



**PRÉFET
DES ALPES-
MARITIMES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Direction Départementale des Territoires et de la Mer
Service Déplacements - Risques - Sécurité
Pôle Risques Naturels et Technologiques

COMMUNE DE BOUYON

PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS DE MOUVEMENTS DE TERRAIN

RAPPORT DE PRÉSENTATION

PRESCRIPTION DU PPR : arrêté du 12 juin 2018 et prorogé le 24 décembre 2020

ENQUÊTE PUBLIQUE : du 9 janvier au 10 février 2023



Direction Départementale des Territoires et de la Mer
Service Déplacements - Risques - Sécurité
Pôle Risques Naturels et Technologiques

17 AVR. 2023

*Pour le préfet,
Le Secrétaire Général
SG 4522*

Philippe LOOS

TABLE DES MATIERES

1. ASPECTS RÉGLEMENTAIRES.....	4
1.1. RAISONS DE LA PRESCRIPTION DU PPR.....	4
1.2. OBJET DU PPR.....	6
1.3. PROCÉDURE D'ÉLABORATION DU PPR.....	7
1.4. PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE ET CONTENU DU PPR.....	11
1.5. OPPOSABILITÉ.....	12
2. PRÉSENTATION DE LA COMMUNE DE BOUYON.....	13
2.1. LOCALISATION.....	13
2.2. TOPOGRAPHIE.....	14
2.3. RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE.....	16
2.4. GÉOLOGIE DE LA COMMUNE (VOIR CARTE THÉMATIQUE).....	18
2.5. GÉOMORPHOLOGIE.....	21
2.6. HYDROGÉOLOGIE.....	21
2.7. DÉMOGRAPHIE ET HABITAT.....	22
2.8. CLIMATOLOGIE.....	25
3. PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS ET DÉMARCHE D'ÉTUDE.....	26
3.1. PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS.....	26
3.2. DÉMARCHE D'ÉTUDE.....	28
4. PHÉNOMÈNES NATURELS DÉJÀ CONNUS SUR LA COMMUNE.....	29
4.1. SECTEUR LA CROIX DE RICHAOU – FONDUAS.....	30
4.2. SECTEUR DES RANCIÈRES ET DES MOULINS.....	31
4.3. SECTEUR LA MOUCHONNIÈRE.....	39
4.4. AUTRES SECTEURS.....	40
5. MÉTHODOLOGIE DE CARACTÉRISATION DES ALÉAS.....	43
5.1. DÉFINITION DES ALÉAS.....	43
5.2. MÉTHODE DE QUALIFICATION DES ALÉAS DANS LE CADRE DE L'ÉLABORATION DES PPR MOUVEMENTS DE TERRAIN DES ALPES-MARITIMES.....	44
5.3. MÉTHODOLOGIE EMPLOYÉE SUR LA COMMUNE DE BOUYON.....	52
5.4. EXEMPLES D'APPLICATION DE LA MÉTHODE SUR LA COMMUNE DE BOUYON.....	55
6. LES MOUVEMENTS DE TERRAIN SUR LA COMMUNE.....	59
6.1. LES GLISSEMENTS DE TERRAIN.....	59
6.2. LES EFFONDEMENTS.....	72
6.3. LES CHUTES DE PIERRES OU DE BLOCS.....	76
6.4. LE RAVINEMENT.....	94
7. ÉTUDE DES ENJEUX DE LA COMMUNE DE BOUYON.....	95
7.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE.....	95
7.2. ZONES URBANISÉES.....	101
7.3. HABITAT DISPERSÉ.....	103
7.4. ESPACES NON URBANISÉS.....	104
7.5. ZONES À URBANISER.....	104
7.6. ZONES À ENJEU AGRICOLE.....	105
7.7. ZONES ACTUELLEMENT PROTÉGÉES PAR DES OUVRAGES.....	106
7.8. VOIES DE CIRCULATIONS STRUCTURANTES.....	110
7.9. ÉQUIPEMENTS ET ÉTABLISSEMENTS SENSIBLES.....	110
7.10. VULNÉRABILITÉ DES ENJEUX.....	113
8. PRÉSENTATION DES DIFFÉRENTES CARTES.....	115
8.1. CARTE GÉOLOGIQUE.....	115

8.2. CARTE DES INDICES MORPHOLOGIQUES ET DES PHÉNOMÈNES CONNUS.....	115
8.3. CARTE DES PENTES.....	115
8.4. CARTE DES ALÉAS.....	116
8.5. CARTE DES ENJEUX.....	117
9. JUSTIFICATION DU ZONAGE RÉGLEMENTAIRE.....	117
9.1. CROISEMENT DES ALÉAS ET DES ENJEUX.....	117
9.2. ZONES ROUGES.....	118
9.3. ZONES BLEUES.....	121
10. PROPOSITIONS DE MESURES DE PRÉVENTION.....	122
10.1. MESURES INCOMBANT AUX COLLECTIVITÉS TERRITORIALES.....	122
10.2. MESURES INCOMBANT AUX PROPRIÉTAIRES OU AYANT DROIT DES BIENS ET ACTIVITÉS EXISTANTS.....	122

1. Aspects réglementaires

1.1. Raisons de la prescription du PPR

L'article L. 562-1 du Code de l'environnement relatif au renforcement de la protection de l'environnement, précise que « L'État élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR) tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones ».

Le mécanisme d'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles est régi par la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982. Les contrats d'assurances garantissent les assurés contre les effets des catastrophes naturelles, cette garantie étant couverte par une cotisation additionnelle à l'ensemble des contrats d'assurance dommage et à leur extension couvrant les pertes d'exploitation.

En contrepartie, et pour la mise en œuvre de ces garanties, les assurés exposés à un risque ont à respecter certaines règles de prescriptions fixées par le PPR, leur non-respect pouvant entraîner une suspension de la garantie dommages ou une atténuation de ses effets (augmentation de la franchise).

Les PPR sont établis par l'État et ont valeur de servitude d'utilité publique. Ils sont opposables à toute forme d'occupation ou d'utilisation du sol. Les documents d'urbanisme (carte communale, PLU) doivent respecter leurs dispositions et les comportent en annexe. Par ailleurs, les constructions, ouvrages, cultures et plantations existants antérieurement à la publication du PPR peuvent être soumis à l'obligation de réalisation de mesures de protection.

Les PPR ont pour objectifs une meilleure protection des biens et des personnes et une limitation du coût pour la collectivité de l'indemnisation systématique des dégâts engendrés par les phénomènes naturels.

L'article L. 125-2 II bis du Code de l'environnement précise que : Dans les communes exposées à au moins un risque majeur, le maire communique à la population, par tout moyen approprié, les caractéristiques du ou des risques majeurs, les mesures de prévention, les modalités d'alerte et d'organisation des secours et, le cas échéant, celles de sauvegarde, en application de l'article L. 731-3 du code de la sécurité intérieure. Cette communication comprend les garanties prévues à l'article L. 125-1 du Code des assurances.

L'article L. 731-3 du Code de la sécurité intérieure précise que :

I.-Le plan communal de sauvegarde prépare la réponse aux situations de crise et regroupe l'ensemble des documents de compétence communale contribuant à l'information préventive et à la protection de la population. Il détermine, en fonction des risques connus, les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population. La mise en place, l'évaluation régulière et les éventuelles révisions du plan communal de sauvegarde peuvent être assurées par un adjoint au maire ou un conseiller municipal chargé des questions de sécurité civile désigné par le maire ou, à défaut, par le correspondant incendie et secours.

Le plan communal de sauvegarde s'articule avec le plan Orsec mentionné à l'article L. 741-2.

Il est obligatoire pour chaque commune :

- 1° Dotée d'un plan de prévention des risques naturels ou miniers prévisibles prescrit ou approuvé ;
- 2° Comprise dans le champ d'application d'un plan particulier d'intervention ;
- 3° Comprise dans un des territoires à risque important d'inondation prévus à l'article L. 566-5 du code de l'environnement ;
- 4° Reconnue, par voie réglementaire, comme exposée au risque volcanique ;
- 5° Située dans les territoires régis par l'article 73 de la Constitution ou les territoires de Saint-Martin et Saint-Barthélemy et exposée au risque cyclonique ;
- 6° Concernée par une zone de sismicité définie par voie réglementaire ;
- 7° Sur laquelle une forêt est classée au titre de l'article L. 132-1 du code forestier ou est réputée particulièrement exposée. La mise en œuvre des mesures de sauvegarde relève de chaque maire sur le territoire de sa commune.

II.-Le plan communal de sauvegarde est arrêté par le maire et, à Paris, par le préfet de police.

III.-Tous les cinq ans au moins, la mise en œuvre du plan communal de sauvegarde fait l'objet d'un exercice associant les communes et les services concourant à la sécurité civile. Dans la mesure du possible, cet exercice implique aussi la population.

Un décret pris après avis de l'Association des maires de France, de l'Association des maires ruraux de France et de l'Assemblée des communautés de France détermine les modalités d'organisation de cet exercice.

1.2. Objet du PPR

Les objectifs des PPR sont définis par le Code de l'environnement et notamment son article L. 562-1 :

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

- de délimiter des zones exposées aux risques en fonction de leur nature et de leur intensité. Dans ces zones, les constructions ou aménagements peuvent être interdits ou admis avec prescriptions.
- de délimiter des zones non directement exposées aux risques, mais dans lesquelles toute construction ou aménagement pourrait aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux.
- de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde incombant aux collectivités publiques et aux particuliers.
- de définir les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions ou ouvrages existants devant être prises par les propriétaires exploitants ou utilisateurs concernés.

Après avis du conseil municipal et des personnes publiques associées, suivi d'une enquête publique, le plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPR) est approuvé par arrêté préfectoral. Le PPR vaut servitude d'utilité publique et il est opposable à toute forme d'occupation ou d'utilisation du sol conformément aux articles L. 151-43 et L. 161-1 du Code de l'urbanisme.

S'il y a lieu, les zones de risques naturels apparaissent dans les documents graphiques des documents d'urbanisme conformément à l'article R. 151-31, 2° du Code de l'urbanisme.

1.3. Procédure d'élaboration du PPR

La prescription du PPR est définie par le Code de l'environnement et notamment les articles R. 562-1 et R. 562-2 :

- Article R. 562-1

« L'établissement des plans de prévention des risques naturels prévisibles mentionnés aux articles L. 562-1 à L. 562-9 est prescrit par arrêté du préfet. »

- Article R. 562-2

« L'arrêté prescrivant l'établissement d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles détermine le périmètre mis à l'étude et la nature des risques pris en compte. Il désigne le service déconcentré de l'État qui sera chargé d'instruire le projet.

Il mentionne si une évaluation environnementale est requise en application de l'article R. 122-18. Lorsqu'elle est explicite, la décision de l'autorité de l'Etat compétente en matière d'environnement est annexée à l'arrêté.

Cet arrêté définit également les modalités de la concertation et de l'association des collectivités territoriales et des établissements publics de coopération intercommunale concernés, relatives à l'élaboration du projet. Il est notifié aux maires des communes ainsi qu'aux présidents des collectivités territoriales et des établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme dont le territoire est inclus, en tout ou partie, dans le périmètre du projet de plan.

Il est, en outre, affiché pendant un mois dans les mairies de ces communes et aux sièges de ces établissements publics et publié au recueil des actes administratifs de l'État dans le département. La mention de cet affichage est insérée dans un journal diffusé dans le département. »

Le contenu du PPR est défini par le Code de l'environnement et notamment son article R. 562-3 :

« Le dossier de projet de plan comprend :

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

2° Un ou plusieurs documents graphiques délimitant les zones mentionnées aux 1° et 2° du II de l'article L. 562-1 ;

3° Un règlement précisant, en tant que de besoin :

a) Les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune de ces zones en vertu des 1° et 2° du II de l'article L. 562-1 ;

b) Les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde mentionnées au 3° du II de l'article L. 562-1 et les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existant à la date de l'approbation du plan, mentionnées au 4° de ce même II. Le règlement mentionne, le cas échéant, celles de ces mesures dont la mise en œuvre est obligatoire et le délai fixé pour celle-ci. »

Les modalités d'approbation et de révision du PPR sont définies aux articles R. 562-7 à R. 562-10 du Code de l'environnement :

Article R. 562-7

« Le projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles est soumis à l'avis des conseils municipaux des communes et des organes délibérants des établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme dont le territoire est couvert, en tout ou partie, par le plan.

Si le projet de plan contient des mesures de prévention des incendies de forêt ou de leurs effets ou des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde relevant de la compétence des départements et des régions, ces dispositions sont soumises à l'avis des organes délibérants de ces collectivités territoriales.

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

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

Article R. 562-8

« Le projet de plan est soumis par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R. 123-7 à R. 123-23, sous réserve des dispositions des deux alinéas qui suivent.

Les avis recueillis en application des trois premiers alinéas de l'article R. 562-7 sont consignés ou annexés aux registres d'enquête dans les conditions prévues par l'article R. 123-13.

Les maires des communes sur le territoire desquelles le plan doit s'appliquer sont entendus par le commissaire enquêteur ou par la commission d'enquête une fois consigné ou annexé aux registres d'enquête l'avis des conseils municipaux. »

Article R. 562-9

« A l'issue des consultations prévues aux articles R. 562-7 et R. 562-8, le plan, éventuellement modifié, est approuvé par arrêté préfectoral. Cet arrêté fait l'objet d'une mention au recueil des actes administratifs de l'État dans le département ainsi que dans un journal diffusé dans le département. Une copie de l'arrêté est affichée pendant un mois au moins dans chaque mairie et au siège de chaque établissement public de coopération intercommunale compétent pour l'élaboration des documents d'urbanisme sur le territoire desquels le plan est applicable.

Le plan approuvé est tenu à la disposition du public dans ces mairies et aux sièges de ces établissements publics de coopération intercommunale ainsi qu'en préfecture. Cette mesure de publicité fait l'objet d'une mention avec les publications et l'affichage prévus à l'alinéa précédent. »

Article R. 562-10

« Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être révisé selon la procédure décrite aux articles R. 562-1 à R. 562-9.

Lorsque la révision ne porte que sur une partie du territoire couvert par le plan, seuls sont associés les collectivités territoriales et les établissements publics de coopération intercommunale concernés et les consultations, la concertation et l'enquête publique mentionnées aux articles R. 562-2, R. 562-7 et R. 562-8 sont effectuées dans les seules communes sur le territoire desquelles la révision est prescrite.

Dans le cas visé à l'alinéa précédent, les documents soumis à consultation ou enquête publique comprennent :

- 1° Une note synthétique présentant l'objet des modifications envisagées ;
- 2° Un exemplaire du plan tel qu'il serait après modification avec l'indication, dans le document graphique et le règlement, des dispositions faisant l'objet d'une révision et le rappel, le cas échéant, de la disposition précédemment en vigueur. »

Les modalités de modification du PPR sont définies aux articles R. 562-10-1 et R. 562-10-2 du Code de l'environnement :

Article R. 562-10-1

« Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être modifié à condition que la modification envisagée ne porte pas atteinte à l'économie générale du plan. La procédure de modification peut notamment être utilisée pour :

a) Rectifier une erreur matérielle ;

b) Modifier un élément mineur du règlement ou de la note de présentation ;

c) Modifier les documents graphiques délimitant les zones mentionnées aux 1° et 2° du II de l'article L. 562-1, pour prendre en compte un changement dans les circonstances de fait. »

Article R. 562-10-2

« I. – La modification est prescrite par un arrêté préfectoral. Cet arrêté précise l'objet de la modification, définit les modalités de la concertation et de l'association des communes et des établissements publics de coopération intercommunale concernés, et indique le lieu et les heures où le public pourra consulter le dossier et formuler des observations. Cet arrêté est publié en caractères apparents dans un journal diffusé dans le département et affiché dans chaque mairie et au siège de chaque établissement public de coopération intercommunale compétent pour l'élaboration des documents d'urbanisme sur le territoire desquels le plan est applicable. L'arrêté est publié huit jours au moins avant le début de la mise à disposition du public et affiché dans le même délai et pendant toute la durée de la mise à disposition.

II. – Seuls sont associés les communes et les établissements publics de coopération intercommunale concernés et la concertation et les consultations sont effectuées dans les seules communes sur le territoire desquelles la modification est prescrite. Le projet de modification et l'exposé de ses motifs sont mis à la disposition du public en mairie des communes concernées. Le public peut formuler ses observations dans un registre ouvert à cet effet.

III. – La modification est approuvée par un arrêté préfectoral qui fait l'objet d'une publicité et d'un affichage dans les conditions prévues au premier alinéa de l'article R. 562-9. »

1.4. Périmètre d'étude et contenu du PPR

La prescription du PPR résulte de l'identification de la commune de Bouyon comme exposée aux risques de mouvements de terrain, ainsi que du retour d'expériences sur les événements passés concernant les aléas recensés sur la commune. Ces événements sont référencés sur la carte informative des phénomènes naturels annexée au PPR.

C'est pourquoi un arrêté préfectoral prescrit l'élaboration du PPR mouvements de terrain.

Le périmètre d'étude couvre l'ensemble de la commune, soit 12.29 km² environ ou encore 1 229 ha. La commune est grossièrement en forme de triangle équilatéral, et s'étend sur 4.86 km du nord au sud, et 5.86 km d'est en ouest dans ses plus grandes dimensions.

Le dossier final comprend :

1. Le présent rapport de présentation qui indique le secteur géographique concerné par l'étude, les spécificités du phénomène naturel pris en compte (mouvements de terrain) et ses conséquences possibles sur l'activité et les biens dans la commune compte tenu de l'état de connaissances.

2. Le plan de zonage, document graphique délimitant :

- les zones exposées aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru ;

- les zones non directement exposées aux risques mais où les aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux. Ces zones sont communément classées en ce qui concerne le phénomène mouvements de terrain :

- zones très exposées : rouges
- zones moyennement exposées : bleues

3. Le règlement. Il détermine en considérant les risques, les conditions d'occupation ou d'utilisation du sol dans les zones rouges et bleues. Le règlement de zone bleue énumère les mesures destinées à prévenir ou à atténuer les risques. Elles sont applicables aux biens et activités existants à la date de publication du PPR, ainsi qu'aux biens et activités futures. Ces mesures peuvent être rendues obligatoires dans un délai de 5 ans, pouvant être réduit en cas d'urgence. Lorsqu'ils sont rendus obligatoires, les travaux bénéficient d'un financement de l'État au titre du Fonds de prévention des risques naturels majeurs.

En outre, ces travaux de mise en conformité avec les prescriptions de zone rouge ou bleue du PPR ne peuvent porter que sur des aménagements limités dont le coût est inférieur à 10 % de la valeur vénale ou estimée du bien à la date d'approbation du Plan.

4. Une annexe, constituée par :

Une carte des aléas mouvements de terrain ainsi que les documents cartographiques annexes suivants :

- carte géologique ;
- carte des pentes ;
- carte des phénomènes naturels, indices morphologiques et ouvrages de protection ;
- carte des enjeux.

Les cartes informatives et la carte des aléas sont des documents destinés à expliquer le plan de zonage réglementaire. Ils ne présentent aucun caractère réglementaire et ne sont pas opposables aux tiers. En revanche, ils décrivent les phénomènes susceptibles de se manifester sur la commune et permettent de mieux appréhender la démarche qui aboutit au plan de zonage réglementaire.

1.5. Opposabilité

Le PPR est opposable à toute forme d'occupation ou d'utilisation des sols, dès l'exécution de la dernière mesure de publicité de l'acte d'approbation.

Le PPR vaut servitude d'utilité publique. À ce titre, il doit être annexé au plan local d'urbanisme ou à la carte communale conformément aux articles L. 151-43 et L. 161-1 du Code de l'urbanisme.

En l'absence de carte communale ou de PLU, les prescriptions du PPR prévalent sur les dispositions des règles générales d'urbanisme ayant un caractère supplétif.

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

2. Présentation de la commune de Bouyon

2.1. Localisation

La commune de Bouyon se situe à 18 km au nord-nord-ouest de la mer méditerranéenne et à 35 km au nord-ouest de Nice. Elle est limitée côté ouest par les Ferres, Gillette au nord, le Broc au sud, Bézaudun au sud.

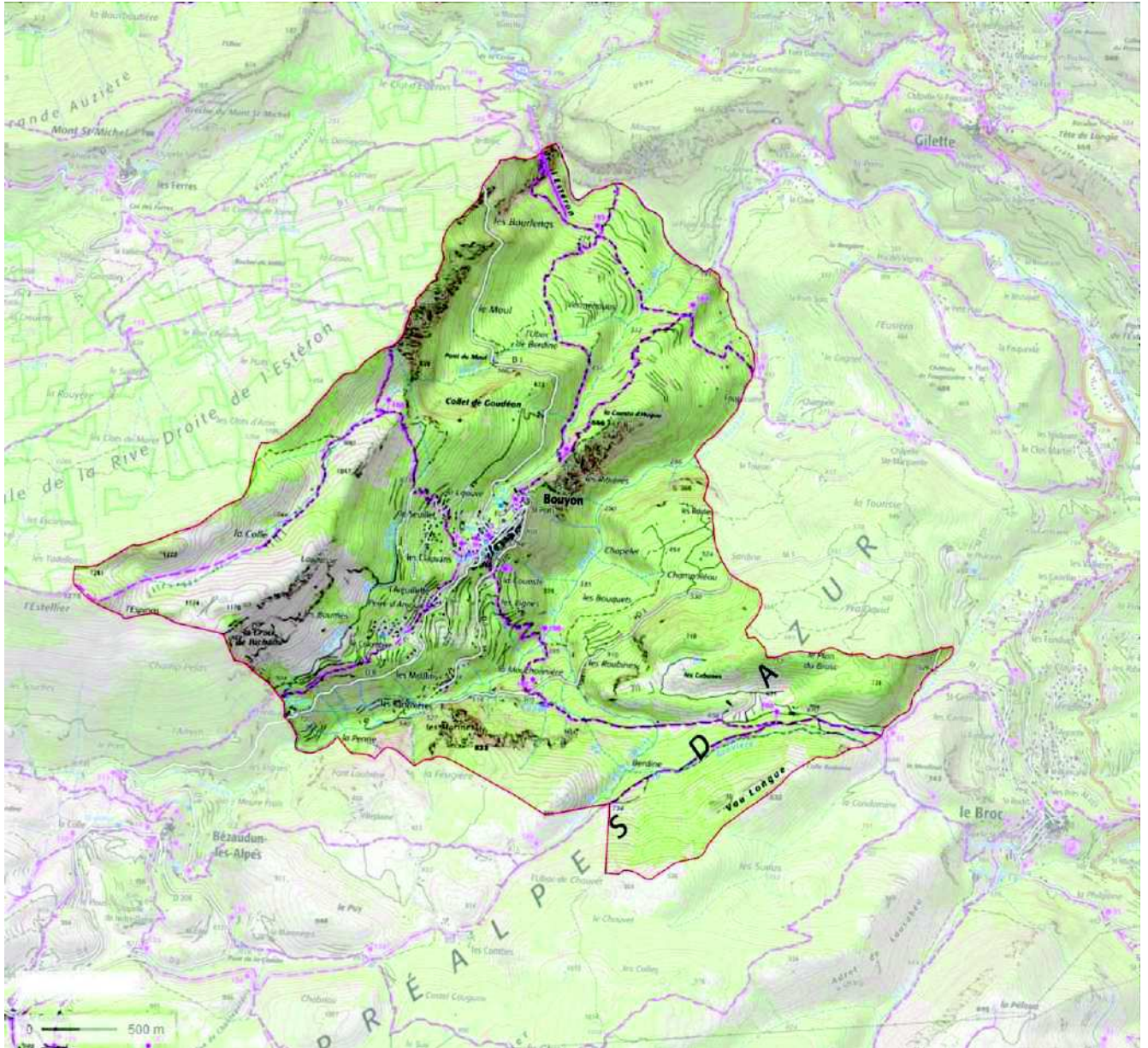


Illustration n°1 : situation de la commune de Bouyon - Donnée Géoportail

Sa latitude (mairie) est de 43.825475 degrés Nord et sa longitude de 7.123283 degrés Est.

2.2. Topographie

L'altitude sur Bouyon varie entre 159 mètres et un maximum de 1269 mètres. L'altitude moyenne est de 650 m.

Le point culminant se trouve au niveau de la pointe nord-ouest de la commune, à proximité du sommet de l'Estellier.

Les grandes lignes du relief sont orientées nord-est sud-ouest.

Des coupes depuis la Vau Longue (832 m) en limite sud, possèdent l'allure suivante :



**Illustration n°2 : coupe est-sud-est ouest-nord-ouest depuis Vau Longue
vers la pointe nord-ouest de la commune - Donnée Géoportail**

PROFIL ALTIMÉTRIQUE

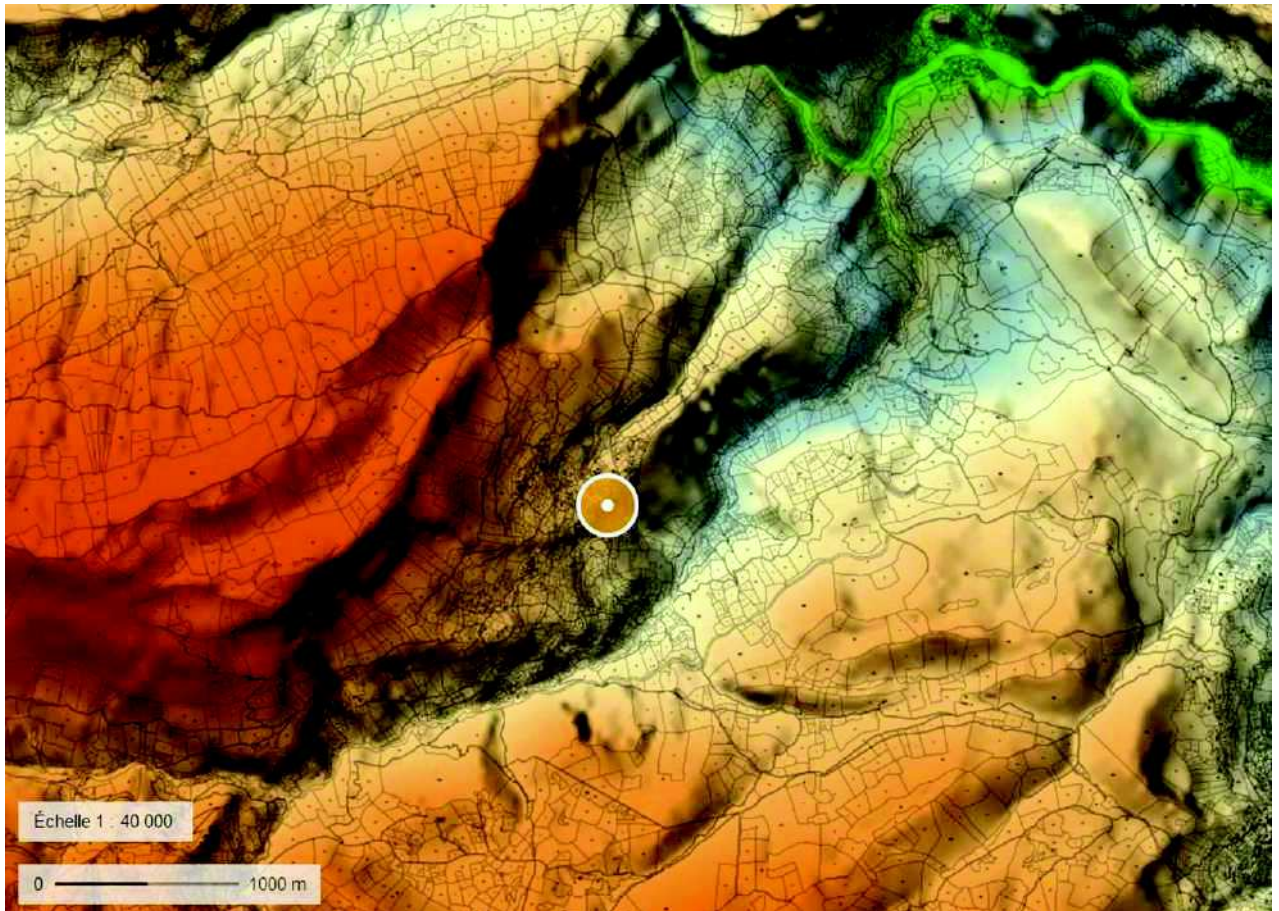
Illustration n°3 : coupe sud-est nord-ouest depuis Vau Longue passant par le village - Donnée Géoportail

PROFIL ALTIMÉTRIQUE

Illustration n°4 : coupe sud-est nord-nord-est depuis Vau Longue vers l'angle nord-est de la commune – Donnée Géoportail

Ces coupes mettent en évidence deux grandes zones de relief séparées par le vallon de Bouyon, s'abaissant progressivement vers l'est.

Des combes sont dessinées entre les différentes crêtes : la combe de la Colle, bordée au sud par les crêtes de la Laupasse et de la Croix de Richaou, et la combe sous la crête du village côté nord-est.



**Illustration n°5 : relief du secteur centré sur le village de Bouyon
Donnée Géoportail**

2.3. Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est orienté globalement vers l'est, et rejoint la vallée de l'Esteron, lui-même affluent du Var.

Les principaux cours d'eau sont les suivants, du nord-ouest au sud-est :

- ❑ Le Moul ;
- ❑ Le Bouyon ;
- ❑ Le vallon de la vache morte, affluent du Bouyon ;
- ❑ Le vallon de Font de Roche, au sud-est.

Deux canaux principaux traversent la commune : le canal de Végay, au nord-ouest, et le canal de la Gravière au sud.

Un canal venant de l'ouest (canal du Moulin) traverse les quartiers des Ranchières et des Moulins, pour se jeter en bordure de route et passer sous la D1.



**Photo n°6 : exutoire du canal d'irrigation du quartier des Moulins
Photo du 30 novembre 2019**

On peut aussi observer un canal dans la partie Est du lotissement du Colombier :



**Photo n°7 : canal en zone E du lotissement le Colombier
Photo du 25 janvier 2021**

2.4. Géologie de la commune (voir carte thématique)

La commune se situe sur la carte du BRGM au 1/50 000 de Roquesteron. Il n'a pas été possible de photographier tous les faciès, compte tenu des reliefs.

D'un point de vue structural, la commune de Bouyon appartient à la zone dite des arcs de Castellane. La zone correspond à l'extrémité est de l'anticlinal du Cheiron, qui s'ouvre dans le secteur sous la forme d'une boutonnière.

Les schémas suivants résument la position régionale des arcs de Castellane dans la mise en place de la nappe de Digne :

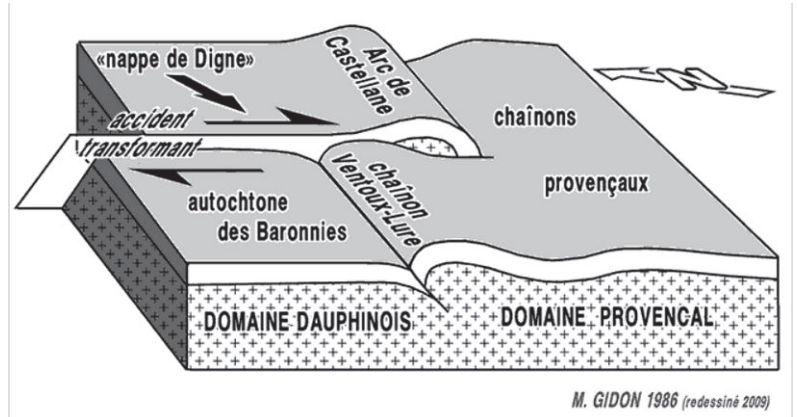
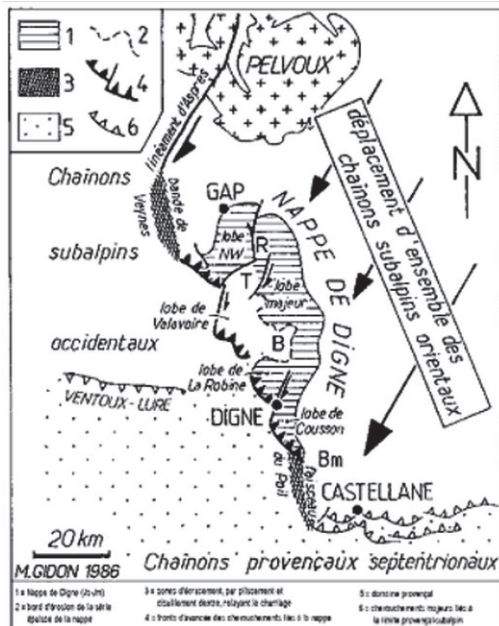


Illustration n°8 : schémas régionaux de M. Gidon

Dans le secteur de Bouyon, de nombreuses failles de direction sud-ouest nord-est affectent les terrains allant du Trias (t3-6) au Crétacé (c1-2).

Une faille masquée traverse la commune au sud-ouest du village, décalant notamment dans cette zone les terrains du Trias et du Jurassique.

Cinq grands secteurs peuvent être distingués :

1. La zone nord-ouest, dominée par les calcaires, marnes et dolomies du Jurassique supérieur.
2. La zone nord, marquée par des couches d'éboulis recouvrant des terrains du Lias ou du Trias.
3. La zone centrale immédiatement au nord du village, marquée par de nombreuses failles nord-est sud-ouest, affectant des terrains du Trias au Crétacé.
4. La zone centrale située au sud-ouest du village, marquée par la présence d'éboulis recouvrant des terrains du Trias.
5. La zone sud-est, dominée par des calcaires, marnes, et dolomies du Jurassique moyen au Jurassique supérieur.

Les zones 1 et 5 correspondent aux flancs d'un pli, tandis que les trois autres zones correspondent au cœur du pli, en partie disloqué au niveau de la zone 3.

Le pendage est globalement nord-ouest pour la partie nord de la commune. Pour les autres zones, compte tenu des nombreuses failles, on ne peut pas distinguer de pendage général.

D'un point de vue stratigraphique, les terrains mésozoïques de la commune de Bouyon vont du Trias au Crétacé inférieur. Les terrains cénozoïques ne sont pas représentés.

Il existe quelques formations du Quaternaire, comme des colluvions de pente, des éboulis ou des alluvions récentes. La couverture d'éboulis est toutefois très importante, et comporte la particularité d'inclure des pans entiers du substratum marno-calcaires ou marneux, issus du recul des reliefs par l'érosion ou de l'éclatement du pli. Ces « écoulis » ne sont pas en place.



**Illustration n°9 : extrait de la carte géologique au 1/50 000
de Roquesteron du BRGM**

Le log proposé pour l'ensemble de la commune se trouve en annexe 1.

2.5. Géomorphologie

Les marnes et argiles donnent des reliefs aux formes adoucies. Elles ont en général été largement érodées, le résultat étant la mise en relief des barres calcaires ou marno-calcaires moins sensibles à l'érosion.

Lorsqu'elles sont coiffées par des barres de dolomies ou de calcaires, elles peuvent participer à des versants plus pentus au niveau des revers de cote. Dans ce contexte, elles sont plus sensibles à l'aléa glissement de terrain.

Les zones contenant du gypse, lorsqu'elles subissent des dissolutions, peuvent donner des effondrements remontant en surface (fontis).

Les terrains du Jurassique, et particulièrement du Jurassique supérieur, lorsque le pendage est amont, ont tendance à générer des escarpements ou des falaises.

Le recul des falaises peut générer des pans entiers de blocs intercalés dans les couches d'un versant, comme c'est le cas dans le quartier du Fonduas.

Les calcaires du jurassique sont karstifiés, et de nombreuses dolines existent sur la commune. La karstification des massifs calcaires est également à l'origine d'avens.

2.6. Hydrogéologie

Le réseau hydrographique s'est mis en place à la suite de la phase finale d'orogénèse, soit dès le Pliocène, par surimposition (encaissement dans la structure existante).

Le vallon de Bouyon, très encaissé, possède un écoulement permanent grâce aux apports de sources karstiques.

Les reliefs sont soumis au ruissellement superficiel, avec infiltration dans les niveaux perméables, les eaux pouvant ressortir plus bas à la faveur de niveaux imperméables sous-jacents.

Notons que l'importante couverture d'éboulis présente sur une grande partie de la commune favorise ce phénomène.

Les circulations d'eau dans les éboulis de versant peuvent être à l'origine de glissements en masse, notamment si la butée de pied a été amoindri (en bordures de routes par exemple).



Photo n°10 : sortie d'eau du versant au pied des enrochements bordant la D1 en montant vers le village – Photo du 10 avril 2019

2.7. Démographie et habitat

Lors du dernier recensement, en 2016, la population de Bouyon était de 516 habitants :

	2006	2011	2016
Population municipale	436	483	516
Population comptée à part	4	1	4
Population totale	440	484	520

Illustration n°11 : évolution de la population de Bouyon depuis 2006 – Données INSEE

La densité de population est de 42 hab/km², à comparer avec celle de la France entière : 117 hab/km².

	1968	1975	1982	1990	1999
Population	157	202	229	243	352

Ceci permet de tracer la courbe ci-dessous :

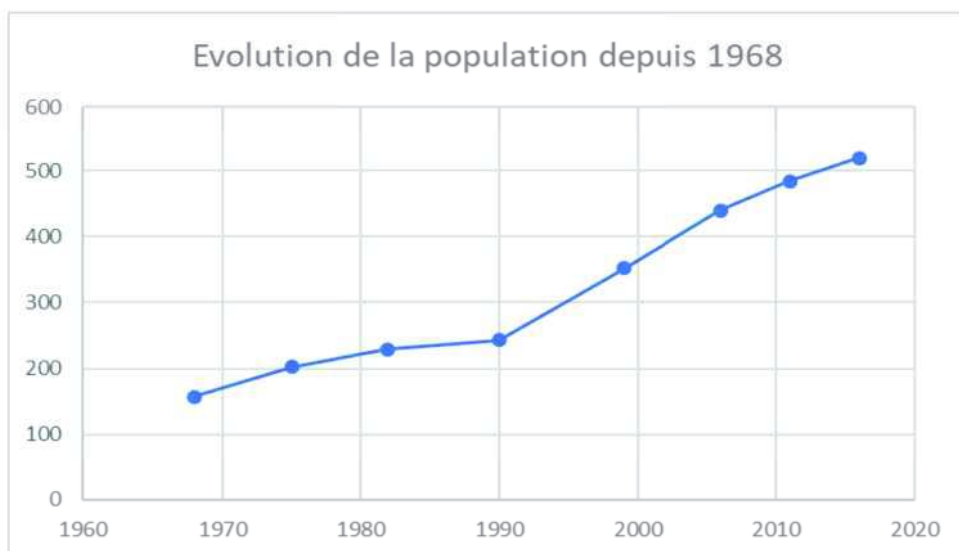


Illustration n°12 : évolution de la population de Bouyon en nombre d'habitants depuis 1968 – Données cumulées

On observe un accroissement constant de la population depuis 1968, avec une accélération depuis 1990.

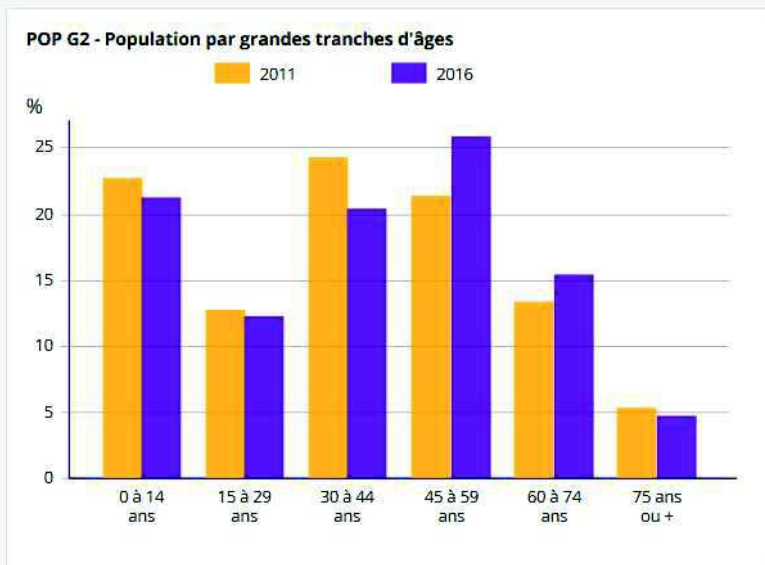
La population par tranche d'âge est la suivante :

	2016	%	2011	%
Ensemble	516	100,0	483	100,0
0 à 14 ans	110	21,3	110	22,7
15 à 29 ans	64	12,3	62	12,8
30 à 44 ans	105	20,4	118	24,3
45 à 59 ans	134	25,9	104	21,4
60 à 74 ans	79	15,4	65	13,4
75 ans ou plus	25	4,8	26	5,4

**Illustration n°13 : population de Bouyon par tranche d'âge
Données INSEE**

Ce qui est traduit par le graphique ci-après :

POP G2 - Population par grandes tranches d'âges



Sources : Insee, RP2011 et RP2016, exploitations principales, géographie au 01/01/2019.

Illustration n°14 : population de Bouyon par tranche d'âge - Histogramme - Données INSEE

La population est donc relativement jeune, avec une majorité d'actifs.

Les logements se répartissent comme suit :

	2016	%	2011	%
Ensemble	389	100,0	363	100,0
Résidences principales	221	56,8	190	52,4
Résidences secondaires et logements occasionnels	139	35,7	158	43,4
Logements vacants	29	7,5	15	4,2
Maisons	357	91,7	320	88,1
Appartements	28	7,1	39	10,8

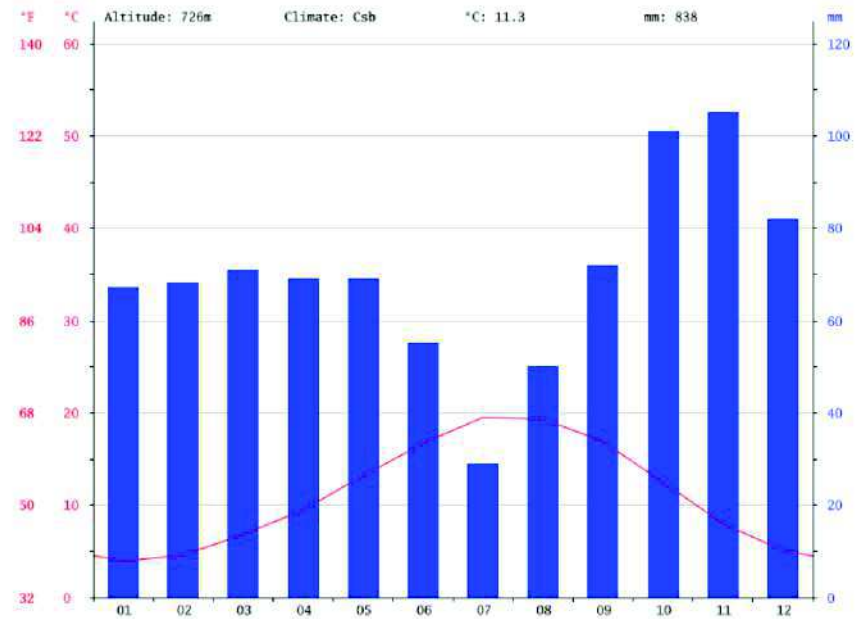
Illustration n°15 : Répartition des logements de Bouyon Données INSEE

On observe un accroissement des résidences principales, et une diminution des résidences secondaires depuis 2011. La majorité des logements est représentée par des maisons.

2.8. Climatologie

Le climat sur Bouyon peut être considéré comme tempéré chaud.
Les données du site climatey-data.org, de 1982 à 2012, sont les suivantes :

DIAGRAMME CLIMATIQUE BOUYON



La variation des précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 76 mm. Entre la température la plus basse et la plus élevée de l'année, la différence est de 15.6 °C.

Illustration n°16 : histogramme des précipitations sur Bouyon Données climate-data.org

TABLEAU CLIMATIQUE BOUYON

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep-tembre	Octobre	No-vembre	De-cembre
Température moyenne (°C)	3.9	4.6	6.8	9.5	13.2	16.7	19.5	19.3	16.9	12.5	8	5.1
Température minimale moyenne (°C)	0.3	0.8	2.9	5.3	9	12.4	14.9	14.8	12.6	8.5	4.3	1.5
Température maximale (°C)	7.6	8.4	10.7	13.7	17.4	21	24.1	23.8	21.2	16.5	11.8	8.8
Précipitations (mm)	67	68	71	69	69	55	29	50	72	101	105	82

La variation des précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 76 mm. Entre la température la plus basse et la plus élevée de l'année, la différence est de 15.6 °C.

Illustration n°17 : tableau climatique – Bouyon Données climate-data.org

Selon ces tableaux, la température moyenne serait de 11.3°C. Les précipitations annuelles sont en moyenne de 838 mm.

Le maximum de précipitation se situe en octobre - novembre, le minimum en juillet.

Les températures maximales sont mesurées en juillet, les minimales en janvier.

3. Phénomènes étudiés et démarche d'étude

3.1. Phénomènes étudiés

Les mouvements de terrain sont des manifestations d'un déplacement gravitaire de masses de terrain déstabilisées par des sollicitations naturelles (pluviométrie anormale, secousse sismique, sape par un cours d'eau...) ou anthropiques (terrassements avec enlèvements de butée de pied, surcharge, vibrations liées à des passages d'engin ou à l'emploi d'explosif, de brise-roche, déboisement excessif facilitant le ruissellement, imperméabilisation du sol liée à l'urbanisation, ...).

Les mouvements de terrain existent sous de multiples formes, liées en particulier à la lithologie des terrains concernés par le phénomène, et aux mécanismes déclenchants.

Selon leur cinématique, on peut distinguer deux grands types de mouvements :

Les mouvements lents

La déformation des matériaux mis en jeu est progressive. Dans certains cas, il peut y avoir rupture, mais sans accélération brutale. On peut distinguer :

- les affaissements, liés à l'évolution lente de cavités souterraines naturelles ou artificielles, amortie par le comportement souple des terrains de couverture situés au toit de ces cavités. La lenteur du phénomène peut s'expliquer à la fois par celle des mécanismes d'érosion ou de dissolution, et par celle des mouvements du toit de la cavité pouvant évoluer par petits calages successifs ;
- les tassements par dessiccation des sols argileux, notamment liés aux effets cumulés des sécheresses des dernières années ;
- les tassements par consolidation des terrains compressibles (vases, tourbes, ...)
- le fluage des matériaux plastiques sur les pentes faibles ;
- les réajustements d'anciens glissements de sols cohérents ;

- le gonflement - retrait des argiles en fonction de leur teneur en eau.

Les mouvements rapides

On peut citer :

- les effondrements brutaux par rupture de toit de cavité souterraine, naturelle ou artificielle, sans amortissement par les terrains de surface ;
- les chutes de pierres ou de blocs, provenant de la dislocation par érosion des falaises ou escarpements rocheux ;
- les éboulements en masse de pans de falaises ou d'escarpements rocheux ;
- les coulées boueuses, pouvant provenir de l'évolution du front des glissements sous forte pluie ;
- le ravinement.

Le présent PPR ne traite que du risque mouvements de terrain. Celui-ci peut se décliner sous les formes suivantes :

- chutes de blocs : Eb ;
- éboulements rocheux en masse : Em ;
- glissements de terrain : G ;
- coulées : C ;
- effondrements : E ;
- ravinement : Ra.

Les phénomènes de retrait-gonflement des argiles et de séismes ne sont pas pris en compte.

3.2. Démarche d'étude

Une première réunion de mise en route du PPR a eu lieu le 19 mars 2019 dans les locaux de la DDTM 06.

L'étude préliminaire intègre :

- les données générales sur la définition et les connaissances des phénomènes ;
- les études préalables déjà réalisées sur la commune et connues à l'époque du PPR ;
- les indices actuels.

Les données existantes ont été synthétisées durant les mois de mars à juin 2019.

D'avril à juin 2019, plusieurs campagnes de terrain ont été menées, afin :

- ❑ d'identifier de visu les différentes formations géologiques de la commune ;
- ❑ de reconnaître les phénomènes déjà observés (glissements de terrain, chutes de blocs,...) ;
- ❑ d'observer l'état de l'habitat, des ouvrages et des aménagements (fissuration, murs de soutènement déformés ou effondrés, murets d'anciennes banquettes agricoles non entretenus,...) ;
- ❑ de réaliser une carte des aléas à partir du terrain, à comparer avec une carte des aléas théorique établie à partir des données géologiques existantes, des pentes, de l'hydrologie et des photographies aériennes ;
- ❑ de rencontrer différentes personnes habitant la commune pouvant donner des informations sur le secteur, notamment M. le Maire ou des personnes des services techniques de la commune.

Durant le mois de juin 2019, la synthèse des données de terrain et des données bibliographiques a été réalisée.

D'autres visites ont eu lieu ensuite :

- Le 5 septembre 2019,
- Le 30 novembre 2019.

Une réunion s'est tenue le 5 septembre 2019 dans les locaux de la DDTM06 à Nice, en présence du RTM 06, de la DDTM06, de M. le Maire de Bouyon et de GH Ducreux, gérant de SOL CONCEPT.

Sol Concept a de nouveau rencontré M. le Maire de Bouyon le 30 novembre, notamment pour évoquer les risques du quartier des Moulins.

4. Phénomènes naturels déjà connus sur la commune

Un certain nombre d'événements ont déjà eu lieu sur la commune.

Ils ont été recensés dans plusieurs documents :

- Une étude géologique et géotechnique du CETE Méditerranée datant de 1981 ; voir la synthèse des données en annexe 2 ;
- Un recensement des aléas et événements mouvements de terrain sur le territoire de la commune de Bouyon de septembre 2017 réalisé par le RTM (service de restauration des terrains en montagne) ;
- Un rapport de visite du service RTM de mars 2017 relatif aux chutes de pierres sur les quartiers Les Ranchières et Les Moulins ; voir la synthèse des données en annexe 3 ;
- Une étude du bureau SOL SYSTÈMES du 3 juin 2019 relative aux quartiers Les Ranchières et Les Moulins ; voir la synthèse des données en annexe 4 ;
- La base de données banque du sous-sol du BRGM.

4.1. Secteur la Croix de Richaou – Fonduas

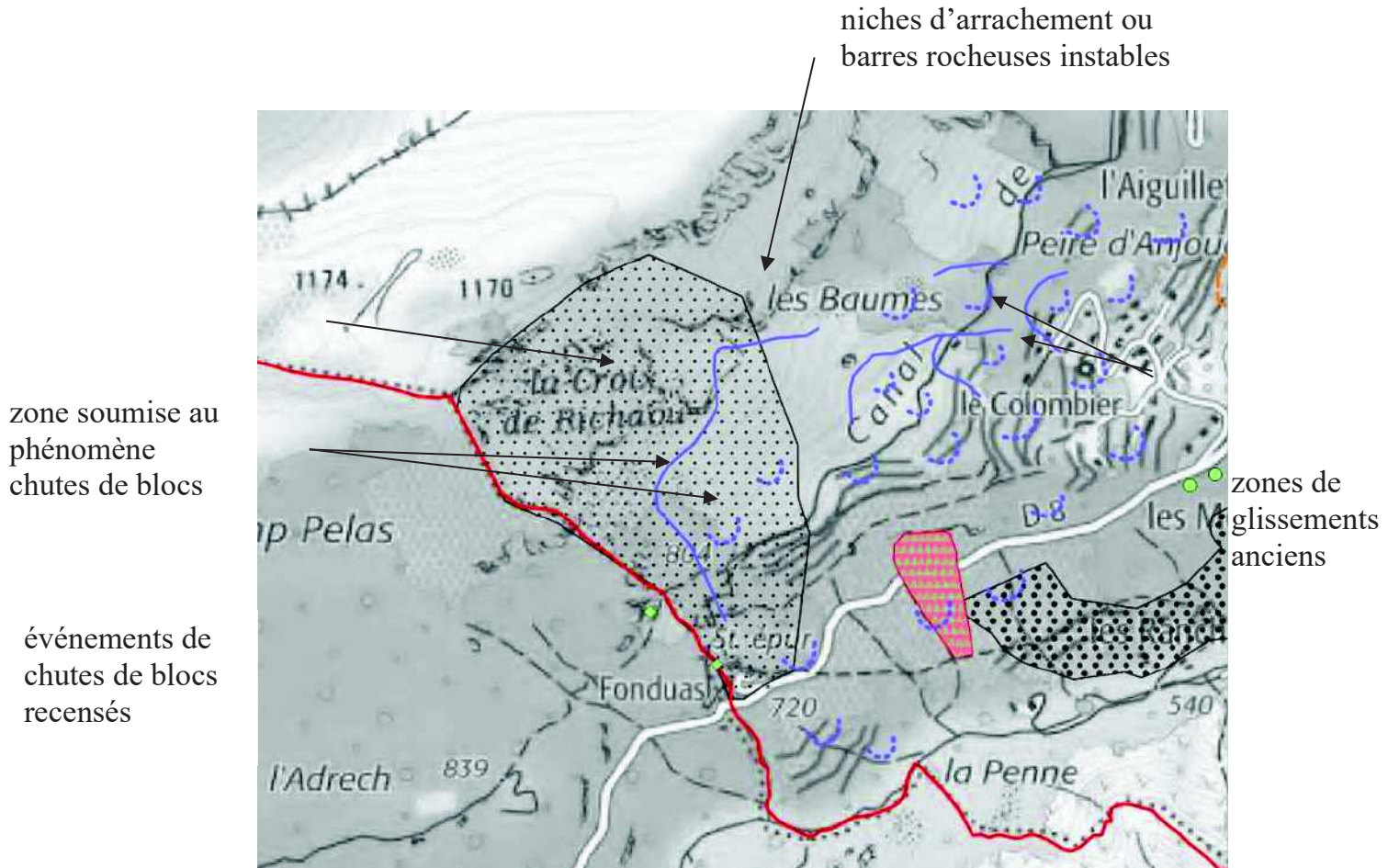


Illustration n°18 : extrait de la carte informative

Ce secteur qui s'étend de la crête de la Croix de Richaou jusqu'à la route départementale D8 est soumis notamment au phénomène de chutes de blocs.

Les événements recensés dans la Banque du Sous-Sol et par le RTM sont les suivants (extrait du rapport RTM du 07/09/17) :

Chutes de blocs :

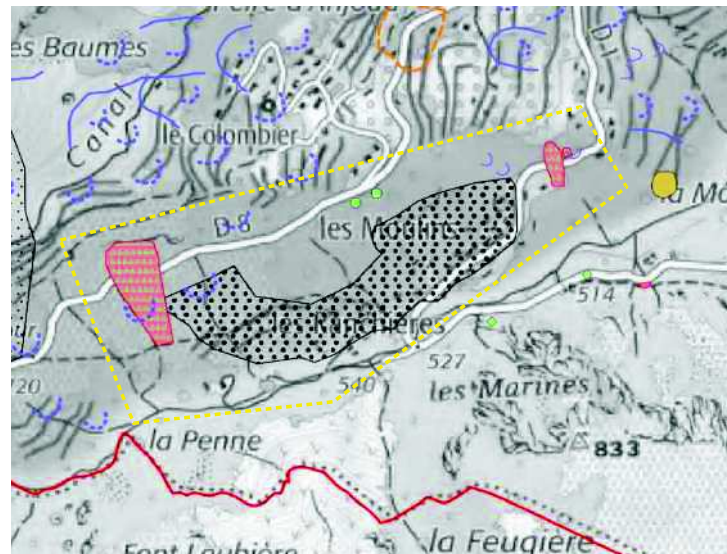
3 événements se sont produits au niveau de l'usine de traitement des eaux en 1985, 2000 et 2001.

- 05/08/1985 : Eboulement de la falaise, partie supérieure du cirque de Fonduas, dont 1 bloc de 1 à 2 m³ a atteint la façade de l'Usine de traitement des eaux du SIEVI,
- 23/11/2000 : Eboulement de la paroi Ouest du cirque de Fonduas, volume estimé à 100 m³, dont 1 bloc de 20 m³ est descendu en empruntant le talweg et s'est arrêté au niveau de la 2ème ligne de filet dynamique après avoir détruit son extrémité ouest,
- 21/03/2001 : Eboulement de la paroi ouest du cirque de Fonduas, volume estimé à 20 000 m³; la masse éboulée se répartit du pied de la paroi jusqu'à 20 m à l'amont du hangar de l'usine de traitement de l'eau CEO/ SIEVI pour le bloc le plus distal.

Le 01/04/2010, des chutes de blocs ont impacté l'écran pare-blocs en amont de la RD1 au PR 20+200.

Des zones de glissements anciens et des niches d'arrachement ou des barres rocheuses instables ont été indiquées sur la carte du CETE et reportées sur la carte informative (figurés violet clair).

4.2. Secteur des Ranchières et des Moulins



**Illustration n°19 : extrait de la carte informative
secteur des Ranchières et des Moulins délimité en pointillés
jaunes**

Ce secteur comporte plusieurs zones actives relatives aux phénomènes de glissement et éboulement, avec des masses instables répertoriées.

Le CETE a classé en niveau 5 plusieurs zones à glissement (G), chutes de blocs (Eb) et éboulements en masses (Em) dans ce secteur. Voir la carte des risques ci-dessous.

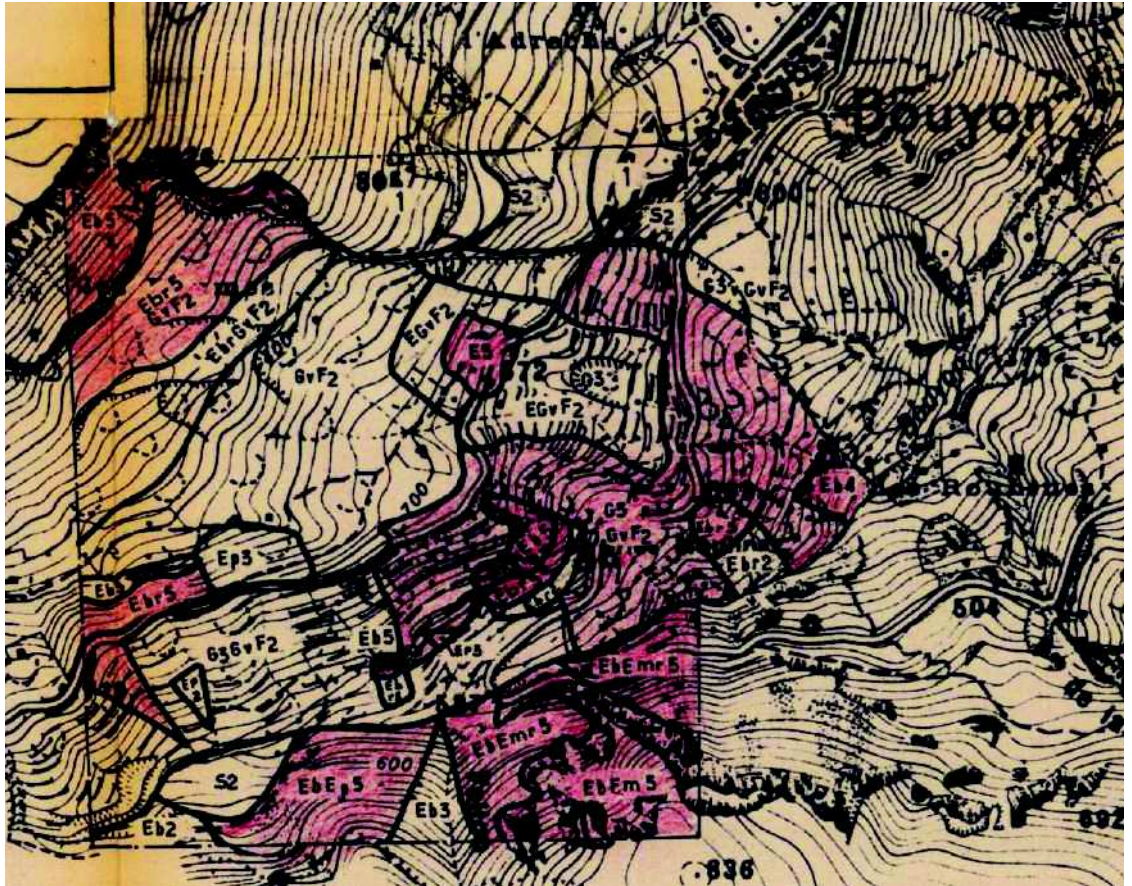


Illustration n°20 : extrait de la carte des risques de mouvement de terrain du CETE de 1981

Phénomène de chutes de blocs

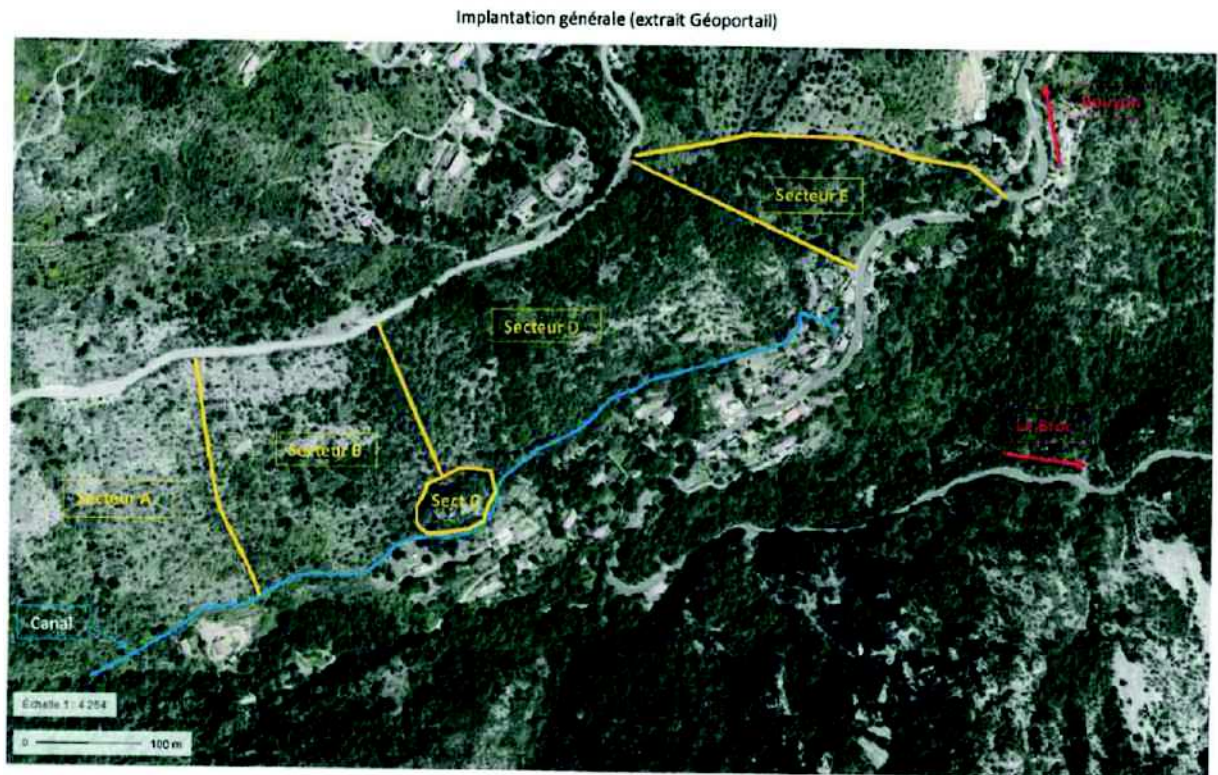
Le RTM 06 a recensé lors d'une visite sur site en 2017, les instabilités rocheuses de ce secteur repérées en 2016 par la société ABTS et le bureau IMS RN. Le volume de ces masses rocheuses varie du m³ à plusieurs centaines de m³.

Le versant a été sectionné en 5 zones de A à E. Voir les illustrations suivantes.

Le secteur C correspond à un massif individualisé.

C'est dans le secteur D que deux masses fracturées instables les plus imposantes (d'une centaine de m³ et de plusieurs centaines de m³) ont été repérées ainsi qu'une densité importante d'instabilités. Des habitations sont présentes en aval. La densité des constructions est forte entre le pied de versant et la route départementale D1.

La mise en place d'un dispositif de surveillance pour les deux grandes masses instables a été proposée.



**Illustration n°21 : sectorisation de la zone étudiée par le RTM
(extrait du rapport RTM de mars 2017)**

Localisation des principales instabilités repérées lors de la visite



Illustration n°22 : localisation des principales instabilités repérées par le RTM au niveau des secteurs C à E (extrait du rapport RTM de mars 2017)

Des blocs éboulés ont été observés en amont des habitations et sur le canal.

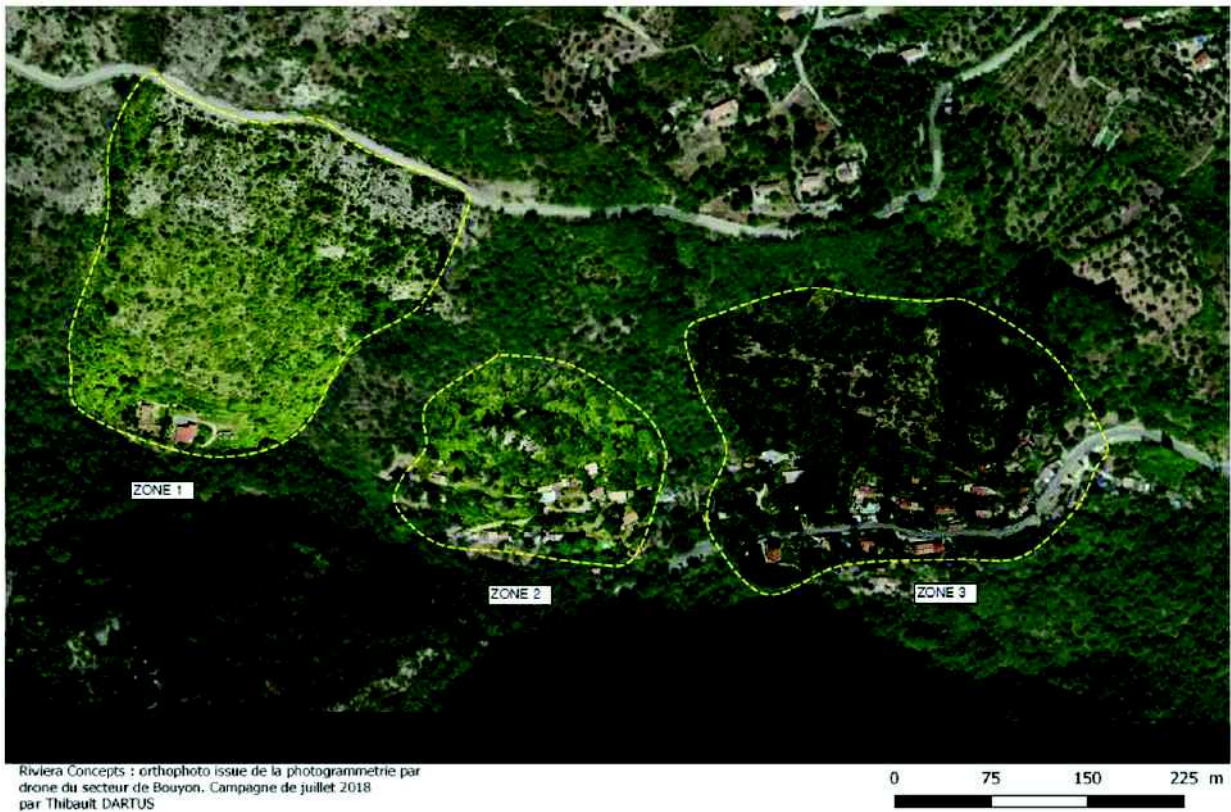
SOL SYSTEMES a réalisé en 2019 une étude comprenant également un inventaire des instabilités rocheuses et des blocs éboulés. Il reprend notamment ceux repérés par le RTM ci-dessus. Sur la base de leurs observations, trois zones ont été distinguées. Voir les illustrations suivantes.

Le volume des blocs recensés varie de quelques m³ à plusieurs centaines m³.

Des blocs éboulés de taille métrique à plurimétriques ont été observés autour de certaines habitations. En aval du chemin d'accès au hameau des Ranchières, des blocs cyclopéens de taille plurimétriques ont été observés.

Une analyse trajectographique a été effectuée avec logiciel ROCKFALL selon plusieurs profils et paramètres. Les simulations ont montré que les blocs pouvaient atteindre les habitations.

Il a été proposé des parades de type passives ou actives, selon l'emprise disponible et la proximité des enjeux ou encore de la surveillance.



**Illustration n°23 : localisation des trois zones différenciées
(annexe A0 de l'étude SOL SYSTEMES)**



**Illustration n°24 : localisation des instabilités rocheuses (points noirs et des blocs éboulés (étoiles rouges)
(annexe A3 de l'étude SOL SYSTEMES)**

Phénomène de glissement de terrain

Un glissement de terrain en date du 20 janvier 2014 a été recensé dans la base de données du RTM. Celui-ci avait impacté la route départementale D1. Actuellement, la base du glissement au niveau de la route D1 est maintenue par un enrochement.

Dans la nuit du 23 au 24 novembre 2019, un glissement s'est produit et a touché une maison.

Des indices de glissement de terrain ont été par ailleurs relevés lors des visites effectuées par SOL CONCEPT de part et d'autre de la route départementale D8.

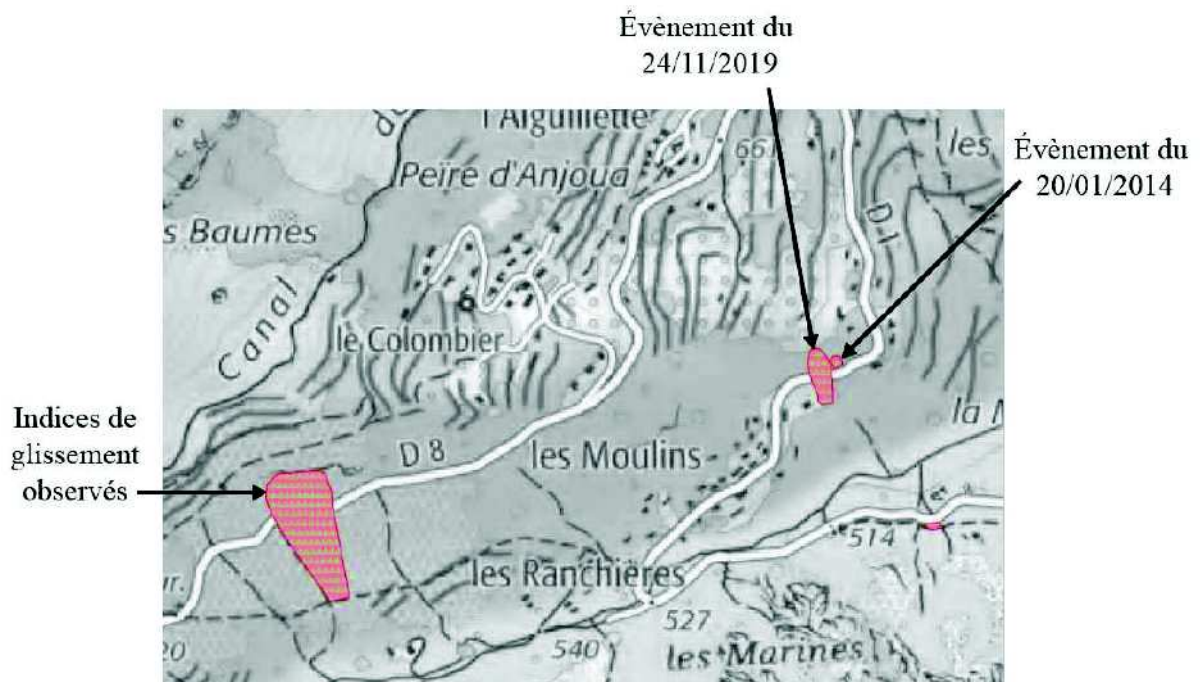


Illustration n°25 : localisation des glissements de terrain

La base de données de la Banque du Sous-Sol répertorie deux glissements de terrains sous la route départementale D8, en amont du quartier des Moulins. Ils dateraient de janvier et juin 1978.

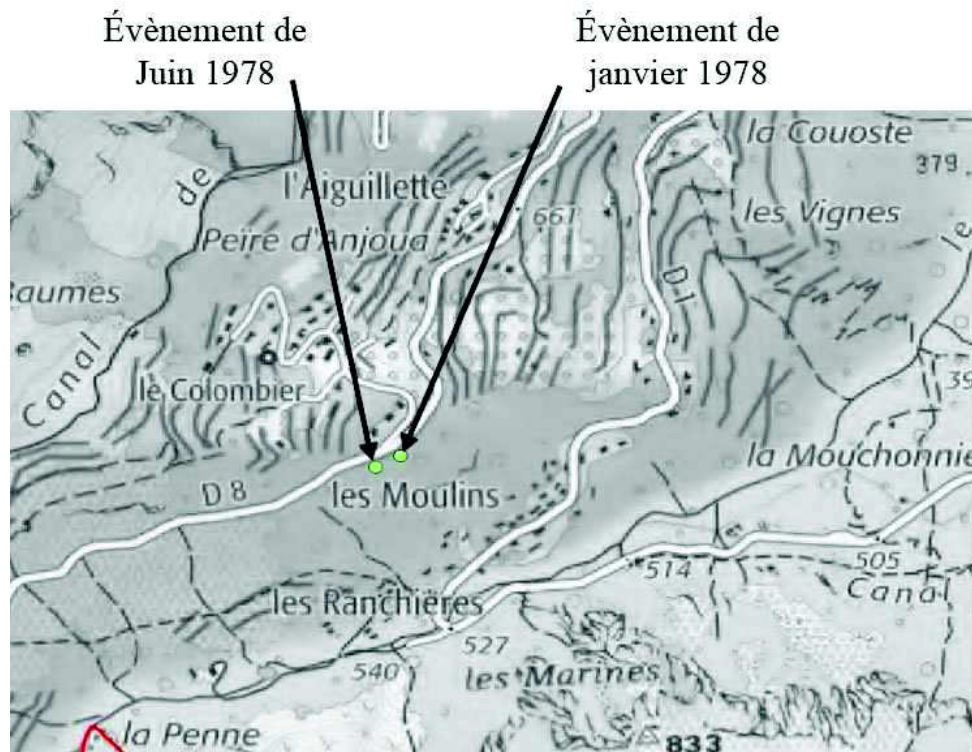
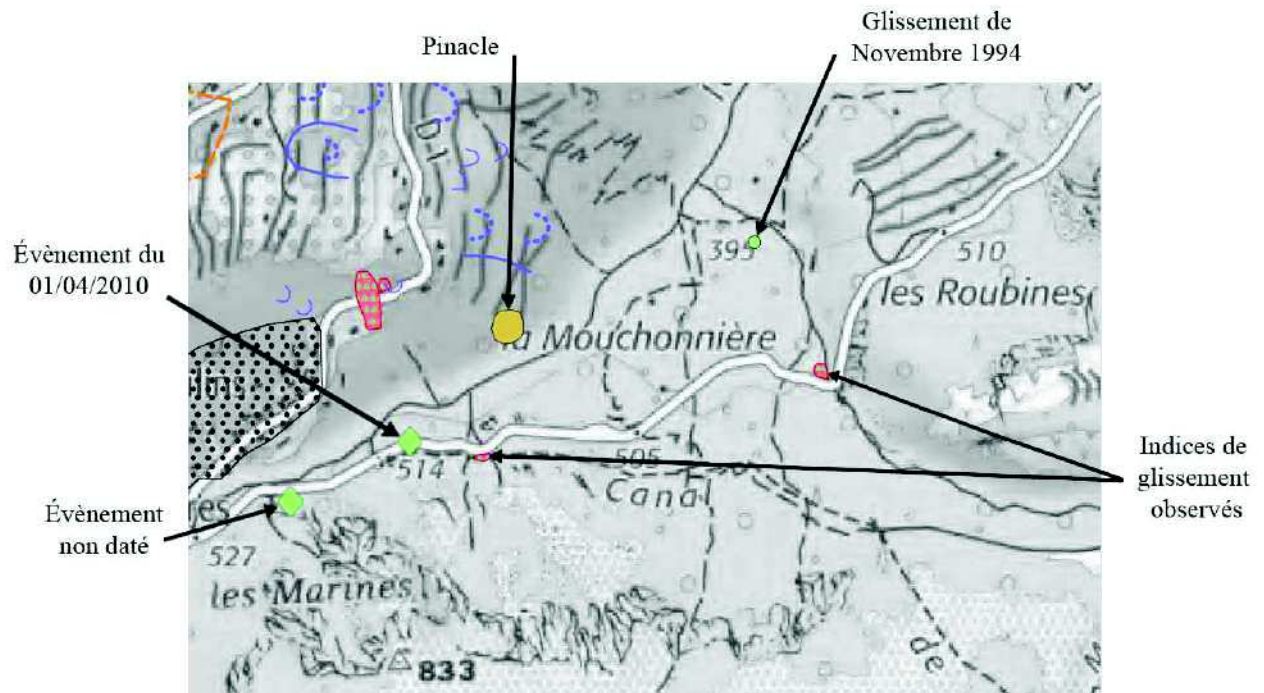


Illustration n°26 : localisation des glissements de terrain recensés dans la Banque du Sous-Sol

4.3. Secteur la Mouchonnière



**Illustration n°27 : extrait de la carte informative
les événements liés aux chutes de blocs sont figurés par un losange vert**

Le 1^{er} avril 2010, des chutes de blocs ont impacté l'écran pare-blocs situé en amont de la route D1 au PR20+200 (données RTM).

Un éboulement/chutes de blocs sous la crête des Marines a été recensé dans la Banque du Sous-Sol. La date de l'événement est inconnue.

SOL CONCEPT a repéré sur site la présence de pinacle qui peut évoluer en éboulement.

Un glissement de terrain a également été identifié. Il daterait de novembre 1994.

Des traces de glissement ont été observées en 2019 par SOL CONCEPT le long de la route D1, au-dessus et sous la route. Voir illustration précédente.

4.4. Autres secteurs

Le Colombier et l'Aiguillette

Ce secteur est situé sous la crête du Laupasse.

Une zone d'effondrement potentielle (E5) a été cartographiée par le CETE et s'étend de part et d'autre de la route D8 entre les lotissements du Colombier et de l'Aiguillette.

Selon M. le Maire, un fontis s'est produit dans cette zone. Ce fontis aurait été initié par une fuite d'eau. Il mesurerait une douzaine de mètres de profondeur.

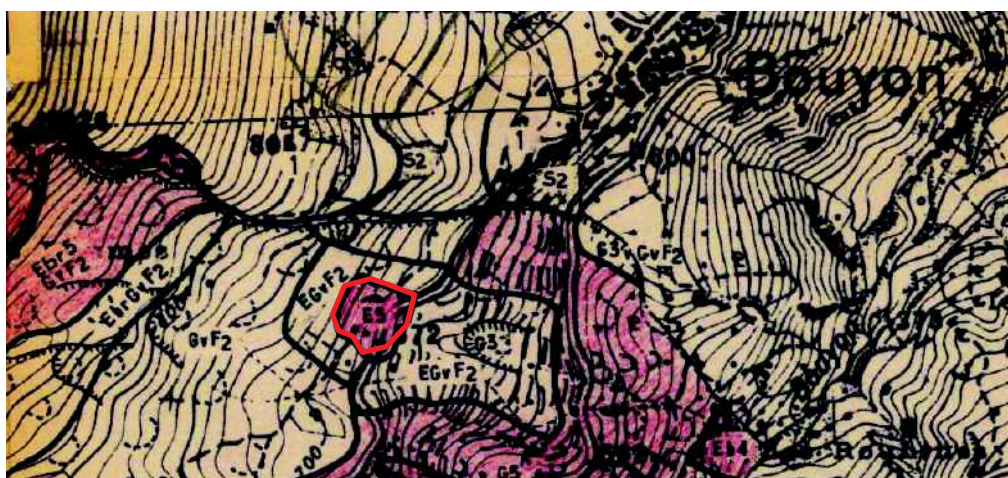


Illustration n°28 : extrait de la carte des risques de mouvement de terrain du CETE de 1981, zone d'effondrement potentielle délimitée par le trait rouge

Le CETE a également classé ce secteur en zone de glissements de versant. Il a relevé les niches d'arrachement ou les barres rocheuses instables pouvant générer des chutes de blocs.

Zone sud-est (les Cabanes-le Plan du Brusç)

La Banque du Sous-Sol recense trois dolines et une cavité naturelle.

La cavité naturelle est un aven nommé aven de Berdine. L'aven a été observé lors d'un inventaire spéléologique en 1984.

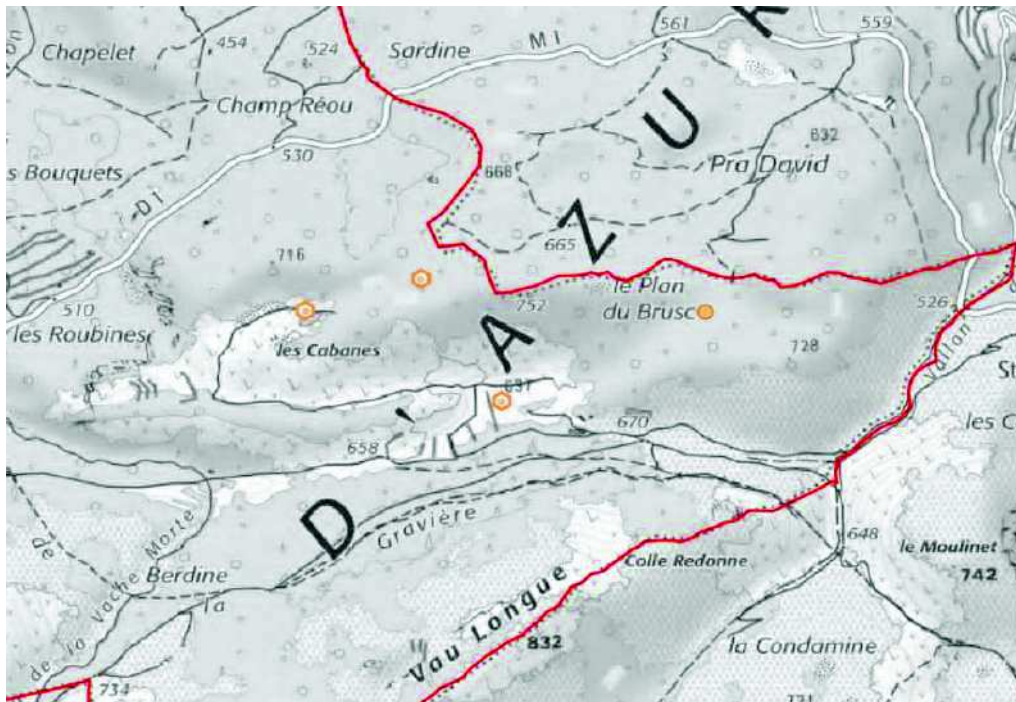


Illustration n°29 : extrait de la carte de la carte informative (dolines symbolisées par les hexagones orange et la cavité naturelle symbolisée par le rond orange)

Zone est (les Ribières)

Un glissement de terrain a été répertorié par le BRGM. Voir illustration ci-dessous. Celui-ci daterait de 1974.



Illustration n°30 : localisation du glissement de terrain recensé dans la Banque du Sous-Sol du BRGM

Zone de la station d'épuration de Bouyon

Une étude a été réalisée par le bureau SOL ESSAI en 2018 pour la construction d'un réseau de transfert, d'une nouvelle station d'épuration et la démolition de l'ancienne station d'épuration.

Localisation : parcelle C 322.

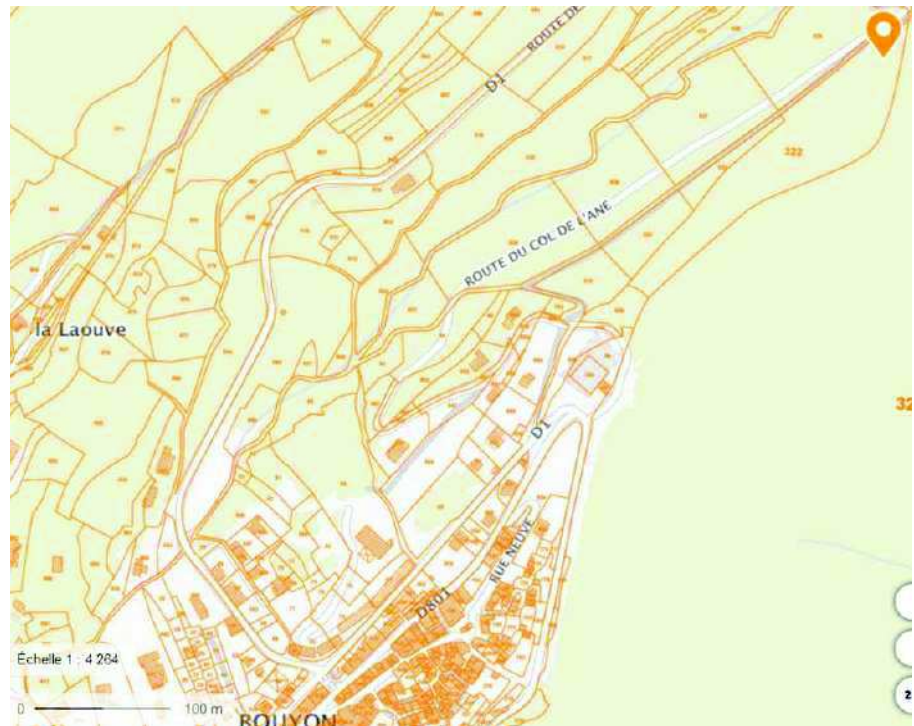


Illustration n°31 : localisation de la STEP de Bouyon
Donnée : Géoportail - Sans échelle

Le substratum est décrit comme appartenant aux calcaires jurassiques du Bathonien/Bajocien.

Il affleure sur le site et sur les versants. Il est décrit comme granuleux, très fracturé, localement à faciès sableux.

Il n'a pas été réalisé d'essais mécaniques.

Une cavité est signalée environ 400 m plus en amont sur le chemin d'accès.

Zone nord

Trois cavités naturelles ont été répertoriées dans la Banque du Sous-Sol du BRGM suite à l'inventaire spéléologique de 1984 :

- (1) l'aven du Collet du Goudéou (ou Goudéon) ;
- (2) l'aven du Seuillet ;
- (3) la Grotte du Pilon n° 3, située vers la limite communale, sur le territoire des Ferres.

Voir illustration suivante.

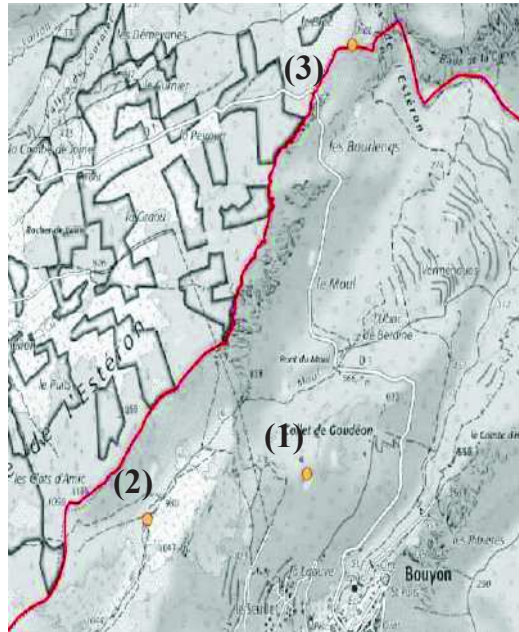


Illustration n°32 : localisation des cavités naturelles (ronds orange) recensées dans la Banque du Sous-Sol du BRGM

5. Méthodologie de caractérisation des aléas

5.1. Définition des aléas

L'aléa, terme issu du latin, signifie étymologiquement *hasard*. Dans l'acception utilisée pour les PPR, sa définition serait la suivante :

Aléa = probabilité d'occurrence d'un événement d'intensité donnée.

L'aléa est donc défini, pour un phénomène donné, comme le croisement d'une intensité et d'une fréquence.

5.1.1. L'intensité d'un phénomène

Elle est estimée à partir de l'analyse des données historiques, des événements déjà produits, et des données de terrain (constats visuels d'événements passés, indices de mouvements de terrain relevés sur différents secteurs de la commune, présence d'eau, présence d'éboullis dans les versants...).

5.1.2. La fréquence d'un phénomène

Elle s'exprime par sa période de retour ou récurrence.

La fréquence a une incidence directe sur l'admissibilité du risque. En effet, un risque, même d'intensité faible, qui s'exprime fréquemment (chutes de pierres liées au gel-dégel, par exemple) ou en continu (déformation lente des terrains de couverture), peut devenir incompatible avec toute occupation humaine.

La période de retour probable (décennale, trentennale, centennale, millénaire,...) traduit le risque qu'un événement d'une intensité donnée ait « une chance » sur dix, sur trente, sur cent, sur mille,... de se produire dans l'année.

En toute rigueur, la période de retour ne peut être calculée que par une étude statistique des événements passés. Si cela est possible pour des crues, cela est plus difficile pour des chutes de pierres ou de blocs, et encore plus pour des mouvements de terrain dont le volume peut décroître au cours du temps.

Dans certains cas cependant, la période de retour est en fait liée à celle d'événements climatiques dont leur période de retour est connue. En effet, le déclenchement naturel de mouvements de terrain, par exemple, est souvent dû à des précipitations « exceptionnelles », dont la probabilité d'occurrence peut en fait être estimée sur une période donnée.

5.2. Méthode de qualification des aléas dans le cadre de l'élaboration des PPR mouvements de terrain des Alpes-Maritimes

Les événements connus et constatés sur un territoire donné constituent des indices de surveillance de phénomènes similaires, selon le principe suivant : *un événement qui s'est déjà produit peut en général se reproduire dans le même contexte.*

L'aléa de référence

Pour optimiser la prévision des phénomènes possibles, et dont il faut protéger les populations et les biens, il est nécessaire de déterminer ce qu'on appelle l'aléa de référence, pour chaque type de mouvement de terrain, dans un secteur homogène donné.

Par convention, le mouvement prévisible de référence pour caler le zonage est le plus fort événement historique connu ou potentiel sur le site, à considérer comme vraisemblable à l'échelle centennale.

L'occurrence et l'intensité

La caractérisation de l'aléa mouvement de terrain fait intervenir les notions d'occurrence et d'intensité du phénomène.

Le degré des aléas

Le degré est obtenu par croisement entre la probabilité d'occurrence et l'intensité d'un aléa. Le degré est évalué sur une échelle de 1 à 4 :

- 1 = faible
- 2 = moyen
- 3 = fort
- 4 = très fort

Critères utilisés par type de mouvement de terrain

(selon cahier des charges)

Glissements

Probabilité d'occurrence	Description
Forte	<ul style="list-style-type: none"> - Glissement actif avec traces de mouvements récents - Glissement ancien connu - Glissement potentiel (sans indices), situation lithologique identique à celle d'un glissement actif avec des pentes supérieures à 25° et une hydrologie équivalente
Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> - Glissement potentiel (sans indices), situation lithologique identique à celle d'un glissement actif avec des pentes supérieures à 25° et absence du facteur hydrologie - Glissement potentiel (sans indices), situation lithologique identique à celle d'un glissement actif avec des pentes inférieures à 25° et un facteur hydrologie reconnu
Faible	<ul style="list-style-type: none"> - Présence d'une lithologie sensible au phénomène de glissement et pente comprise entre 15 et 25°

Intensité	Description
Très élevée	<ul style="list-style-type: none"> - Glissement de terrain dont le volume mobilisé et la vitesse de déplacement sont très importants (aire géographique > au km² - échelle d'un versant) - Glissement de terrain dont le volume mobilisé est très important sur une aire géographique > au km².
Élevée	<ul style="list-style-type: none"> - Glissement de terrain dont le volume mobilisé intéresse une aire géographique supérieure à 1000 m² - Glissement de terrain dont la vitesse est rapide ou a tendance à s'accélérer - Glissement de terrain dont le volume et la vitesse sont importants sur aire géographique d'environ 1000 m².
Modérée	<ul style="list-style-type: none"> - Glissement de terrain dont le volume mobilisé est superficiel et la vitesse de déplacement moyenne sur une aire géographique comprise entre 100 et 1000 m² - Glissement de terrain dont le volume mobilisé intéresse une aire géographique réduite (inférieure à 100 m²) et la vitesse de déplacement moyenne
Faible	<ul style="list-style-type: none"> - Glissement de terrain dont le volume mobilisé intéresse une aire géographique < à 100 m² et la vitesse de déplacement faible - Glissement de terrain dont le volume concerné est superficiel et intéresse une aire géographique réduite.

Le croisement entre la probabilité d'occurrence et l'intensité d'un aléa permet d'obtenir le degré de l'aléa selon le tableau suivant :

<i>Intensité</i>	<i>faible</i>	<i>Modérée</i>	<i>Élevée</i>	<i>Très élevée</i>
<i>Probabilité d'occurrence</i>				
<i>Faible</i>	1	2	3	4
<i>Moyenne</i>	2	3	3	4
<i>Forte</i>	2	3	4	4

Chutes de blocs

Probabilité d'occurrence	Description (méthode de la ligne d'énergie)
Forte	- Valeur de l'angle de la ligne d'énergie supérieure à 34°
Moyenne	- Valeur de l'angle de la ligne d'énergie comprise entre 30 et 34°
Faible	- Valeur de l'angle de la ligne d'énergie comprise entre 27 et 30°

Intensité	Description
Très élevée	- le volume unitaire pouvant se propager dans le versant dépasse la dizaine de m ³ et s'étend sur la totalité du versant (pas d'arrêt dans le versant, atteinte au point bas du versant)
Élevée	- le volume unitaire pouvant se propager dans le versant est supérieur ou égal à 1 m ³ et la possibilité d'atteinte de ces blocs est la totalité de la zone - la zone concernée est la zone d'arrêt des blocs de volume supérieur ou égal à 10 m ³
Modérée	- le volume unitaire pouvant se propager dans le versant est inférieur à 1 m ³ et la possibilité d'atteinte de ces blocs est la totalité de la zone - la zone concernée est la zone d'arrêt des blocs de volume supérieur ou égal à 1 m ³
Faible	- la zone concernée est la zone d'arrêt des blocs de volume inférieur à 1 m ³

Le croisement entre la probabilité d'occurrence et l'intensité d'un aléa permet d'obtenir le degré de l'aléa selon le tableau suivant :

<i>Intensité</i>	<i>faible</i>	<i>Modérée</i>	<i>Élevée</i>	<i>Très élevée</i>
<i>Probabilité d'occurrence</i>				
<i>Faible</i>	1	2	3	4
<i>Moyenne</i>	2	3	3	4
<i>Forte</i>	3	3	3	4

Éboulements en masse

Niveau	Description
Fort	- zones exposées à des éboulements dont la probabilité d'occurrence est inférieure à 100 ans. Présence en pied de falaise d'éboulis vifs, de blocs dans le versant, de traces de départ en falaise, zones de départ avec des blocs potentiellement instables visibles.

Intensité	Description
Très élevée	- le volume unitaire pouvant se propager dans le versant dépasse la centaine de m ³ et s'étend sur la totalité du versant.

Le croisement entre la probabilité d'occurrence et l'intensité d'un aléa permet d'obtenir le degré de l'aléa selon le tableau suivant :

Intensité	Très élevée
Probabilité d'occurrence	
<i>Forte</i>	4

Effondrement

Probabilité d'occurrence	Description
Forte	- Zone soumise à un effondrement existant - Zone avec présence d'une formation lithologique sensible au phénomène d'effondrement et présence d'indices géomorphologiques (dépression, aven,...)
Moyenne	- Zone avec présence d'une formation lithologique sensible au phénomène effondrement et connaissance du facteur hydrologie - Zone d'auréole autour d'une zone de probabilité d'occurrence forte (zone d'influence)
Faible	- Zone avec présence d'une formation lithologique sensible au phénomène d'effondrement

Intensité	Description
Très élevée	- Fontis dont le diamètre est supérieur à 10 m avec une genèse brutale - Effondrement en masse généralisé d'une exploitation en carrière
Elevée	- Fontis dont le diamètre est d'environ 10 m mais avec une genèse brutale - Fontis potentiel inférieur à environ 10 m, zone affaissée et genèse brutale
Modérée	- Fontis avec un diamètre inférieur à 10 m à genèse lente - Fontis de diamètre inférieur à environ 5 m, affaissement et genèse brutale
Faible	- Fontis avec diamètre inférieur à 3 m - Effondrement auto-remblayé à proximité de la surface - Affaissement et genèse prévisible lente.

Le croisement entre la probabilité d'occurrence et l'intensité d'un aléa permet d'obtenir le degré de l'aléa selon le tableau suivant :

<i>Intensité</i>	<i>faible</i>	<i>Modérée</i>	<i>Elevée</i>	<i>Très élevée</i>
<i>Probabilité d'occurrence</i>				
<i>Faible</i>	1	2	2	4
<i>Moyenne</i>	2	3	3	4
<i>Forte</i>	2	3	3	4

Coulées

Probabilité d'occurrence	Description
Forte	- Zone de coulée ancienne connue - Zone potentielle de coulée avec des caractéristiques (lithologie, de pentes et d'hydrologie) identiques à une zone déjà soumise à une coulée
Moyenne	- Zone potentielle de coulée avec une pente inférieure à celle d'une zone de même lithologie équivalente déjà soumise à une coulée
Faible	- zone potentielle de coulée, la lithologie et la pente sont favorables à l'apparition du phénomène ; le facteur hydrologique n'a pas été reconnu sur site
Intensité	Description
Très élevée	- Le volume mobilisé est très important sur une aire géographique supérieure à 1 millier de m ² - Le volume potentiellement mobilisable est équivalent au volume déjà mobilisé sur une aire géographique supérieure à 1 millier de m ²
Elevée	- Le volume mobilisé est important mais sur une aire géographique inférieure à 1 millier de m ² - Le volume potentiellement mobilisable est équivalent au volume déjà mobilisé sur une aire géographique inférieure à 1 millier de m ²

Le croisement entre la probabilité d'occurrence et l'intensité d'un aléa permet d'obtenir le degré de l'aléa selon le tableau suivant :

<i>Intensité</i>	<i>Élevée</i>	<i>Très élevée</i>
<i>Probabilité d'occurrence</i>		
<i>Faible</i>	3	4
<i>Moyenne</i>	3	4
<i>Forte</i>	4	4

Ravinement

Probabilité d'occurrence	Description
Forte	- Zone de ravinement identifiée. L'ensemble des facteurs est reconnu sur la zone
Moyenne	- Zone d'auréole autour d'une zone de probabilité d'occurrence forte (ravinement potentiel) - Zone potentielle de ravinement, l'ensemble des facteurs à l'exception du facteur indices est reconnu et identique à une zone déjà soumise au ravinement
Faible	- Zone d'auréole autour d'une zone de probabilité d'occurrence moyenne

Intensité	Description
Élevée	- Les ravines ont des profondeurs supérieures ou de l'ordre du mètre, l'aire géographique de répartition est supérieure à la centaine de m ²
Modérée à faible	- Les ravines ont des profondeurs inférieures au mètre, l'aire géographique de répartition est supérieure à la centaine de m ²

Le croisement entre la probabilité d'occurrence et l'intensité d'un aléa permet d'obtenir le degré de l'aléa selon le tableau suivant :

<i>Intensité</i>	<i>Faible à modérée</i>	<i>Élevée</i>
<i>Probabilité d'occurrence</i>		
<i>Faible</i>	1	2
<i>Moyenne</i>	2	3
<i>Forte</i>	3	3

5.3. Méthodologie employée sur la commune de Bouyon

La carte des aléas mouvements de terrain a été réalisée en croisant les paramètres suivants :

- Géologie et lithologie de la commune.
- Pentés, avec le découpage suivant : [0 - 6 % [; [6 - 16 % [; [16 - 26 % [; [26 - 36 % [; [36 - 46 % [; [46 - 51% [; [51 - 58% [; [58 - 67% [; [67 - 100 % [; \geq 100 %.
- Talwegs.
- Géomorphologie.
- Réseau hydrographique.
- Phénomènes connus et répertoriés sur la commune.
- Données des études antérieures.
- État des ouvrages.

Le résultat obtenu a ensuite été comparé et affiné par une reconnaissance de terrain systématique.

Les classes de pente retenues correspondent aux angles suivants :

- 6 % = 3.4° ;
- 16 % = 9° ;
- 26 % = 15° ;
- 36% = 20° ;
- 46 % = 25° ;
- 51% = 27° ;
- 58 % = 30° ;
- 67% = 34° ;
- 100 % = 45° ;
- > 100 % = > 45°.

Certaines classes sont issues du cahier des charges :

- 15 à 25° : cela correspond à des terrains sensibles aux glissements de terrain avec une probabilité d'occurrence faible à moyenne ;
- > 25° : cela correspond à des terrains sensibles aux glissements de terrain avec une probabilité d'occurrence forte ;
- 27° à 30° : cela correspond à une probabilité d'occurrence faible de chutes de blocs pour des zones rocheuses ;
- 30 à 34° : cela correspond à une probabilité moyenne d'occurrence de chutes de blocs pour des zones rocheuses ;
- > 34° : cela correspond à une probabilité forte de chutes de blocs pour des zones rocheuses ;

- > 100 % : cela correspond aux zones rocheuses où le départ des blocs peut être important.

Il a été rajouté les classes suivantes en conservant les intervalles de 10 % :

- 3.4° correspond aux fonds de vallée ou de plaine avec stagnation d'eau possible (nappe).
- 3.4 à 9° : cela correspond à des zones où le ruissellement, et donc le ravinement peuvent avoir lieu avec une occurrence faible et où l'aléa glissement de terrain est *a priori* absent ;
- 9 à 15° (16 à 26%) : cela correspond à des zones où le ruissellement, et donc le ravinement peuvent avoir lieu avec une occurrence faible et où l'aléa glissement de terrain peut avoir lieu avec une occurrence faible selon la lithologie ;
- 15° à 20° (26 à 36%) : cela correspond à une pente au-dessus de laquelle le ravinement peut avoir lieu avec une occurrence moyenne, et le glissement avec une occurrence faible à moyenne selon le type de formation géologique. Les glissements à blocs peuvent s'y produire avec une occurrence faible.
- 20 à 25° : cela correspond à une pente au-dessus de laquelle le ravinement peut avoir lieu avec une occurrence forte, et les glissements à blocs avec une occurrence moyenne selon le type de formation géologique.
- > 25° : cela correspond à une pente au-dessus de laquelle le ravinement peut avoir lieu avec une occurrence forte, selon le type de formation géologique et les glissements y compris à blocs avec une occurrence forte selon le type de formation géologique.

Le contexte local a été pris en compte avec la présence de **glissements à blocs**. Il s'agit de zones d'éboulis de versant à matrice argileuse et incluant des blocs de tailles diverses.

Lors de glissements actifs, comme cela s'est produit le 24 novembre 2019, des blocs inclus dans les éboulis peuvent être remis en mouvement, notamment au niveau de la tête du glissement et de ses bordures, qui fonctionnent alors comme une nouvelle zone de départ.

La zone s'étendant du Colombier-Aiguillette jusqu'aux Moulins-les Ranchières est concernée par ce phénomène. En effet, il s'agit d'une zone d'éboulis mêlant des blocs de calcaires ou bréchiques parfois décamétriques, reposant sur un substratum triasique constitué de marnes, dolomies, cargneules et gypse. Selon les circulations d'eau du versant, des glissements de grande ampleur emportant des blocs ou masses rocheuses et les remettant en mouvement brutalement pourraient se produire.



Photo n°33 : exemple de blocs inclus dans les éboulis de versant pouvant être remis en mouvement brutalement à la suite d'un glissement de terrain

5.4. Exemples d'application de la méthode sur la commune de Bouyon

L'aléa glissement de terrain

L'aléa glissement le plus fort observable sur la commune se situe au niveau du quartier des Moulins.



Photo n°34 : glissement soutenu par des enrochements au quartier des Moulins. Photo 12/04/19



Photo n°35 : évolution du glissement. Photo 30/11/19



Photo n°36 : évolution du glissement. Photo 30/11/19

Probabilité d'occurrence : Forte - Glissement à blocs actif avec traces de mouvements récents.

Intensité : Élevée - Glissement de terrain à blocs dont le volume et la vitesse sont importants sur une aire géographique d'environ 1000 m².

On en déduit un aléa de niveau 4 (très fort).

Un glissement à blocs a eu lieu le 24 novembre 2019 un peu en aval de la zone correspondant aux enrochements ci-dessus. Voir § 6.1. ci-dessous.

La probabilité d'occurrence est forte et l'intensité est élevée. L'aire géographique concernée est de l'ordre de 2000 m², ce qui place l'intensité en classe élevée.

Au final, l'aléa est de niveau 4, soit très fort.

On notera que les blocs en déséquilibre ont dû être émiettés.

L'aléa effondrement

L'aléa effondrement concerne les zones comprenant des évaporites (risques de fontis ou d'affaissement), les zones à dolomies (formation possible de cavités) et les zones calcaires (karst possible).

Du gypse est signalé dans les terrains du Keuper sur la carte géologique du BRGM. On peut en observer à l'affleurement au bord de la route D8.

Un fontis nous a été signalé par M. le Maire de Bouyon, dans le secteur de l'Aiguillette. Ce fontis aurait été initié par une fuite d'eau. Il mesurait une douzaine de mètres de profondeur.

Une zone d'effondrement de niveau 5 (élevé très élevé) avait été cartographiée sur la carte du CETE :

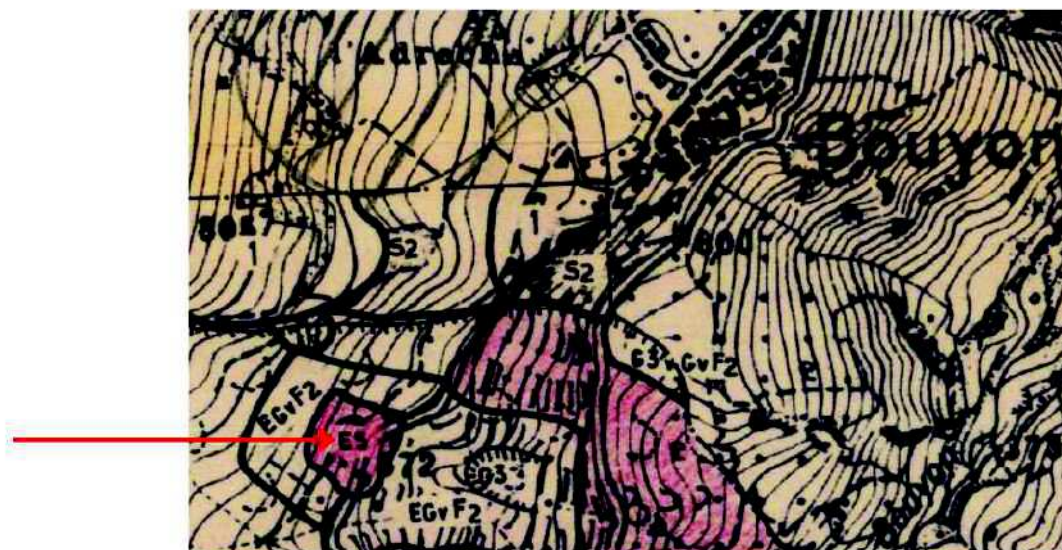


Illustration n°37 : zone E5 de la carte du CETE de 1981

Dans les zones susceptibles de contenir du gypse, la probabilité d'occurrence est faible et l'intensité modérée. L'aléa est donc de niveau 2, soit moyen. Par exemple, le secteur précédemment cité où s'était produit un fontis, selon les informations données par M. le Maire de Bouyon, a été classé en aléa moyen.

Dans les secteurs de la Colle, le Collet du Goudéon, les cabanes et le Plan du Brusca où une doline ou une cavité naturelle ont été recensées par la Banque du Sous-Sol du BRGM, la probabilité d'occurrence est moyenne et l'intensité modérée. L'aléa est alors de niveau 3, soit fort.

Dans les zones calcaires, la probabilité d'occurrence est faible et l'intensité est faible.

L'aléa est donc de niveau 1, soit faible.

L'aléa chute de blocs

L'aléa chute de blocs le plus fort (de niveau 4) se situe au nord et à l'ouest de la commune :

- au niveau de la falaise/ou versant abrupt situé au-dessus du lieu-dit le Moul ;
- au niveau du Collet de Goudéon ;
- au nord du lieu-dit le Seuillet ;
- de la Croix de Richaou jusqu'au quartier des Fonduas.

La probabilité d'occurrence est forte et l'intensité très élevée. L'aléa est de niveau 4, soit très fort.

L'aléa chute de blocs est également fort (de niveau 3) au niveau des secteurs des Bourlenqs, du Collet de Goudéon, du Laupasse, des Ranchières, des Moulins, du sud du centre village, des Marines et de la Basse-Pinatelle.

La probabilité d'occurrence est moyenne et l'intensité élevée. L'aléa est de niveau 3, soit fort.

Le ravinement

Le ravinement est observable sur les éboulis, les terrains argileux ou marneux pentus.

L'aléa ravinement le plus fort se trouve notamment entre la D8 et la D1 (forte pente, éboulis).

La probabilité d'occurrence est forte, puisque le ravinement est identifié. Les ravines ont des profondeurs inférieures au mètre, et l'aire géographique est supérieure à la centaine de m².

L'aléa est donc de niveau 3, soit fort.

L'aléa ravinement fort se trouve également au niveau des lieux-dits les Bourlenqs, l'Esteron-la Basse Pinatelle ou encore la Mouchonnière. Il est majoritairement couplé avec l'aléa glissement de terrain fort.

6. Les mouvements de terrain sur la commune

6.1. Les glissements de terrain

D'une façon générale, les terrains sensibles aux glissements sont les terrains argileux ou marneux dont la pente dépasse 15°, les circulations d'eau devenant alors le facteur déclenchant. Les défauts de butée (talus terrassé en bord de route, berge d'un cours d'eau érodée,...) et les surcharges sont des facteurs aggravants.

Mais la **zone comprise entre la D8 et la D1 correspondant aux quartiers des Ranchières, des Moulins et du Colombier-l'Aiguillette** mérite une attention particulière. C'est celle qui a fait l'objet de rapports du RTM 06 et du bureau Sol Systèmes.

Il s'agit d'une zone d'éboulis mêlant des blocs de calcaires ou bréchiques parfois décamétriques, reposant sur un substratum triasique constitué de marnes, dolomies, cargneules et gypse.

Cette zone peut s'interpréter comme étant le résultat d'un pli anticlinal faillé éclaté, les éboulis, parfois sous la forme d'écroulis (vestiges entiers de portions de couches calcaires écroulées) tapissant le cœur du pli évidé jusqu'au Keuper.

Ce contexte géologique explique la dangerosité du secteur : un substratum pentu sensible lui-même aux mouvements de terrain, recouvert de vestiges d'un pli faillé éclaté, ayant produit des éboulis, des blocs, des masses rocheuses, l'ensemble s'étant plus ou moins reconsolidé en brèches grâce aux dépôts de calcite résultats des circulations d'eau du secteur.

L'eau parcourant ce versant peut avoir plusieurs causes : résurgences des massifs calcaires en place faisant château d'eau (aquifères fissurés), eaux circulant dans les éboulis (nappes de versant), eaux issues du substratum triasique, eaux superficielles drainées par les fuites du canal d'irrigation.



**Photo n° 38 : état du canal d'irrigation dans le quartier des Ranchières
Photo du 30 novembre 2019**



**Photo n° 39 : état du canal d'irrigation dans le quartier des Ranchières
Fuite vers l'aval - Photo du 25 janvier 2021**



**Photo n°40 : état du canal d'irrigation dans le quartier des Ranchières
Canal bouché par un glissement - Photo du 25 janvier 2021**



**Photo n° 41 : état du canal d'irrigation dans le quartier des Ranchières
Canal bouché par un bloc - Photo du 25 janvier 2021**



**Photo n° 42 : venue d'eau sur la D8 au pied du lotissement du Colombier –
zone E - Photo du 25 janvier 2021**

L'étude du 3 juin 2019 effectuée par Sol Systèmes porte sur les risques de chutes de blocs observables dans cette zone.

Mais ces blocs sont eux-mêmes plantés dans des éboulis plus ou moins consolidés, ou dans le substratum triasique lui-même.

Dans ces conditions, selon les circulations d'eau du versant, des glissements de grande ampleur emportant les blocs ou masses rocheuses du secteur ne sont pas impossibles.

Un tel événement s'est produit le 24 novembre 2019. Un glissement à blocs s'est initié en bordure de route, traversé par des grandes quantités d'eau. Les terres glissées ou ravinées ont recouvert la route (D1), et des flots d'eau boueuse transportant des blocs ont traversé une maison en aval.

Trois maisons ont été évacuées sans qu'il y ait eu de victimes à déplorer.

Inondations sur la Côte d'Azur

nice-matin
Lundi 25 novembre 2019



À Bouyon, une maison coupée en deux par la boue

Miraculés. Dans la nuit de samedi à dimanche, une famille a échappé de peu à un glissement de terrain qui a dévasté leur habitation. Ils sont relogés dans un gîte du village par la municipalité

« **O**n a tout perdu, tout perdu ». Les yeux cernés, rougis, Sandrine pleure. Tremble. S'accroche aux gardiennes. « J'ai perdu mes papiers de voiture, mes papiers, tout. » Elle frissonne. Le froid. Le drame de la nuit dernière. La pluie qui ne faillit pas et qui la trempe jusqu'à os. Sandrine cherche des espoirs de quoi se couvrir dans le coffre de sa voiture bourrée jusqu'à la queue de sacs-poubelles remplis de vêtements, d'assiettes, de photos. « de tout ce qu'on a pu prendre », glisse Eric, son compagnon.

« Un bruit énorme et la boue »

« Cette nuit vers 1 h 30, on a entendu un bruit énorme et la boue a commencé à dévaler dans le salon », raconte-t-il. Ils habitent « habitant » - une bicoque tout au bout du monde. Une maison de brique et de tôle paumée dans un coin de Bouyon, abritée par une colline. Et puis, la terre s'est mise en colère, pendant la nuit d'orage de samedi à dimanche : la colline en furie a vomit 1,50 mètre de boue sur leur toit. Un déferlement. D'un coup, comme ça. Le



« Cette nuit vers 1 h 30, on a entendu un bruit énorme et la boue a commencé à dévaler dans le salon » (Photos Laure Bruyas)

temos » de récupérer trois affaires - et de s'enfuir.

« On n'a plus rien »

Le glissement de terrain a nécessité l'intervention de onze sapeurs-pompiers, déblayant sans relâche dans la nuit, esérant toujours. Eric, Sandrine, leurs deux adolescents et un ami présent ce soir-là ont passé la nuit chez une voisine. « On n'a pas fermé l'œil », souffle Eric. Et ce dimanche matin « c'est pire », dit-il en montrant ce qui reste de sa maison : quatre murs coupés en deux par la boue, traversés par une marée de terre liquide qui semble ne jamais vouloir s'arrêter.

« On a écrit déjà pas grand-chose, cette fois on n'a plus rien », se désole Eric. Rien, sinon cinq oies qui patagent dans la boue devant la porte close de la maison dévastée. Rien, sinon des chiens qui « seront hébergés par la voisine ». Rien. Sinon une maison coupée en deux, inhabitable et dangereuse. Rien, sinon leurs vies saines et sauvées. La famille doit être hébergée dans un gîte mis à disposition par la mairie pour les prochains jours.

LAURE BRUYAS
Bruyas@nicematin.fr

Illustration n°43 : article de Nice Matin du 25 novembre 2019



Photo n° 44 : bloc instable immédiatement au-dessus de la tête de glissement du 24/11/19 - Quartier les Moulins en amont de la D1



**Photo n° 45 : vue du corps du glissement survenu le 24 novembre 2019
Maison en aval**



**Photo n° 46 : vue du pied du glissement survenu le 24 novembre 2019
Route départementale D1 coupée**



**Photo n° 47 : vue du pied du glissement survenu le 24 novembre 2019
Amas bréchiques déstabilisés**



Photo n° 48 : état de la D1 en pied du pied du glissement survenu le 24 novembre 2019



Photo n° 49 : vue de la partie aval de la D1 à la suite du glissement survenu le 24 novembre 2019

Ce glissement, sans doute provoqué par des circulations d'eau importantes et concentrées dans son axe, montrent ce qui peut se produire sur tout le versant située entre la D1 et la D8 en cas de concentration de circulations d'eau importantes.

Une étude de stabilité de ce versant, simulant divers scénarios fonction du niveau piézométrique dans les éboulis, mériterait d'être conduite en complément de celle qui a été réalisée par Sol Systèmes.

Une autre zone est en glissement actif majeur. Il s'agit du **secteur du Fonduas, au-dessus de l'usine des Eaux.**

Le substratum du Keuper affleure au-dessus de l'usine et est le siège de glissements actifs. Plus en amont, il est recouvert d'éboulis à blocs ou brèches dans une configuration similaire à celle du secteur des Moulins.

Des protections de type merlon et filets pare blocs ont été mises en place.

On peut observer des blocs de grosse taille proches du périmètre de l'usine ou dans le périmètre.



Photo n° 50 : zone de départ de blocs et de glissement au-dessus de l'usine des Eaux - Photo du 12 avril 2019

Il existe par ailleurs des glissements de plus faible importance **au niveau des talus routiers, ou dans les talwegs** :



**Photo n°51 : glissement et ravinement dans le vallon de la Vache Morte
Terrains du Keuper (t7-9) - Dépôts sauvages - Photo du 10 avril 2019**



**Photo n°52 : effondrements de murets d'anciennes banquettes agricoles –
Quartier de l'Aiguillète – Photo du 10 avril 2019**



Photo n°53 : loupe de glissement en bordure de la D8 à la sortie du village vers Bezaudun - Photo du 10 avril 2019



Photo n°54 : loupe de glissement de talus dans les éboulis en bordure amont de la D8 au sud-ouest du village – Photo du 10 avril 2019



Photo n°55 : affaissement de la bordure aval de la D8 en direction de l'usine des Eaux – Photo du 10 avril 2019

6.2. Les effondrements

Les Fontis - Généralités

Les fontis sont des effondrements du sol en surface, correspondant en général à la rupture du toit d'une cavité souterraine. Cette cavité peut être d'origine naturelle ou humaine (carrières souterraines).

Les fontis d'origine naturelle peuvent se former dans les formations calcaires à réseau karstique (réseau de boyaux liés à des circulations d'eau ayant dissous partiellement la roche).

Elles se forment également, et de façon relativement courante, dans les formations à gypse, en raison de la solubilité de cette roche. En particulier, certains étages du Trias (Keuper notamment), peuvent être riches en niveaux gypseux, qui sont susceptibles, s'ils sont soumis à des circulations d'eau sur une longue durée, de générer des phénomènes de fontis.

Les paramètres qui régissent la formation ou l'évolution du phénomène jusqu'en surface sont les suivants :

- présence de gypse ou de roche soluble ;
- présence de circulations d'eau ;
- absence de couches rigides entre le fontis et la surface permettant de former des ponts ou des voûtes au-dessus de la cavité.

On notera que les eaux usées ont en général un pouvoir de dissolution du gypse plus grand que les eaux neutres.

L'effondrement du toit d'une cavité en profondeur peut se traduire en surface de trois façons :

- selon les dimensions de la cavité, si le phénomène est profond, et si les couches situées entre le toit effondré et la surface peuvent former des ponts ou des voûtes, il peut n'y avoir aucun signe en surface ;
- si le phénomène est profond, ou s'il est de taille réduite, et si le foisonnement des terrains est important, la formation de la cavité en profondeur se traduit en surface par de simples ondulations ;
- selon la taille du phénomène, et si les matériaux situés entre la cavité et la surface sont meubles, l'effondrement du toit de la cavité peut générer la descente d'une cheminée de matériaux se traduisant en surface par la présence d'un entonnoir aux bords plus ou moins abrupts.

Le phénomène d'effondrement du toit est en général brutal et peut se produire quasi instantanément.

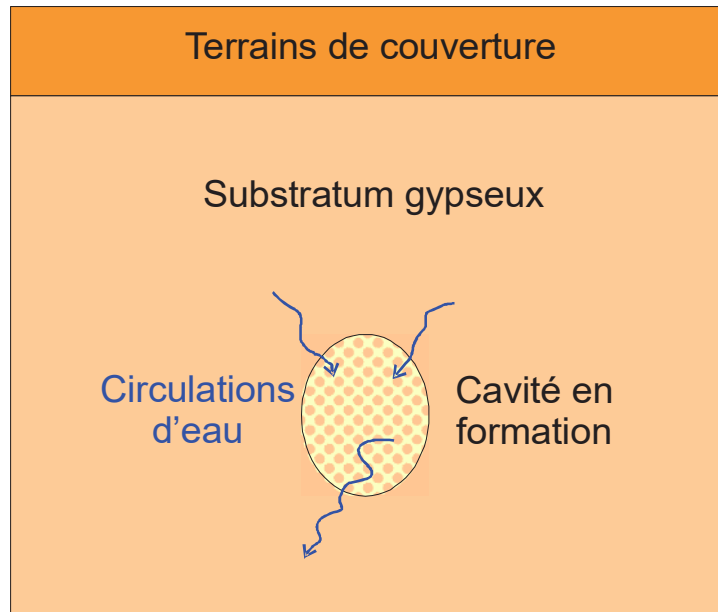
La taille des entonnoirs en surface peut être de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres. Dans certains cas, elle peut atteindre la centaine de mètres (80 m de diamètre à Bargemont dans les années 1990 pour une profondeur de 50 m environ, dans un lotissement).

Des effondrements affectant une couverture d'alluvions ont été observés à Digne les Bains dans les années 90. La hauteur de la cheminée d'alluvions descendue en quelques secondes était de plus de 12 m.

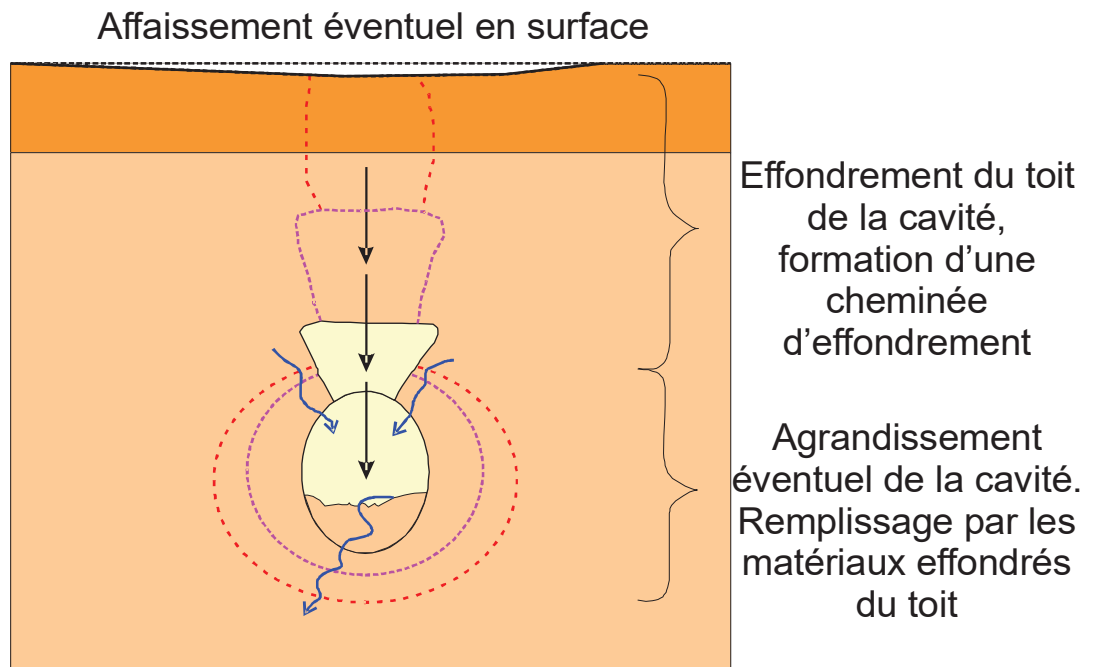
Sur la commune de Bouyon, la présence de gypse est confirmée sur tout l'étage du Keuper.

Les paramètres favorables à la formation de fontis sont réunis dans ce niveau.

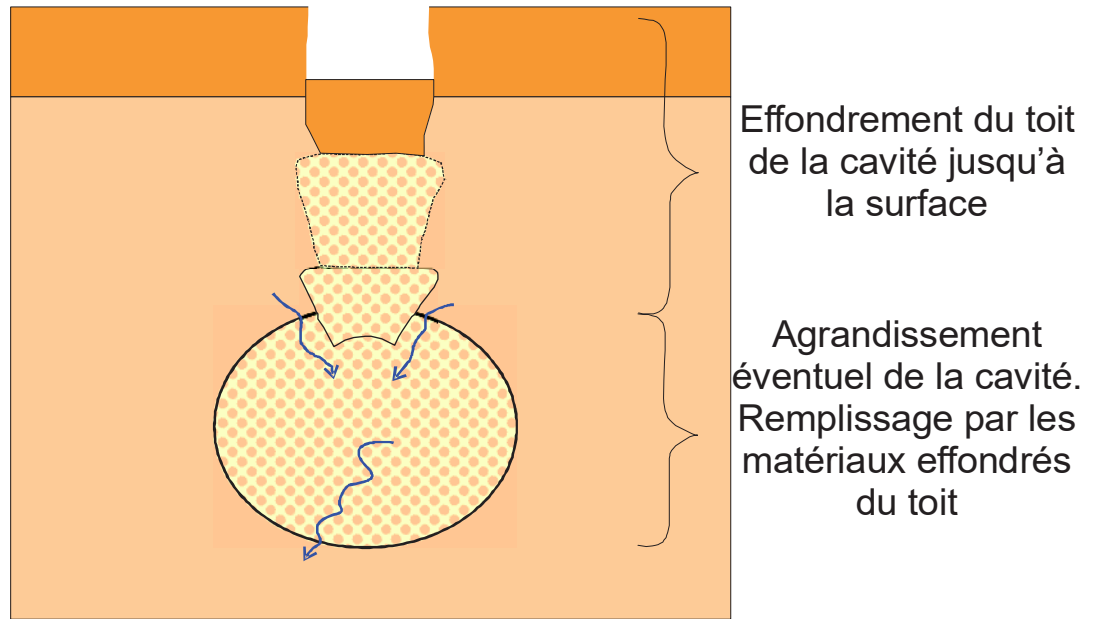
Les schémas suivants relatent les différentes phases d'évolution d'un fontis remontant jusqu'en surface :



Phase 1 : formation d'une cavité en profondeur



Phase 2 : développement de la cavité vers la surface par effondrements de toits successifs



Phase 3 : formation d'une cheminée d'effondrement jusqu'en surface

L'effondrement final peut être très brutal.

Lorsqu'il se produit sous un bâtiment, celui-ci peut être fortement endommagé ou même ruiné selon le diamètre du fontis et la profondeur de l'effondrement.

Certains affaissements en surface à l'allure de doline, peuvent s'interpréter comme liés à la présence de dissolution de gypse en profondeur.

Selon M. le Maire de Bouyon, un fontis se serait produit à la suite d'une fuite de canalisation au-dessus de la D8, dans le quartier de l'Aiguillette.

Soulignons que les indices correspondant à la possibilité de fontis sont présents sur toute la zone où les terrains du Keuper affleurent ou sont situés à faible profondeur.

Leur survenance est alors liée à la conjonction de la présence de circulations d'eau et de gypse.

Aven – Dolines

Les calcaires du Jurassique supérieur sont parcourus de réseaux karstiques, comprenant des boyaux et des avens. Dans certains cas, le toit de ces avens peut s'effondrer. En surface, des dépressions liées à la dissolution des calcaires, plus ou moins remplies d'argile de décalcification, forment des dolines.

Elles sont fréquentes dans les terrains du Séquanien, du Kimméridgien et du Tithonique.

6.3. Les chutes de pierres ou de blocs

Il existe plusieurs zones soumises à l'aléa chutes de blocs ou de pierres sur le territoire communal.

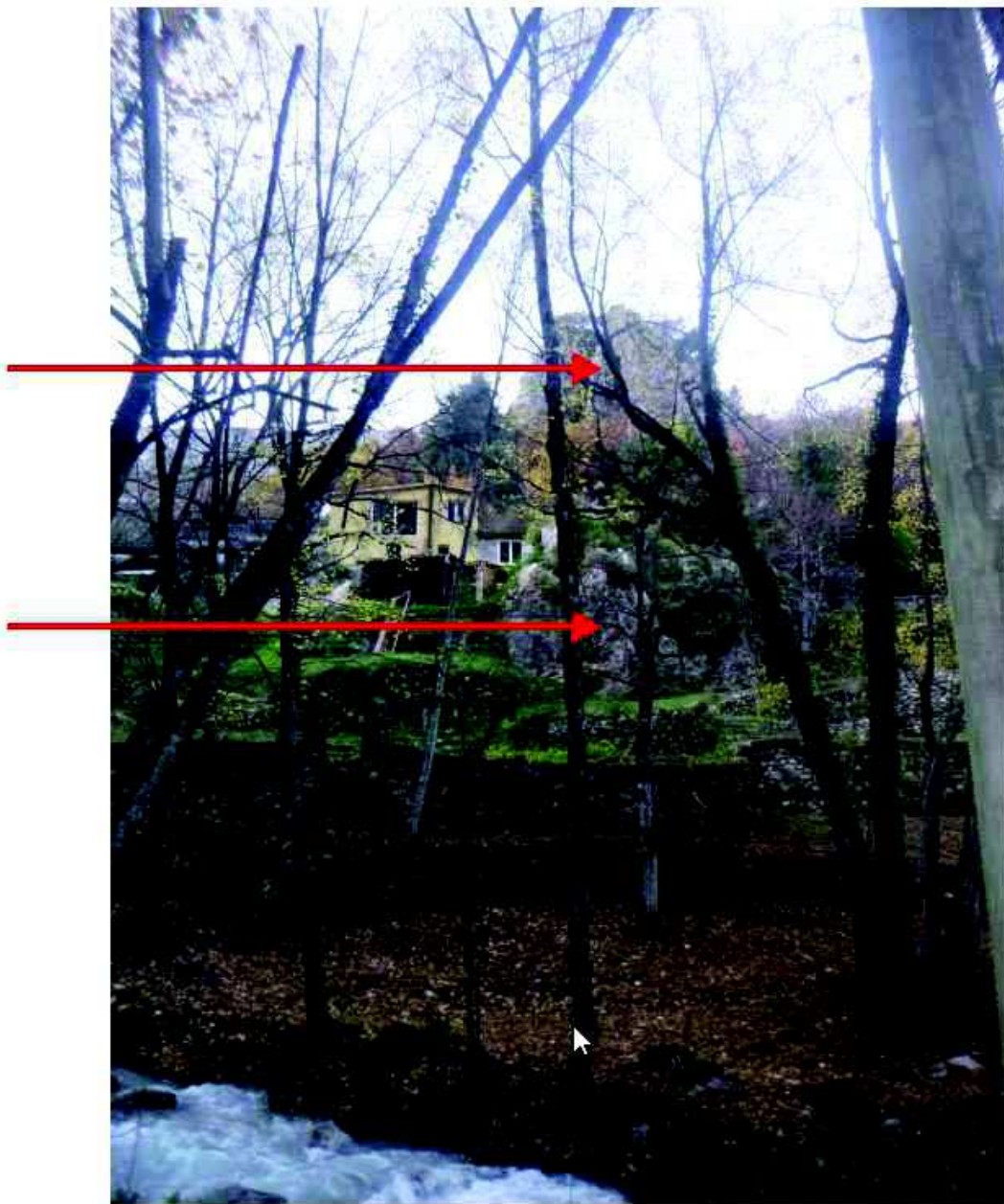
La zone située entre la route D1 et la route D8, sujette à l'aléa glissement de terrains, l'est aussi vis-à-vis du risque chutes de pierres ou de blocs.

Cette zone (**quartiers Les Moulins - Les Ranchières**) a été étudiée par le RTM et Sol Systèmes (voir synthèse en annexes 3 et 4).

Plusieurs masses rocheuses ont été identifiées dans le versant entre la route D1 et la route D8, certaines menaçant des habitations.



Photo n° 56 : amas rocheux bréchié inclus dans des éboulis dans le quartier des Ranchières – Photo du 30 novembre 2019



**Photo n° 57 : bloc éboulé sous la maison - Amas rocheux bréchique en pain de sucre en amont - Quartier des Ranchières
Photo du 30 novembre 2019**



Photo n° 58 : amas rocheux bréchique inclus dans des éboulis dans le quartier des Moulins au-dessus du canal – Photo du 30 novembre 2019

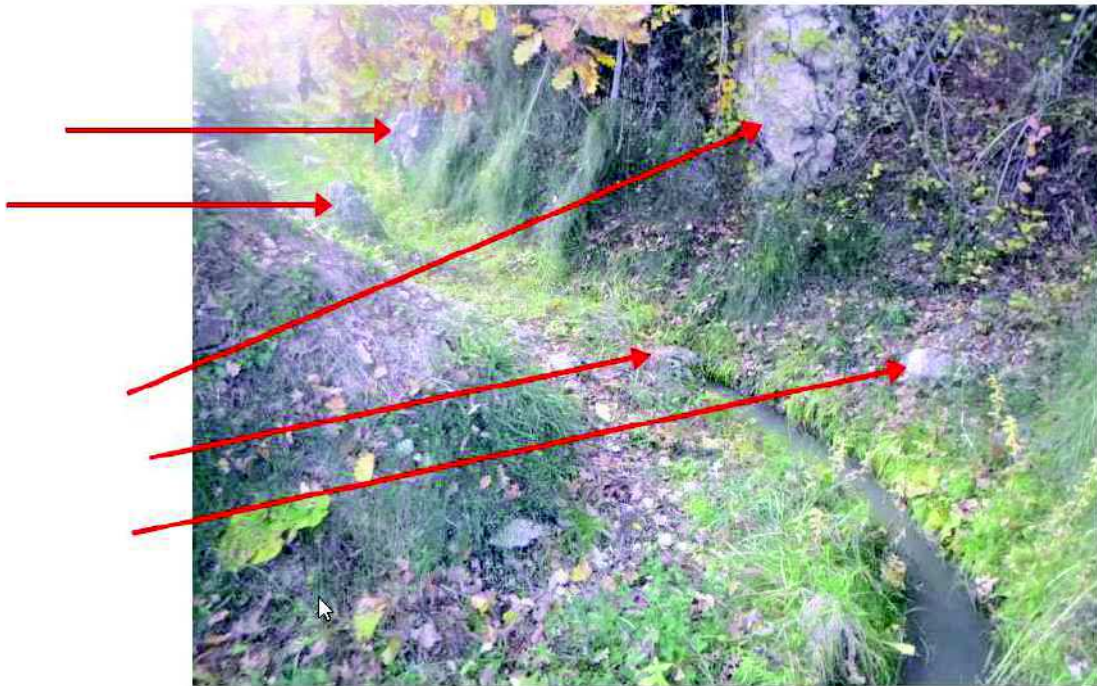


**Photo n°59 : blocs enchâssés dans les éboulis du versant des Moulins
Photo du 30 novembre 2019**



**Photo n°60 : bloc instable au-dessus d'habitations (M1)
Quartier des Moulins - Photo du 30 novembre 2019**

On peut observer des blocs arrêtés sur pente dans le versant du quartier des Ranchières, pouvant être remobilisés par glissement à leur base ou par poussée des éboulis dans lesquels ils sont encastrés.



**Photo n°61 : blocs instables enchâssés dans les éboulis de versant au-dessus du canal et blocs en bordure du canal – Quartier des Moulins
Photo du 30 novembre 2019**



**Photo n°62 : blocs tombés en bordure du canal des Moulins
Photo du 30 novembre 2019**



**Photo n°63 : bloc obstruant le canal des Moulins
Photo du 30 novembre 2019**



Photo n°64 : bloc « B19 » en position instable au-dessus du canal des Moulins - Photo du 30 novembre 2019

Dans ce secteur, les habitations sont fortement exposées, et des parades doivent être mises en place en plus de la surveillance déjà installée.

Nous avons établi des coupes topographiques faisant apparaître les lignes de pente sur tout le versant concerné depuis l'amont (D8), en utilisant les seuils de pente suivants :

- 27° (vert),
- 30° (orange)
- 34° (rouge)

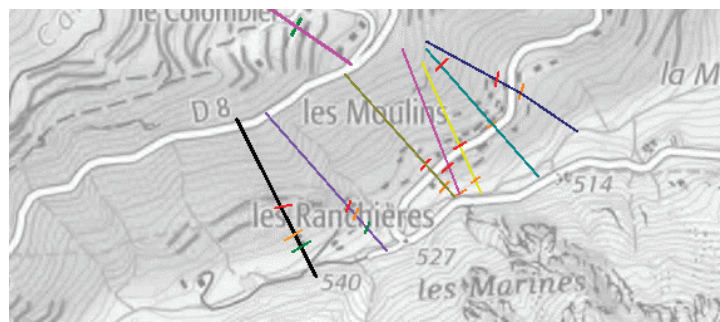


Illustration n°65 : localisation des profils topographiques du secteur les Ranchières – les Moulins

Les traits de couleur de la figure ci-dessus correspondent aux limites des pentes de 27°, 30° et 34°.

Selon l'annexe de la méthode de qualification des aléas en vigueur pour l'élaboration du présent PPR, la probabilité de propagation des blocs pour l'aléa chutes de blocs sur la base des profils ci-dessus se situe entre faible à fort selon les profils.

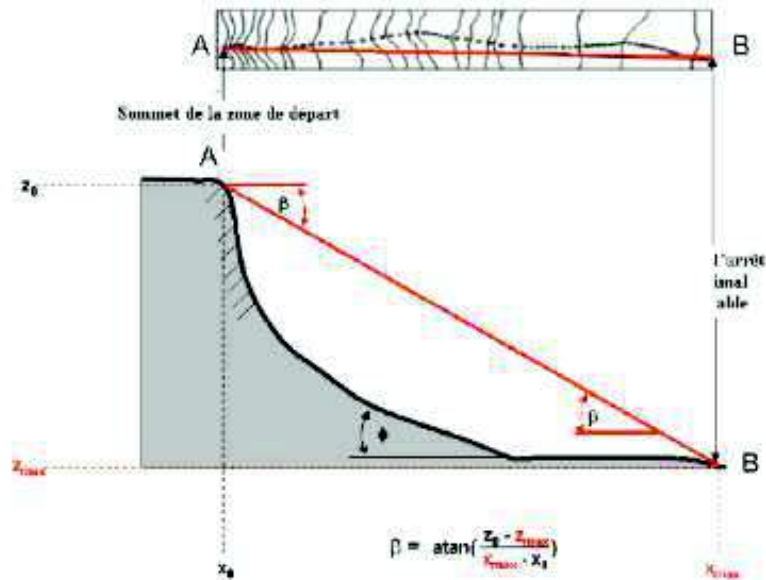


Fig. 1 : Représentation schématique du principe de la ligne d'énergie et de la formule pour déterminer l'angle β

Qualification de la probabilité de propagation de l'aléa chutes de blocs	Angles de la ligne d'énergie	Valeurs seuil de l'angle géométrique
Forte	33,88°	$\geq 34^\circ$
Moyenne	30,22°	$30^\circ \leq < 34^\circ$
Faible	27,67°	$27^\circ \leq < 30^\circ$

Tableau 3 : Valeur des angles géométriques pour le calcul de la ligne d'énergie obtenus par la rétro analyse de phénomènes passés et le zonage de PPRN.

Selon la taille des blocs arrêtés sur pente dans le bas des profils, du couplage glissement – chute de blocs pouvant emporter des blocs plus en aval que par simple chute, et compte-tenu de la présence de masses rocheuses plurimétriques à décimétriques dans le versant susceptibles de donner des volumes supérieurs au m³ ou à la dizaine de m³, l'intensité de l'aléa est élevée dans tout le secteur.

On aboutit à un niveau d'aléa de 3 dans ce secteur (fort).

Par ailleurs, nous avons tenu compte de l'événement du 24 novembre 20190, montrant que le phénomène de glissement à blocs pouvait se propager en aval de la D1.

Remarque : les masses rocheuses étudiées par Sol Systèmes apparaissent dans le versant comme dégagés par l'érosion. Compte-tenu de la formation de ce versant, on doit considérer que d'autres masses équivalentes d'éboulis consolidés peuvent se trouver à l'état masqué sous toute la couverture d'éboulis amont.

L'usine des Eaux et le versant amont sont également sujets à un aléa chutes de pierres ou de blocs, très fort (niveau 4).



**Photo n° 66 : bloc arrêté dans le périmètre de l'usine des Eaux
Photo du 12 avril 2019**



**Photo n°67 : écrans pare blocs en amont de l'usine des Eaux
Bloc arrêté contre le grillage**



**Photo n°68 : zone de départ de blocs dans les terrains du Keuper en amont
de l'usine des Eaux**



Photo n°69 : piège à matériaux en amont de l'usine des Eaux

On trouve des blocs arrêtés sur pente au **quartier du Colombier**, témoignant de chutes de blocs anciennes.



Photo n°70 : bloc arrêté sur pente au quartier du Colombier
Photo du 10 juin 2019

Nous avons réalisé des profils topographiques sur le versant en amont du quartier du Colombier et du village, afin de rechercher les limites de propagations probables de blocs issus des barres rocheuses situées plus en amont au nord-ouest, selon la méthodologie utilisée pour les PPR mouvements de terrain dans les Alpes-Maritimes.

On obtient les cartes suivantes :

Secteurs du Colombier et de l'Aiguillette

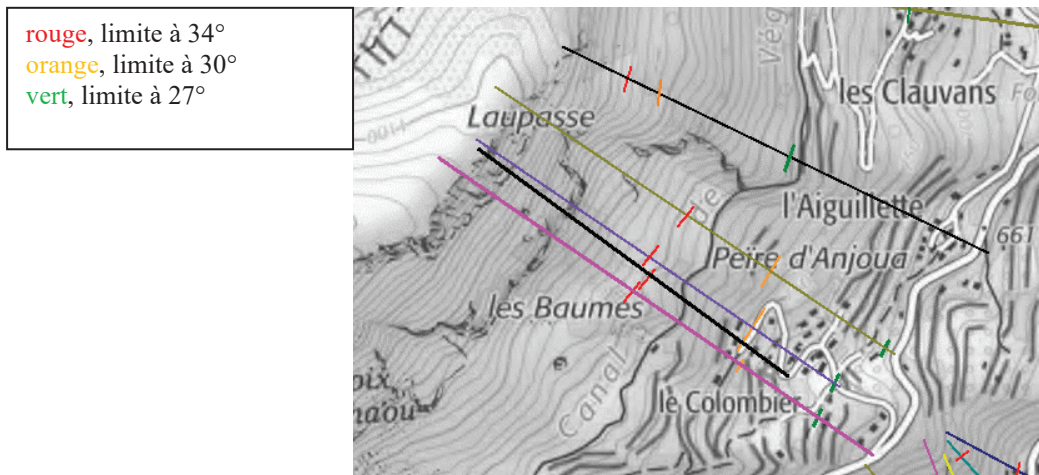


Illustration n° 71 : localisation des profils topographiques Secteurs du Colombier et de l'Aiguillette

Selon la taille des blocs arrêtés sur pente dans le bas des profils, du couplage glissement – chute de blocs pouvant emporter des blocs plus en aval que par simple chute, l'intensité de l'aléa est faible à modérée dans le secteur du Colombier et de l'Aiguillette.

On aboutit à des aléas de niveau 1 à 2 selon les pentes au niveau des zones construites et de 3 plus en amont.

Village

La **bordure sud-est du village** est construite sur des bancs calcaires redressés générant des blocs instables :



**Photo n°72 : bloc détaché en bordure sud-est du village
Photo du 10 avril 2019**

Certains murs sont construits au sein du village sur des blocs instables :



Photo n°73 : construction d'un mur sur des blocs instables en partie sud-est du village - Photo du 10 avril 2019



Photo n°74 : mur dont la base est en partie effondrée construit sur des blocs instables - en partie sud-est du village

Les **bords des routes D1 et D8** sont également exposés au risque chutes de pierres ou de blocs sur de longs tronçons.

Des protections grillagées ont été mises en place en conséquence.

On peut malgré tout observer des blocs instables en bordure de la route D1 ou de la route D8 à différents endroits :



**Photo n°75 : pinacle dominant la D1 – Quartier des Roubines
Photo du 10 avril 2019**



**Photo n°76 : pinacle pouvant générer des blocs au-dessus de la D1 à la sortie
du village en direction des Ferres – Photo du 10 juin 2019**



Photo n°77 : blocs instables au-dessus de la D1 à la sortie du village en direction des Ferres – Photo du 10 juin 2019



Photo n°78 : vestiges de chutes de blocs au-dessus de la D1 en direction des Ferres – Photo du 10 juin 2019



Photo n°79 : blocs instables en bordure de la D8 à la sortie du village vers Bezaudun - Photo du 10 avril 2019

6.4. Le ravinement

Le ravinement est un phénomène résultant de l'érosion du sol lors d'épisodes pluvieux. Il creuse et forme notamment des talwegs. Il est plus important dans les terrains de couverture meubles, et dans les terrains à dominante argileuse ou marneuse.

Le ravinement peut être important dans tous les versants tapissés d'éboulis, notamment ceux riches en fines, sur les talus routiers à nu, dans les niches d'arrachement des glissements actifs ou dans les corps de glissement.

Le cirque situé au-dessus de l'usine des Eaux est particulièrement raviné.

Le glissement soutenu par des enrochements en bordure de la D1 est également fortement raviné.



Photo n°80 : ravinement au-dessus des enrochements bordant la D8 en aval du village - Photo 30 novembre 2019

7. Étude des enjeux de la commune de Bouyon

7.1. Présentation générale

La commune possède une carte communale approuvée le 12 juillet 2008.

Du point de vue de l'occupation du sol, la commune de Bouyon est majoritairement composée d'espaces naturels.

En ce qui concerne l'urbanisation, elle comprend le village proprement dit, allongé nord-est sud-ouest et construit en bordure d'un talus abrupt à regard sud-est, qui constitue l'occupation historique de la commune, et quatre zones d'habitat récent.



**Photo n°81 : position du village en sommet de talus à regard sud-est
Photo du 10 avril 2019**



**Photo n°82 : vue du village depuis la piste du canal de Vegay
Photo du 10 juin 2019**



**Photo n°83 : vue de la bordure sud-est du village
Photo du 10 avril 2019**

Plusieurs hameaux ou lotissements sont en effet répartis autour du village central :

- Le lotissement du Colombier au sud-ouest ;
- Le lotissement de l'Adrech dans le quartier les Clauvans ;
- Le lotissement des Adretons dans le quartier du Seuillet ;
- Le quartier des Moulins et des Ranchières au sud-sud-ouest du village.

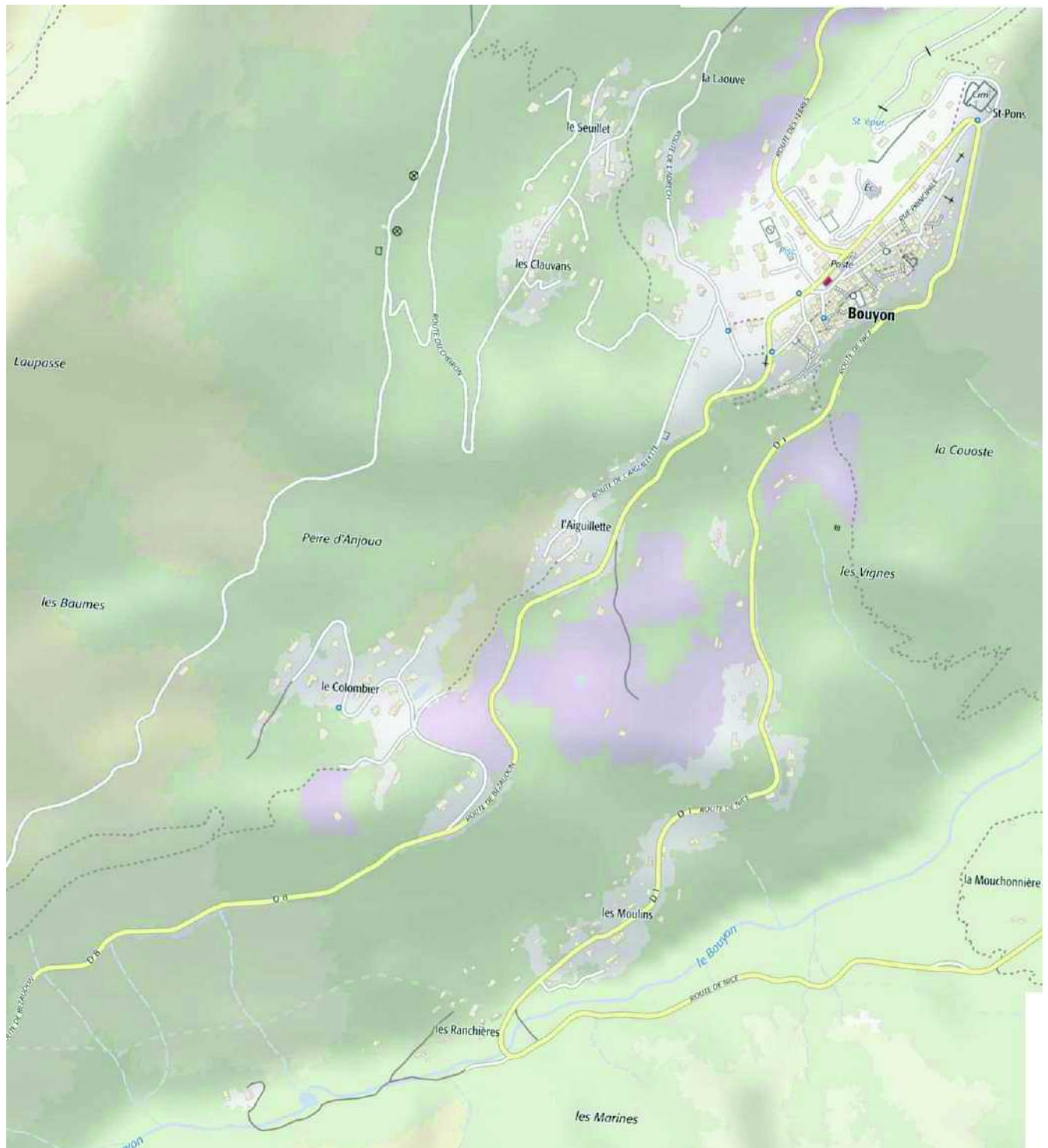


Illustration n°84 : localisation des lotissements et quartiers répartis autour du centre village – Donnée Géoportail

La densité de construction est forte dans le village, une partie des bâtiments étant en cours de restauration.

Ailleurs, l'habitat est soit pavillonnaire, soit diffus.

La carte communale fait apparaître comme constructibles les secteurs suivants :

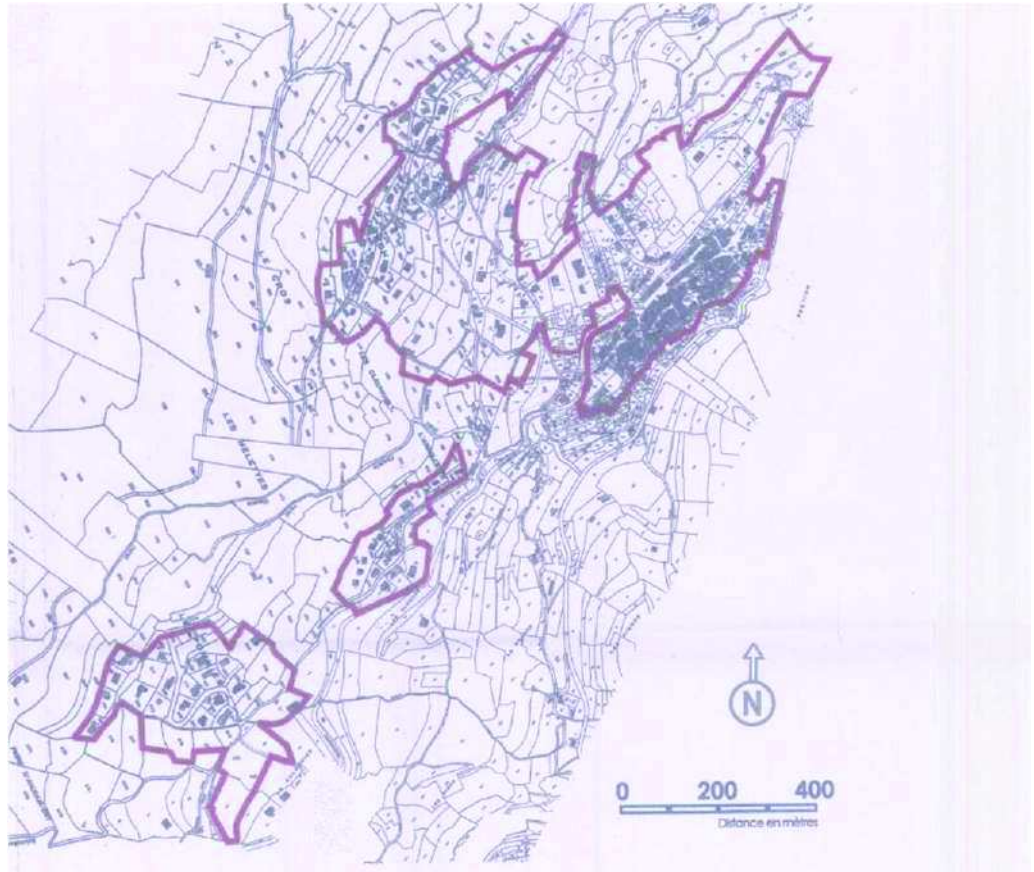


Illustration n°85 : extrait de la carte communale de la commune de Bouyon - Zones constructibles

Selon cette carte, les zones d'habitats listés ci-dessus appartiennent aux secteurs constructibles de la carte, excepté le quartier des Moulins et des Ranchières.

Il existe deux exploitations agricoles.

Selon l'INSEE, les entreprises et leur personnel se répartissent comme suit sur la commune au 31 décembre 2017.

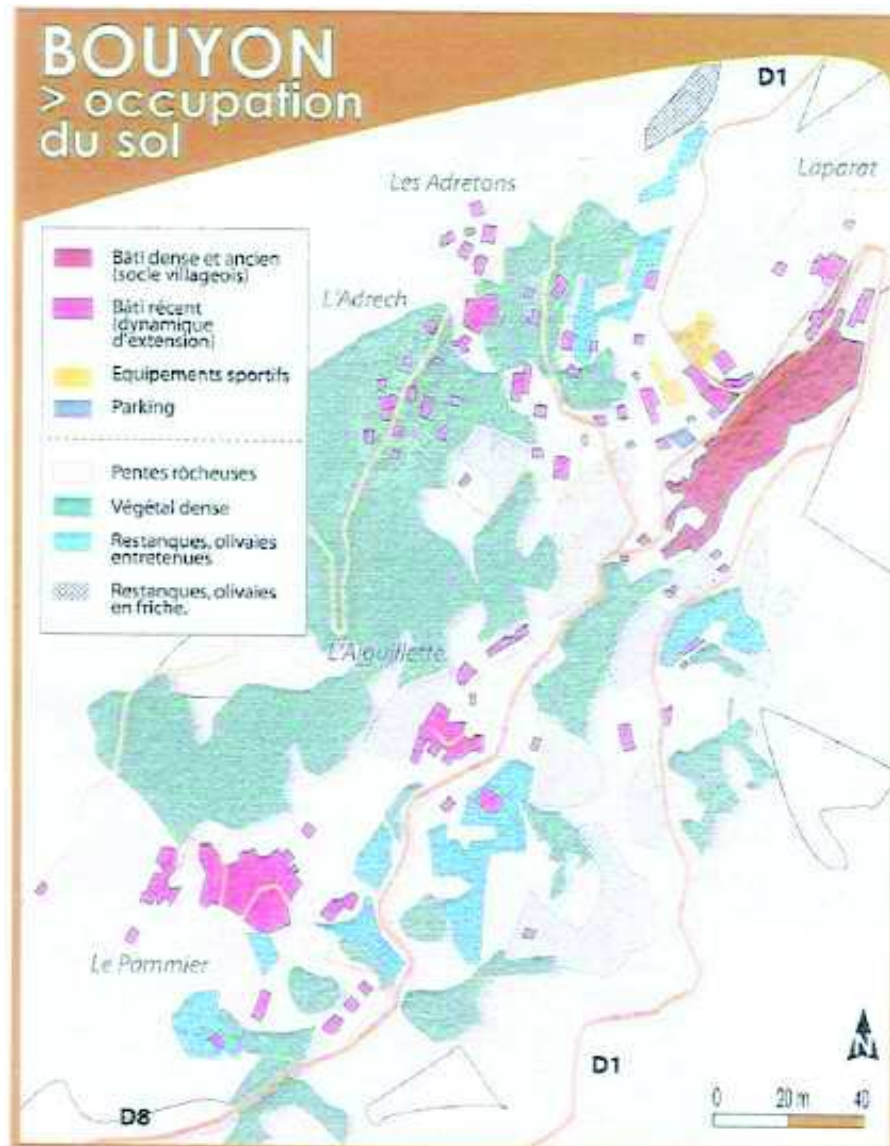
	Total	%	0 salarié	1 à 9 salarié(s)	10 à 19 salariés	20 à 49 salariés	50 salariés ou plus
Ensemble	63	100,0	59	3	1	0	0
Agriculture, sylviculture et pêche	2	3,2	1	1	0	0	0
Industrie	3	4,8	3	0	0	0	0
Construction	16	25,4	16	0	0	0	0
Commerce, transports, services divers	35	55,6	34	1	0	0	0
dont commerce et réparation automobile	11	17,5	11	0	0	0	0
Administration publique, enseignement, santé, action sociale	7	11,1	5	1	1	0	0

D'un point de vue patrimonial, la commune recense notamment :

- le pont du Moul,
- l'église Notre Dame de l'Assomption – Saint Trophime, originairement du 14^{ème} siècle, mais reconstruite après le tremblement de terre de 1887,
- la chapelle Saint-Bernardin, datant de 1705,
- la chapelle Saint Pons, datant de 1602,
- la chapelle Saint Roch, datant de 1714.

7.2. Zones urbanisées

Selon la notice de la carte communale, l'occupation du sol dans la zone urbanisée était la suivante en 2011 :

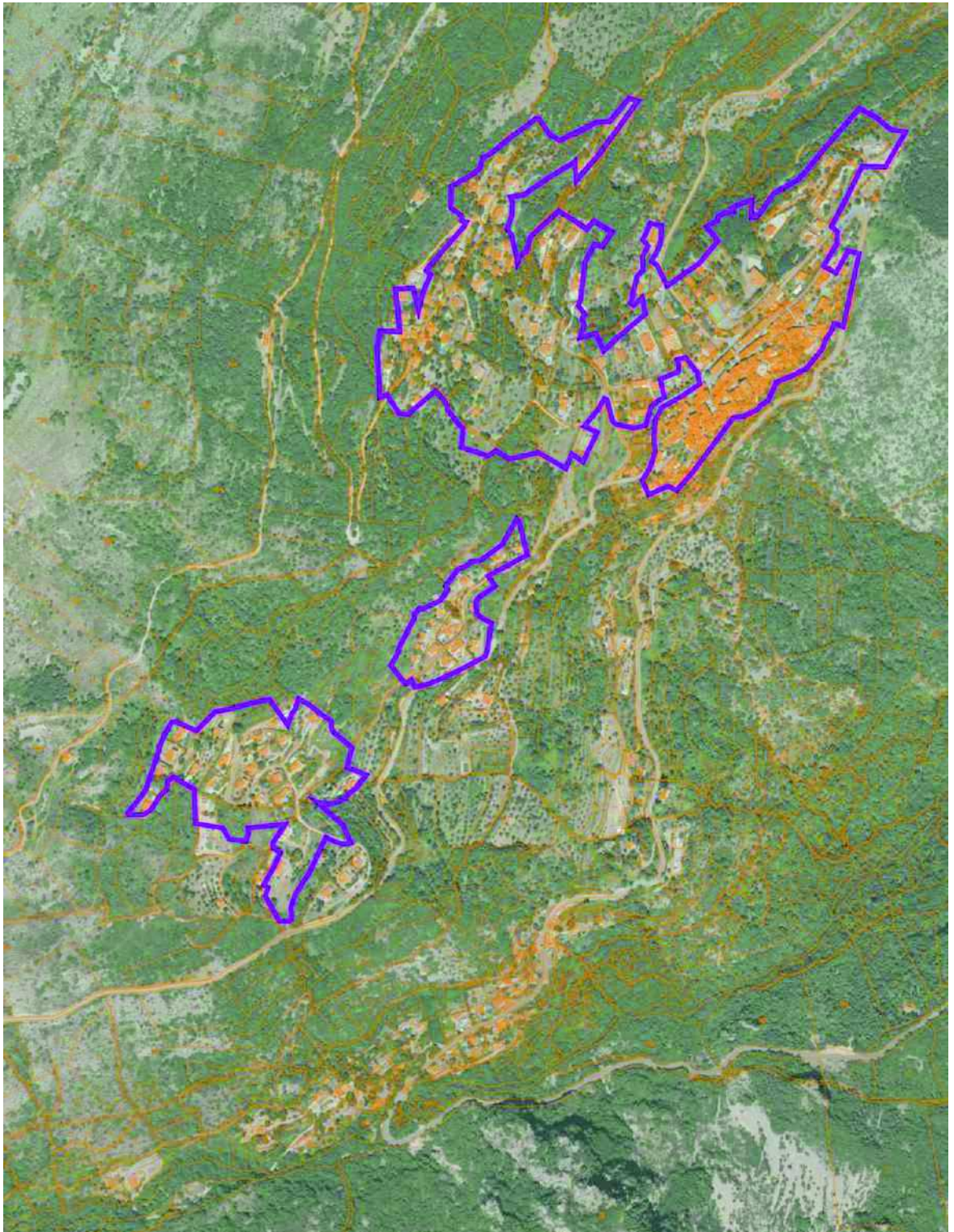


**Illustration n°86 : occupation du sol de la commune de Bouyon
Zone urbanisée**

À l'échelle de la commune, la zone urbanisée représente donc une faible superficie.

On notera qu'il demeure une urbanisation potentielle au regard des contours de la carte communale (tracé violet) si on compare l'urbanisation

actuelle et les contours de la carte communale :



**Illustration n°87 : occupation du sol de la commune de Bouyon
Zone urbanisée avec contours en violet des zones constructibles de la
carte communale – Donnée Géoportail 2018**

7.3. Habitat dispersé

Il occupe d'anciennes terres agricoles anciennement travaillées en restanques (oliveraies principalement).



Photo n°88 : versant au nord du village – Habitat dispersé – Quartier Le Seuillet – Photo du 10 avril 2019



Photo n°89 : lotissement du Colombier vu depuis le nord-ouest depuis la piste du canal du Vegay - Photo du 10 juin 2019

7.4. Espaces non urbanisés

Il s'agit des zones boisées, d'anciennes zones agricoles, de landes ou de zones rocailleuses ou d'éboulis.

Ces zones sont principalement pentues et peu propices à l'urbanisation.

7.5. Zones à urbaniser

Il s'agit potentiellement des zones incluses dans les secteurs urbanisables de la carte communale. Elles se résument à trois secteurs.

7.6. Zones à enjeu agricole

En 2011, il n'y avait plus d'exploitations agricoles sur la commune. Deux exploitations agricoles sont maintenant présentes.

De plus, il existe une potentialité agricole sur quelques secteurs, comme le précise l'étude foncière agricole réalisée par la CASA et qui avait identifié des zones pastorales et sylvicoles.

7.7. Zones actuellement protégées par des ouvrages

Il existe des protections de type grillage le long de la D1 et de la D8, et des pare blocs en amont de l'usine des Eaux.



**Photo n°90 : protection grillagée le long de la D1
Quartier la Mouchonnière – Photo du 10 avril 2019**



**Photo n°91 : écran pare blocs le long de la D1
Quartier la Mouchonnière – Photo du 10 avril 2019**

La bordure de la D1 est soutenue par des enrochements au niveau d'un glissement actif et d'autres sont en cours de mise en place suite au glissement du 24 novembre 2019. Voir photos du paragraphe 6.1.

Les bordures de la D1 et de la D8 comportent des protections grillagées sur un linéaire important.



Photo n°92 : protection grillagée le long de la D1 au nord du village de Bouyon



Photo n°93 : protection grillagée et bloc cloué le long de la D1 au nord du village de Bouyon



**Photo n°94 : protection grillagée le long de la D8
à l'ouest du village de Bouyon**

L'usine de traitement des Eaux est protégée par des grillages pare blocs et un piège à matériaux. Voir photographies du § 6.3.

Un soutènement a été mis en place dans le même secteur. Il est fissuré par la poussée des éboulis.



**Photo n°95 : mur de soutènement en pierres fissuré – Quartier des Moulins
Photo du 10 avril 2019**

7.8. Voies de circulations structurantes

La commune est desservie par deux routes principales, la D1 en provenance du Broc, et plus à l'ouest de Nice, et la D8, qui relie Bouyon à Bezaudun les Alpes.

Le réseau communal se limite aux voies d'accès aux lotissements (trois voies principales).

7.9. Équipements et établissements sensibles

Les équipements et services de la commune sont : la mairie et ses services techniques et la Poste.

Bouyon possède comme équipement patrimonial un four à pain.

Les équipements sportifs proposés par la commune sont la piscine, le tennis et le boulodrome.

La commune compte deux écoles : une maternelle et une école primaire.

La commune ne propose pas d'hébergement touristique de type campings. Elle comporte un bar-tabac-restaurant, un autre restaurant et une épicerie.

L'hébergement se limite aux gîtes privés.

La commune est équipée d'une station d'épuration (au nord-est du village) et d'une usine de traitement des eaux (limite ouest de la commune), qui utilise une filtration sur sable et un traitement par chloration.

Elle est parcourue dans le versant nord du village par le canal de Végay qui achemine l'eau vers l'usine de traitement située en limite ouest de la commune.



Photo n°96 : Chambre sur le parcours du canal de Végay à Bouyon
Photo du 10 avril 2019



**Photo n°97 : vue de la STEP du village depuis le nord-ouest (D1)
Photo du 10 juin 2019**

7.10. Vulnérabilité des enjeux

Sont particulièrement vulnérables :

- ❑ Les biens et équipements situés le long de la D1, dans les quartiers des Moulins et des Ranchières (voiries, réseaux divers, habitations).



**Photo n°98 : bâtiment exposé aux chutes de blocs – Quartier des Moulins
Photo du 30 novembre 2019**



Photo n° 99 : Maisons exposées au risque chute de blocs et glissement de terrain - quartier des Moulins – Photo du 30 novembre 2019

- Les biens et équipements situés le long de la D1 en direction des Ferres.
- Les biens et équipements situés le long de la D8 entre le quartier du Colombier et la limite ouest de la commune.
- L'usine de traitement des eaux et ses bâtiments annexes.



Photo n°100 : vue du bâtiment technique exposé aux chutes de blocs en amont de l'usine de traitement des eaux - Photo du 10 avril 2019

8. Présentation des différentes cartes

8.1. Carte géologique

Elle a été établie à partir de la carte géologique du BRGM au 1/50 000, à partir de l'observation des affleurements visibles sur le territoire de la commune, à partir des photographies aériennes, de l'observation de la morphologie et en tenant compte des différentes études transmises lors de l'élaboration de ce plan de prévention des risques naturels.

La restitution est faite au 1/10 000.

8.2. Carte des indices morphologiques et des phénomènes connus

Elle a été réalisée à partir des études antérieures, des données de la banque du sous-sol, des interviews de M. le Maire de la commune et des habitants des zones concernées et des observations de terrain.

Les zones accessibles ont été reconnues à pied pour vérification de leur nature et de leur existence.

Les torrents ou cours d'eau permanents ou intermittents ont été recensés à partir de la BD Topo de l'IGN (2018).

Les talwegs pouvant donner lieu à des écoulements temporaires ont été représentés à partir des courbes de niveau, de même que les étendues d'eau temporaires ou permanentes.

Les sources observées sur la commune ont été reportées.

Les zones d'infiltration d'eau sont *a priori* plus sensibles à l'aléa mouvements de terrain, comme tout le secteur situé entre la D8 et la D1.

Les ouvrages de protection déjà réalisés figurent sur cette carte.

8.3. Carte des pentes

La classification a été réalisée en fonction des caractéristiques mécaniques supposées des matériaux constitutifs des roches ou des terrains de couverture de la commune.

Elle a été réalisée à partir du MNT GOAM 2009 concernant la commune (base de données avec un pas de 5 m interpolée ensuite avec un pas de 2 m).

8.4. Carte des aléas

Elle a été réalisée en croisant la géologie de la commune, les pentes, le réseau hydrographique, les talwegs, l'existence de phénomènes antérieurs observés et les observations effectuées au cours de la réalisation du PPR.

Le degré d'aléa est évalué sur une échelle de 1 à 4 :

- 1 = faible
- 2 = moyen
- 3 = fort
- 4 = très fort

Il en ressort les classes d'aléas suivantes :

Glissements de terrain (G)

Les classes théoriques vont de G1 à G4. Elles correspondent aux terrains argileux ou marneux et aux formations superficielles (colluvions, brèches de pente ou alluvions) de pente supérieure à 15°. Les zones les plus exposées correspondent aux phénomènes recensés. Les glissements de terrain à blocs correspondent aux éboulis de versant à matrice riche en fines, incluant des blocs pouvant être métriques à décamétriques, de pente supérieure à 15°. Les zones les plus exposées correspondent à la partie sud-ouest de la commune.

Effondrements (E)

Les classes théoriques vont de E1 à E3.

Elles correspondent aux terrains argileux à évaporites ou gypse du Trias et aux formations comportant des dolomies et des calcaires dolomitiques (Trias et Jurassique).

Chutes de pierres ou de blocs (Eb)

Les classes théoriques vont de Eb1 à Eb4.

Les zones les plus exposées se situent au niveau :

- du Collet de Goudéon ;
- au nord du lieu-dit le Seuillet ;
- de la Croix de Richaou jusqu'au quartier des Fonduas.

- le long des routes D1 et D8, dans les quartiers des Moulins et des Ranchières ;
- des Bourlenqs et le Moul ;
- du Laupasse ;
- du sud du centre village.

.Ravinement (Ra)

Les classes théoriques vont de Ra1 à Ra3.

Les zones les plus exposées correspondent aux ravins et aux couvertures d'éboulis.

8.5. Carte des enjeux

Cette carte fait apparaître les espaces déjà urbanisés ou potentiellement urbanisables de la commune.

Les périmètres constructibles de la carte communale de 2008 en vigueur sont donnés à titre informatif.

La superposition des données de cette carte avec celle des aléas permet d'établir la carte réglementaire.

9. Justification du zonage réglementaire

9.1. Croisement des aléas et des enjeux

La délimitation du zonage réglementaire fondée sur les critères de constructibilité et de sécurité est effectuée à partir du croisement des aléas et des enjeux selon les tableaux suivants :

Pour les phénomènes de glissement, effondrement, ravinement :

Enjeux	Espaces urbanisés ou à urbaniser	Espaces non urbanisés
Degré d'aléas		
Faible		
Moyen		
Fort à très fort		

Pour les phénomènes d'éboulement :

Enjeux	Espaces urbanisés ou à urbaniser	Espaces non urbanisés
Degré d'aléas		
Faible		
Moyen		
Fort à très fort		

Le plan délimite les zones dans lesquelles sont applicables des interdictions, des prescriptions réglementaires homogènes, et/ou des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde. Conventionnellement, ces zones sont d'abord définies sur des critères de constructibilité, mais elles peuvent également l'être, dans un second temps, sur des critères de danger. Ceci conduit à considérer deux types de zones : les unes inconstructibles, dites « rouges », les autres constructibles sous conditions, dites « bleues ».

Un lissage a par ailleurs été réalisé.

9.2. Zones rouges

Ces zones sont sujettes à des phénomènes de forte intensité ou d'extension débordant largement le cadre parcellaire.

La règle générale pour les dispositions applicables en zone rouge est l'inconstructibilité. Toutefois, des installations, ouvrages, travaux et aménagements peuvent être autorisés sous réserve de ne pas aggraver les risques ou leurs effets et notamment de ne pas augmenter significativement le nombre de personnes exposées.

Quatre aléas sont représentés :

Eb: éboulement chute de blocs

G : glissement de terrain

E : effondrement

Ra : ravinement

Les zones rouges sont définies comme suit :

Zone « *R* »

Elle correspond à la présence d'un aléa moyen à très fort de chutes de blocs et/ou de pierres, que ce soit en zones urbanisées ou à urbaniser ou en zones peu ou pas urbanisées.

Ces zones « *R* » se trouvent en particulier au niveau de la falaise/ou versant abrupt situé au-dessus du lieu-dit le Moul, aux secteurs du Collet de Goudéon, des Bourlenqs, du Laupasse, des Baumes, du nord du lieu-dit le Seuillet, des Ranchières, des Moulins, du sud du centre village, des Marines ainsi que le long de la route D1 au nord du centre village.

Zone « \mathcal{R}^* »

Elle correspond à la présence d'un aléa fort à très fort d'un phénomène autre que les chutes de blocs en zones urbanisées ou à urbaniser.

Elle correspond à la présence d'un aléa moyen à très fort d'un phénomène autre que les chutes de blocs en zones peu ou pas urbanisées.

Cette zone est caractérisée par la présence d'un substratum pouvant comporter des argiles, éventuellement coiffé par des matériaux de couverture argileux pouvant atteindre plusieurs mètres, pour les risques glissement de terrain ou ravinement.

Les aléas glissement de terrain, effondrement et ravinement peuvent être aggravés par la présence de rejets d'eaux (eaux usées, eaux pluviales...) dans le terrain. Leur concentration en certains points peut aboutir à des déstabilisations partielles du site.

Cette zone est sensible aux terrassements.

Les zones où des cavités naturelles ont été recensés, ont également été classées en « \mathcal{R}^* », en considérant que le risque pouvait être fort sur un rayon de 50 m. Pour les zones où des dolines ont été repérées, le risque peut être considéré comme fort sur un rayon de 20 m.

Les zones « \mathcal{R}^* » se trouvent notamment au niveau du versant situé sous la crête allant du Collet de Goudéon aux Bourlenqs, du quartier Colombier jusqu'au quartier de la Laouve, sur les versants de part et d'autre de la rivière *du Bouyon* ainsi qu'en parties nord-est et sud du territoire communal.

Zone « \mathcal{RR}^* »

Elle correspond à la présence d'un aléa moyen à très fort de chutes de blocs et d'un aléa fort à très fort d'un phénomène autre que les chutes de blocs (tel que glissement de terrain, effondrement, ravinement) dans les zones urbanisées ou à urbaniser.

Elle correspond à la présence d'un aléa moyen à très fort de chutes de blocs et d'un aléa moyen à très fort d'un phénomène autre que les chutes de blocs (tel que glissement de terrain, effondrement, ravinement) dans les zones peu ou pas urbanisées.

Il s'agit notamment des zones suivantes :

- le versant sous la crête qui s'étend de la Croix de Richaou jusque vers le Collet de Goudéon ;
- le versant des Moulins et des Ranchières ;
- le versant sous la falaise du village et qui s'étend jusqu'à la Coasta d'Hugou ;
- le versant exposé est du *vallon de Font de Roche*, en partie sud-est du territoire.

9.3. Zones bleues

Il s'agit de zones dans lesquelles il existe des méthodes de prévention économiquement « raisonnables ».

Dans les zones bleues identifiées, des aménagements ou constructions sont autorisés sous réserve de prendre des mesures adaptées au risque, en particulier la réalisation d'une étude géologique et géotechnique préalable au projet.

Quatre aléas sont représentés :

Eb : éboulement chute de blocs

G : glissement de terrain

E : effondrement

Ra : ravinement

Des étiquettes sur la carte des risques traduisent le type d'aléa initial et le niveau de risque.

Dans les zones Eb, les risques sont liés à la zone d'arrêt des blocs provenant de falaises amont ou la présence d'amas rocheux dans la couverture du versant pouvant se déliter par l'érosion.

Dans les zones G, les risques sont liés principalement à l'ampleur des terrassements et à l'hétérogénéité possible du sol d'assise. Il existe de ce fait des risques « géotechniques » du type bâtiment construit à cheval sur le rocher et sur les terrains de couverture. Par ailleurs, des terrassements inconsidérés dans le rocher fracturé peuvent provoquer des éboulements en masse.

Les zones E sont exposées au risque effondrement, en raison de la présence possible d'évaporites comme du gypse, de dolomies ou de réseau karstique.

10. Propositions de mesures de prévention

Le règlement précise les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde relevant de la responsabilité des collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ou incombant aux particuliers. Elles sont notamment destinées à assurer la sécurité des personnes et à faciliter l'organisation des secours.

10.1. Mesures incombant aux collectivités territoriales

La collectivité compétente doit réaliser les études de définition permettant de préciser les travaux de protection destinés à réduire la vulnérabilité des personnes et des biens situés dans les zones rouges suivantes :

- Étude de définition des solutions de protection contre les chutes de blocs dans le quartier des Moulins,
- Étude de stabilité du versant des Moulins, simulant divers scénarios fonction du niveau piézométrique dans les éboulis,
- Étude de définition des solutions de protection contre les chutes de blocs dans le lotissement du Colombier.

Les assainissements individuels et les rejets d'eaux pluviales dans les zones G, E et Ra ont pour effet d'accroître le risque mouvements de terrain. Il est donc nécessaire que le réseau d'assainissement collectif soit étendu et qu'un assainissement pluvial soit réalisé dans les zones classées en G, E et Ra.

10.2. Mesures incombant aux propriétaires ou ayant droit des biens et activités existants

Les propriétaires ou ayant droit de canaux d'irrigation existants doivent veiller à leur entretien et au maintien d'une étanchéité absolue.

Il est par ailleurs recommandé de réaliser des travaux destinés à réduire les risques ou leurs conséquences.

ANNEXE 1

LITHOLOGIE DE LA COMMUNE DE BOUYON

Les formations géologiques rencontrées sur la commune de Bouyon, sont les suivantes, de la plus ancienne à la plus récente :

Trias

Muschelkalk – Lettenkohl (t3-6) : Calcaires et dolomies.

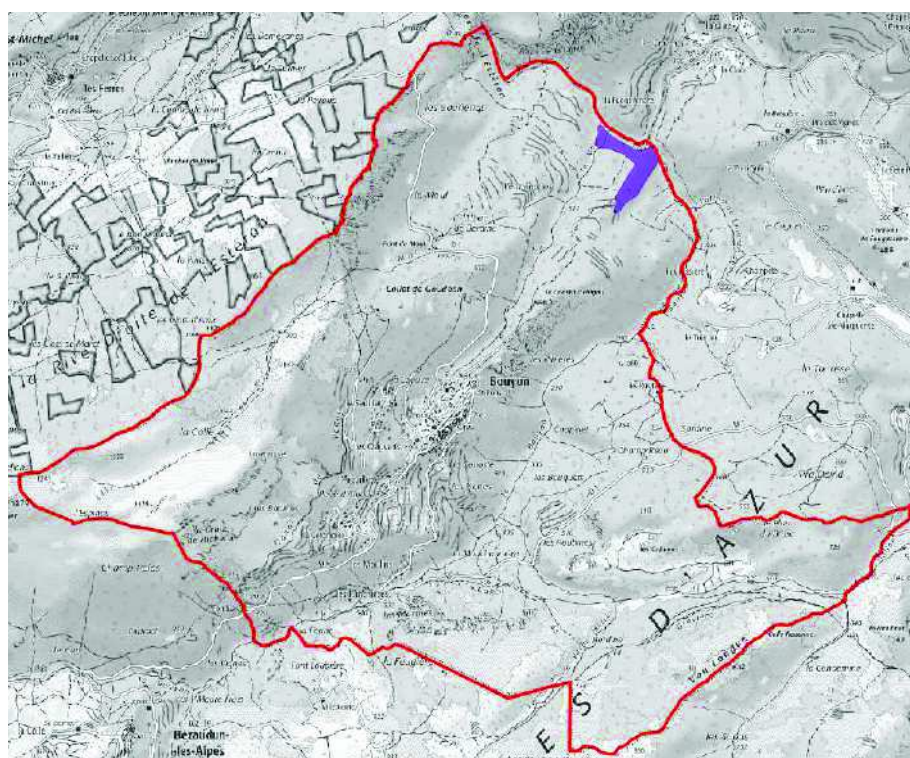


Illustration n° 1 : localisation des calcaires et dolomies du *Muschelkalk – Lettenkohl*

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION

Keuper (t7-9) : Marnes, dolomies, cargneules, et lits de lignite.

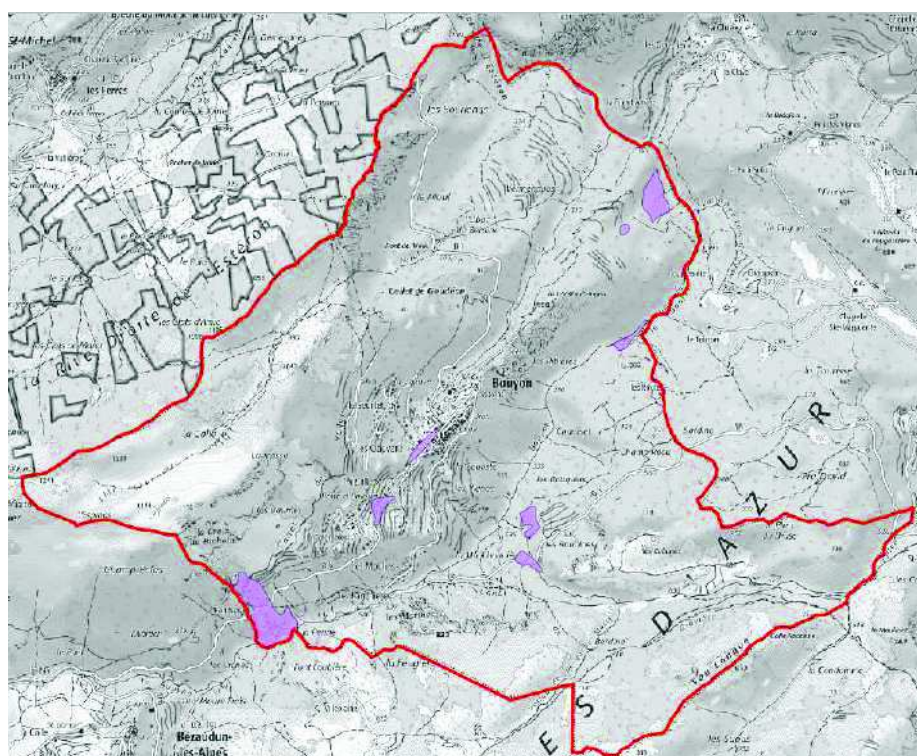


Illustration n° 2 : localisation de la formation du Keuper



**Illustration n° 3 : marnes gypseuses du Keuper – bordure amont de la D8 au SW du village
Photo du 10 avril 2019**

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION

Rhétien (t10) : Calcaires, marnes et marno-calcaires.

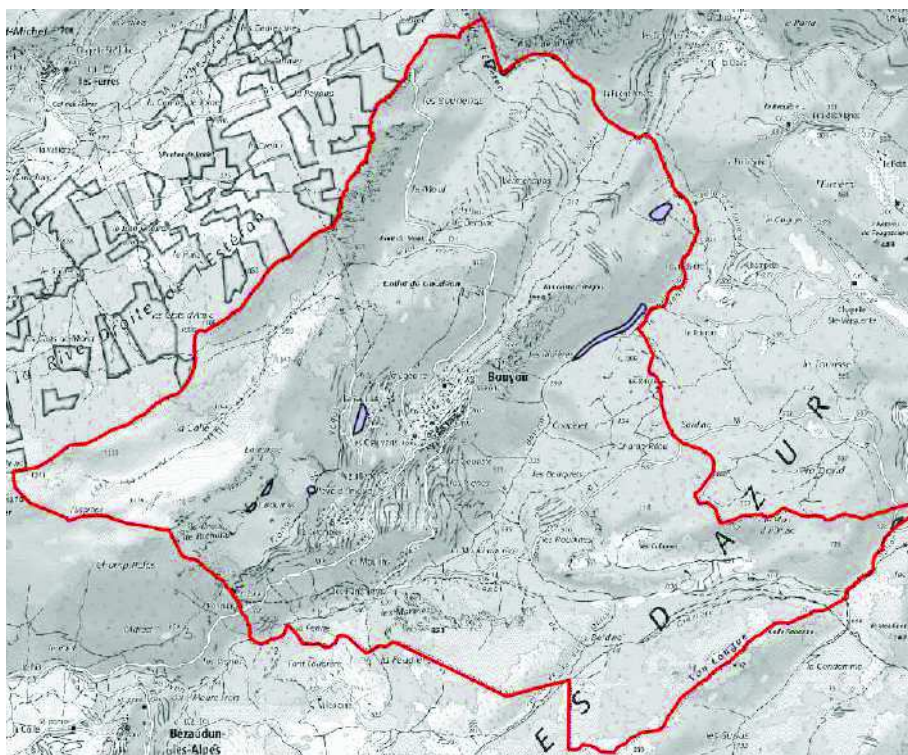


Illustration n° 4 : localisation de la formation du Rhétien

Lias

Le Lias est absent sur la commune.

Dogger

Bajocien (J1) : Calcaires à silex

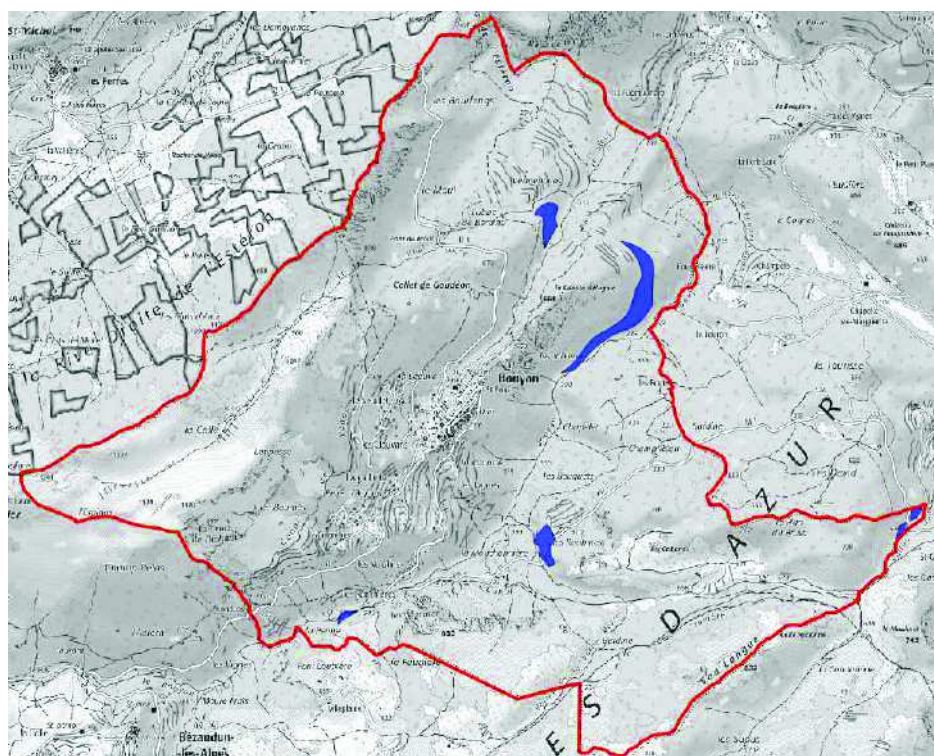


Illustration n° 5 : localisation des calcaires à silex du Bajocien

Dogger indifférencié (J1-2) : Calcaires et dolomies.

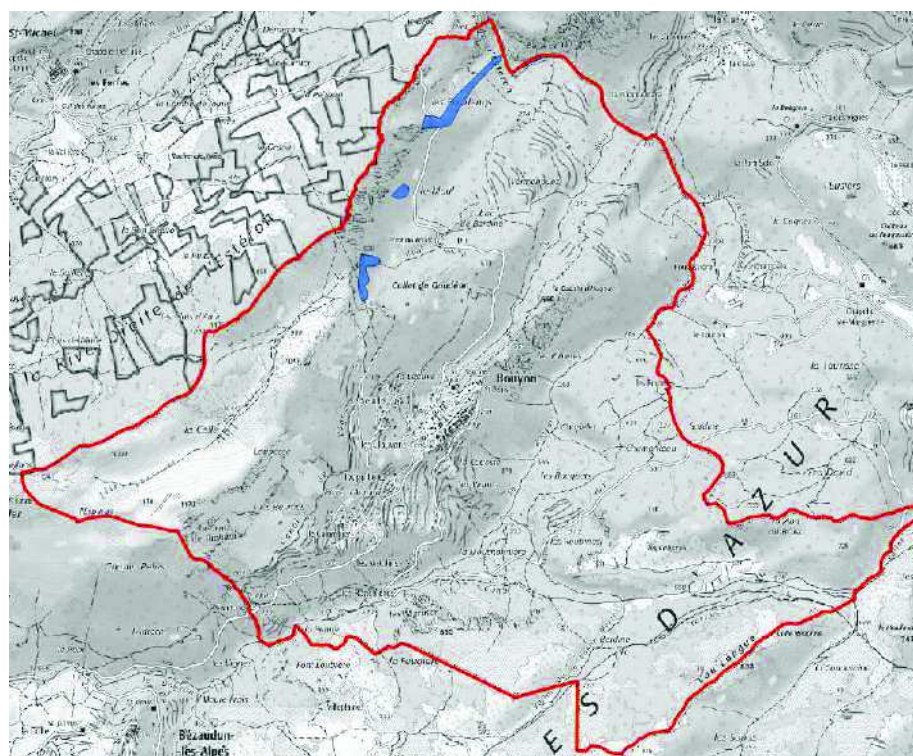


Illustration n° 6 : localisation des calcaires et dolomies du Dogger indifférencié

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION

Bathonien (J2) : Calcaires et dolomies

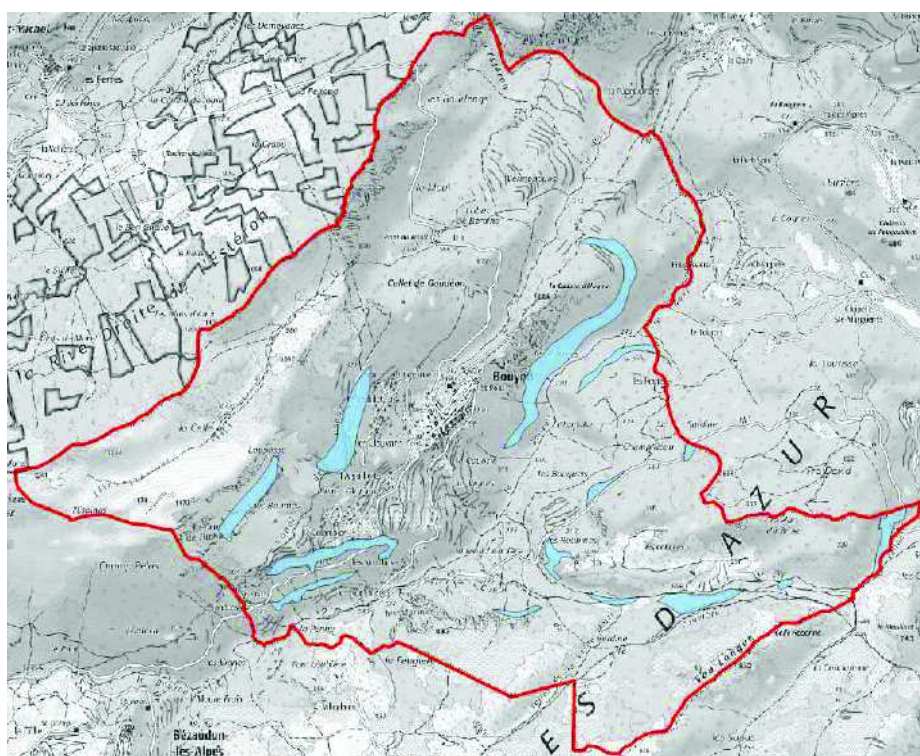


Illustration n° 7 : localisation des calcaires et dolomies du Bathonien

Malm

Malm inférieur indifférencié (J3-5) : Marno-calcaires.

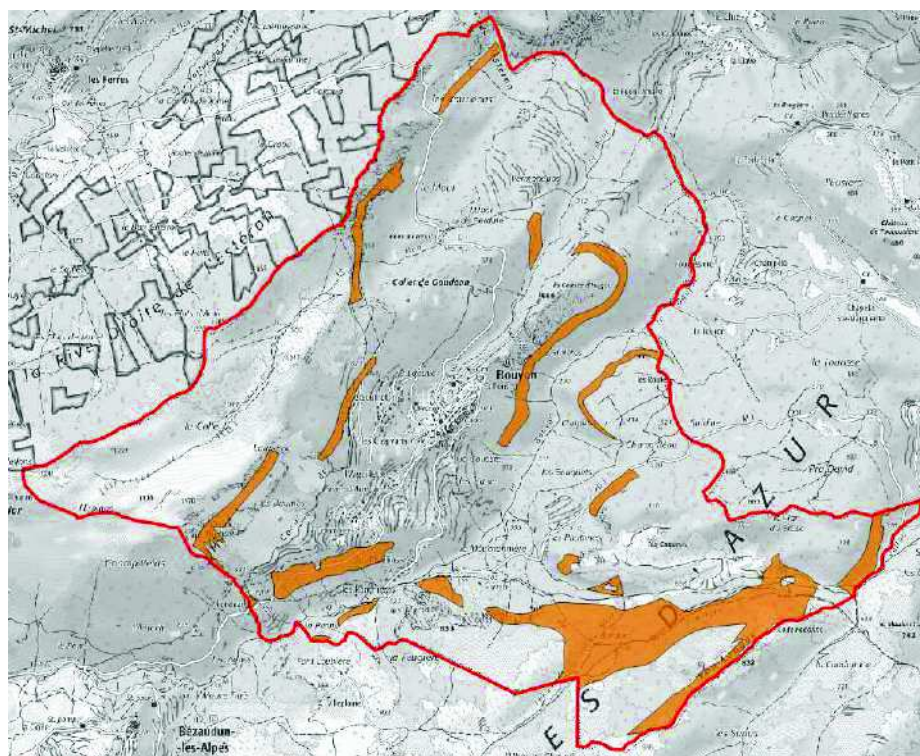


Illustration n° 8 : localisation des marno-calcaires du Malm inférieur indifférencié

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION



**Illustration n°9 : affleurement de marno-calcaires du Malm inférieur (J3-5)
bord de la D1 – quartier les roubines– Photo du 10 avril 2019**

Oxfordien (J4-5) : Argovien indifférencié. Calcaires schisteux ou marneux et marnes.

Oxfordien supérieur (J6) : Calcaires et marnes

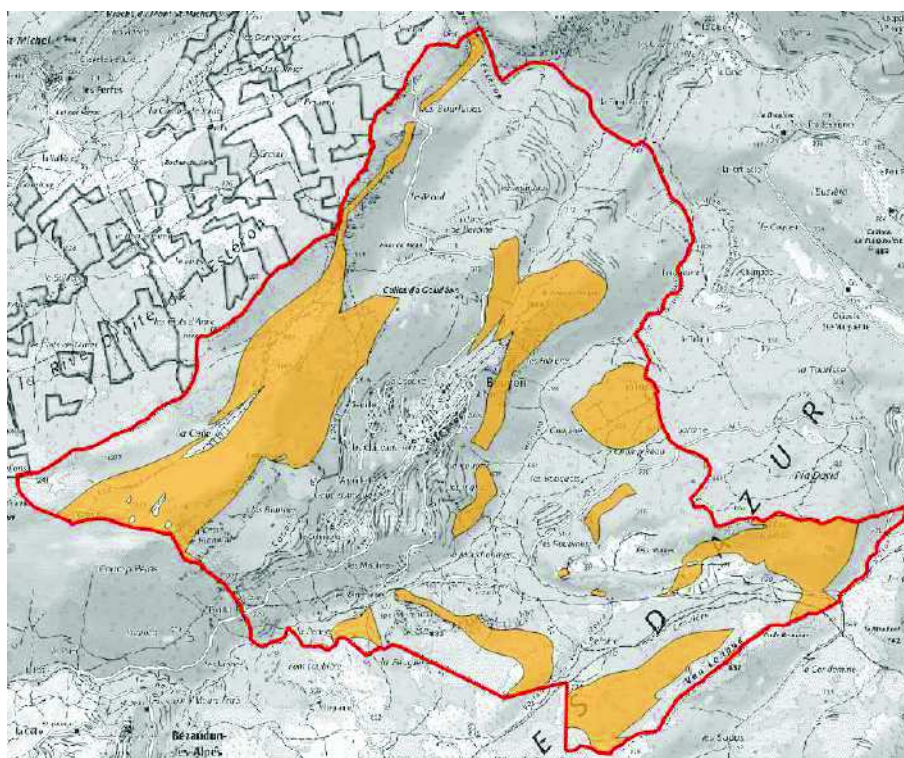


Illustration n° 10 : localisation des calcaires et marnes de l'Oxfordien supérieur

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION



Illustration n°11 : affleurement de calcaires du Malm supérieur fracturé (J6) bord de la D1 – quartier les Bouquets
Photo du 10 avril 2019

Kimméridgien (J7-8) : Calcaires et dolomies

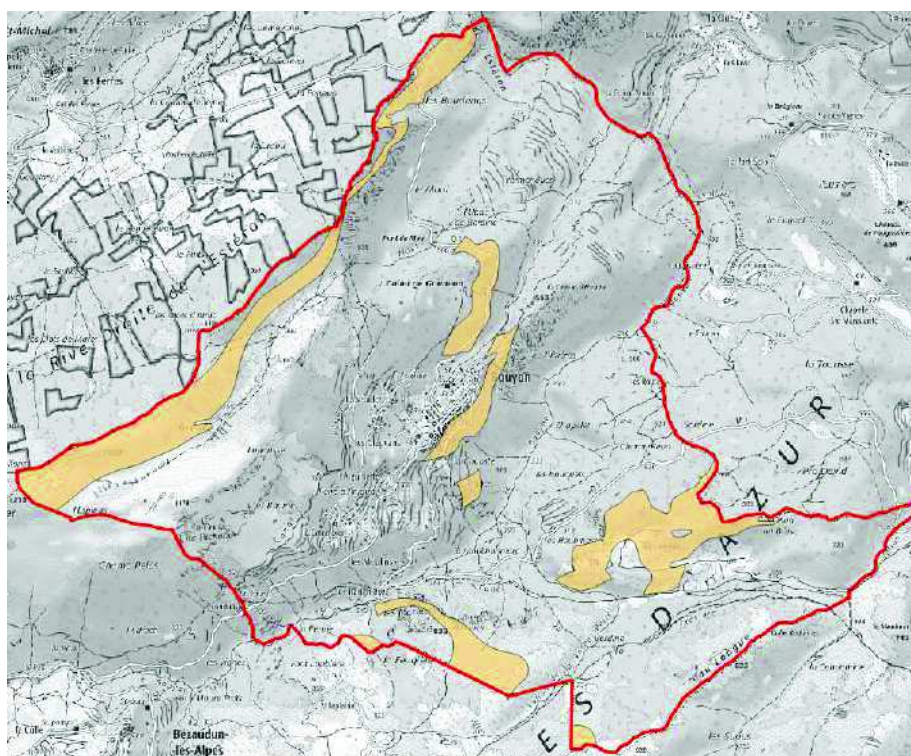


Illustration n° 12 : localisation des calcaires et dolomies du Kimméridgien

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION



Illustration n°13 : affleurement de calcaires et dolomies du Kiméridgien en partie broyés et mêlés à des éboulis en bordure de la D1 en direction des Ferres
Photo du 10 juin 2019

Tithonique (J9) : Calcaires et dolomies.

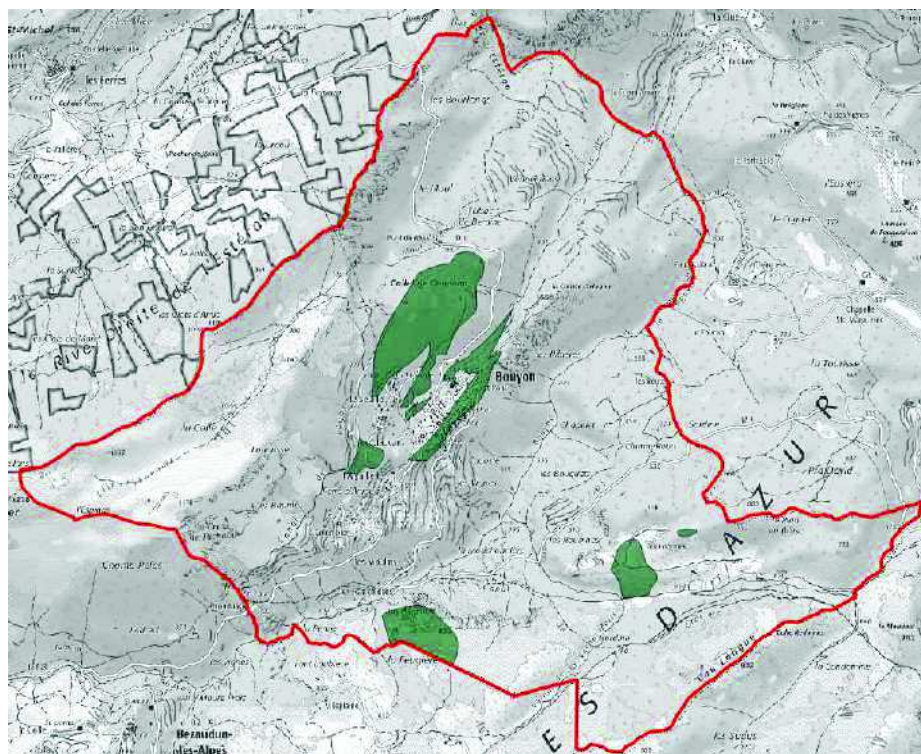


Illustration n° 14 : localisation des calcaires et dolomies du Tithonique

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION



Illustration n°15 : affleurement de Tithonique fracturé au pied du village
Photo du 10 avril 2019

Crétacé

Albien – Cénomaniens (n6-c1) : Marnes noires et marno-calcaires.

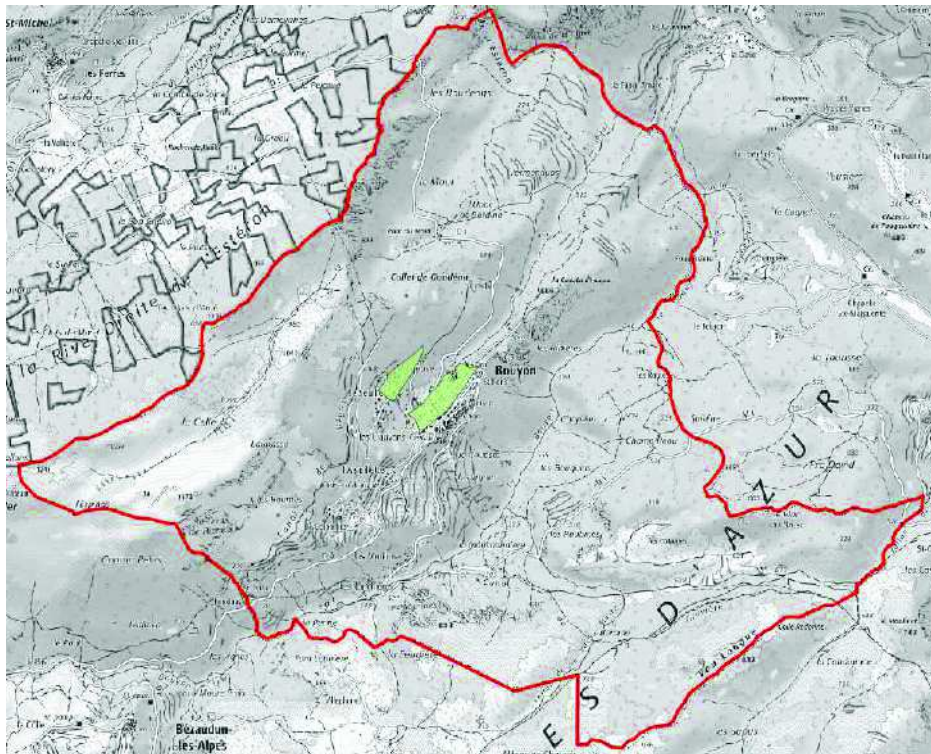


Illustration n° 16 : localisation des marnes noires et marno-calcaires de l'Albien-Cénomaniens

Terrains Quaternaires

Eboulis (E).



**Illustration n°17 : nappage d'éboulis vifs de versant au-dessus de la D1 – Quartier des Matines
Photo du 10 avril 2019**

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION

Eboulis stabilisés (Es)

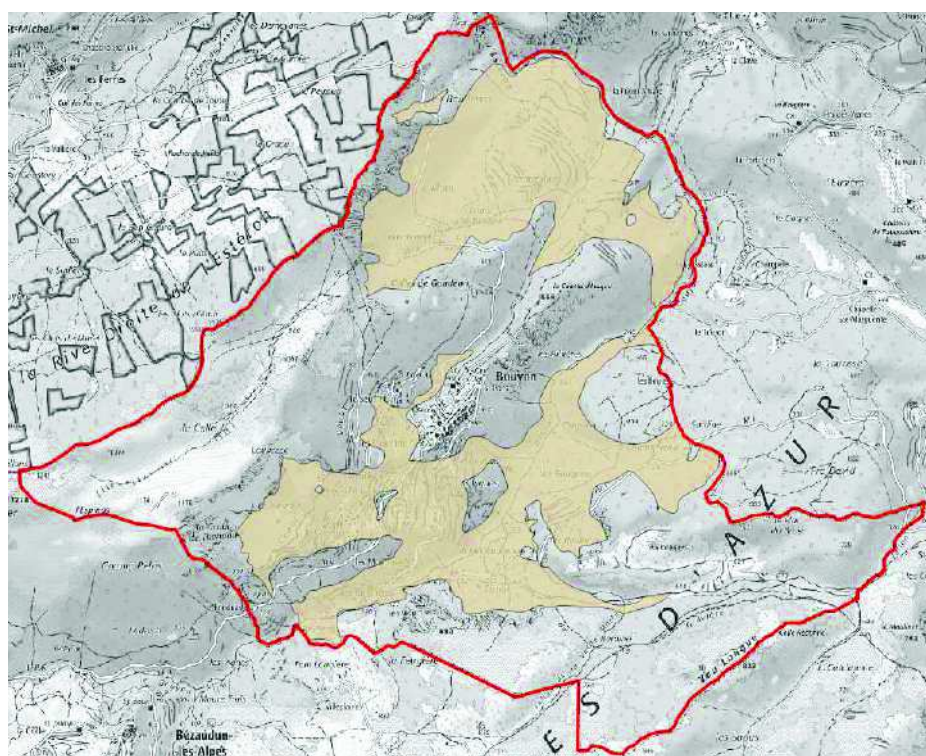


Illustration n° 18 : localisation des éboulis récents stabilisés



**Illustration n° 19 : éboulis plus ou moins consolidé en amont des maisons Quartier des Moulins –
Photo du 10 avril 2019**

Ces éboulis comportent des brèches de pente pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres de hauteur, probables vestiges de l'évolution du versant et témoins d'une topographie ancienne.

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION

Alluvions de fond de vallées (Fz) : Il s'agit de sables, galets ou limons tapissant les fonds de vallées.

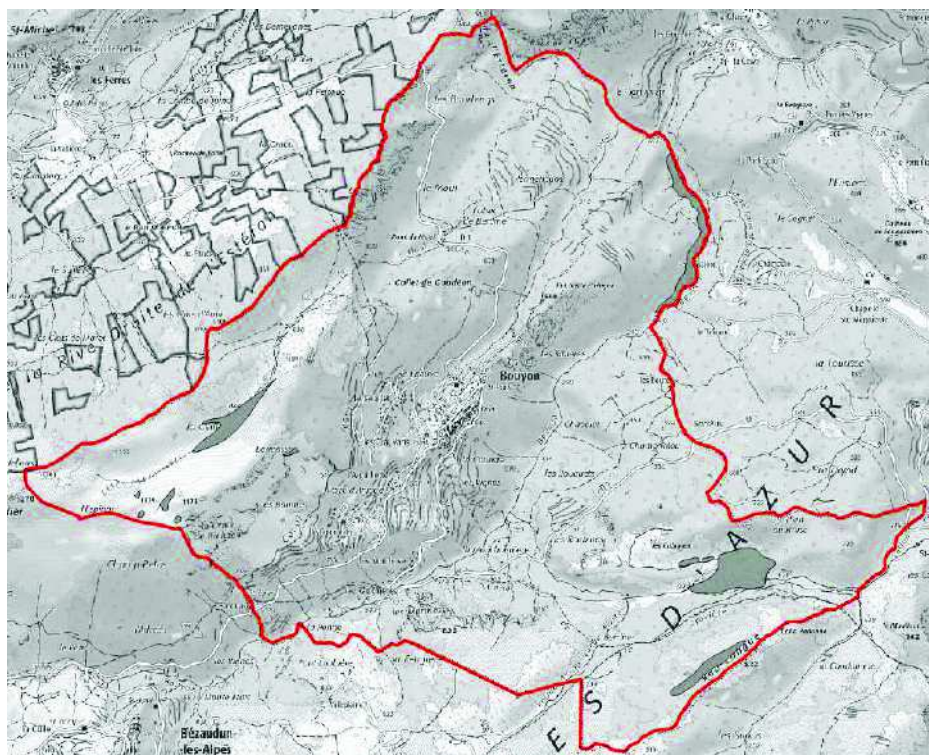


Illustration n° 20 : localisation des alluvions

ANNEXE 2

DONNEES DE L'ETUDE DU CETE DE 1981

Cette étude comprend :

- Une carte géologique ;
- Une carte des études géotechniques à réaliser ;
- Une carte des risques ;
- Un rapport de synthèse.

Le but de l'étude était de réaliser une carte communale. Elle portait sur la partie SW du territoire de la commune.

L'étude concluait de la façon suivante :

Le secteur dont l'étude nous a été confiée ne comporte pas de zone où l'aptitude à la construction y est très bonne ; les seules zones aménageables avec quelques restrictions sont apparemment meilleures que les zones de risques élevées mais de façon toute relative et si l'on admet que l'ensemble de la colline (anciennement glissée) est actuellement stabilisé, ou ne peut être affecté que de mouvements excessivement lents, non discernables à l'échelle humaine.

En effet, nous n'avons pu mettre en évidence, au vu des seules observations de surface, quelconque mouvement d'ensemble de la colline que quelques personnes du villade de BEZAUDUN affirment avoir observé.

Seule la mise en place d'une instrumentation et d'un suivi topographique très précis permettrait de vérifier ces dires.

La possibilité d'un mouvement d'ensemble de la « colline » était évoquée.

Le zonage de risque proposé était le suivant :



Illustration n°1 : extrait de la carte des risques du CETE - 1981

En rouge, figurent tous les risques de niveau 5.

Remarque : aujourd'hui, on parlerait d'aléa, et non de risque pour cette cartographie.

Les constructions étaient autorisées dans la zone mauve ci-dessous, avec obligation d'une étude géotechnique pour les maisons de type R+2 ou de plus de 250 m² de surface au sol.

PPR de Bouyon
 RAPPORT DE PRESENTATION

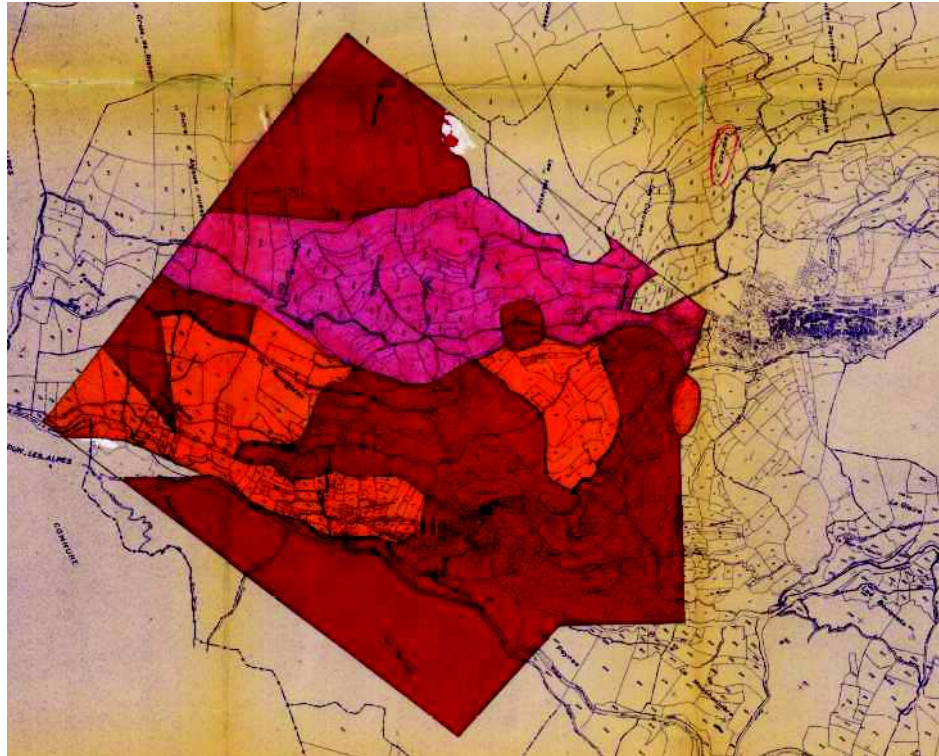


Illustration n°2 : extrait de la carte géotechnique du CETE - 1981

Une carte communale générale du risque mouvements de terrain a été réalisée :

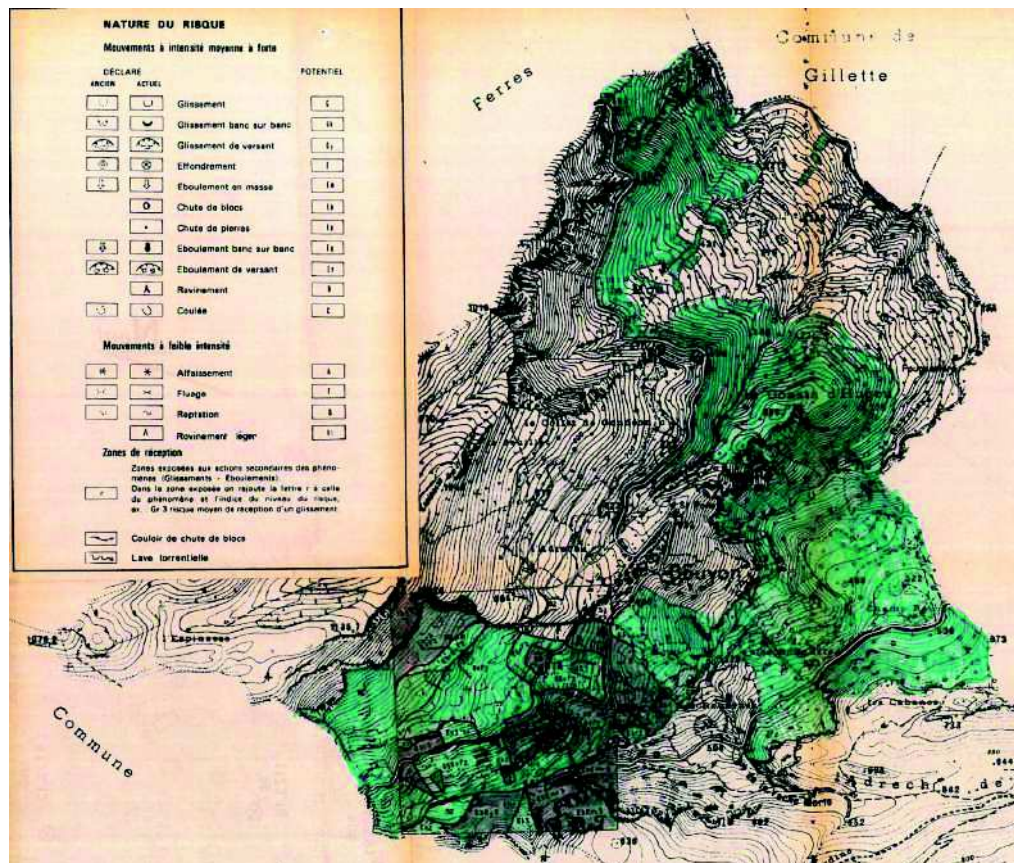


Illustration n°3 : extrait de la carte géotechnique du CETE - 1981

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION

Seule la zone encadrée en partie SW de la commune est indiquée. On peut comprendre que la partie en vert représente globalement la partie de la commune soumise à l'aléa mouvements de terrain.

ANNEXE 3

SYNTHESE DU RAPPORT RTM DU 28 MARS 2017

Il s'agit d'une étude concernant un risque de chute de blocs au quartier des Moulins et des Ranchières.

La prospection menée par le service RTM 06 concerne des masses rocheuses repérées en 2016 par la société ABTS et le bureau IMS RN.

Une quarantaine de constructions sont concernées par le risque.

Un canal d'arrosage sépare une zone amont de forte pente (40 à 50°) de la partie aval du secteur, moins pentue.

Deux masses rocheuses principales ont été identifiées.

Le volume de la plus grosse masse serait de 500 à 600 m³. Il est décrit des fissures de 10 cm de largeur, verticales ou dans la ligne de plus grande pente.

La masse rocheuse est interprétée comme tassant sur sa base calcaire.

Le processus prévisible est défini comme un glissement de la base plus qu'un basculement.

La possibilité de blocs descendant jusqu'à la route départementale est évoquée.

Les pluies, le gel-dégel ou des secousses sismiques sont des facteurs aggravants de l'aléa.

Il est proposé une instrumentation.

Le volume de la deuxième masse est donné pour une centaine de m³.

Les fissures sont décrites comme de moindre importance (quelques centimètres). Le risque est considéré comme également important, et une instrumentation est préconisée.

Des blocs éboulés en amont des propriétés ou sur le canal sont recensés, certains étant récents.

Une quinzaine d'instabilités de volume unitaire 1 m³ sont de plus recensées sur le versant.

Le risque que des blocs atteignent une maison est considéré comme élevé.

Il est demandé une étude géotechnique qui aurait comme contenu :

- identifier, repérer, qualifier de façon exhaustive les masses instables les plus volumineuses (volume supérieur au demi-mètre cube),
- déterminer le niveau de risque de décompression de secteurs particuliers du versant,
- proposer les mesures de protection adaptées (réalisation de confortements actifs en versant et/ou mise en place de barrières d'interception ou de merlons)
- chiffrer les différentes options envisagées,
- préciser la nécessité d'intervenir en urgence sur d'autres instabilités, en définissant les éventuelles mesures à mettre en œuvre en attendant la réalisation des travaux,
- déterminer les zones potentiellement concernées par les chutes de pierres et blocs.

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION

Le versant a été sectionné en zones homogènes, A, B, C, D, E. La limite aval de ces secteurs est le canal d'irrigation.

Le secteur C correspond à un massif individualisé. Le secteur D est décrit comme étant le plus à risque.

Il est dit en conclusion :

- **La mise en place de dispositifs d'instrumentation et d'alerte permettant d'évaluer la vitesse des mouvements des instabilités 1 et 2 et, éventuellement, anticiper l'évacuation des maisons et la fermeture de la route en aval est nécessaire et urgente. Vous trouverez en dossier joint une estimation financière de cette prestation (40 000 € HT pour un an de surveillance, 60 000 € pour 2 années) et un cahier des charges sommaire permettant la consultation de bureaux d'études spécialisés en la matière.**
- **La réalisation d'une étude géotechnique doit également être prescrite sans délai. L'estimation financière d'une telle étude est d'environ 10 000 € HT.**

Des plans et fiches descriptives sont jointes :



Illustration n°1 : zonage proposé par le service RTM 06

PPR de Bouyon
 RAPPORT DE PRESENTATION

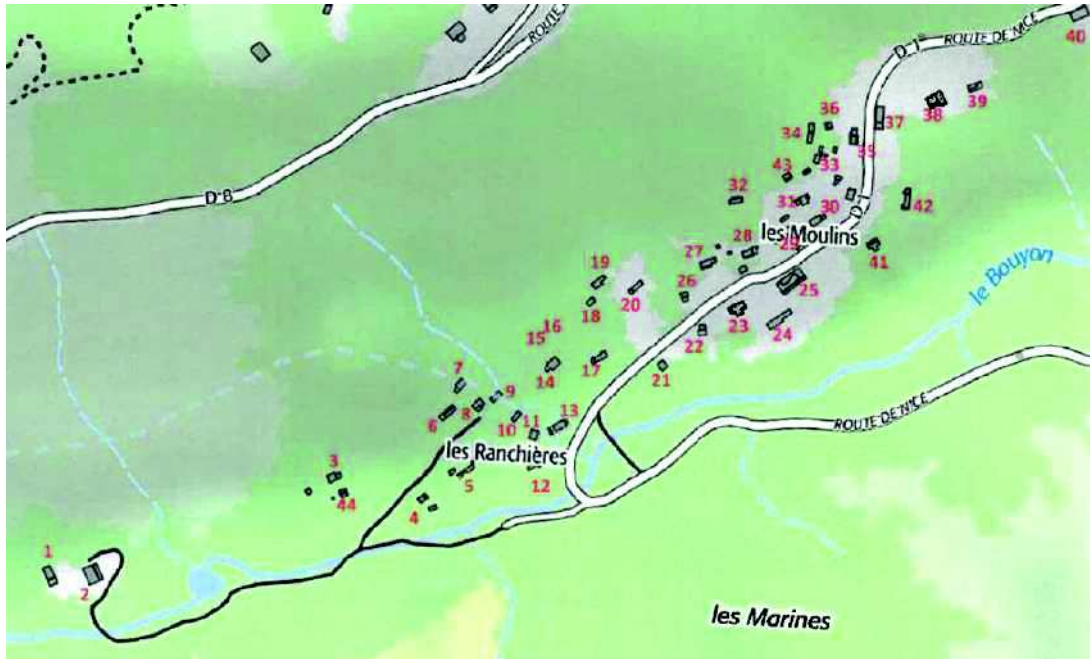


Illustration n°2 : localisation des constructions

Secteur D		Instabilité 1		
Date visite : 20/03/2017				
Description / diagnostic visuel : Eperon rocheux fracturé en cours de décollement suite au tassement de l'ensemble sur sa base calcaire fracturée				
Niveau d'aléa initial :				
Très fort	Fort	Moyen	Faible	Très faible
Caractéristiques dimensionnelles Source BE ABTS : H 20 m ; Vol 5 à 600 m ³				
Proposition de travaux de protection : Instrumentation et confortement après mise en sécurité				
	Quantité		Quantités	
- Purge (m ³) :		- Boulon ancrage Ø25mm L= m	●	A déterminer par étude
- Canevas de câbles (m) :	X	- Boulon ancrage Ø28mm L= m	●	
- Filet plaqué (Lxh=m ²) :	X	- Boulon ancrage Ø32mm L= m	●	
- Grillage plaqué (Lxh=m ²) :		- Boulon ancrage Ø40mm L= m	●	

Vue rive droite



Illustration n°3 : instabilité 1
 – secteur D

PPR de Bouyon
 RAPPORT DE PRESENTATION



Illustration n°4 : vues du bloc rive gauche – Instabilité 1

Secteur D		Instabilité 2		
Date visite : 20/03/2017				
Description / diagnostic visuel :				
Eperon rocheux fracturé en cours de décollement suite au tassement de l'ensemble sur sa base calcaire fracturée				
Niveau d'aléa initial :				
Très fort	Fort	Moyen	Faible	Très faible
Caractéristiques dimensionnelles				
Source BE ABTS : H 15 m ; Vol environ 100 m ³				
Proposition de travaux de protection : Instrumentation et confortement après mise en sécurité				
	Quantité		Quantités	
- Purge (m ³) :		- Boulon ancrage Ø25mm L= m	●	A déterminer par étude
- Canevas de câbles (m) :	X	- Boulon ancrage Ø28mm L= m	●	
- Filet plaqué (Lxh=m ²) :	X	- Boulon ancrage Ø32mm L= m	●	
- Grillage plaqué (Lxh=m ²) :		- Boulon ancrage Ø40mm L= m	●	

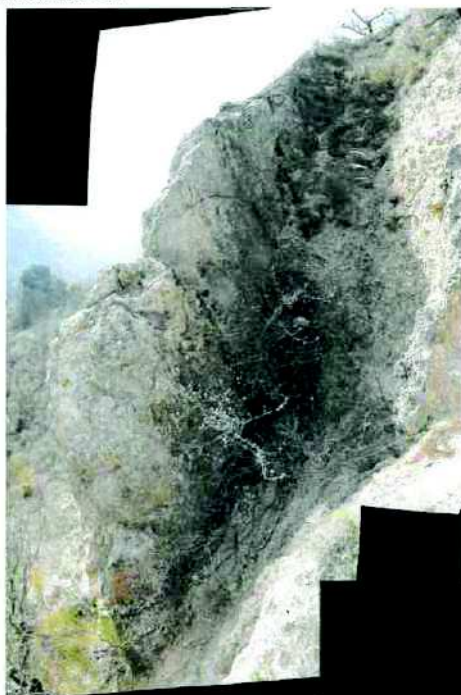
Vue rive gauche



Illustration n°5 : instabilité 2
 – secteur D

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION

Vue de dessous



Vue de la rive droite, de la partie aval
et d'autres instabilités pouvant être
déstabilisées dans le goulet aval
en cas de chute

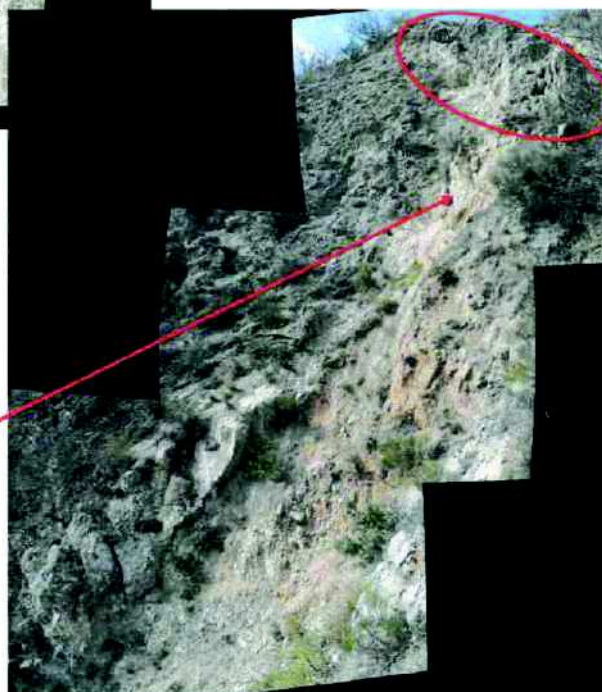


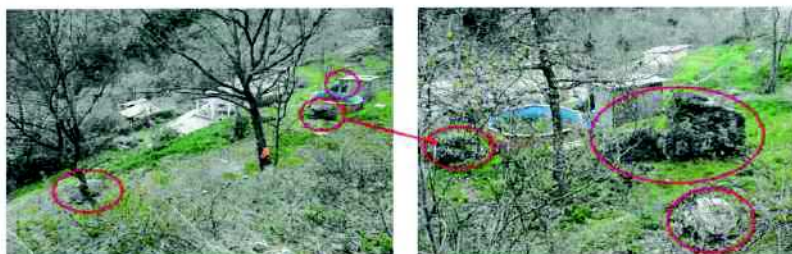
Illustration n°6 : instabilité 2 – secteur D

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION



Illustration n°7 : vue générale des instabilités recensées

Exemples de blocs éboulés sur la zone à enjeux - secteur B



Exemples de blocs éboulés sur le canal - secteur D



Illustration n°8 : blocs éboulés sur le secteur B

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION



Exemples de blocs descendus sur la zone à enjeux - secteur D



Illustration n°9 : blocs éboulés sur le secteur D

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION

Exemples d'enjeux exposés – secteurs B et C (vue depuis le sommet du piton rocheux secteur C)



Exemples d'enjeux exposés – secteurs C et D (vue depuis le sommet du piton rocheux secteur C)



Illustration n°10 : exemples d'enjeux – secteurs C et D

ANNEXE 4

SYNTHESE DE L'ETUDE SOL SYSTEMES DU 3 JUIN 2019

La zone est décrite comme formée d'éboulis consolidés recouvrant sans doute des marnes dolomies, cargneules ou gypse du Keuper, surmontés de reliefs calcaires ou dolomitiques du Jurassique.

L'épaisseur des niveaux de gypse est donnée comme pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres. Ils sont sensibles aux conditions hydriques, des cavités ou des affaissements pouvant s'y former par dissolution.

La zone est située entre la route de Bézaudun en amont et la route de Nice en aval.

La pente moyenne est donnée pour 25° S.SE. Localement, elle peut être supérieure à 50° et atteindre même la verticale.

Des aménagements en restanques ont eu lieu par le passé.

En 1983, le risque avait déjà été présenté à la population de la façon suivante :

Le risque géologique est double :

- Effondrement par altération naturelle des blocs rocheux d'éboulis qui surplombent la zone.
- Glissement de terrain à la fois, par saturation des éboulis de pente argileuse, et par évolution des gypses qui se trouvent en profondeur sous l'influence des circulations d'eau d'infiltration.

Ces deux types de phénomène, qui sont parfois liés, se sont déjà produits dans cette région de la Commune et peuvent se reproduire surtout en cas de circonstance atmosphérique défavorable.

Selon la carte du CETE de 1981, la zone est classée en risque potentiel (2) ou en risque déclaré ou potentiel (1).

En zone 1, toute construction à usage d'habitation devait être prohibée en l'absence de travaux confortatifs du versant.

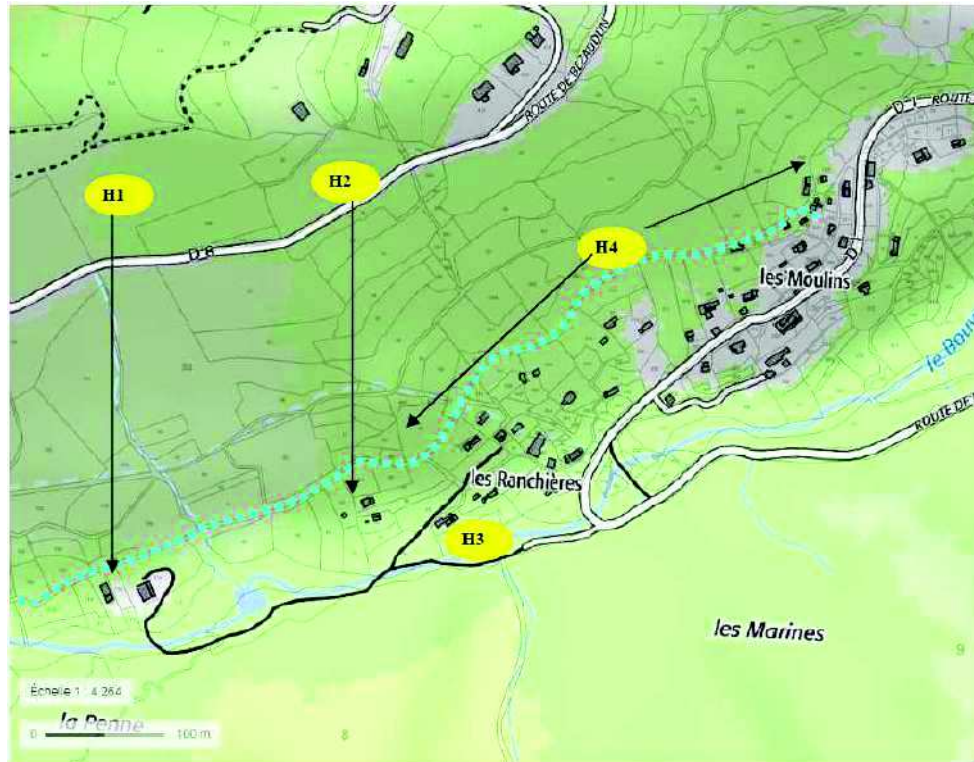
En zone 2, toute construction devait être prohibée en l'absence d'étude géotechnique approfondie.

Sol Systèmes relate l'historique de l'urbanisation du secteur, et constate :

- Quatre habitations en 1948
- Des îlots d'habitation en 1974, pouvant comporter des cabanons
- Un accroissement de ces îlots en 1982, tous situés sous le canal d'arrosage
- Une évolution du nombre d'habitations jusqu'à nos jours, mais toutes situées en aval du canal d'arrosage
- Un abandon progressif des cultures en amont du canal

- Une densification de la végétation sur l'ensemble de la zone, hormis à l'ouest où affleurent des formations rocheuses.

L'ensemble des habitations de la zone sont regroupées en 4 secteurs H1 à H4, cartographiés de la façon suivante :



**Illustration n°1 : carte des habitations du secteur
Page 12 du rapport Sol Systèmes**



Illustration n°2 : vue des deux habitations notées H1



Illustration n°3 : vue des deux habitations notées H2

Des blocs de tailles plurimétriques et métriques sont visibles sur le site H2, témoignant de chutes anciennes.

En H3, des blocs de taille cyclopéenne sont mentionnés. Il s'agit de calcaires massifs du type de ceux qui affleurent très en amont de la zone.

En H4, l'habitat est continu. Des blocs sont observables, de l'ordre de 0.5 à 1 m³.

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION

Sur la base de ces observations, la zone d'étude a été sectorisée en trois :

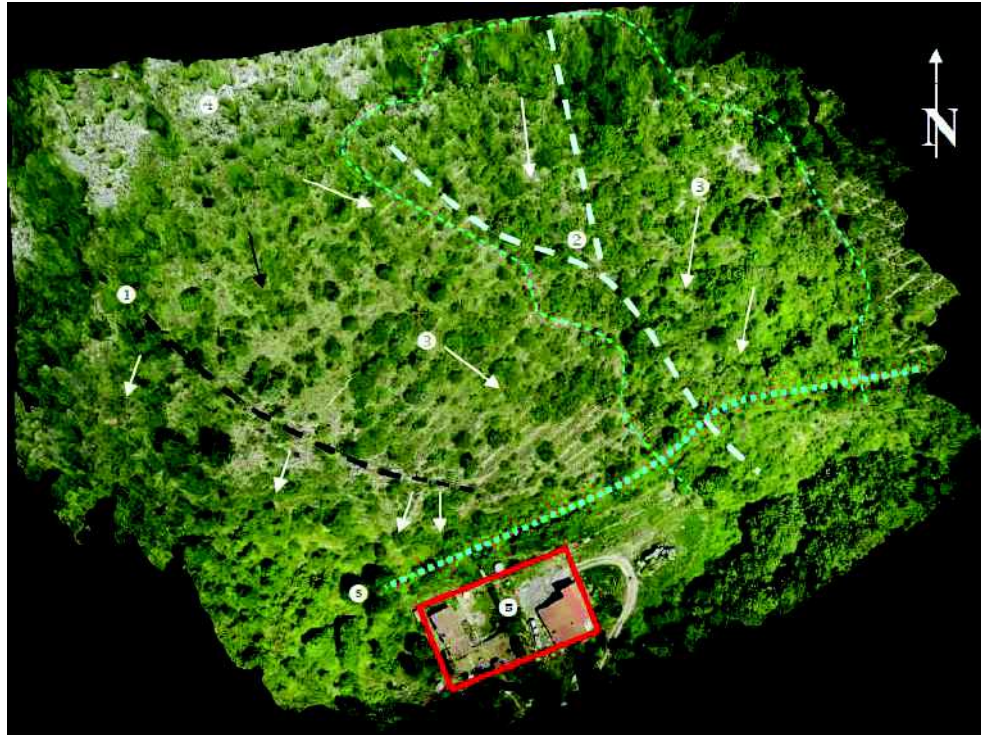


Illustration n°4 : localisation des trois zones
Annexe A0 du rapport Sol Systèmes

La zone 1 intègre le secteur d'habitation H1. Des formations calcaires sont présentes immédiatement sous la route de Bézaudun, fracturées, formant des blocs ou blocailles de petite taille. Des blocs posés sont notés.

Un ressaut rocheux pouvant générer des blocs est noté au NW des habitations ;

Cette zone est caractérisée par la présence d'éboulis de pente plus ou moins indurés.



- ❶ Léger ressaut rocheux orienté Nord Ouest / Sud Est
- ❷ Talweg avec plusieurs ramifications secondaires et zone d'influence
- ❸ (→) Orientation générale de la pente
- ❹ Zone d'affleurement rocheux
- ❺ Canal d'arrosage (segment)
- ❻ Enjeux

Illustration n°5 : caractéristiques de la zone 1

En zone 2, une zone rocheuse formant un pain de sucre, est présente en amont du canal d'arrosage.

Des blocs éboulés de grande taille (plusieurs m³) sont présents dans les jardins près des habitations en aval du canal.

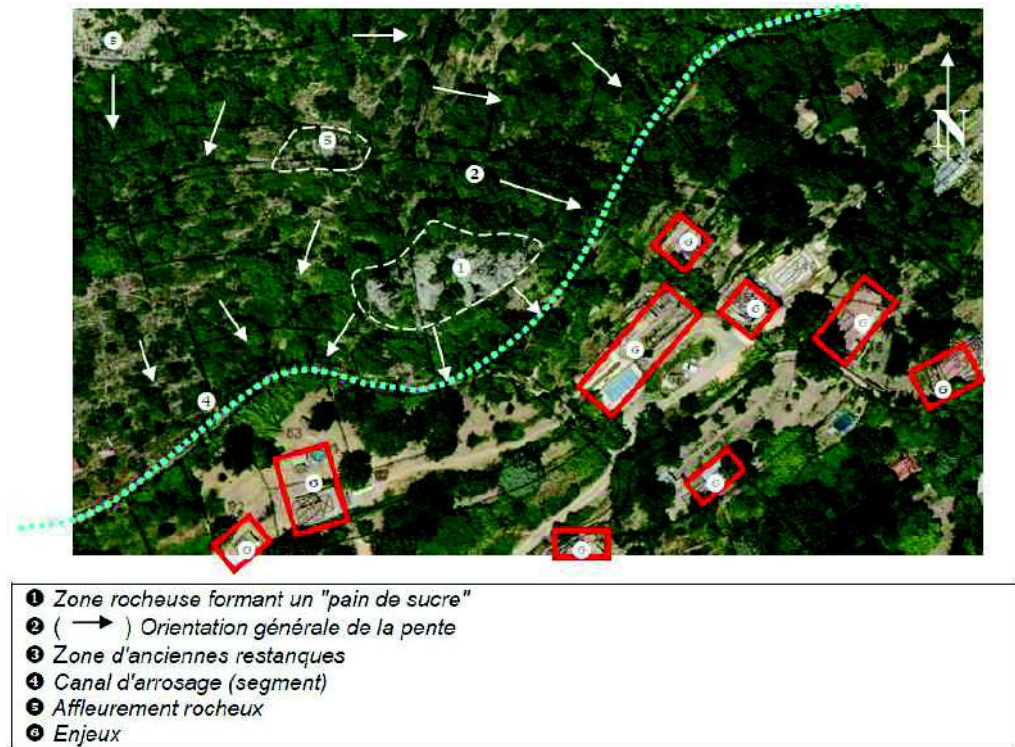


Illustration n°6 : caractéristiques de la zone 2

En zone 3 existent des affleurements rocheux très escarpés, altérés et fracturés.
Sur le sentier parcourant la zone en amont du canal, des blocs provenant d'un escarpement rocheux de plusieurs mètres de hauteur sont tombés.

Dans la partie centrale de cette zone, un cirque d'érosion s'est formé, avec dépôts immédiatement en amont du canal d'irrigation.

Un cône d'éboulis s'est formé dans un talweg en partie SW de la zone, traversant le canal d'irrigation.

De nombreux blocs éboulés sont présents en bordure du canal d'arrosage et en aval de celui-ci.



- ① Zones rocheuses affleurantes plus ou moins altérées
- ② (→) Orientation générale de la pente
- ③ Sentier
- ④ Canal d'arrosage (segment)
- ⑤ Talweg

Illustration n°7 : caractéristiques de la zone 3

Un modèle numérique de terrains a été effectué à partir d'un relevé photogrammétrique.

La précision planimétrique serait de 4 mm, la précision altimétrique serait de 8 mm.

Les classes d'instabilité ont été définies comme suit :

Classe	Volume
Chute de pierres	Quelques dm ³
Chute de blocs	De quelques dm ³ à quelques dizaines de m ³
Eboulement en masse	Supérieur à une centaine de m ³
Eboulement en grande masse	Supérieur à la centaine de milliers de m ³

L'aléa est défini par une probabilité d'occurrence et un délai :

Probabilité d'occurrence	Description
Très élevée	L'occurrence du phénomène paraît évidente. Sa non-occurrence serait exceptionnelle
Élevée	L'occurrence du phénomène semble plus probable que sa non-occurrence
Modérée	La probabilité d'occurrence est égale à la non-occurrence
Faible	La non-occurrence est plus probable
Très faible	La non-occurrence du phénomène paraît évidente. L'occurrence serait exceptionnelle

Délai	Description
Imminent	Quelques heures à quelques mois
Très court terme	Environ 2 ans
Court terme	Environ 10 ans
Moyen terme	Entre 30 et 50 ans environ
Long terme	Plus de 100 ans

PPR de Bouyon
 RAPPORT DE PRESENTATION

Le tableau suivant concernant l'aléa en est déduit :

		Probabilité				
		Très faible	Faible	Modérée	Elevée	Très élevée
Délai	Imminent	X	X	X	Très élevé	Très élevé
	Très court terme	X	X	Elevé	Elevé	Très élevé
	Court terme	X	Moyen	Moyen	Elevé	Elevé
	Moyen terme	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Elevé
	Long terme	Faible	Faible	Faible	Moyen	Moyen

Remarque : dans la méthodologie des PPR, l'aléa est défini comme le croisement d'une fréquence et d'une intensité.

La définition proposée par Sol Systèmes est donc différente, puisque la classe d'instabilité n'y entre pas.

Le risque, comme dans la méthodologie PPR, est définie par le croisement entre l'aléa et les enjeux concernés par l'aléa :

	L'enjeu est atteint exceptionnellement	La probabilité d'atteinte est plus forte que la non atteinte	La non atteinte serait exceptionnelle
Risque	Très faible / Faible	Moyen	Fort / Très fort

Les blocs ou masses rocheuses identifiés ont fait l'objet de fiches descriptives intégrant les dimensions, volumes, inclinaisons des plans d'appui des blocs, le niveau d'aléa, le phénomène de rupture possible et une proposition de traitement de la zone.

Les instabilités sont récapitulées sur la planche suivante :



Illustration n°8 : localisation des instabilités

Des simulations des trajectoires ont été effectuées à l'aide du logiciel ROCKFALL.

Les volumes de référence peuvent varier de 0.5 à 1 m³ à plusieurs dizaines de m³ selon les zones. Les projectiles du modèle sont sphériques.

Les coefficients de restitution des sols retenus sont les suivants :

	<i>Coef de restitution du sol normal (Rn)</i>	<i>Coef de restitution du sol tangentiel (Rt)</i>
<i>Rocher sain ou affleurant</i>	<i>0.35 à 0.53</i>	<i>0.85 à 0.9</i>
<i>Talus végétal</i>	<i>0.32</i>	<i>0.8</i>
<i>Zone courante d'aménagement</i>	<i>0.4</i>	<i>0.9</i>

Les vitesses initiales ont été prises nulles.

Les altitudes de départ correspondent à celles des blocs en équilibre précaire.

Des simulations ont également été effectuées après positionnement de parades passives.

La forêt ou la végétation, pouvant être modifiées, ne sont pas prises en compte.

Les résultats permettent d'évaluer la distance de propagation, la hauteur des rebonds et l'énergie cinétique des blocs, ce qui entraîne un positionnement et un dimensionnement possible des parades passives.

L'étude commence par recenser les blocs déjà éboulés.

En zone 1, à proximité du secteur H1, aucun bloc de taille significative n'a été identifié.

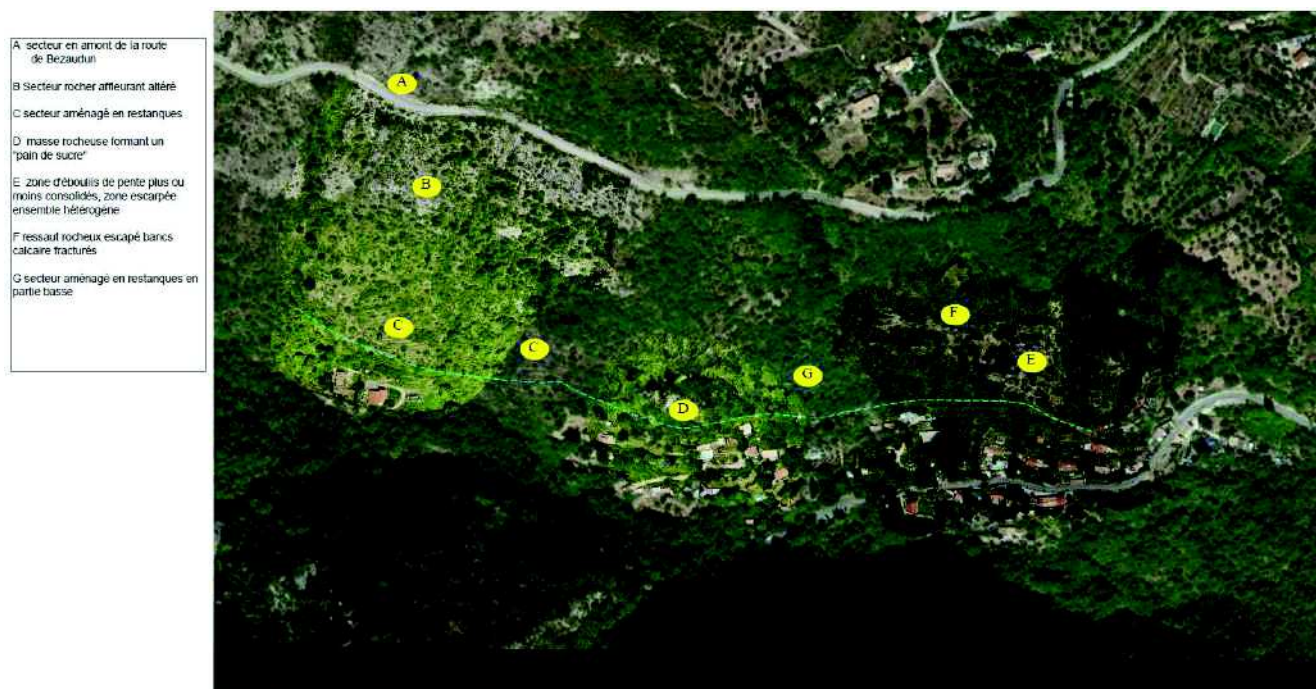
En zone 2, une masse rocheuse formant un pain de sucre a été identifiée.

Autour des habitations H2 au SW du pain de sucre, des blocs de taille métrique à plurimétrique ont été repérés. De même en bordure du canal d'irrigation au SE du pain de sucre.

Des blocs cyclopéens ont été notés à proximité des habitations H3.

En zone 3, des blocs éboulés ont été identifiés sur le talus en aval du canal.

Les 3 zones ont été différenciées en sous-secteurs selon le plan suivant :



**Illustration n°9 : localisation des sous-secteurs
Annexe A10 du rapport Sol Systèmes**

En zone 1, bien qu'il existe des blocs visibles sur les pentes en amont du canal, Sol Systèmes n'a pas recensé de blocs en aval du canal de taille significative pouvant provenir des secteurs amont.

En zone 2, une masse rocheuse en forme de pain de sucre est décrite comme mesurant 50 m de longueur, pour une hauteur d'environ 25 m côté aval et de l'ordre de 6 m côté amont.



Illustration n°10 : masse rocheuse de la zone 2 du rapport Sol Systèmes page 34

Elle est décrite comme étant constituée d'éboulis consolidés dont la fracturation entraîne la formation d'écaillés rocheuses ou de dièdres.

Des blocs éboulés de 100 à 200 L sont observables immédiatement en aval, enchâssés dans les arbres.

Des blocs éboulés de taille métrique à plurimétrique se trouvent en aval du canal, à proximité des habitations.

Au niveau du secteur F, un ressaut rocheux escarpé a été identifié, constitué de calcaires plus ou moins fracturés.

Des blocs de 0.5 à 1 m³ y sont individualisés. Des blocs éboulés et des groupes de blocs ou masses sont observables en pied du ressaut rocheux.

Dans le secteur E, on trouve des éboulis de pente hétérogènes, consolidés ou bréchiques. Des blocs rocheux calcaires de grande taille, métriques, sont présents dans ces brèches. Ils s'en détachent et se propagent dans la pente.

Deux grandes masses en équilibre précaire, notées M1 et M2, ont été repérées.



Illustration n°11 : aspect des brèches de la zone 3

Rapport Sol Systèmes page 38

Le secteur noté G est situé entre les zones 2 et 3.

De nombreux blocs de petite taille, de quelques dizaines de litres à centaines de litres ont été notés dans la pente.

Le canal d'irrigation est situé sur une banquette de largeur inférieure à 2 m.

Des blocs éboulés sont présents, en zones 2 et 3, en aval du canal, entre les habitations ou à proximité immédiate.

Sol Systèmes envisage des parades de type passives ou actives, selon l'emprise disponible et la proximité des enjeux ou encore de la surveillance.

PPR de Bouyon
RAPPORT DE PRESENTATION

Les caractéristiques des trois zones sont synthétisées dans le tableau suivant :

	ZONE 1	ZONE 2	ZONE 3
Géomorphologie	<i>Pente régulière globalement faiblement inclinée, aménagée d'anciennes restanques peu entretenues sur l'ensemble de la partie médiane jusqu'au canal d'irrigation.</i>	<i>Massif rocheux isolé formant un pain de sucre, surmontant un talus raide en amont du canal formant un ressaut d'éboulis plus ou moins consolidés.</i>	<i>Ressaut rocheux en amont du sentier surmontant une pente à forte déclivité, très ravinée, jusqu'au canal d'irrigation</i>
Zone de départ des blocs	<i>La zone de départ des blocs se situe principalement en amont dans le 1^{er} tiers de la pente Une zone de départ secondaire est identifiable au niveau du petit ressaut aval.</i>	<i>Le "pain de sucre" et ses abords immédiats. Talus de rive du canal d'irrigation.</i>	<i>Ressaut rocheux en amont du sentier. Talus rocheux altéré et raviné.</i>
Nature géologique des blocs dans la zone de départ	<i>Bancs calcaires fracturés.</i>	<i>Brèches de pente consolidées plus ou moins fracturées.</i>	<i>Blocs calcaires en amont du sentier. Masses et blocs bréchiques plus ou moins consolidés dans le talus rocheux.</i>
Zone de propagation	<i>Les restanques</i>	<i>Talus pentu en aval du "pain du sucre" et en aval du canal</i>	<i>Talus pentu rocheux très altéré</i>
Taille des blocs dans les zones de départ	<i>Masses de plusieurs m³ localement Blocailles de quelques litres à dizaines de litres</i>	<i>Blocs et masses de tailles métriques à plurimétriques</i>	<i>Blocs et masses de tailles métriques à plurimétriques</i>
Localisation des enjeux	<i>En aval du canal d'irrigation dans une zone très faiblement pentue aménagée en larges restanques</i>	<i>En aval du canal d'irrigation Les blocs éboulés sont disposés autour et en aval des enjeux</i>	<i>En aval du canal d'irrigation Des blocs éboulés sont présents autour et en aval des enjeux</i>
Taille des blocs éboulés dans les zones des enjeux	<i>Bloc de tailles pluridécimétriques Pas de blocs éboulés dans la zone des enjeux</i>	<i>Les blocs éboulés présentent des tailles métriques à plurimétriques : Bloc 8 : V ≈ 40 m³ Bloc 10 : V ≈ 16.m³ Bloc 11 : V ≈ 25m³ Bloc 12 : V ≈ 8m³</i>	<i>Blocs de taille métrique</i>

Dans la zone 1, il est dit que la mise en place de parades est secondaire.

En zone 2, la probabilité que les enjeux soient atteints en cas de chute de blocs est jugée forte. Le risque est élevé à très élevé.

En zone 3, la probabilité que les enjeux soient atteints en cas de chute de blocs est jugée également forte, notamment au regard de la présence des masses notées M1 et M2. Le risque est élevé à très élevé.



Illustration n°12 : masse M1 (B17) - Fiche Sol Systèmes annexe 1 A5



Illustration n°13 : masse M2 (B18) - Fiche Sol Systèmes annexe 1 A5

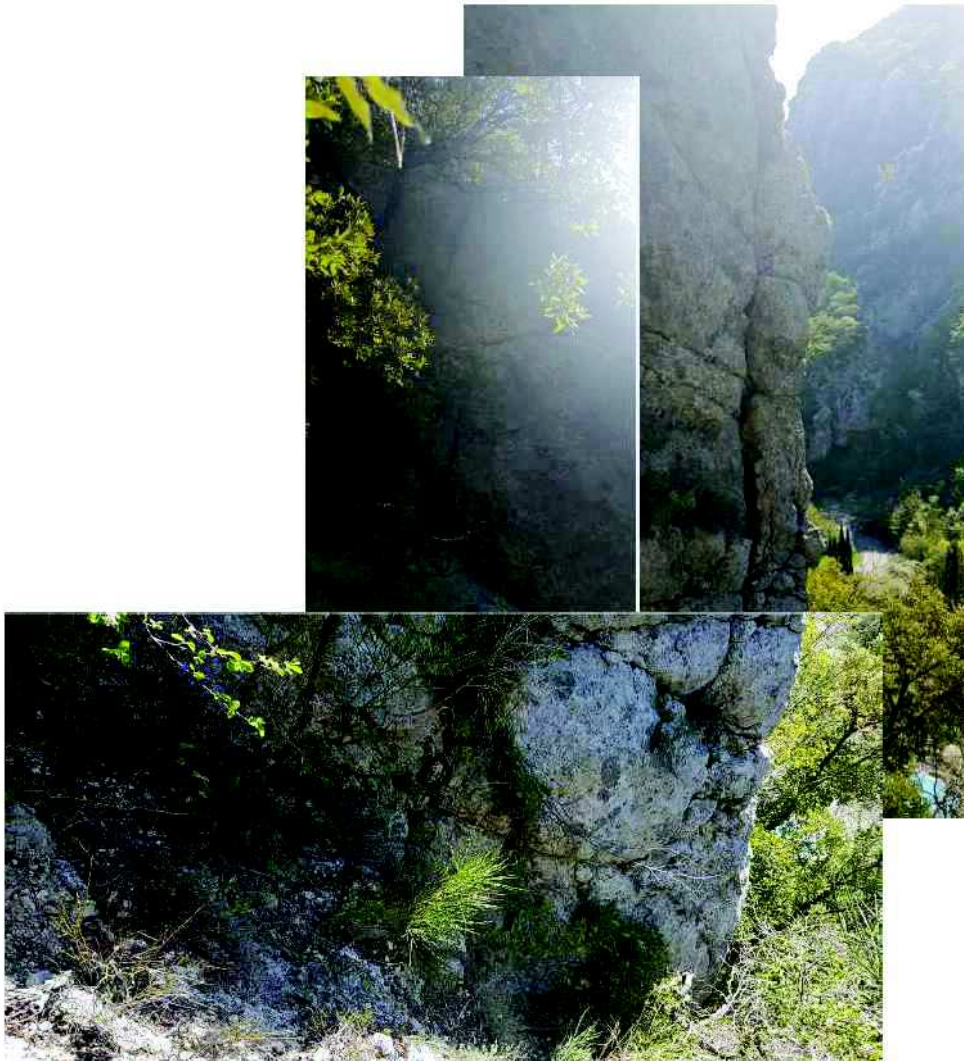


Illustration n°14 : masse A2 - Fiche Sol Systèmes annexe 1 A5



Illustration n°15 : masse A3 - Fiche Sol Systèmes annexe 1 A5

Des études trajectographiques ont été réalisées sur chaque zone. Les résultats intègrent les paramètres suivants :

- Le point d'arrêt des blocs dans leur chute
- La hauteur de rebond maximale au-dessus de la pente
- L'énergie cinétique maximale
- L'énergie cinétique à 95% percentile.

Zone 1

Le profil retenu est le suivant :



Illustration n°16 : localisation du profil 1 – Rapport Sol Systèmes page 48

La taille des blocs de référence est de 1 m³.

Selon le modèle, aucun bloc provenant de la zone de départ n'atteint les enjeux.

Certains blocs peuvent atteindre la première restanque du jardin mais pas l'habitation.

Les hauteurs de rebond sont inférieures à 20 cm.

Les énergies cinétiques maximales sont inférieures à 120 kJ, tant pour les blocs provenant du ressaut amont que du ressaut aval.

Zone 2

Les profils représentatifs utilisés sont les suivants :



Illustration n°17 : localisation des profils 2, 3 et 9 – Rapport Sol Systèmes page 52

Plusieurs tailles de blocs ont été utilisées pour la modélisation :

- Blocs de 8 m³.
- Blocs de l'ordre du m³.

Profil 2 - résultats (1000 jets) :

- pour les blocs de 8 m³, entre le canal et les habitations, où peuvent être mises en place des parades passives, 50 % des jets se sont arrêtés. La hauteur de rebond maximale varie entre 4 et 9 m. L'énergie cinétique maximale varie entre 3500 et 6000 kJ.
- Pour les blocs de 1 m³, entre le canal et les habitations, où peuvent être mises en place des parades passives, 50 % des jets se sont arrêtés. La hauteur de rebond maximale varie entre 4 et 9 m. L'énergie cinétique maximale varie entre 300 et 720 kJ.

Selon ce modèle, les blocs peuvent atteindre la maison.

Profil 3 - résultats (3000 jets) :

- ❑ pour les blocs de 8 m³, sur le ressaut amont où peuvent être mises en place des parades passives, 10 % des jets se sont arrêtés. La hauteur de rebond maximale varie entre 2 et 14 m. L'énergie cinétique maximale varie entre 2500 et 7000 kJ.
- ❑ Pour les blocs de 1 m³, sur le ressaut amont où peuvent être mises en place des parades passives, 10 % des jets se sont arrêtés. La hauteur de rebond maximale varie entre 2 et 14 m. L'énergie cinétique maximale varie entre 2500 et 7000 kJ.

Selon ce modèle, les blocs peuvent atteindre la maison.

Profil 9 - résultats (1000 jets) :

- ❑ pour des blocs de 4 m³, sur le ressaut en amont du canal où peuvent être mises en place des parades passives, 60 % des jets se sont arrêtés. La hauteur de rebond maximale varie entre 3 et 5 m. L'énergie cinétique maximale est de 2400 kJ.
- ❑ Pour des blocs de 38 m³, sur la plate-forme en amont du canal où peuvent être mises en place des parades passives, 60 % des jets se sont arrêtés. La hauteur de rebond maximale sur le profil varie entre 5 et 6 m. Elle est de 2 m au niveau de la plate-forme. L'énergie cinétique maximale est de 22 000 kJ. Elle varie entre 6000 et 8000 kJ au niveau de la plate-forme.
- ❑ pour des blocs de 8 m³, sur le ressaut en amont du canal où peuvent être mises en place des parades passives, 60 % des jets se sont arrêtés. La hauteur de rebond maximale sur le profil varie entre 5 et 6 m. Elle est de 1 à 2 m au niveau de la plate-forme en amont du canal. L'énergie cinétique maximale est de 5 000 kJ. Elle est de l'ordre de 2000 m³ en amont du canal.

Selon ce modèle, les blocs peuvent atteindre la piscine.

Zone 3

Les profils représentatifs utilisés sont les suivants :

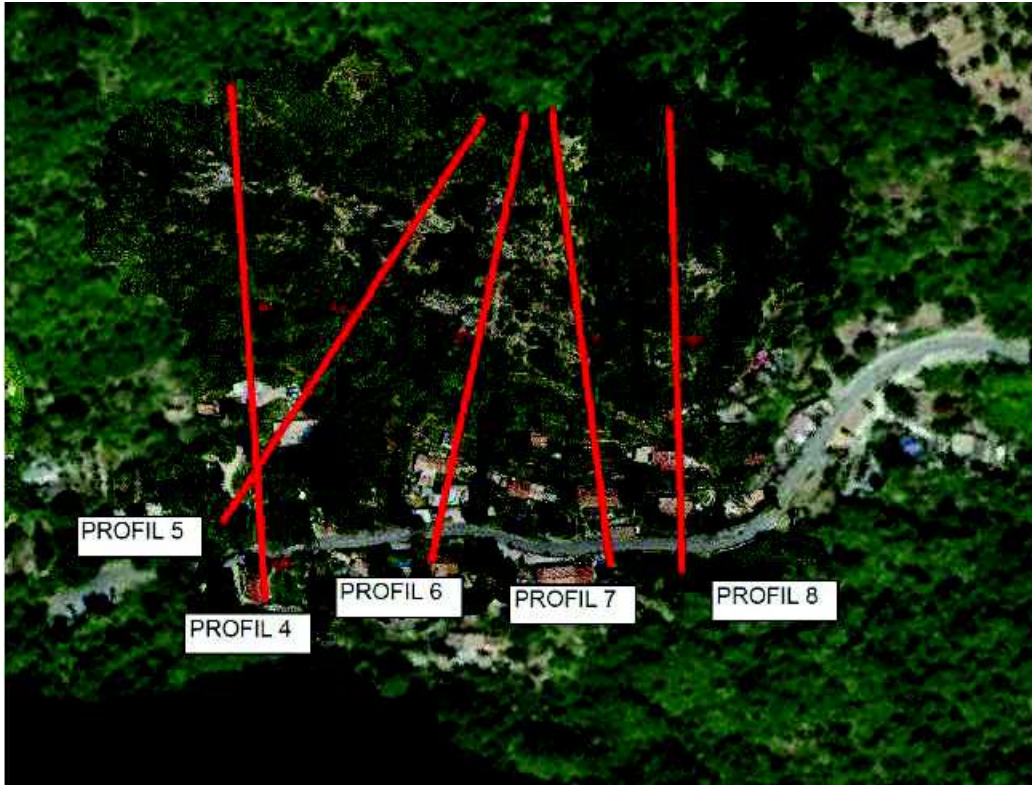


Illustration n°18 : localisation des profils 4 à 8 – Rapport Sol Systèmes page 78

Profil 4 - résultats (2000 jets) :

- ❑ pour des blocs de 1 m^3 , au niveau du canal d'irrigation, 30 % des jets se sont arrêtés. 100 % s'arrêtent au niveau des habitations. La hauteur de rebond maximale est de 3 m. L'énergie cinétique est comprise entre 150 et 400 kJ entre le canal d'irrigation et les habitations.
- ❑ Pour des blocs de 4 m^3 , au niveau du canal d'irrigation, 30 % des jets se sont arrêtés. 100 % s'arrêtent au niveau des habitations. La hauteur de rebond maximale est de 3.5 m. L'énergie cinétique est comprise entre 200 et 1800 kJ.

Les habitations sont affectées par la trajectoire des blocs.

Profil 5 - résultats (1000 jets) :

- ❑ pour des blocs de 4 m³, entre le canal d'irrigation et les habitations, 90 % des jets se sont arrêtés. La hauteur de rebond maximale est de 3 m hormis la zone amont. L'énergie cinétique maximale est de 3000 kJ.

Les habitations sont affectées par la trajectoire des blocs.

Profil 6 - résultats (1000 jets) :

- ❑ pour des blocs de 0.8 m³, à l'amont du canal d'irrigation, 30 % des jets se sont arrêtés. La hauteur de rebond maximale est de 9 m. L'énergie cinétique maximale est de 800 kJ.

Profil 7 - résultats (1000 jets) :

- ❑ pour des blocs de 1.3 m³, entre les habitations et le canal d'irrigation où une parade passive pourrait être mise en place, 80 % des jets se sont arrêtés. La hauteur de rebond maximale est de 1.5 m. L'énergie cinétique maximale est de 220 kJ.

Profil 8 - résultats (1000 jets) :

- ❑ pour des blocs de 1.2 m³, au niveau du canal d'irrigation où une parade passive pourrait être mise en place, 95 % des jets se sont arrêtés. La hauteur de rebond maximale est de 2 m, et de 1 m en aval du canal. L'énergie cinétique maximale est de 250 kJ.