. L'eau provient d'un ruissellement sur versant ou d'une remontée de nappe.
Crue des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles	T	Crue d'un cours d'eau à forte pente (plus de 5 %), à caractère brutal, qui s'accompagne fréquemment d'un important transport de matériaux solides (plus de 10 % du débit liquide), de forte érosion des berges et de divagation possible du lit sur le cône torrentiel. Cas également des parties de cours d'eau de pente moyenne (avec un minimum de 1%) lorsque le transport solide reste important et que les phénomènes d'érosion ou de divagation sont comparables à ceux des torrents. Les laves torrentielles sont rattachées à ce type d'aléa.
Ruissellement sur versant Ravinement	V	Divagation des eaux météoriques en dehors du réseau hydrographique (y compris fossés de route à forte pente) suite à de fortes précipitations. Ce phénomène peut provoquer l'apparition d'érosions localisées (ravinement). Débordements des fossés conduisant à des épandages sur versant.
Glissement de terrain	G	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.
Chute de pierres et blocs	P	Chute d'éléments rocheux d'un volume unitaire compris entre quelques centimètres cubes et quelques mètres cubes. Le volume total mobilisé lors d'un épisode donné est inférieur à une centaine de mètres cubes. Au-delà, on parle d'écroulements en masse, pris en compte seulement lorsqu'ils sont facilement prévisibles.
Affaissement, effondrement	F	Évolution de cavités souterraines d'origine naturelle (karst) et anthropique (carrière) avec des manifestations en surface lentes et progressives (affaissement) ou rapides et brutales (effondrement). Celles d'origine minière ne relèvent pas du code de l'Environnement (code Minier), mais peuvent y être signalées pour information.

## 1.4. Établissement de la carte des aléas

La carte des aléas est réalisée conformément à la doctrine départementale de l'Isère, validée en MIRNAT.

Établie sur fond topographique au 1/10 000 et sur fond cadastral au 1/5 000, elle présente les niveaux d'aléas relatifs à divers phénomènes naturels affectant le territoire communal. Elle est accompagnée du présent rapport et d'une carte informative des phénomènes naturels, établie sur fond topographique au 1/25 000, localisant les événements historiques et les phénomènes actifs

identifiés sur le terrain.

L'exposition de la commune aux phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et le niveau de risque sismique sont rappelés en Annexe 1 et en Annexe 3 mais ne sont pas traités par la carte des aléas.

De même, les risques miniers résultant de l'exploitation de matériaux listés à l'article L. 111-1 du code minier, ne sont pas traités par la carte des aléas. Ils peuvent cependant être signalés pour information.

#### **Remarques :**

**En cas de divergence entre la carte des aléas au 1/10 000 et la carte au 1/3 000, le zonage au 1/3 000 prévaut sur celui au 1/10 000.**

Les dénominations utilisées des lieux (lieux-dits, cours d'eau, bâtiments spécifiques, etc.) cités dans le rapport de présentation sont localisés sur les cartes correspondant aux descriptions dans lesquelles leur nom apparaît. Il s'agit, soit des noms usuels tirés du cadastre, de la carte IGN, du plan de ville ou de témoignages.

La cartographie a été élaborée à partir de reconnaissances de terrain effectuées en décembre 2018 et janvier 2019 par Eric PICOT, chargé d'études, et d'une enquête auprès de la municipalité et des services déconcentrés de l'État.

## ***1.5. Présentation de la commune***

### ***1.5.1. Situation***

La commune de Pont-en-Royans, se situe à l'ouest du département de l'Isère, à une trentaine de kilomètres au sud-ouest de Grenoble, en bordure du département de la Drôme. Elle est limitrophe avec les communes d'Auberives-en-Royans, Saint-André-en-Royans, Choranche, Châtelus et Sainte-Eulalie-en-Royans (département de la Drôme). Elle est administrativement rattachée à l'arrondissement de Grenoble et fait partie de la Communauté de Communes Saint-Marcellin Vercors Isère.

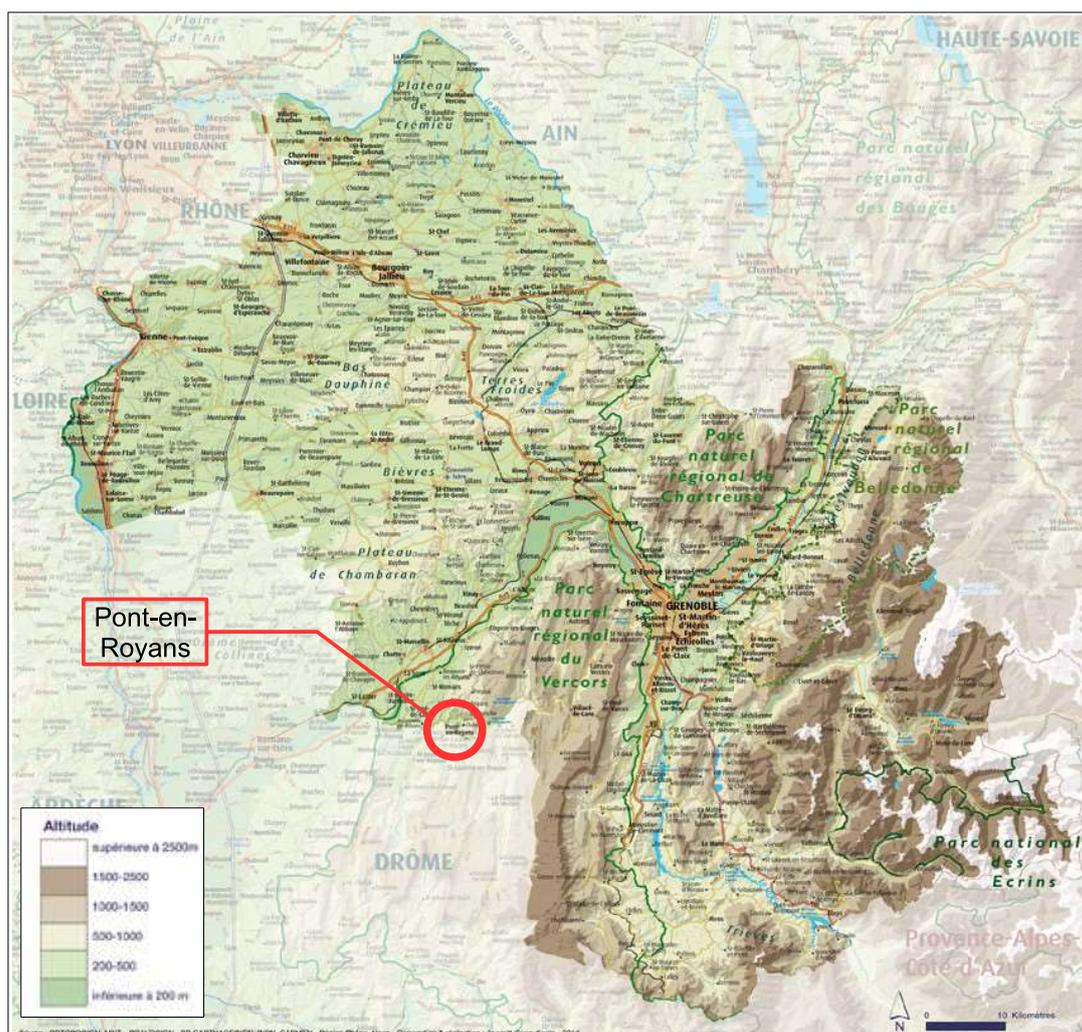


Figure I.1 : Localisation de la commune de Pont-en-Royans.

### 1.5.2. Cadre géographique et naturel

La commune de Pont-en-Royans couvre une superficie de 290 hectares. Elle s'étend sur la bordure occidentale du massif Pré-Alpin du Vercors, à la confluence entre La Bourne et La Vernaison. Elle s'insère dans un environnement montagneux, souligné par un relief très escarpé sur les deux tiers est de son territoire et une topographie plus adoucie sur le tiers ouest restant.

- Sa partie est occupe les premiers contreforts du Vercors, en englobant le Mont-Baret, la Crête des Garides et le débouché de la vallée de La Bourne. Les versants de ce secteur présentent des pentes fortes à très fortes, au sein desquelles se détachent plusieurs falaises imposantes.
- Sa partie ouest occupe le vallon de Paradis qui se situe au nord du bourg de Pont-en-Royans, entre la Crête des Garides et la combe du Rognon. Ce secteur présente des pentes plutôt faibles dans l'axe du vallon. Sa topographie est plus accidentée au niveau de la combe du Rognon.

Les versants rocailloux (substratum affleurant et éboulis) très pentus sont généralement couverts par une végétation arbustive. Une partie de cette couverture végétale a disparu au niveau du

Mont-Baret suite à un incendie durant l'été 2003. La forêt prend le dessus dans les secteurs moins escarpés où le substrat permet un bon enracinement des arbres. Quelques prairies sont présentes dans le vallon de Paradis et deux terrains agricoles sont exploités au Sert (noyeraie du vallon de Paradis) et au lieu-dit Bernissart (culture céréalière).

Les altitudes sont relativement modérées. Elles s'étagent entre 200 mètres au niveau de la queue du barrage de La Bourne, 610 mètres au niveau de la Crête des Garides et 793 mètres au Mont-Baret (point culminant de la commune).

Le réseau hydrographique de la commune s'articule autour des deux importants cours de montagne que sont La Bourne et La Vernaison. Les deux prennent leur source au sein du massif du Vercors. Le premier se forme sur la commune de Lans-en-Vercors (secteur isérois) et le second sur la commune de Saint-Agnan-en-Vercors, près de la station du Col du Rousset (secteur drômois). Ces cours d'eau drainent des bassins versants de plusieurs dizaines de kilomètres carrés de superficie, avec comme particularité d'être soumis à une importante activité karstique qui occasionnent des pertes de débit pour La Vernaison et d'importants apports supplémentaires pour La Bourne (gains de débit).

Un troisième cours d'eau draine la bordure ouest de la commune. Il s'agit du ruisseau du Rognon qui prend sa source à cheval entre les communes de Saint-André-en-Royans et Choranche, dans la combe des Arnaux.

Le bourg de Pont-en-Royans se situe à la confluence entre La Bourne et La Vernaison. Sa partie la plus ancienne domine le débouché de la vallée de La Bourne, en s'accrochant au rocher des rives très encaissées de la rivière (secteur des Maisons Suspendues). Sa périphérie plus récente s'étire le long de La Bourne et de La Vernaison et remonte dans le vallon de Paradis. Cette petite agglomération rassemble la quasi-totalité du bâti communal. Seul un hameau isolé complète l'habitat au lieu-dit Bernissart (sud de la commune).

La commune est desservie par la RD 518 et la RD 531 depuis la vallée de l'Isère. Ces deux routes traversent le village, puis elles pénètrent au cœur du massif du Vercors. La première emprunte la vallée de La Vernaison (route des Petits et des Grands Goulets) en direction de la Chapelle-en-Vercors puis du Col du Rousset. La seconde s'engage dans les Gorges de La Bourne jusqu'à Villard-de-Lans.

### ***1.5.3. Contexte géologique***

La commune de Pont-en-Royans se situe à cheval entre le massif calcaire du Vercors et le bassin sédimentaire tertiaire du Bas-Dauphiné. La limite séparative entre ces deux ensembles géologiques traverse approximativement le bourg et le vallon de Paradis.

Une large partie est de son territoire accueille ainsi des formations calcaires de l'ère secondaire (matériaux de sédimentation marine en eau plus ou moins profonde) fortement déformées par l'orogénèse alpine (plissements). Sa partie ouest est composée de terrains sédimentaires marneux, sableux et gréseux qui se sont mis en place au cours de l'ère tertiaire, durant l'orogénèse alpine, à la suite d'une importante transgression marine (dépôts marins et péri-continentaux) qui a submergé quasiment toute la région du Bas-Dauphiné. Plusieurs formations tertiaires caractérisent cette période intermédiaire de sédimentation. Celles présentes sur la commune correspondent au début de l'événement. Elles forment une interface entre les formations calcaires du Vercors et les molasses sableuses et caillouteuses plus largement présentes sur

l'ensemble du bassin sédimentaire du Bas-Dauphiné.

L'époque quaternaire a été marquée par la manifestation de plusieurs stades glaciaires à l'échelle de la chaîne alpine (glaciations rissiennes et würmiennes notamment). Au niveau de la zone d'étude elle s'est traduite par une activité fluviale importante à chaque phase de retrait glaciaire. Elle a laissé des traces sous la forme de terrasses d'alluvions fluviales étagées selon les époques.

La forte activité tectonique qui a régné dans la région, couplée à l'action de l'érosion, a façonné un massif montagneux globalement accidenté, caractérisé par de nombreuses falaises et des gorges encaissées. Cela est notamment le cas au droit du bourg de Pont-en-Royans qui est dominé par un système complexe de falaises hautes de plusieurs dizaines de mètres, souvent superposées les unes aux autres et très actives en termes de chutes de blocs.

A cela s'ajoute un réseau karstique conséquent qui occupe la totalité du massif du Vercors. Il se caractérise par la présence de grottes, de gouffres, de dolines, de lapiaz, etc. Ce karst est hydrogéologiquement très actif. Il capte et restitue d'importantes quantités d'eau, en modifiant très sensiblement les régimes hydrauliques du réseau hydrographique du massif. Sur la commune, il se remarque par la présence de petites grottes et par l'existence de petites résurgences sur les versants dominant le bourg.

➤ **Les formations Secondaires**

Elles constituent le substratum calcaire de la partie est de la commune et sont datées du Crétacé. Se rencontrent chronologiquement :

- les calcaires urgoniens datés du Barremien et du Bédoulien inférieur (n4-5u), plutôt massifs, de teinte claire et puissants d'environ 215 mètres. Ils forment une grande partie de la montagne du Mont-Baret et la crête des Garides ;
- les calcaires lités à Bryozoaires du Turonien supérieur et du Sénonien inférieur (c3c-4) puissants de quelques dizaines de mètres de teinte blanche et présentant un aspect cristallin. Ils se rencontrent dans la partie intermédiaire de la montagne du Mont-Baret, en amont du hameau de Bernissart ;
- un calcaire gréseux et des grès et sables du Sénonien inférieur ; le calcaire gréseux (c4a) est riche en grains de quartz et présente un aspect miro-grenu. Il forme de petits bancs stratigraphiques de 10 à 50 centimètres d'épaisseur séparés par des lits gréseux. Il renferme parfois des niveaux de sable blanc ou coloré et de gré (c4b). Cette formation se rencontre au pied de la montagne de Mont-Baret et au niveau du bourg.

➤ **Les formations Tertiaires**

Elles constituent le substratum du reste de la commune et sont représentées par des dépôts d'âge éocène, oligocène miocène inférieur (première moitié et milieu du Tertiaire). Elles sont composées de dépôts sableux et marneux de puissance très variable et affleurent selon des alignements orientés nord - sud. Se rencontrent chronologiquement et d'est vers l'ouest depuis la base des versants calcaires de la commune :

- une série de sables uniquement siliceux de l'Eocène (e) pouvant atteindre une puissance d'une centaine de mètres. Ces sables sont présents en rive droite de La Vernaison et au pied du versant des Garides.

Puis se rencontrent uniquement au pied du versant des Garides et au niveau du vallon de Paradis :

- des sables fins et bariolés de rouge du Stampien (g2), de nature calcaire et de

quelques dizaines de mètres de puissance ;

- des sables et des cailloutis grossiers du Chattien inférieur (g3a), d'une dizaine de mètres d'épaisseur et passant à des niveaux marneux à leur sommet ;
- des marnes à bancs de sable et de calcaire du Chattien supérieur (g3b), pouvant atteindre une puissance maximale d'une centaine de mètres. Elles occupent la quasi-totalité du vallon de Paradis ;
- des marnes et des calcaires récifaux du Burdigalien (m1b) pouvant atteindre, voire dépasser une dizaine de mètres.

### ➤ **Les formations Quaternaires**

Deux principaux types de dépôts liés aux époques glaciaires du quaternaire sont présents sur la commune :

- une terrasse fluviatile d'âge indéterminé (f) est identifiée en rive droite de La Vernaison. Elle forme un petit balcon au pied de la montagne de Mont-Baret (secteur compris entre Les Gorges et Bernissart). Elle se caractérise par la présence de gros blocs emballés dans un ensemble très graveleux et forme en certains points des talus verticaux ;
- des alluvions modernes (fz) occupent le fond des vallées de La Bourne et de La Vernaison. Elles correspondent aux matériaux déposés par les cours d'eau actuels.

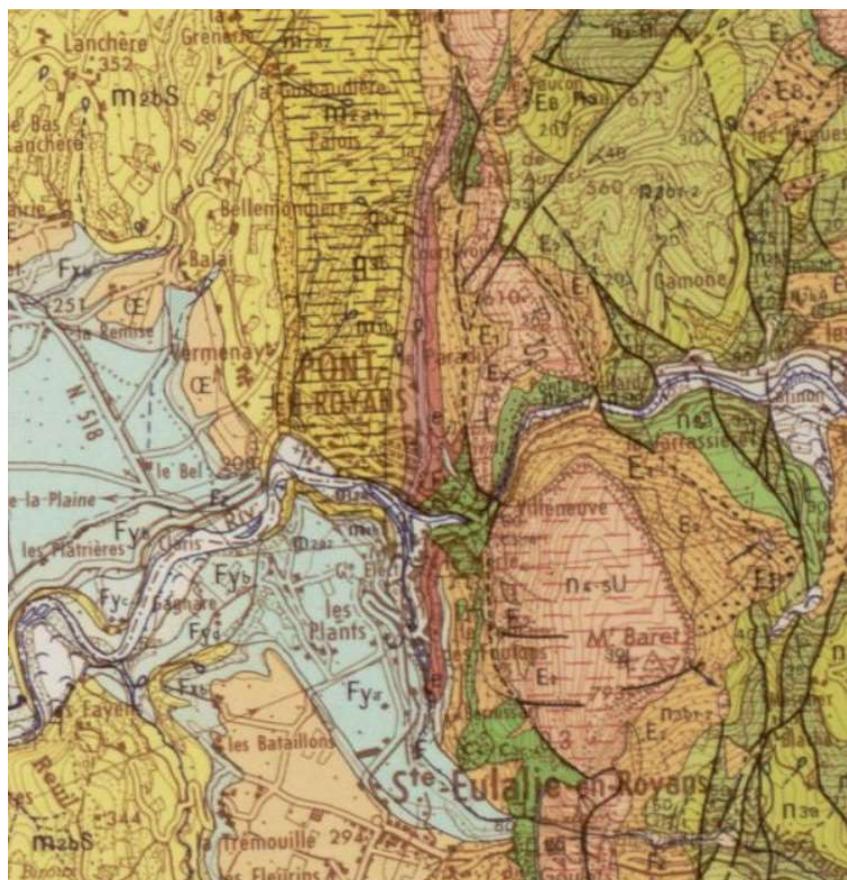


Figure I.2: Extrait de la carte géologique de la feuille de Romans-sur-Isère (1/50 000) centré sur la commune de Pont-en-Royans.

## II. Méthodologie

### II.1. Principes généraux

#### II.1.1. Notion d'aléa

La notion d'aléa traduit la probabilité d'occurrence, en un point donné, d'un phénomène naturel de nature et d'intensité définie. Pour chacun des **phénomènes rencontrés**, différents niveaux d'aléas sont définis en fonction de l'**intensité** et la **probabilité d'occurrence** pour un ou plusieurs scénarios de référence. La carte des aléas, établie sur fond cadastral au 1/5 000 et sur fond topographique au 1/10 000 présente un zonage des divers aléas observés. La précision du zonage est, au mieux, celle des fonds cartographiques utilisés comme support.

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, **la cartographie respecte les principes de caractérisation des différents aléas définis par l'autorisation compétente de l'État sur le département de l'Isère**. Ces principes sont explicités pour chaque type d'aléa dans les pages suivantes.

La finalité de la cartographie des aléas est en premier lieu la gestion des risques dans les zones à enjeux. On entend ici par zone à enjeux, les secteurs déjà bâtis et les zones à potentiel d'aménagement et les voiries stratégiques (c'est-à-dire à accès unique pour de l'habitat). Ces secteurs font l'objet d'une attention particulière, se traduisant par une plus grande finesse dans le report des limites de zones et dans la justification des niveaux d'aléas. Dans les zones naturelles, la cartographie a été réalisée de façon plus globale afin d'éviter la dispersion des moyens.

#### II.1.2. Notion d'intensité et de fréquence

L'élaboration de la carte des aléas impose 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.

**D'une façon générale, le phénomène de référence pour la carte des aléas est le plus fort événement historique connu, ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios de fréquence centennale.** En conséquence, les phénomènes d'occurrence plus faible ne sont pas pris en compte dans la carte des aléas, mis à part pour les phénomènes avalancheux et torrentiel, où un aléa exceptionnel peut être affiché à titre indicatif.

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 du caractère instantané 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.

### **II.1.3. Usage des outils géomatiques**

Des techniques géomatiques fondées, en particulier, sur l'exploitation du MNT et de croisements de données thématiques peuvent être utilisées pour l'élaboration de la carte des aléas (études hydrologiques, étude des pentes, etc.).

Nous avons ainsi utilisé, le MNT LIDAR général au pas de 1 mètre.

Les résultats fournis par ces techniques ne peuvent être utilisés comme une vérité intangible, mais seulement comme une aide à la décision. La cartographie des aléas est donc avant tout fondée sur les observations de terrain et l'expertise des chargés d'études.

### **II.1.4. Prise en compte des ouvrages de protection**

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, une carte complémentaire « avec prise en compte des protections » est établie. Son extension peut être limitée aux secteurs impactés par les prises en compte possibles des protections (réduction ou aggravation de l'aléa).

## **II.2. Représentation cartographique**

### **II.2.1. Fonds de référence**

Les fonds de référence utilisés pour l'expertise et la cartographie sont le cadastre DGI et l'orthophotographie IGN (BD ortho). En cas de discordance des deux fonds (mauvais ajustement des limites parcellaires et des bâtiments), la règle suivante est utilisée :

- en zone naturelle et en zone agricole non bâtie, recalage des aléas sur le fond orthophotographique ;
- en zone urbanisée, recalage des aléas sur le fond cadastral.

### **II.2.2. Niveaux d'aléa**

Chaque zone distinguée sur la carte des aléas est identifiée par une limite et par un remplissage en couleur traduisant le type et le niveau d'aléa intéressant la zone.

Lorsque plusieurs types d'aléas se superposent sur une zone, la couleur appliquée est celle correspondant à un des aléas présents du niveau le plus fort. Les aléas présents sont signalés par la mention des lettres et indices les décrivant, tel qu'indiqué dans la grille suivante.

### Inondations

	Généralisé (1)	Faible	Moyen	Fort	Très Fort	Exceptionnel
Inondation de plaine		I1	I2	I3	I4	
Crues rapide des rivières et des fossés		C1	C2	C3	C4	
Inondation en pied de versant		I'1	I'2	I'3	I'4	
Crues des torrents et des rivières torrentielles		T1	T2	T3	T4	TE
Ruissellement sur versant et ravinement	V*	V1	V2	V3	V4	

### Mouvements de terrain

	Aggravation (2)	Généralisé (1)	Faible	Moyen	Fort (3)	Très Fort	Très Fort (écroulement)
Glissements de terrain	G0		G1	G2	G3	G4	
Chutes de pierres et blocs	P0		P1	P2	P3 (P3r)	P4	P5
Affaissements, effondrements, suffosion	F0	F ?	F1	F2	F3		

### Avalanches

	Faible	Moyen	Fort	Exceptionnel	Forêt de protection historique	Forêt de protection ancienne (4)	Zone d'effet de la forêt ancienne
Avalanches	A1	A2	A3	A E	A B	A b	A 2 b

(1) : Faible de manière générale au sein de la zone affichée, mais sans présence certaines en tout point.

(2) : Zones non directement exposées aux aléas, mais où des projets ou des modes d'exploitation pourraient aggraver l'aléa ou en créer de nouveaux.

(3) : Chutes de blocs : aléa P3r affiché pour les zones de recul prévisible des falaises et corniches rocheuses.

(4) : Affiché uniquement en cas de présence dans la zone d'effet de zone urbanisée en zone moyen d'avalanche.

Figure II.1: Grille officielle de qualification des aléas en Isère (version octobre 2016 DDT)

## II.2.3. Zones d'incertitudes

Compte tenu de l'importance des conséquences potentielles d'une erreur de qualification, la plage d'incertitude relative à la position de la limite entre zone d'aléa fort susceptible de mettre en danger la vie humaine, de détruire le bâti standard ou de causer des dégâts structurels à du bâti adapté à l'aléa, et zone d'aléa moyen ou faible pour un même type d'aléa est intégrée par sécurité en zone d'aléa fort.

Pour un même type d'aléa, la plage d'incertitude relative à la position de la limite entre une zone d'aléa faible et une zone où l'aléa est absent ou négligeable peut soit faire l'objet d'aucun affichage d'aléa ou soit faire l'objet d'un affichage d'aléa spécifique. Dans le second cas, suivant les projets, cela permettra la prise en compte de mesures allégées ou de supprimer certaines mesures accompagnant l'aléa faible hors zone d'incertitude.

## **II.3. Méthodologie de qualification des aléas**

### **II.3.1. Considérations hydrologiques**

Afin de définir les scénarios de référence des aléas inondations, une étude hydrologique sommaire peut être réalisée afin de déterminer les débits et conditions d'écoulements caractéristiques.

Le cahier des charges des cartes d'aléas prévoit de mener cette étude sur les bassins versants supérieurs à 5 ha, disposant d'au moins un axe hydraulique formalisé et impactant des zones d'enjeux. L'étude est effectuée par traitement du modèle numérique de terrain (MNT) disponible sur la zone d'étude (MNT IGN dans le cas de Pont-en-Royans). Elle permet d'obtenir des ordres de grandeur des débits centennaux par des formules empiriques adaptées à la région.

### **II.3.2. Les crues rapides des rivières**

#### **II.3.2.1. Définition du phénomène**

Inondation pour laquelle l'intervalle de temps entre le début de la pluie et le débordement ne permet pas d'alerter de façon efficace les populations.

Les bassins versants de taille petite et moyenne sont concernés par ce type de crue dans leur partie ne présentant pas un caractère torrentiel dû à la pente ou à un fort transport de matériaux solides.

#### **II.3.2.2. Principes de qualification de l'aléa**

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios de fréquence centennale. Le choix des scénarios utilisés est précisé et motivé par le rapport, ainsi que la date et les caractéristiques du plus fort événement connu.

Les axes préférentiels d'écoulement des eaux et les plans d'eau sont classés en aléa très fort (C4).

Sont également classées en aléa très fort les bandes de terrain hors axes préférentiels d'écoulement des eaux pouvant être affouillées ou déstabilisées par les événements successifs susceptibles de survenir pendant une durée de cent ans. Des distances de recul systématiques d'au minimum 5 m de large, sont appliquées de part et d'autre des axes préférentiels d'écoulement, par tronçon de cours d'eau et par rive (principe de préservation du libre écoulement des eaux et de conservation d'un espace accessible sur les berges pour l'entretien des cours d'eau).

Pour les zones inondables hors axes préférentiels d'écoulement des eaux, plans d'eau et zones d'érosion, les critères de qualification du niveau d'aléa sont les suivants :

Vitesse V en m/s	V < 0,2	0,2 < v < 0,5	0,5 < v < 1	1 < v < 2	V > 2
Hauteur H en m					
H < 0,5	Faible (C1)	Moyen (C2)	Fort (C3)	Très fort (C4)	Très fort (C4)
0,5 < H < 1	Moyen (C2)	Moyen (C2)	Fort (C3)		
1 < H < 2	Fort (C3)		Très fort (C4)		
H > 2 (zone de très forte hauteur d'eau)	Très fort (C4)				

Il convient de distinguer, en aléa très fort, les zones où la vitesse est inférieure à 2 m/s et celles où la vitesse est supérieure à 2 m/s, car, en fonction des résultats d'études techniques spécifiques, certaines zones de vitesses comprises entre 1 et 2 m/s pourraient être reclassées en aléa fort.

À défaut de modélisation hydraulique, les hauteurs et les vitesses sont estimées notamment en utilisant les connaissances issues des phénomènes historiques. Dans ce cas, la vitesse de montée et la durée du phénomène peuvent être des critères complémentaires aidant à gérer une hésitation sur le choix entre deux classes d'aléa au vu des incertitudes sur les valeurs de hauteur et de vitesses.

La qualification de l'aléa tient compte de l'effet de possibles embâcles de corps flottants et variations de la topographie par dépôt de matériaux solides au cours de l'événement de référence ou par évolution prévisible à long terme.

### II.3.2.3. Prise en compte des ouvrages de protection hydrauliques

Il peut s'agir de digues longitudinales, de digues transversales, des bassins écrêteurs, d'ouvrages de décharges, etc.

En présence de tels ouvrages, deux cartes des aléas sont établies :

- une carte des aléas « sans ouvrages jouant un rôle de protection contre les inondations », obtenue en supprimant l'ensemble des ouvrages jouant un rôle de protection. Son objectif est pédagogique : elle permet de connaître la situation si les ouvrages n'existaient pas, et ainsi d'apprécier l'intérêt de ces derniers. Le dossier doit permettre d'identifier clairement les ouvrages effacés dans le cadre de cette carte.
- une carte des aléas dite « avec prise en compte des ouvrages jouant un rôle de protection contre les inondations ». C'est cette carte qui sera prise en considération en matière d'urbanisme ou pour l'élaboration d'un PPRN.

Cette seconde carte résulte de la superposition d'un aléa hors sur-aléa et d'un sur-aléa, tels que définis ci-après. Deux cas peuvent être rencontrés pour chacun des systèmes d'endiguement (tels que définis par l'article R.562-13 du code de l'environnement) et chacun des ensembles d'ouvrages jouant un rôle similaire (par exemple, remblai routier non conçu dans un but de protection contre les inondations), suivant que l'hypothèse de ruine généralisée pour l'aléa de référence peut être écartée ou non.

Par ruine généralisée, il faut comprendre soit la disparition du système de protection sur la majorité de sa longueur, soit des défaillances multiples, avec en conséquence des débits de débordement équivalents à ceux qui existeraient en l'absence du système de protection.

**Cas 1 : L'hypothèse de ruine généralisée du système de protection ne peut être écartée pour l'aléa de référence.**

L'aléa « avec prise en compte des ouvrages jouant un rôle de protection contre les inondations » résulte alors de la superposition de l'aléa hors sur-aléa, obtenu en effaçant le système de protection, et du sur-aléa correspondant aux phénomènes de sur-vitesses et d'affouillements induits à l'arrière immédiat du système de protection lors d'une défaillance (par exemple, sur-verse généralisée ou localisée, brèche localisée).

**Cas 2 : L'hypothèse de ruine généralisée du système de protection peut être écartée pour l'aléa de référence.**

L'aléa « avec prise en compte des protections » résulte alors de la superposition de l'aléa hors sur-aléa, correspondant à des hypothèses de brèches localisées, non simultanées, situées de façon à rendre compte des situations les plus défavorables en termes d'extension et d'intensité en tout point, et du sur-aléa correspondant aux phénomènes de sur-vitesses et d'affouillement induits à l'arrière immédiat du système de protection lors d'une défaillance.

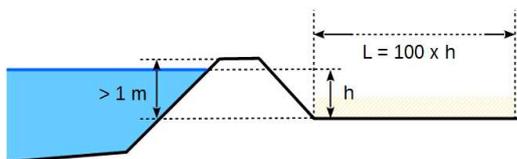
Dans les deux cas, le sur-aléa est défini en considérant la rupture possible en tout point de la partie du système de protection mis en charge lors de l'aléa de référence, ce qui se traduit sur l'ensemble du linéaire concerné par l'affichage, à l'arrière immédiat des ouvrages, de bandes dites de précaution correspondant aux niveaux d'aléa fort et très fort. Elles sont matérialisées par des trames permettant de distinguer aléa hors sur-aléa et sur-aléa et, au sein des bandes, niveaux fort et très fort de sur-aléa.

La largeur de la bande de précaution est calculée pour les digues de plus d'un mètre de hauteur en appliquant la formule, selon le cas :

**Pour les cours d'eau importants** ( $Q_{100} > 50 \text{ m}^3/\text{s}$ ) :

$$L = 100 \times h$$

h désigne la dénivelée entre le niveau d'eau dans la rivière et le terrain naturel au pied de la digue.



**Pour les cours d'eau plus modestes** ( $Q_{100} < 50 \text{ m}^3/\text{s}$ ) :

La largeur de la bande de précaution est fixée au minimum à 50 m pour les digues de plus d'un mètre de hauteur. Cette largeur peut être augmentée dans le cas d'une topographie défavorable.

#### II.3.2.4. Scénarios types sur le territoire

Deux cours d'eau majeurs traversent le territoire de Pont-en-Royans. Il s'agit de La Bourne et de La Vernaison qui confluent à l'aval du bourg. Ces cours d'eau empruntent des gorges encaissées jusqu'aux portes de la commune, notamment dans leur partie finale, ce qui limite les

débordements et tend à concentrer leur débit de crue dans les lits mineurs. Leurs gorges débouchent dans une vallée relativement large qui prend forme au niveau de la commune de Pont-en-Royans. Les cours d'eau, qui sont alors moins contraints par la topographie, peuvent déborder plus librement dans le fond de vallée, notamment au droit du bourg de Pont-en-Royans. La zone de loisirs aménagée en bordure de La Bourne, les sous-sols et les abords des maisons bâties sur les rives de la rivière et le secteur du camping des Priolés sont inondables. L'usine EDF situées en bordure de La Vernaison peut également être atteinte, notamment si le cordon de terre élevé le cours d'eau est submergé ou endommagé (simple cordon de terre rapporté de quelques décimètres de hauteur non référencé en tant qu'ouvrage de protection).

Plusieurs études hydrauliques récentes s'intéressent aux deux cours d'eau. Elles ont été réalisées dans le cadre de plans de gestion, de suivi et d'entretien des cours d'eau :

- la Bourne à Pont-en-Royans - Expertise de l'engravement du lit de La Bourne en amont du barrage d'Auberive – Burgeap – 29 décembre 2008 ;
- bassins versants de La Bourne et du Furon – Diagnostic géomorphologique des cours d'eau – Plan de gestion du transport solide et suivi des étiages – Burgeap – décembre 2010 ;
- étude et dossier loi sur l'eau pour le curage de La Bourne et La Vernaison dans la traversée de Pont-en-Royans et la mise en place d'une gestion pérenne de la retenue d'Auberive-en-Royans – Rapport de phase 1 – Artélia – juillet 2014 ;
- étude et dossier loi sur l'eau pour le curage de La Bourne et La Vernaison dans la traversée de Pont-en-Royans et la mise en place d'une gestion pérenne de la retenue d'Auberive-en-Royans – Rapport de phase 2 – Artélia – avril 2017).

L'étude Burgeap de décembre 2010 synthétise les données hydrologiques des deux cours d'eau en puisant dans la bibliographie antérieure. Elle en retire leurs débits décennaux et centennaux à différents nœuds hydrauliques. Ces valeurs sont reprises par les études plus récentes d'Artelia. Le tableau suivant résume celles qui nous nous intéressent au niveau de Pont-en-Royans.

Cours d'eau	Point de calcul	Surface bassin versant (km <sup>2</sup> )	Surface hydraulique de crue (km <sup>2</sup> )	Débit décennal Q 10 (m <sup>3</sup> /s)	Débit centennal Q 100 (m <sup>3</sup> /s)
La Bourne	Choranche (amont confluence Vernaison)	249	447	250	480
La Vernaison	Grands Goulets à l'aval de la confluence avec l'Aduin	184	Environ 80 + apport résurgence de la Luire	35	100
La Vernaison	Pont-en-Royans à la confluence avec La Bourne	281	Entre 80 et 100 + apport résurgence de la Luire	39	120
La Bourne	Auberive à l'aval de la confluence de La Vernaison	575	575	290	580

Les deux cours d'eau peuvent connaître un certain transport solide en période de crue. Il ressort toutefois que celui de La Bourne est très faible, car la rivière dispose de peu de zones d'emprunt et

le barrage de Choranche en retient une partie. L'engravement entre le Pont-Picard et la confluence avec La Vernaison est donc plutôt limité et les crues se caractérisent surtout par de forts débits essentiellement liquides.

La Vernaison connaît un plus fort transport solide qui tend à se déposer à la confluence avec La Bourne, ce qui encombre le lit de cette dernière. La Bourne peut ensuite le reprendre à son actif et les redéposer dans le barrage d'Auberives, ce qui peut avoir pour conséquence d'élever le fond de la queue du lac et sa ligne d'eau.

A titre d'information, l'étude Artelia d'avril 2017 rapporte que les volumes moyens d'apports solides de La Vernaison sont estimés entre 2000 et 6000 m<sup>3</sup>/an. L'étude Burgeap de 2008 s'intéresse également au transport solide de La Vernaison. Elle indique qu'entre 2001 et 2004 l'exhaussement bathymétrique du barrage d'Auberives a été évalué à 21 centimètres suite aux crues de 2002 et 2003, ce qui représente un volume de 16 000 m<sup>3</sup> acheminé dans le barrage par La Vernaison. Cette même étude précise qu'une autre partie du transport solide n'a pas atteint le barrage et qu'il a été curé. En le comptabilisant, elle estime le volume solide total produit par les deux crues de 2002 et 2003 à 29 000 m<sup>3</sup>.

La Bourne et La Vernaison ne disposent pas d'ouvrage de protection proprement dits au niveau de Pont-en-Royans. Le merlon de terre rapportée de très faible hauteur (quelques décimètres) présent le long de l'usine EDF (rive droite de La Vernaison) n'est pas considéré comme un ouvrage de protection par la carte des aléas. Le champ d'inondation des deux cours d'eau est donc cartographié sans en tenir compte et sans considérer de sur-aléa.

### **II.3.3. Les inondations en pied de versant**

#### **II.3.3.1. Définition du phénomène**

Submersion par accumulation et stagnation d'eau sans apport de matériaux solides dans une dépression du terrain ou à l'amont d'un obstacle, sans communication avec le réseau hydrographique. L'eau provient d'un ruissellement sur versant ou d'une remontée de nappe.

#### **II.3.3.2. Principes de qualification de l'aléa**

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios de fréquence centennale.

Les critères de qualification du niveau d'aléa sont les suivants :

Aléa	Indice	Critère
Faible	Faible (I'1)	Hauteur de submersion inférieure à 0,5 m.
Moyen	Moyen (I'2)	Hauteur de submersion comprise entre 0,5 m et 1 m.
Fort	Fort (I'3)	Hauteur de submersion comprise entre 1 m et 2 m.
Très fort	Très fort (I'4)	Hauteur de submersion supérieure à 2 m.

### **II.3.3.3. Scénarios types sur le territoire**

Un point bas est visible dans le quartier des Priolées, en bordure de la RD 518. Il est formé par le remblai de la route et la présence d'un bâtiment construit de niveau avec la chaussée. Il s'agit donc d'une dépression artificielle où des eaux de ruissellement peuvent s'accumuler et stagner le temps nécessaire à leur infiltration.

## **II.3.4. Les crues des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles**

### **II.3.4.1. Définition du phénomène**

Crue d'un cours d'eau à forte pente (plus de 5 %), à caractère brutal, qui s'accompagne fréquemment d'un important transport de matériaux solides (plus de 10 % du débit liquide), de forte érosion des berges et de divagation possible du lit sur le cône torrentiel.

Cas également des parties de cours d'eau de pente moyenne dans la continuité des tronçons à forte pente lorsque le transport solide reste important et que les phénomènes d'érosion ou de divagation sont comparables à ceux des torrents.

Les laves torrentielles sont rattachées à ce type d'aléa.

### **II.3.4.2. Principes de qualification de l'aléa**

Parmi les scénarios à considérer, figurent notamment :

- des scénarios de durée différente (au moins 2 hors laves torrentielles, sauf justification)
- au niveau des confluences, des scénarios tenant compte des différentes possibilités de combinaisons significatives entre les crues des cours d'eau concernés.

L'affichage de l'aléa crue des torrents et des ruisseaux torrentiels peut être justifié soit par une inondation par débordement du torrent accompagnée souvent d'affouillements dus aux fortes vitesses d'écoulement et de charriage, soit par une lave torrentielle (écoulement de masses boueuses, plus ou moins chargées en blocs de toutes tailles, comportant au moins autant de matériaux solides que d'eau), soit par une divagation du lit, soit par l'érosion ou la déstabilisation des berges. Plusieurs de ces phénomènes peuvent être présents simultanément et se combiner.

Les déstabilisations de versants par érosion en pied sont par contre affichées sous forme d'aléa de glissement de terrain.

La qualification de l'aléa tient également compte de l'effet de possibles embâcles de corps flottants et variations du niveau du fond du lit et de la topographie par dépôt localisé ou généralisé du transport solide au cours de l'événement de référence ou par évolution prévisible à long terme. Notamment, dans la partie inférieure du bassin torrentiel, le transport solide limité à du charriage de matériaux peut rester suffisamment important pour combler le lit mineur ou provoquer des divagations d'une forte proportion du débit avec réactivation d'anciens lits ou création d'un nouveau lit au cours d'une seule crue.

Il sera également tenu compte des évolutions prévisibles pendant les 100 ans à venir du profil en long et des instabilités dans le bassin versant.

Le rapport de présentation précise pour chaque zone d'affichage de l'aléa torrentiel lesquels des phénomènes cités dans les paragraphes précédents sont présents, leurs extensions et participations respectives à la qualification de l'aléa.

La qualification de l'aléa torrentiel tient compte par ailleurs :

- de la propension du bassin versant à fournir des matériaux transportables par apports exogènes (dégradation naturelle des roches ; phénomènes brusques de moyenne ou grande ampleur, tels que éboulements, glissements de terrain, etc.) ;
- du degré de correction active dans le haut bassin versant pouvant être considérée pérenne, tant au niveau du couvert végétal (génie biologique) qu'au niveau des ouvrages de stabilisation du profil en long tels que seuils, barrages, etc.(Génie civil) ;
- du degré de correction passive à l'aval pouvant être considérée pérenne, que ce soit par la création d'un lit artificiel limitant le risque de divagation ou d'érosion des berges ou sur le cône de déjection par la réalisation de plages de dépôts, ouvrages à flottants, etc., destinés à recueillir les matériaux divers en provenance de l'amont avant qu'ils ne puissent provoquer des dégâts.

Le rapport de présentation indique les dispositifs de corrections pris en compte dans la qualification de l'aléa et la manière dont ils l'ont été.

Les lits mineurs et chenaux de divagation habituels sont classés en aléa très fort (T4) jusqu'aux sommets des berges.

Lits mineurs et chenaux jusqu'au sommet des berges

Très fort - T4

Sont classées en aléa fort les bandes de terrain au-delà du sommet de berge du lit mineur susceptible d'être concernée par le recul des berges par érosion pendant une durée de cent ans. Les distances de recul par érosion prises en compte par tronçon et par rive sont précisées et motivées dans le rapport de présentation.

Berges susceptibles d'être concernées par l'érosion

Fort - T3

En dehors de ces zones, la qualification des niveaux d'aléas est basée sur un croisement entre niveau d'intensité et probabilité d'atteinte, qu'il convient donc d'abord de définir.

Le niveau d'intensité est défini sur la base du tableau ci-après, en tenant compte que l'intensité doit être considérée forte dès lors qu'un des critères correspondant à l'intensité moyenne est dépassé ou n'est pas respecté :

Critère d'intensité	Niveaux d'intensité retenus		
	Fort	Moyen	Faible
Ordre de grandeur des paramètres hydrauliques	La brutalité des débordements ne rend pas possible un déplacement hors de la zone exposée ou jusqu'à une zone refuge. ou La hauteur d'écoulement ou d'engravement dépasse 1 m. ou Les affouillements verticaux ont une profondeur supérieure à 1 m. ou La taille des plus gros sédiments transportés excède 50 cm.	La brutalité des débordements rend pas possible un déplacement hors de la zone exposée ou jusqu'à une zone refuge. et La hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 1 m. et Les affouillements verticaux ont une profondeur qui ne dépasse pas 1 m. et La taille des plus gros sédiments transportés n'atteint pas 50 cm.	Les phénomènes sont progressifs et laissent la possibilité d'anticiper pour quitter la zone menacée ou rejoindre une zone refuge et La hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 0,5 m. et Les affouillements verticaux ont une profondeur qui ne dépasse pas 0,5 m. et La taille des plus gros sédiments transportés n'atteint pas 10 cm.

Flottants	Les risques d'impact par des flottants de grande taille sont importants	Les risques d'impact par des flottants de grande taille sont modérés.	Les flottants sont de petite taille et ne peuvent pas endommager une façade de maison.
Laves torrentielles	La parcelle peut être atteinte par des laves torrentielles, soit dans les zones de transit soit dans les zones de dépôt épais et pouvant contenir des blocs de plus de 50 cm.	La parcelle est située en dehors des zones de transit des laves torrentielles mais peut être atteinte par des dépôts fluides de moins de 1 m d'épaisseur et sans élément transporté de plus de 50 cm.	La parcelle ne peut pas être atteinte par des laves torrentielles.
Effets prévisibles sur les enjeux	Espaces naturels et agricoles	Des phénomènes d'engravement ou d'érosion de grande ampleur sont prévisibles à cause des divagations du lit du torrent. Ils conduisent à de profonds remaniements des terrains exposés.	Des phénomènes d'engravement ou d'érosion sur les parcelles exposées, mais leur ampleur reste limitée.
	Bâtiments	Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement et les matériaux charriés peuvent détruire les bâtiments exposés. La ruine des constructions peut notamment intervenir sur les façades ou par sapement des fondations (les angles des bâtiments étant particulièrement menacés d'affouillement en raison des surtensions induites par la concentration des écoulements).	Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement et les matériaux charriés peuvent endommager gravement les façades non renforcées mais sont insuffisantes pour endommager les façades renforcées. Les affouillements prévisibles ne sont pas assez profonds pour entraîner la ruine des constructions normalement fondées.
	Infrastructures et ouvrages	Les ponts peuvent être engravés, submergés ou emportés. Les routes ou les équipements (pylônes, captages, etc.) faisant obstacle aux divagations du torrent peuvent être détruites ou ensevelies par les dépôts. Les voies de communication sont impraticables du fait de la perte du tracé. De longs travaux de déblaiement et remise en service sont nécessaires.	Les dégâts aux infrastructures, aux ouvrages et aux équipements (pylône, captage, etc.) restent modérés et leur remise en service peut être rapide.

Tableau 1: Relation entre niveau d'intensité et critère d'intensité

À l'intérieur des zones d'intensité faible, seront distinguées par grandes plages homogènes les sous-zones où la hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 20 cm et celles où la hauteur d'écoulement ou d'engravement reste comprise entre 20 cm et 50 cm.

La probabilité d'atteinte est définie de la manière suivante :

Probabilité d'atteinte	Signification
Forte	Compte tenu de sa situation, la parcelle est atteinte presque à chaque fois que survient l'événement de référence, ou plus souvent.
Moyenne	La parcelle bénéficie d'une situation moins défavorable que ci-dessus vis-à-vis des débordements prévisibles, ce qui la conduit à être nettement moins souvent affectée.
Faible	La submersion de la parcelle reste possible pour au moins l'un des scénarios de référence, mais nécessite la concomitance de plusieurs facteurs aggravants.

La qualification du niveau d'aléa est ensuite faite sur la base du tableau suivant :

Aléa de référence		Intensité		
		Faible	Moyenne	Fort
Probabilité d'atteinte	Faible	Faible - T1	Moyen – T2	Fort - T3
	Moyenne	Faible - T1	Moyen – T2	Fort - T3
	Fort	Moyen – T2	Fort - T3	Fort - T3

Pour chaque zone cartographiée, il est important que le chargé d'étude décrive et affiche explicitement les critères qui l'ont conduit à retenir tel ou tel niveau d'aléa. Il doit également veiller à assurer la traçabilité de cette information, afin que des mesures adaptées à la nature et à l'intensité des phénomènes prévisibles soient définies.

### II.3.4.3. Cas de l'existence d'ouvrages jouant un rôle de protection contre les crues torrentielles

Il peut s'agir de digues longitudinales, d'ouvrages de correction torrentielle active, de plages de dépôt, etc.

En présence de tels ouvrages, deux cartes des aléas sont établies :

- une carte des aléas « sans ouvrages jouant un rôle de protection contre les inondations », obtenue en supprimant l'ensemble des ouvrages jouant un rôle de protection. Son objectif est pédagogique : elle permet de connaître la situation si les ouvrages n'existaient pas, et ainsi d'apprécier l'intérêt de ces derniers. Le dossier doit permettre d'identifier clairement les ouvrages effacés dans le cadre de cette carte ;
- une carte des aléas dite « avec prise en compte des ouvrages jouant un rôle de protection contre les inondations ». C'est cette carte qui sera prise en considération en matière d'urbanisme ou pour l'élaboration d'un PPRN.

Cette seconde carte résulte de la superposition d'un aléa hors sur-aléa et d'un sur-aléa, tels que définis ci-après. Deux cas peuvent être rencontrés pour chacun des systèmes d'endiguement (tels que définis par l'article R.562-13 du code de l'environnement) et chacun des ensembles d'ouvrages jouant un rôle similaire (par exemple, remblai routier non conçu dans un but de protection contre les inondations), suivant que l'hypothèse de ruine généralisée pour l'aléa de référence peut être écartée ou non.

Par ruine généralisée, il faut comprendre soit la disparition du système de protection sur la majorité de sa longueur, soit des défaillances multiples, avec en conséquence des débits de débordement équivalents à ceux qui existeraient en l'absence du système de protection.

**Cas 1 : L'hypothèse de ruine généralisée du système de protection ne peut être écartée pour l'aléa de référence.**

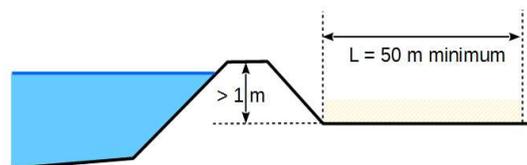
L'aléa « avec prise en compte des ouvrages jouant un rôle de protection contre les inondations » résulte alors de la superposition de l'aléa hors sur-aléa, obtenu en effaçant le système de protection, et du sur-aléa correspondant aux phénomènes de sur-vitesses et d'affouillements induits à l'arrière immédiat du système de protection lors d'une défaillance (par exemple, surverse généralisée ou localisée, brèche localisée).

**Cas 2 : L'hypothèse de ruine généralisée du système de protection peut être écartée pour l'aléa de référence.**

L'aléa « avec prise en compte des protections » résulte alors de la superposition de l'aléa hors sur-aléa, correspondant à des hypothèses de brèches localisées, non simultanées, situées de façon à rendre compte des situations les plus défavorables en termes d'extension et d'intensité en tout point, et du sur-aléa correspondant aux phénomènes de sur-vitesses et d'affouillement induits à l'arrière immédiat du système de protection lors d'une défaillance.

Dans les deux cas, le sur-aléa est défini en considérant la rupture possible en tout point de la partie du système de protection mis en charge lors de l'aléa de référence, ce qui se traduit sur l'ensemble du linéaire concerné par l'affichage, à l'arrière immédiat des ouvrages, de bandes dites de précaution correspondant aux niveaux d'aléa fort et très fort. Elles sont matérialisées par des trames permettant de distinguer aléa hors sur-aléa et sur-aléa et, au sein des bandes, niveaux fort et très fort de sur-aléa.

La largeur de la bande de précaution est fixée au minimum à 50 m pour les digues de plus de un mètre de hauteur. Cette largeur peut être augmentée dans le cas d'une topographie défavorable.



#### II.3.4.4. Scénarios types sur le territoire

Un cours d'eau à caractère torrentiel est présent sur la commune. Il s'agit du ruisseau du Rognon qui marque la limite communale avec Saint-André-en-Royans.

Cet axe hydraulique prend sa source dans la combe des Arnaux qui marque la limite communale entre Presles et Saint-André-en-Royans. Il s'écoule sur des terrains relativement sensibles à l'érosion (fond de combe potentiellement érodable) qui représentent d'importantes réserves de matériaux mobilisables. En période de crue, il peut affouiller son lit et ses berges et se charger en transport solide. Il peut donc présenter un débit mixte liquide / solide dans des proportions variables, mais a priori sans former de lave torrentielle. Du fait des secteurs très boisés qu'il traverse, un risque d'embâcle est également à considérer, notamment au niveau des ouvrages hydrauliques (franchissements routiers en particulier). Ces derniers favorisent généralement le coincement et l'enchevêtrement des flottants transportés par les débits de crue, ce qui les obstrue et peut engendrer des débordements. Des ouvrages largement dimensionnés peuvent ainsi s'avérer totalement inopérants en période de crue.

Le ruisseau du Rognon s'écoule dans une combe encaissée jusqu'au quartier des Priolées (extrémité ouest du bourg). Il traverse ce dernier pour rejoindre la Bourbre. Son lit se réduit progressivement jusqu'à former un fossé relativement étroit à l'aval de RD 518, ce qui peut favoriser des débordements (risque d'embâcles au pont de la RD 518 et capacité d'écoulement insuffisante).

Une étude hydrologique sommaire a été réalisée sur le ruisseau du Rognon (voir la note hydrologique sommaire jointe en annexe). Elle évalue la superficie de son bassin versant à 357 hectares (environ 3,6 km<sup>2</sup>) et estime son débit centennal théorique à 7,1 m<sup>3</sup>/s au niveau du pont de la RD 518.

### II.3.5. Le ruissellement sur versant et le ravinement

#### II.3.5.1. Définition du phénomène

Divagation des eaux météoriques en dehors du réseau hydrographique suite à de fortes précipitations.

Ce phénomène peut générer l'apparition d'érosions localisées provoquées par ces écoulements superficiels, nommées ravinements.

#### II.3.5.2. Principes de qualification de l'aléa

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios de fréquence centennale.

La qualification de l'aléa ruissellement sur versant est faite en tenant compte du transport solide associé et de son influence sur différents facteurs (hauteurs atteintes par les eaux, trajectoires des écoulements, pouvoir d'érosion, etc.).

**Les axes de concentration de l'écoulement (talwegs des combes en zones naturelles, chemins et voiries en zones anthropiques) sont classés en aléa très fort V4**, au titre du maintien du libre écoulement des eaux, par similitude avec les lits mineurs des cours d'eau dont ils jouent le rôle lors des phénomènes pluvieux.

Axes de concentration de l'écoulement	Très fort - V4
---------------------------------------	----------------

Hors des axes de concentration de l'écoulement, les critères de qualification du niveau d'aléa sont les suivants :

		Vitesse d'écoulement en m/s		
		0,2 à 0,5	0,5 à 1	> 1
Hauteur de submersion en mètres	0 à 0,2	Faible V1	Faible V1	Faible V1
	0,2 à 0,5	Faible V1	Moyen V2	Moyen V2
	0,5 à 1	Moyen V2	Fort V3	Fort V3
	> à 1	Fort V3	Très fort V4	Très fort V4

À défaut de modélisation hydraulique, les hauteurs et les vitesses sont estimées notamment en

utilisant les connaissances issues des phénomènes historiques. Dans ce cas, la vitesse de montée et la durée du phénomène peuvent être des critères complémentaires aidant à gérer une hésitation sur le choix entre deux classes d'aléa au vu des incertitudes sur les valeurs de hauteur et de vitesses.

Le niveau faible de l'aléa de ruissellement sur versant (V1) peut concerner des parties importantes de territoire sans urbanisation et sans enjeu d'urbanisation future, du seul fait d'une topographie propice au phénomène. L'aléa est considéré comme étant généralisé, car la vérification de sa présence en tout point peut être difficile pour des raisons d'étendue, d'accessibilité du territoire à expertiser et de complexité des écoulements.

Selon les cas, l'affichage peut alors être réalisé dans un encart au 1/25 000 inséré dans la carte d'aléas, avec la qualification V\* pour les zones concernées, indiquant une probabilité de présence d'aléa faible non vérifiée précisément en tout point sur le terrain.

### **II.3.5.3. Scénarios types sur le territoire**

Quelques axes de combes drainent le territoire communal. Ils collectent des écoulements de surface et peuvent être alimentés par des résurgences karstiques, comme cela se produit dans le versant de Mont Barret, à l'amont du Pont-Picard. Certaines rues du bourg peuvent également être empruntées par des écoulements plus ou moins importants générés par les versants et l'urbanisation.

Plusieurs de ces axes hydrauliques disposent d'exutoires inadaptés, voire en sont dépourvus. Des débordements suivis de divagations peuvent survenir en période de fortes intempéries, ce qui peut générer des lames d'eau plus ou moins importantes. Certains quartiers du bourg sont exposés à ce type d'écoulements, dont les secteurs de Pont-Picard et des Priolées.

Des talwegs faiblement marqués sont également présents sur le territoire. Ces axes hydrauliques, sont caractérisés par des fonds plats relativement larges (profil en travers plat). Ils peuvent favoriser la formation de lames d'eau de faible importance mais relativement étendues, l'absence de lit mineur empêchant toute concentration d'écoulements.

Une étude hydrologique sommaire a été réalisé sur les deux principales combes de la commune (combes de Mont-Barret et de Paradis). Elle évalue la superficie de leur bassin versant à respectivement 13,9 hectares et 36,3 hectares. Leur débit centennal théorique est estimé respectivement à 0,7 m<sup>3</sup>/s et 1,5 m<sup>3</sup>/s (voir la note hydrologique sommaire jointe en annexe). Cette estimation de débit prend en compte uniquement les apports de surface. Sachant que la combe de Mont Barret semble également alimentée par des résurgences karstiques, des débits plus forts que ceux sommairement calculés ne sont donc pas à écarter au niveau de cette dernière.

## **II.3.6. Les glissements de terrain**

### **II.3.6.1. Définition du phénomène**

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, etc.

### II.3.6.2. Principes de qualification de l'aléa

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu dans le site ou dans un secteur similaire (sur les plans géologique, géomorphologique, hydrogéologique et structural) ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements potentiels résultant de scénarios jugés possibles au cours des cent prochaines années.

L'aléa glissement de terrain est défini en analysant et décrivant notamment les éléments suivants et en précisant l'origine de leur connaissance :

- géologie du sous-sol ;
- pente du terrain ;
- dénivelée de la zone concernée ;
- présence plus ou moins importante d'indices de mouvements (niches d'arrachement, fissures, bourrelets, ondulations) ;
- présence de circulations d'eau souterraines ou résurgentes ;
- type (glissement plan lent ou rapide, glissement profond circulaire ou complexe, coulées de boues, solifluxion, etc.) et caractéristiques (ordres de grandeur de superficie d'extension, de volume, de vitesse, etc.) des phénomènes de glissement jugés possibles au vu des éléments ci-dessus.

Exemple d'identification des différentes zones liées aux aléas de glissements :

Gp = profond, Gsup = superficiel, Gsol = solifluxion, Gc = coulées boueuses, Ga = zones d'extension en aval des zones de départ, Go = zones hors aléa en amont de zones de départ, où des interventions inappropriées ou des rejets d'eau pourraient aggraver la probabilité d'occurrence.

Les secteurs d'aléa où le facteur déclenchant ne peut être que d'origine anthropique, c'est-à-dire suite à des travaux (par exemple surcharge en tête d'un talus ou d'un versant déjà instable, décharge en pied supprimant une butée stabilisatrice, mauvaise gestion des eaux), sont identifiés en tant que zones de glissement potentiel et classés en aléa faible (G0).

Il est rappelé que l'absence d'indice de mouvement de terrain décelé n'est pas une justification de l'absence d'aléa mouvement de terrain.

Compte tenu de l'objet des zones hors aléa en amont de zones de départ où des travaux pourraient aggraver la probabilité d'occurrence, il n'y a pas lieu d'y distinguer de niveaux d'aléa.

Dans les autres cas, le niveau d'aléa est qualifié à partir de la détermination de la probabilité d'occurrence et de l'intensité.

La **probabilité d'occurrence** est définie par le tableau suivant :

Probabilité d'occurrence	Description
Forte (go3)	Glissement actif avec traces de mouvements récents, ou Glissement ancien, ou Glissement potentiel (sans indice), avec facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté, avec une pente supérieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience.
Moyenne (go2)	Glissement potentiel (sans indice) avec absence de facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté, avec une pente supérieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience, ou Glissement potentiel (sans indice), avec facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté, avec une pente légèrement inférieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience.
Faible (go1)	Glissement potentiel (sans indice), sans facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté, avec une pente légèrement inférieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience.

La probabilité d'occurrence est considérée de même classe pour les zones de départ, d'arrivée et les auréoles de sécurité (zones déstabilisées en périphérie à court et moyen terme).

L'intensité est par ailleurs établie selon la logique suivante :

Faible (gi1)	Modérée (gi2)	Élevée (gi3)	Très élevée (gi4)
Dommages limités, non structurels, sur un bâti standard	Dommages structurels au bâti standard. Pas de dommages au bâti adapté à l'aléa	Destruction du bâti standard. Dommages structurels au bâti adapté à l'aléa moyen.	Destruction du bâti adapté à l'aléa moyen (phénomènes de grande ampleur).

Les zones de départ et d'extension des coulées boueuses sont classées en considérant l'intensité élevée ou très élevée.

La qualification de l'aléa en quatre niveaux est obtenue par application du tableau suivant :

Intensité	Faible (gi1)	Modérée (gi2)	Élevée (gi3)	Très élevée (gi4)
Probabilité d'occurrence	Faible (gi1)	Modérée (gi2)	Élevée (gi3)	Très élevée (gi4)
Faible (go1)	Faible (G1)	Moyen (G2c)	Fort (G3c)	Très fort (G4)
Moyenne (go2)	Moyen (G2a)	Fort (G3a)	Fort (G3d)	Très fort (G4)
Forte (go3)	Moyen (G2b)	Fort (G3b)	Très fort (G4)	Très fort (G4)

### II.3.6.3. Scénarios types sur le territoire

Les terrains de la région présentent une certaine nature argileuse, variable selon les formations

géologiques en place (complexes morainiques, dépôts fluvio-glaciaires, molasse sableuse avec des lentilles argileuses, surface altérée du substratum). D'une façon générale, la présence d'argile en plus ou moins grande proportion est un élément défavorable pour la stabilité des pentes, compte-tenu de ses mauvaises propriétés géo-mécaniques. Ce matériau plastique présente un faible angle de frottement interne qui limite la résistance du sol s'opposant à la gravité. Lorsque la pente du terrain dépasse la valeur de cet angle, les risques de déstabilisation s'aggravent rapidement. À pente égale, un terrain s'avérera plus ou moins exposé aux glissements de terrain selon sa teneur en argile.

La présence d'eau est également un facteur défavorable. Cet élément peut se présenter sous différentes formes tels qu'hydrogéologique ou écoulements de surface. Il joue un rôle moteur et déclencheur dans le mécanisme des glissements de terrain. Il intervient en saturant les terrains, en agissant sur les pressions interstitielles, en lubrifiant entre elles des couches de terrain de nature différente, en provoquant des coulées boueuses, etc.

Sur les contreforts calcaires de la moitié est de la commune, le substratum rocheux est généralement sub-affleurant, voire affleurant. On ne note pas de phénomène de glissement de terrain profond de type rocheux, ni de phénomène superficiel. Le terrain présente un état d'équilibre plutôt satisfaisant. L'aléa de glissement de terrain revêt alors un aspect uniquement potentiel, de niveau variable en fonction de la pente et de l'épaisseur estimée des terrains meubles recouvrant le substratum.

La partie ouest de la commune, qui accueille principalement des formations géologiques tertiaires et quaternaires, est beaucoup plus exposée aux glissements de terrain. Plusieurs phénomènes actifs sont identifiés (RD 518 au droit de l'usine EDF, versant des Priolées, pied du versant de Bernissart en rive droite de La Vernaison, etc.), ce qui permet de disposer de phénomènes de référence pour qualifier le reste de cette partie du territoire. Les versants de ce secteur présentent ainsi une forte sensibilité aux glissements de terrain, beaucoup plus marquée qu'au niveau des versants calcaires, avec des phénomènes pouvant trouver leur origine à quelques mètres de profondeur et des instabilités possibles jusque sur des pentes faibles.

L'intensité des phénomènes attendus dépend essentiellement de l'épaisseur des terrains mobilisables et de la configuration des versants (pente et dénivelée). Elle est estimée en identifiant tout indice permettant de juger de la profondeur possible des mouvements de terrain (recherche d'affleurements rocheux, interprétation des déformations de terrains tels que les décrochements, les arrachements, l'amplitude des moutonnements, etc.) et en cherchant à évaluer l'extension possible des phénomènes.

### **II.3.7. Les chutes de pierres et de blocs**

#### **II.3.7.1. Définition**

Chute d'éléments rocheux d'un volume unitaire compris entre quelques centimètres cubes et quelques mètres cubes. Le volume total mobilisé lors d'un épisode donné est inférieur à une centaine de mètres cubes. Au-delà, on parle d'écroulements en masse, pris en compte seulement lorsqu'ils sont facilement prévisibles.

#### **II.3.7.2. Principes de qualification de l'aléa**

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu (en excluant les phénomènes exceptionnels d'occurrence correspondant à l'échelle des temps géologiques), dans

le site ou dans un secteur similaire (sur les plans géologique, géomorphologique, hydrogéologique et structural) ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios jugés possibles au cours des cent prochaines années.

Les aléas sont qualifiés sans prendre en compte la forêt, en considérant que sa pérennité, et donc son éventuel effet, n'est pas assurée (par exemple en cas d'incendie ou de maladie des arbres). Les zones de forêts jouant un rôle réducteur du risque pour des zones urbanisées ou des infrastructures existantes sont néanmoins identifiées dans la cartographie pour permettre la mise en place d'une politique de leur préservation autant que possible.

La possibilité de phénomènes de chutes de pierres et/ou de blocs résulte de la présence de zones de départ potentiel (présence de falaises ou de blocs dispersés dans des pentes). Des scénarios de référence sont définis par zone de départ selon les aspects suivants :

- ordre de grandeur de la taille unitaire maximale des blocs et des différentes classes de tailles unitaires de blocs pouvant provenir de la zone de départ ;
- extension de la zone d'aléa en aval et en amont de la zone de départ, la zone en amont correspondant au recul estimé sur une durée de cent ans ;
- ordre de grandeur de la dénivellation entre zone de départ et zone d'arrêt potentielle ;
- estimation de la fréquence des chutes ;
- possibilité de chutes par paquets fracturables ou non (volume de paquet inférieur à 100 m<sup>3</sup>) et, si oui, importance des paquets et taille des blocs après fracturation ;
- possibilité d'éboulement (volume supérieur à 100 m<sup>3</sup>) d'occurrence centennale et, si oui, ordre de grandeur du volume.

La définition des scénarios de référence s'appuie notamment sur les phénomènes historiques et les indices relevés sur le terrain dans les zones de départ et dans les zones d'arrêt potentielles.

Les zones d'aléas correspondant au recul prévisible des parois au cours des cent prochaines années sont identifiées spécifiquement sur la carte des aléas. Elles sont qualifiées en aléa fort P3r.

Les zones non exposées à l'aléa, mais où des aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux, sont identifiées de même et qualifiées P0, une qualification de niveau d'aléa y est sans objet.

L'extension des phénomènes en aval des zones de départ est basée sur la méthode dite des « cônes », ou des méthodes équivalentes. Cette méthode, explicitée en Annexe 6, permet de cartographier l'extension prévisible de l'aléa rocheux en aval des zones de départ par le choix de valeurs d'angles variables en fonction de singularités locales de la topographie. L'observation et la mesure d'angles sur plusieurs phénomènes permettent par ailleurs de présenter des plages statistiques de valeurs permettant une quantification de la **probabilité d'atteinte**. Les plages de valeurs d'angles correspondant aux niveaux de probabilité d'atteinte sont estimées à partir des morphologies types de versant définies par la méthode MEZAP (Annexe 6), et précisées par le chargé d'étude en fonction de sa connaissance du site, de son expérience sur des sites équivalents et éventuellement de modélisations trajectographiques permettant une comparaison avec une situation ou un site servant de référence.

Pour aboutir à la qualification du niveau d'aléa, il est nécessaire de déterminer, en complément de la probabilité d'atteinte, d'abord l'indice d'activité, dont on déduit la probabilité d'occurrence, puis l'intensité du ou des scénarios de référence pris en considération.

L'**indice d'activité** traduit pour un scénario la probabilité de départ des blocs pris en compte estimée à partir des traces de départ visibles et du nombre des blocs observés dans la pente, elle peut aussi être appréciée par les observations faites dans des contextes similaires (géologie, topographie...). L'indice d'activité résulte de l'application du tableau suivant :

Indice d'activité par zone homogène	Description
Faible	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 100 ans
Moyen	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 10 ans
Fort	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les ans

La **probabilité d'occurrence** est obtenue en croisant probabilité d'atteinte et indice d'activité tel que précisé par le tableau ci-après :

		Probabilité d'atteinte			
		Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Indice d'activité	Faible	Faible	Modéré	Élevée	Très Élevée
	Moyen	Modéré	Modéré	Élevée	Très Élevée
	Fort	Modéré	Élevée	Élevée	Très Élevée

L'**indice d'intensité** est défini par le volume du bloc du scénario de référence :

Indice d'intensité	Description	Potentiels de dommages
Faible	Le volume unitaire pouvant se propager est inférieur à $0,25 \text{ m}^3$ .	Pas de dommage au gros œuvre. Peu ou pas de dommages aux éléments de façade.
Modéré	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur ou égal à $0,25 \text{ m}^3$ mais inférieur à $1 \text{ m}^3$ .	Dommages au gros-œuvre sans ruine. Intégrité structurelle sollicitée.
Élevée	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur ou égal à $1 \text{ m}^3$ mais inférieur à $10 \text{ m}^3$ .	Dommage important au gros-œuvre. Ruine probable. Intégrité structurelle remise en cause.
Très Élevée	Le volume unitaire pouvant se propager dépasse $10 \text{ m}^3$ .	Destruction du gros-œuvre. Ruine certaine. Perte de toute intégrité structurelle.

Le niveau d'aléa est qualifié en tout point de la zone d'étude en utilisant la matrice suivante :

Aléa		Intensité				Phénomène de grande ampleur
		Faible	Modérée	Élevée	Très élevée	
		Bloc <0.25m <sup>3</sup>	0.25m <sup>3</sup> < Bloc < 1m <sup>3</sup>	1m <sup>3</sup> < Bloc < 10m <sup>3</sup>	Bloc >10m <sup>3</sup>	
Probabilité d'occurrence	Faible	Faible (P1)	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	Très fort aggravé (P5)
	Modérée	Faible (P1)	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	
	Élevée	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	Très fort (P4)	
	Très élevée	Fort (P3)	Fort (P3)	Très fort (P4)	Très fort (P4)	

### II.3.7.3. Prise en compte des ouvrages de protection pare-blocs

Les seuls ouvrages de protection pris en compte sont les merlons avec face raidie côté amont. Un merlon est considéré comme un moyen efficace de suppression de l'aléa en aval (par rapport au sens de propagation des blocs), sous réserve qu'il soit correctement dimensionné et géré par un maître d'ouvrage public administrativement et financièrement pérenne. Dans ce cas, une carte des aléas « avec prise en compte des protections », distincte de la carte des aléas principale et pouvant être limitée aux parties du territoire concernées peut être établie. Elle met alors en évidence la localisation des ouvrages, avec un numéro associé à chaque ouvrage, et, par un jeu de hachures, celle des zones protégées, avec report de la numérotation du ou des ouvrages correspondants.

En cas de doute sur l'efficacité d'un merlon, il n'est pas pris en compte au titre de l'aléa. C'est notamment le cas en l'absence d'étude spécifique de dimensionnement permettant de juger de sa performance ou en l'absence de gestion par un maître d'ouvrage public pérenne.

La connaissance des ouvrages de protection recensés sur le territoire étudié sera précisée par divers renseignements, notamment : type de dispositif, principales caractéristiques géométriques et de performance, maître d'ouvrage, gestionnaire, enjeux présents dans la zone d'effet.

### II.3.7.4. Scénarios types sur le territoire

Plusieurs falaises imposantes composent les versants de Mont-Baret et des Garides. Elles présentent un aspect très fracturé et décomprimé qui fragilise fortement le rocher à l'affleurement. Des blocs s'en détachent régulièrement. Leur volume est généralement dicté par l'état de la roche en place et la fracturation / fissuration des massifs rocheux qui établissent ainsi une sorte de pré-découpage. Les blocs tendent ainsi à se détacher selon les plans de fissurations pré-existants de la roche puis, au cours de leur chute, peuvent se fragmenter toujours selon leur fissuration initiale ou par rupture lors des chocs occasionnés par les rebonds ou les obstacles percutés.

De fortes pentes font généralement suite aux falaises, avec parfois des dénivelées de quelques centaines de mètres. Elles permettent aux blocs d'acquérir une forte énergie lors de leur chute, ce qui peut conduire à des propagations importantes vers l'aval. Selon les rebonds et les obstacles déviant la course des blocs, des trajectoires très aléatoires, voire inattendues, sont également possibles, tels les blocs qui ont franchi le Pont-Picard, puis emprunté la RD 518 au cœur du bourg en 2018.

Plusieurs phénomènes de chutes de blocs ont déjà touché la commune, comme en témoignent les archives disponibles et des récits d'habitants. Le vieux bourg a notamment été atteint à plusieurs reprises avec des dégâts constatés au niveau du bâti. Plusieurs toitures du quartier de Villeneuve ont ainsi été déjà endommagées et des façades de bâtiments percutées.

Face aux chutes de blocs récurrentes qui touchent la commune, des filets pare-blocs ont été mis en place dans le versant de Mont-Baret en amont du village (secteurs de Villeneuve et de Pont-Picard). L'efficacité de ces ouvrages de protection passifs s'est plusieurs fois révélée insuffisante. Certains ont été franchis ou contournés par des blocs qui se sont ensuite propagés jusqu'au village.

Deux autres types de chutes de blocs sont également possibles.

- des blocs erratiques pouvant atteindre quelques mètres cubes de volumes sont contenus dans les formations fluviatiles du quaternaire présentes dans la Vallée de La Vernaison, entre les lieux-dits Les Gorges et Bernissart. Certains affleurent au niveau d'un talus sub-vertical de quelques dizaines de mètres de hauteur qui est sujet à l'érosion. Ils peuvent se détacher et atteindre le chemin de Bernissart ;
- des affleurements sableux verticaux (sable induré) se dessinent entre les lieux-dit Le Merle et Les Gorges (sortie sud du bourg) et à l'aval du quartier de La Corbeille (partie nord du bourg). Ils peuvent libérer des pans de matériaux, le sable induré se décomprimant progressivement dans le temps lorsqu'il affleure.

### **II.3.8. Les effondrements de cavités souterraines et la suffosion**

#### **II.3.8.1. Définition des phénomènes**

Évolution de cavités souterraines d'origine naturelle (karst) et anthropique (carrière) avec des manifestations en surfaces lentes et progressives (affaissement) ou rapides et brutales (effondrement). Celles d'origine minière ne relèvent pas du code de l'Environnement (code Minier), mais peuvent y être signalées pour information.

La suffosion est l'entraînement, par des circulations d'eaux souterraines, de particules fines (argiles, limons) dans des terrains meubles constitués aussi de sables et graviers, provoquant des tassements superficiels voire des effondrements.

#### **II.3.8.2. Principes de qualification de l'aléa**

Le tableau ci-après propose un récapitulatif des classes d'intensité des phénomènes en définissant une série de critères de jugement basés essentiellement sur les conséquences physiques à terme en surface. Les critères de jugement des classes d'intensité ne constituent que des valeurs guide proposées par différents experts nationaux lors de diverses études d'aléas de PPRN cavités ou dans le cadre de groupes de travail, notamment celui mis en place pour le guide PPR minier (2004). D'autres critères peuvent évidemment être établis en fonction de la configuration des cavités ou des phénomènes observés sur un site donné. L'expert en charge de la réalisation du PPRN pourra donc adopter des valeurs ou des caractéristiques qui lui semblent les mieux correspondre au contexte de son étude.

Intensité	Phénomène	Principaux critères de jugement	Conséquences redoutées
Très limitée	Affaissement	Mise en pente < 1 %	Désordres uniquement perceptibles pour les ouvrages sensibles
	Effondrement localisé	Effondrements auto-remblayés à proximité de la surface	« Flache » de profondeur centimétrique
Limitée	Affaissement	Mise en pente < 3 %	Désordres légers de types fissures isolées sans atteintes aux fonctionnalités du bâtiment.
	Effondrement localisé	Diamètre de l'effondrement < 3 m	Trou éventuellement profond mais suffisamment étroit pour ne pas affecter immédiatement une fondation classique.
Modérée	Affaissement	Mise en pente < 6 %	Fissures visibles à l'extérieur. Les portes et fenêtres coïncent et certaines canalisations se rompent.
	Effondrement localisé	Diamètre de l'effondrement < 10 m	Cratère + ou - profond et suffisamment large pour ruiner une construction récente en béton même sur radier.
Élevée	Affaissement	Mise en pente > 6 %	Désordres structurels importants. Bâtiments inhabitables.
	Effondrement localisé	Diamètre de l'effondrement > 10 m	Cratère important avec parois abruptes et risque d'engloutissement du bâti.
Très élevée	Effondrement généralisé	Effondrement en masse de la surface	Ruine complète et immédiate de plusieurs constructions. Crevasses périphériques.

La **probabilité d'occurrence** est estimée en termes de prédisposition du site vis-à-vis d'un type de rupture. La prédisposition à la rupture est notamment appréciée par le retour d'expérience (phénomènes historiques), l'examen géotechnique des cavités souterraines (observation des désordres tels que montées de voûtes, piliers ruinés, soufflages de mur, etc. et/ou de configurations défavorables telles qu'une géométrie complexe, une fracturation importante, la présence d'eau, etc.) et la connaissance des scénarios d'instabilités des cavités.

La notion de prédisposition d'un site à la rupture suffit dans le cas d'ouvrages connus et convenablement repérés. En l'absence d'information partielle ou totale, le concept de présence des vides permet de pondérer la prédisposition d'un site à l'apparition de désordres. La probabilité d'occurrence peut alors se définir selon la grille suivante :

Probabilité d'occurrence		Prédisposition à la rupture		
		Peu sensible	Sensible	Très sensible
Présomption des vides	Improbable	Faible		
	Probable			
	Très probable, voire certaine	Forte		

La qualification de l'aléa se fait en utilisant une matrice de croisement Intensité/Probabilité d'occurrence qui devra être adaptée au contexte de chaque site :

Aléa		Probabilité d'occurrence		
		Faible	à	Fort
Intensité	Limitée	Faible		
	à			
	Élevée à très élevée	Très Fort		

Nous n'avons identifié aucune cavité d'origine anthropique/

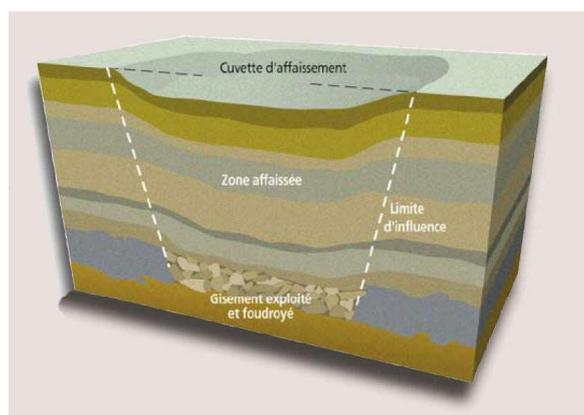
Pour les phénomènes d'effondrement ou d'affaissement exclusivement d'origine naturelle, comprenant notamment ceux de karstification et de suffosion, la qualification de l'aléa est réalisée sur la base de la même méthodologie, mais en adaptant la méthode de qualification de la probabilité d'occurrence.

La qualification de la probabilité d'occurrence est basée sur l'évaluation de la prédisposition à l'apparition d'instabilité en surface au cours des cent prochaines années ou, en cas de danger humain, à plus grande échéance, en excluant les phénomènes exceptionnels d'occurrence à l'échelle des temps géologiques, au vu du plus fort événement historique connu dans le site ou dans un secteur proche au plan géologique, géomorphologique, hydrogéologique et structural.

L'article L. 563-6 du Code de l'Environnement stipule que les communes ou leurs groupements compétents en matière de documents d'urbanisme élaborent, en tant que de besoin, des cartes délimitant les sites où sont situés des cavités souterraines et des marnières susceptibles de provoquer l'effondrement du sol.

### **II.3.8.3. Notions de marges de sécurité**

L'affichage de l'aléa d'effondrement de cavités souterraines déborde de l'emprise réelle des cavités pour tenir compte du cône d'influence. En s'effondrant, le sol cède sous un certain angle, puis à long terme, cherchera une nouvelle pente d'équilibre en régressant sur la bordure de l'effondrement.



La marge de sécurité inclut également l'incertitude sur la position réelle des cavités.

#### **II.3.8.4. Prise en compte des travaux de traitements de l'aléa effondrement**

Les travaux de traitements sont pris en compte uniquement lorsque les deux conditions suivantes sont vérifiées :

- les techniques de traitement mises en œuvre permettent de garantir une stabilisation pérenne des cavités (comblement par exemple). En l'absence de reconnaissances visuelles possibles, l'expert doit s'appuyer sur des documents récents et fiables décrivant la conception, la réalisation et le contrôle approprié des travaux ;
- les emprises concernées doivent être suffisamment étendues pour permettre une visualisation à l'échelle du document et une transposition possible aux documents d'urbanisme.

#### **II.3.8.5. Scénarios types sur le territoire**

Les formations calcaires du massif du Vercors abritent un réseau karstique très ramifié, composé de cavités de toutes tailles et de galeries. L'existence de ce karst est liée à la dissolution de la partie carbonatée des roches sédimentaires par des eaux d'infiltration suffisamment acides (processus chimique très lent). L'eau se propage par les fissures et les failles pré-existantes de la roche et les élargit ainsi petit à petit. La partie carbonatée dissoute est diluée dans l'eau qui l'entraîne avec elle. Seule reste la fraction argileuse de la roche qui est chimiquement insensible à l'eau (argile de décalcification). Cette argile se dépose dans les zones calmes en bouchant des anfractuosités ou en sédimentant dans des cuvettes.

Quelques petites cavités karstiques sont visibles sur la commune, notamment dans les secteurs de La Corbeille (versant des Garides) et de Pont-Picard (versant de Mont-Baret). Plus globalement, les nombreuses cavités répertoriées dans le massif du Vercors montrent que le karst est quasiment omniprésent dans certaines formations géologiques sédimentaires tel que le complexe Urgonien qui compose une grande partie des versants calcaires de la commune (versants des Garides et de Mont-Baret).

Des effondrements localisés (fontis ou éboulement d'entrée de galerie) sont possibles au niveau des cavités. Mais les craintes d'effondrements viennent surtout de celles qui sont proches de la surface. Celles qui s'enfoncent au cœur des versants n'inspirent par d'inquiétude du fait de leur profondeur. Tout effondrement éloigné de leur entrée passera inaperçu en surface, le foisonnement des matériaux amortissant rapidement les phénomènes.