



direction  
départementale  
de l'Équipement  
et de l'Agriculture  
**Doubs**

PRÉFECTURE DE LA RÉGION FRANCHE-COMTÉ  
PRÉFECTURE DU DOUBS



centre d'Études  
techniques  
de l'Équipement

## Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles Mouvements de Terrain

### ***Commune de SAINT-HIPPOLYTE***

# **NOTE DE PRÉSENTATION**



**approuvé par arrêté préfectoral N°05276 en date du 31 décembre 2009**

# Table des matières

<b>PRÉAMBULE.....</b>	<b>4</b>
<b>1 CONTEXTE NATIONAL ET RÉGLEMENTAIRE DU PPR.....</b>	<b>5</b>
1.1 OBJET DU P.P.R.....	5
1.2 MODALITÉS DE PRESCRIPTION DU P.P.R.....	5
1.3 CONTENU DU P.P.R.....	6
1.4 MODALITÉS D'APPROBATION ET DE RÉVISION DU P.P.R.....	6
<b>2 PRESENTATION DE LA COMMUNE.....</b>	<b>8</b>
2.1 SITUATION.....	8
2.2 LE CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET GÉO-MORPHOLOGIQUE.....	8
2.2.1 Contexte géologique.....	8
2.2.2 Contexte géo-morphologique.....	10
2.2.3 Contexte hydrographique.....	13
2.2.4 Contexte hydro-géologique.....	13
<b>3 PRESENTATION DES DOCUMENTS TECHNIQUES.....</b>	<b>15</b>
3.1 LA CARTE INFORMATIVE DES PHÉNOMÈNES NATURELS.....	15
3.1.1 Méthodologie d'élaboration de la carte.....	15
3.1.1.1 L'enquête locale.....	15
3.1.1.2 La reconnaissance de terrain.....	15
3.1.1.3 L'étude des Archives Départementales.....	15
3.1.1.4 L'étude des cartes et plans.....	15
3.1.1.5 La recherche des archives récentes.....	15
3.1.1.6 Base de données Cavités Souterraines (BDCavités) [BRGM] .....	15
3.1.1.7 Base de données Mouvements de Terrain (BDMVT) [BRGM] .....	16
3.1.1.8 L'étude des photographies aériennes.....	16
3.1.2 Les phénomènes observés.....	16
3.1.2.1 Les mouvements de terrain.....	16
3.1.2.2 Les chutes de pierres.....	16
3.1.2.3 Les glissements de terrains.....	19
3.1.2.4 Les ruissellements et coulées boueuses.....	22
3.2 LA CARTE DES ALÉAS.....	23
3.2.1 Notions d'intensité et de fréquence.....	23
3.2.2 Définition des aléas par phénomène naturel.....	23
3.2.2.1 L'aléa chute de blocs.....	25
3.2.2.2 L'aléa glissement de terrain.....	26
3.2.2.3 L'aléa ruissellement et coulées boueuses.....	26
3.2.2.4 L'aléa cavité souterraine.....	27
<b>4 PRINCIPAUX ENJEUX ET VULNERABILITE.....</b>	<b>28</b>

<b>5 PROPOSITION DE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE.....</b>	<b>29</b>
<b>5.1 TRADUCTION DES ALÉAS EN ZONAGE RÉGLEMENTAIRE.....</b>	<b>29</b>
<b>5.2 ZONE NON EXPOSÉE MAIS SOUMISE À RÉGLEMENTATION.....</b>	<b>31</b>
<b>5.3 NATURE DES MESURES RÉGLEMENTAIRES.....</b>	<b>32</b>
5.3.1 Bases légales.....	32
5.3.2 Mesures individuelles.....	33
5.3.3 Mesures d'ensemble.....	33
<b>GLOSSAIRE.....</b>	<b>34</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>35</b>

## PRÉAMBULE

La commune de Saint-Hippolyte est particulièrement exposée aux risques naturels liés à des mouvements de terrain. Les mouvements de terrain sont des phénomènes naturels d'origines diverses, résultant de la déformation, de la rupture et du déplacement du sol. La pesanteur constitue le moteur essentiel des mouvements de terrain, qualifiés souvent de gravitaires.

Il est donc nécessaire de déterminer les terrains sur lesquels l'occupation et l'utilisation des sols doivent être réglementées du fait de leur exposition à ces risques.

A cet effet, un plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) a été prescrit par arrêté préfectoral en date du 07 novembre 2007 sur le territoire de la commune pour les risques liés à des mouvements de terrain.

Les aléas « mouvements de terrain » suivants ont été pris en compte dans le cadre de l'établissement de ce PPR :

- les chutes de pierres et de blocs (instabilités caractéristiques de matériaux rocheux),
- les glissements de terrain et fluages associés (instabilités caractéristiques de matériaux meubles de type sols, par exemple argile, sable, marne et éboulis de pente),
- les ruissellements (masses boueuses s'écoulant dans le lit des torrents et transportant des blocs rocheux parfois de grande dimension),
- les phénomènes liés à la présence de cavités souterraines naturelles et anthropiques.

Les aléas « mouvements de terrain » suivants n'ont pas été pris en compte dans le cadre de l'établissement de ce PPR :

- les phénomènes de retrait et de gonflement des sols argileux,
- les phénomènes de tassement des sols compressibles,
- les phénomènes sismiques sensu-stricto, mais intégrés indirectement en tant que facteur aggravant.

Le présent document constitue la note de présentation du Plan de Prévention des Risques (PPR) « mouvements de terrain » de SAINT-HIPPOLYTE.

*Remarque : pour une meilleure compréhension des documents, certains termes techniques sont explicités dans le glossaire qui figure à la fin de cette note.*

# 1 CONTEXTE NATIONAL ET RÉGLEMENTAIRE DU PPR

## 1.1 Objet du P.P.R

Les objectifs des P.P.R. sont définis par l'article L 562-1 du Code de l'Environnement :

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

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

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

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

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

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

## 1.2 Modalités de prescription du P.P.R.

Les articles R562-1 et R562-2 du Code de l'Environnement relatifs aux plans de prévention des risques naturels prévisibles définissent les modalités de prescription des P.P.R. :

*« L'établissement des plans de prévention des risques naturels prévisibles mentionnés aux articles L. 562-1 à L. 562-7 est prescrit par arrêté du préfet.*

*Lorsque le périmètre mis à l'étude s'étend sur plusieurs départements, l'arrêté est pris conjointement par les préfets de ces départements et précise celui des préfets qui est chargé de conduire la procédure.*

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

*Cet arrêté définit également les modalités de la concertation relative 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'Etat dans le département. Mention de cet affichage est insérée dans un journal diffusé dans le département. »*

### **1.3 Contenu du P.P.R.**

L'article R562-3 du Code de l'Environnement définit le contenu des plans de prévention des risques naturels prévisibles :

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. »*

### **1.4 Modalités d'approbation et de révision du P.P.R.**

Les articles R562-7 à R562-10 du Code de l'Environnement définissent les modalités d'approbation et de révision des plans de prévention des risques naturels prévisibles :

*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. Les services départementaux d'incendie et de secours intéressés sont consultés sur les mesures de prévention des incendies de forêt ou de leurs effets.*

*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.*

*Le projet de plan est soumis par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R. 123-6 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. 123-17.*

*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 consignés ou annexés aux registres d'enquête l'avis des conseils municipaux.*

*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'Etat 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.*

*Un plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être modifié selon la procédure décrite aux articles R. 562-1 à R. 562-9.*

*Toutefois, lorsque la modification n'est que partielle, les consultations et l'enquête publique mentionnées aux articles R. 562-7 et R. 562-8 ne sont effectuées que dans les communes sur le territoire desquelles les modifications proposées seront applicables.*

*Dans le cas énoncé 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 modification et le rappel, le cas échéant, de la disposition précédemment en vigueur.*

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

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

## **2 PRESENTATION DE LA COMMUNE**

### **2.1 Situation**

La commune de SAINT-HIPPOLYTE, qui compte environ 1000 habitants, se situe à 20 km au Sud de Montbéliard et 60 km à l'Est de Besançon, au confluent des vallées du Doubs et du Dessoubre.

Le territoire communal de 1117 hectares est situé à une altitude comprise entre 367 mètres dans la partie aval de la vallée du Doubs et 757 mètres au lieu-dit la Blanchetterre (d'après la carte topographique IGN SCAN25).

SAINT-HIPPOLYTE est traversé par les RD437 et RD437c qui suivent les vallées.

Il est important de noter que la commune s'étend sur les vallées du Doubs et du Dessoubre et très peu sur les plateaux encadrant les vallées.

### **2.2 Le Contexte géologique et géo-morphologique**

Du point de vue de la sismicité, la commune est classée en aléa faible, zone 1b (d'après le découpage cantonal au 1er janvier 1989, décret n° 91-461 du 14 mai 1991) et en aléa modéré dans le projet de révision de la carte d'aléa sismique (découpage communal et approche probabiliste) (voir ANNEXE A).

#### **2.2.1 Contexte géologique**

La commune de SAINT-HIPPOLYTE couvre des terrains sédimentaires d'âge jurassique, entre le Trias supérieur (environ 220 ma<sup>1</sup>) pour les plus anciens et le Séquanien (environ 150 ma) pour les plus récents.

Ces niveaux sont à dominante calcaire pour les uns et marneuse pour les autres, formant une alternance d'ensembles pluri-décimétriques (voir colonne litho-stratigraphique en *figure n°1*).

Les terrains marneux forment 3 ensembles principaux (du plus ancien au plus récent) :

- le Lias supérieur (I5-6) qui constitue la base de tous les terrains rencontrés,
- l'ensemble Callovien (J3) - Oxfordien (J4) – Argovien (J5)
- la base du Séquanien (J7a).

Il faut noter que les niveaux du Callovien et de l'Oxfordien sensu-stricto sont séparés par un niveau repère remarquable d'environ 10 mètres de puissance appelé la « dalle nacrée » en raison de sa richesse en coquilles fossiles, niveau matérialisant le sommet du Callovien.

Les terrains calcaires forment 3 ensembles principaux (du plus ancien au plus récent):

- l'ensemble Bajocien (J1a-J1b) - Bathonien (J2), puissante formation d'environ 180 mètres d'épaisseur avec 2 niveaux marneux de 10 et 5 mètres dans le Bajocien inférieur,
- le Rauracien (J6), de près de 100 mètres de puissance et constitué de calcaires à polypiers, oolithiques et crypto-cristallins,
- le Séquanien supérieur (J7b), d'environ 40 mètres d'épaisseur ; il coiffe la série.

Les formations superficielles sont de trois types et se différencient par leur nature, leur position topographique et leur origine :

- les alluvions occupent les fonds de vallées. Il est possible de distinguer les alluvions récentes et les alluvions anciennes. Les alluvions récentes sont constituées d'un mélange de sables et de galets calcaires dans une matrice argileuse ou limoneuse. Au niveau du confluent entre le Doubs et le Dessoubre et à environ 10 mètres au-dessus du lit de ces derniers, les alluvions anciennes forment une terrasse dont les matériaux sont constitués de graviers et de galets calcaires emballés, comme les alluvions récentes dans une matrice limono-argileuse.
- les formations de pentes, visibles au pied des barres rocheuses même de faible dimension, sont constituées principalement d'éboulis de blocs calcaires centimétriques à pluri-métriques avec ou

---

1 : Millions d'années.



sans matrice argileuse due soit à la décalcification des calcaires, soit à l'altération des marnes. Ainsi, les groises sont des morceaux centimétriques de calcaires enrobés dans une argile de décalcification et les éboulis sont des morceaux de calcaires de taille croissante entre le haut et le bas de l'éboulis sans matrice argileuse. Les marnes altérées masquent très souvent les marnes saines car ces dernières sont très sensibles à l'eau et de ce fait perdent leur cohésion.

- Les formations de plateaux correspondent à une mince couche d'argile de décalcification des calcaires sous-jacents de couleur ocre. Ces argiles remplissent les fissures, les diaclases et les dolines qui y sont ouvertes par les contraintes tectoniques et l'érosion chimique.

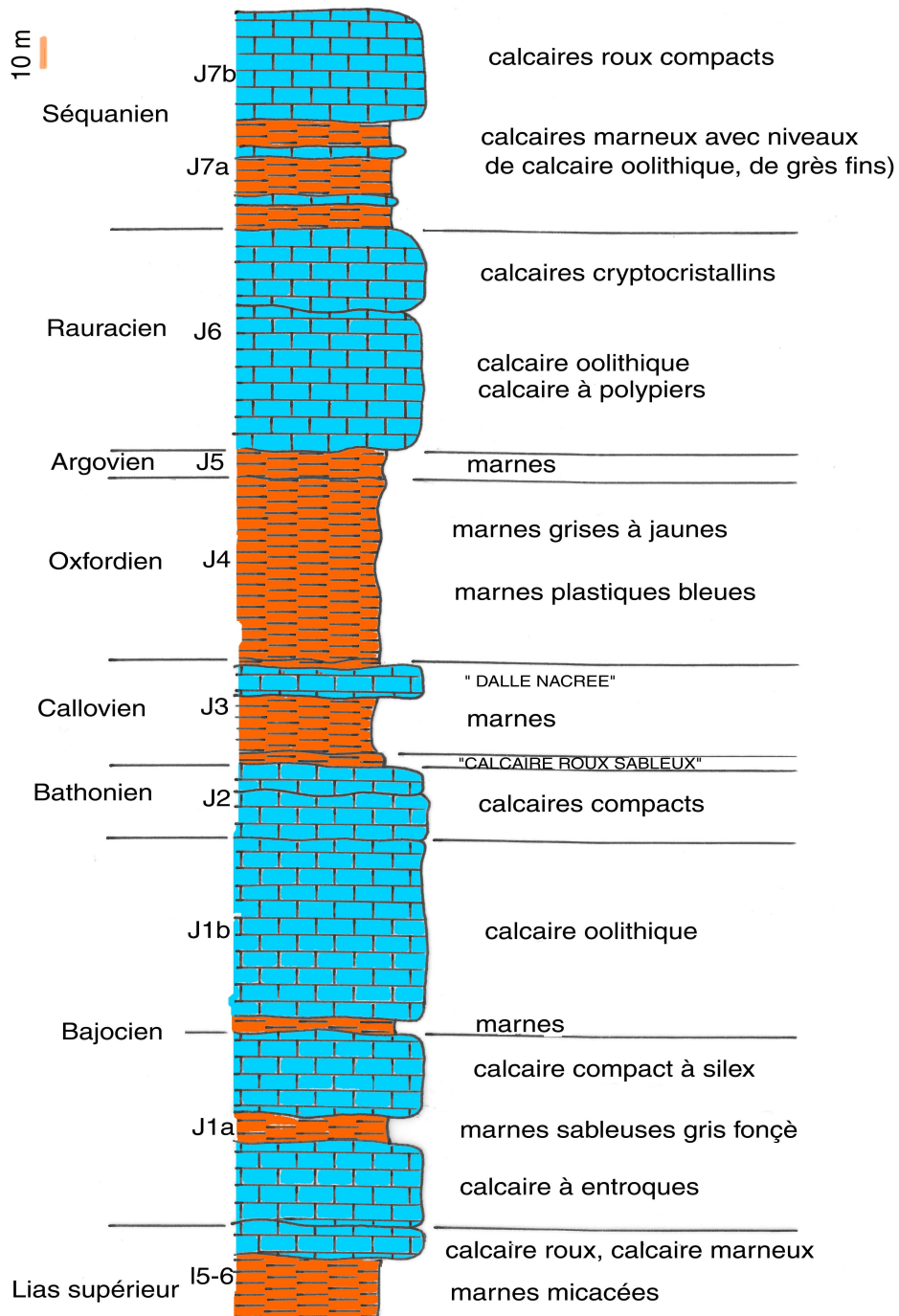


figure n°1 : environs de SAINT-HIPPOLYTE, colonne litho-stratigraphique (d'après carte géologique BRGM n°XXXV-23)

La série de couches est globalement monoclinale avec cependant de légères flexures formant un pli anticlinal au niveau du pain de sucre en rive gauche du Doubs en aval du village de SAINT-HIPPOLYTE (voir carte structurale en figure n°2).

Du point de vue tectonique, le secteur est affecté par 3 familles principales de fracturations :

- les failles orientées N20° forment un couloir d'environ 1 kilomètre de large (voir carte structurale en figure n°2). Ce couloir est suivi par le Dessoubre.
- failles orientées N50°, suivies par le Doubs,
- failles orientées N90°, suivies par le Doubs.

De part et d'autre du couloir formé par la famille N20° et par un rejet de l'ordre d'une cinquantaine de mètres de 2 failles, une N50° et une N90°, deux compartiments ont été sur-élevés, relativement à la zone du couloir fracturée et abaissée.

Il est important de noter que deux axes anticlinaux se croisent au droit du Pain de Sucre, mettant ainsi à l'affleurement les marnes du Lias supérieur.

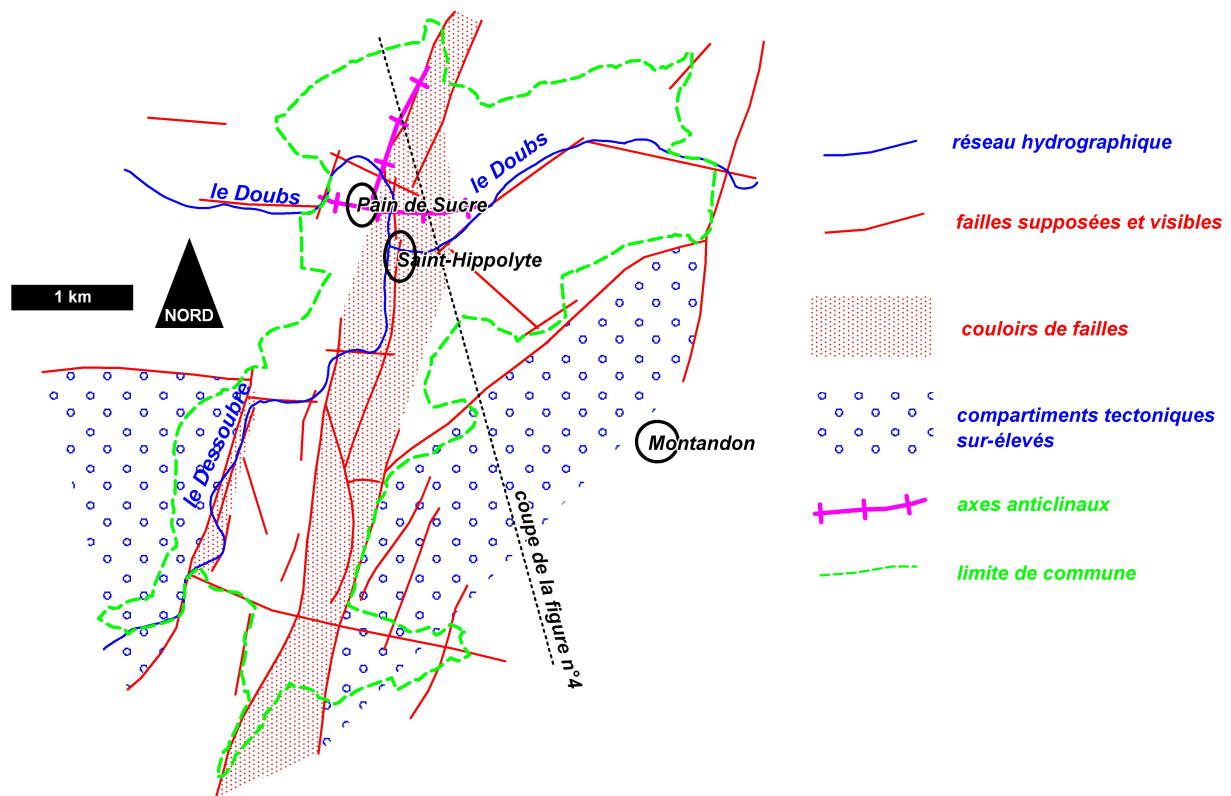


figure n°2 : SAINT-HIPPOLYTE, carte structurale (d'après terrain et carte géologique BRGM n°XXXV-23)

## 2.2.2 Contexte géo-morphologique

Sur la commune de SAINT-HIPPOLYTE, la morphologie (ou modelé) des versants résulte, en très grande partie, de l'érosion externe, sous l'action des rivières, des glaciers et des agents climatiques (pluie, vent, gel) au cours du Quaternaire et des réajustements néotectoniques. Cette évolution, qui s'est déroulée pendant plusieurs périodes glaciaires, a été à l'origine, notamment, du recouvrement des versants par un manteau de formations remaniées, écroulées et/ou glissées (formations superficielles de pente). Les conditions climatiques actuelles, beaucoup moins vigoureuses, ont ralenti considérablement ces phénomènes.

La figure n°3 montre une coupe schématique transversale de la vallée du Doubs.

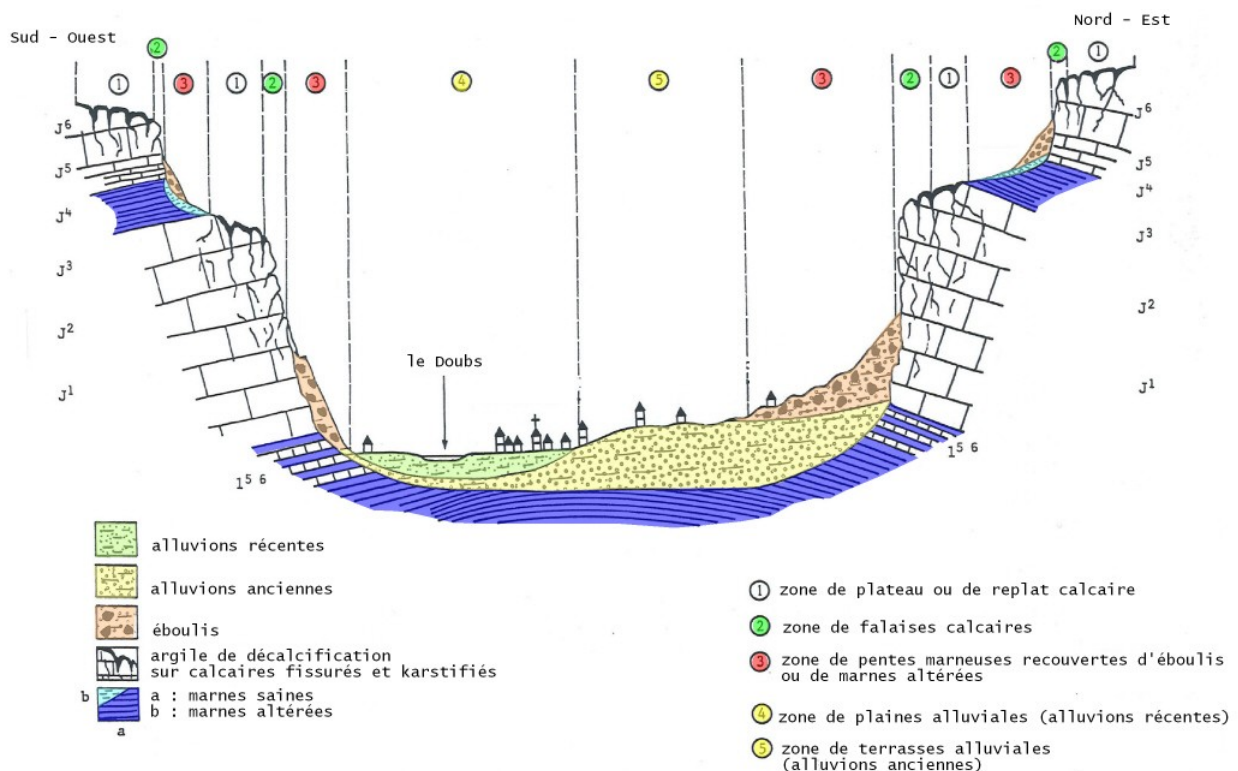


figure n°3 : SAINT-HIPPOLYTE, coupe schématique transversale de la vallée du Doubs (d'après rapport BRGM, n°85AGI045FRC, février 1985).

Ainsi les affleurements rocheux sont dans les niveaux calcaires alors que les niveaux marneux sont très souvent masqués par les éboulis et/ou des masses de marnes altérées. Les pentes fortes à moyennes concernent les terrains calcaires et les pentes faibles concernent les terrains marneux.

Des glissements de grande ampleur sont observables dans les niveaux marneux avec ou sans entraînement des matériaux calcaires situés au toit. Ces désordres ayant mobilisé d'énormes volumes sont certainement apparus à l'époque de la fin des dernières glaciations (Quaternaire) selon le mécanisme suivant (figure n°4). Les glaciers érodent les vallées dans lesquelles ils circulent en leur donnant une forme en U avec des bords redressés dans les marnes. La présence de la glace maintient les matériaux. A la disparition des glaciers, les terrains marneux avec une faible cohérence, ne sont plus retenus et des glissements se produisent.

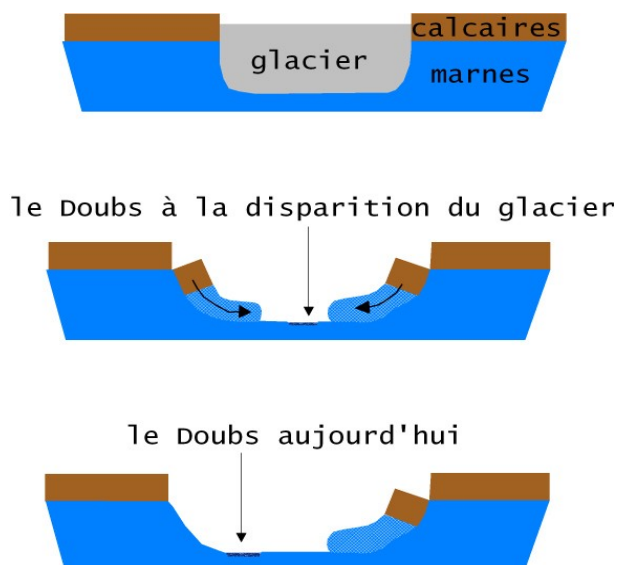


figure n°4 : SAINT-HIPPOLYTE, schéma de principe de la formation des grands glissements dans les marnes.

Actuellement, la divagation des rivières, en particulier le Doubs, érode les pieds des glissements aboutissant à la disparition de ces derniers du côté convexe des méandres. Il en résulte une dissymétrie des versants des vallées, avec l'existence d'un versant « court » souvent orienté vers le Sud (présentant une pente moyenne plus raide) et d'un versant « long » plus évolué où les grands glissements sont visibles.

Il existe aussi un lien entre la « spécialisation » de l'occupation humaine et la géo-morphologie. En effet, l'urbanisation et les cultures ont surtout lieu dans les fonds de vallées alors que les pâtures occupent les terrains marneux et les terrains calcaires des sommets de côtes. Les forêts sont présentes sur les zones d'éboulis calcaires et ont gagné sur les anciennes pâtures marneuses (figure n°5).

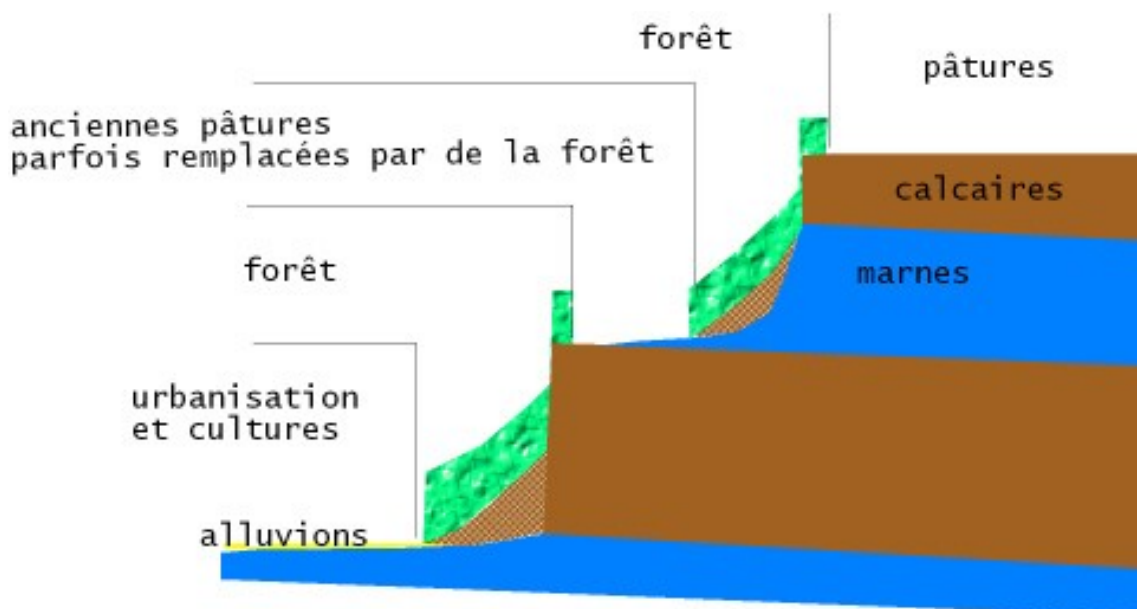


figure n°5 : SAINT-HIPPOLYTE, schéma de principe de l'occupation du paysage.

### 2.2.3 Contexte hydrographique

La commune de SAINT-HIPPOLYTE couvre la zone de confluence du Doubs et du Dessoubre. Le Doubs coule d'Est en Ouest et le Dessoubre du Sud-Sud-Ouest vers le Nord-Nord-Est. Le linéaire total de ces deux cours d'eau sur la commune représente environ 4 600 mètres. Du fait de la présence de barrages en amont de la commune, à 6 et 12 kilomètres du confluent, le Doubs est régulé et ne présente pas de fortes variations de débits, ce qui n'est pas le cas du Dessoubre, dont le comportement est fortement influencé par le réseau karstique. Le climat de la région de SAINT-HIPPOLYTE est de type continental à tendance océanique, humide et contrasté (modéré par une certaine influence du relief et de l'altitude). La hauteur annuelle des précipitations est comprise entre 800 et 1600 mm (d'après les cartes de précipitations METEO FRANCE sur la période 2001 – 2007).

### 2.2.4 Contexte hydro-géologique

Les nappes présentes dans les terrains sur la commune de SAINT-HIPPOLYTE sont de trois types :

- nappes karstiques dans les calcaires,
- nappes très localisées dans les marnes,
- nappes alluviales.

Les calcaires sont des matériaux imperméables en petit ou en texture. L'absence de pores ne permet pas les circulations et le stockage de l'eau. Cependant, ils sont perméables en grand ou en structure. L'eau est présente dans les discontinuités telles les diaclases et les failles.

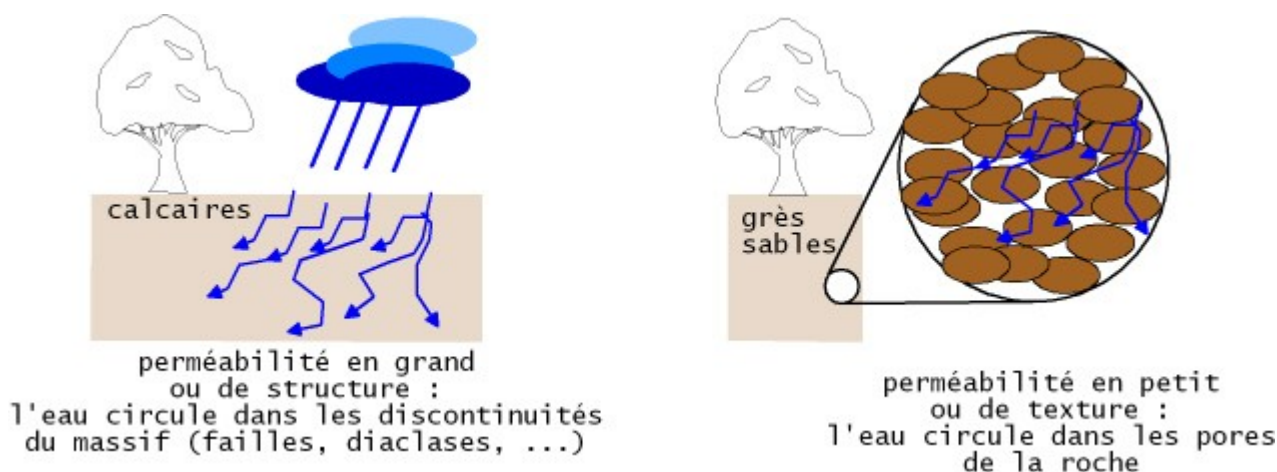


figure n°6 : principe des types de perméabilité.

Les nappes des calcaires sont exclusivement des nappes karstiques caractérisées par des écoulements rapides dans les fracturations de la roche et aucune filtration. Il est important de noter l'effet érosif par dissolution du calcaire qui provoque un élargissement des conduits de circulation, formant ainsi des grottes. Lorsque la couche de calcaire repose sur une couche de marnes, ce qui est le cas à SAINT-HIPPOLYTE, il se forme une nappe, dont le mur<sup>2</sup> correspond au toit<sup>3</sup> de la couche de marne (figure n°7). L'alimentation des nappes karstiques est principalement assurée par les eaux météoriques. Les infiltrations depuis les niveaux marneux sont anecdotiques.

2 : le mur d'une couche de roche ou d'une nappe phréatique désigne sa surface inférieure.

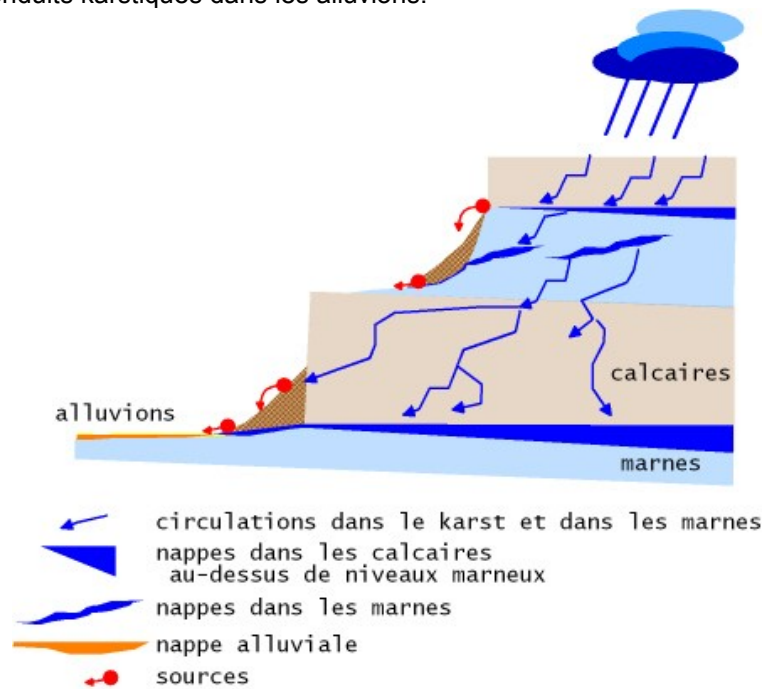
3 : le toit d'une couche de roche ou d'une nappe phréatique désigne sa surface supérieure.

Les marnes sont des matériaux imperméables en petit du fait de la proportion d'argile dans ceux-ci. Les nappes sont alors localisées dans les niveaux de perméabilité moindre (*figure n°7*). Les marnes sont des matériaux très sensibles à l'eau. Les circulations sont généralement lentes à très lentes et l'eau se met aisément en pression, provoquant une perte importante de cohésion des marnes, ce qui est à l'origine des glissements.

L'alimentation des nappes dans les marnes s'effectue par vidange d'une petite partie de l'eau des nappes des calcaires sus-jacentes.

Les nappes alluviales sont des nappes ouvertes (libres) et sont localisées dans les fonds de vallées.

Sur la commune de SAINT-HIPPOLYTE, leur alimentation s'effectue principalement par les eaux du Doubs et du Dessoubre, accessoirement par les eaux de ruissellement provenant des terrains imperméables et par les débouchés des conduits karstiques dans les alluvions.



*figure n°7 : SAINT-HIPPOLYTE, schéma de principe des circulations d'eau.*

Des circulations des eaux météoriques et de ruissellement sont aussi présentes dans les formations de pentes comme les éboulis (très perméables) et les groises (très peu perméables).

Du fait de la grande hétérogénéité de ces formations et en particulier de la forte variabilité de la teneur en argile, ces écoulements sont anarchiques et des sources peuvent apparaître et disparaître à n'importe quel endroit des formations de pentes. Cependant, l'apparition des sources à l'interface entre le toit d'une couche imperméable (groises par exemple) et le mur d'une couche perméable (éboulis) est, lorsqu'il y a circulation d'eau dans ces formations, une règle.

Dans la mesure où elles dépendent des précipitations, ces sources peuvent être caractérisées par leur intermittence.

De façon marginale, les circulations d'eau dans les terrains sont également d'origine anthropique. En effet, des fuites dans des réseaux enterrés endommagés ou des dispositifs de drainage abandonnés ou en mauvais état peuvent être la cause de circulations d'eau. Ces fuites, si elles sont situées à proximité des zones urbanisées, peuvent être à l'origine de désordres sur le bâti.

## 3 PRESENTATION DES DOCUMENTS TECHNIQUES

### 3.1 La carte informative des phénomènes naturels

#### 3.1.1 Méthodologie d'élaboration de la carte

##### 3.1.1.1 L'enquête locale

Un registre de recueil d'informations a été déposé à la mairie à la disposition des habitants de Saint-Hippolyte durant le premier semestre 2008. La mise à disposition de ce recueil avait été annoncée dans la presse locale et dans le bulletin municipal. Aucune information n'y a été reportée.

##### 3.1.1.2 La reconnaissance de terrain

Cette reconnaissance visuelle permet généralement de confirmer ou infirmer les indices découverts lors des investigations précédentes et de mettre parfois en évidence des indices de terrain non repérés jusqu'alors. Elle permet en outre de caractériser les indices visibles (type d'indices, dimensions). La reconnaissance s'est déroulée sur 8 journées (en février et mars 2008).

##### 3.1.1.3 L'étude des Archives Départementales

Les archives départementales ont été consultées (séries 527-O-15 et 1344-W135). Il n'y est mentionné que des travaux de construction d'un « mur de soutènement de la cour du marché » en 1890 et d'un « mur de soutènement au champ de foire pour l'installation du concours de la race bovine » en 1897.

##### 3.1.1.4 L'étude des cartes et plans

Les cartes suivantes ont été consultées :

- cartes IGN, 1/25 000, scan 25,
- carte géologique BRGM, 1/50 000, n° 504, Maîche,
- atlas des secteurs à risque mouvement de terrain, étude réalisée par le LRPC d'Autun pour la DDE25 en 2000, carte au 1/25 000.

##### 3.1.1.5 La recherche des archives récentes

Les archives récentes sont constituées de documents concernant les cavités souterraines et collectés auprès de divers organismes : administrations (DDE, Préfecture, etc.), communes, bureaux d'études privés ou publics (CETE, BRGM, etc.) ou autres sources (géomètres, cercles spéléologiques, puisatiers, etc.).

Les documents suivants ont été consultés :

- étude BRGM, Plan d'occupation des sols de Saint-Hippolyte (25), évaluation des risques géologiques au droit des zones d'urbanisation, réf. 85AGI045FRC, février 1985,
- l'Inventaire spéléologique du Doubs, tome 4, édité par le Groupement pour l'Inventaire, la Protection et l'Etude du Karst du massif Jurassien en 2004, (extrait en ANNEXE B) : 18 indices ont été relevés sur la commune de Saint-Hippolyte et ont été reportés sur la carte des phénomènes. De plus, 2 indices observés sur la commune de Chamesol, mais très proche de la limite communale avec Saint-Hippolyte ont été pris en compte.

##### 3.1.1.6 Base de données Cavités Souterraines (BDCavités) [BRGM]

La base de données cavités souterraines tenue par le BRGM (BDCavités) a été consultée ; aucun indice n'y est reporté.

### 3.1.1.7 Base de données Mouvements de Terrain (BDMVT) [BRGM]

La base de données des mouvements de terrain tenue par le BRGM (BDCavités) a été consultée ; 6 indices de glissements de terrain et 10 indices de chutes de blocs ont été reportés sur la carte des phénomènes. Les fiches correspondantes sont regroupées en ANNEXE C.

### 3.1.1.8 L'étude des photographies aériennes

L'examen comparatif de missions photographiques IGN réparties dans le temps permet de repérer divers indices, notamment l'évolution des zones d'éboulis, les dépressions topographiques pouvant signaler des effondrements ou affaissements de cavités et les coulées boueuses. De plus, les contrastes sombre/clair sont révélateurs des zones humides, favorables aux mécanismes de glissements de terrain.

Les missions étudiées sont :

- 3323/3623, 1951, 1/25 000, noir et blanc,
- 25IFN80-07, 1980, 1/17 000, noir et blanc,
- FD 25-39, 1996, 1/25 000, couleurs,
- ortho-photoplan IGN, 2002.

## 3.1.2 Les phénomènes observés

### 3.1.2.1 Les mouvements de terrain

Un mouvement de terrain est un déplacement, plus ou moins brutal, du sol ou du sous-sol sous l'effet d'influences naturelles (agent d'érosion, pesanteur, séisme, etc.) ou anthropiques (exploitation de matériaux, déboisement, terrassement, etc.). Ce phénomène comprend diverses manifestations, lentes ou rapides, en fonction des mécanismes initiateurs, des matériaux considérés et de leur structure.

**Les mouvements lents** entraînent une déformation progressive des terrains, pas toujours perceptible par l'homme. Ils regroupent les affaissements, les tassements, les glissements, la solifluxion, le fluage, le retrait-gonflement.

**Les mouvements rapides** se propagent de manière brutale et soudaine. Ils regroupent les effondrements, les chutes de pierres et de blocs, les éboulements et les coulées boueuses.

Les mouvements de terrain, qu'ils soient lents ou rapides, peuvent entraîner un remodelage des paysages. Celui-ci peut se traduire par la destruction de zones boisées, la déstabilisation de versants ou la réorganisation de cours d'eau.

### 3.1.2.2 Les chutes de pierres

L'évolution naturelle des falaises et des versants rocheux engendre des chutes de pierres et de blocs ou des éboulements en masse. Les blocs isolés rebondissent ou roulent sur le versant, tandis que dans le cas des éboulements en masse, les matériaux « s'écroulent » à grande vitesse sur une très grande distance. La forte interaction entre les éléments rend la prévision de leurs trajectoires et rebonds complexe, et donc leur modélisation difficile.

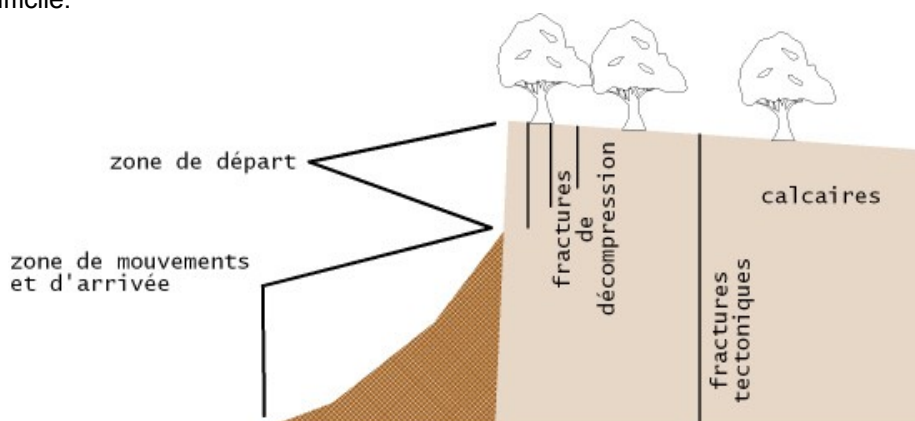


figure n°8 : SAINT-HIPPOLYTE, schéma de principe d'une chute de blocs.



Les paramètres naturels influençant l'aléa sont :

- *la géologie* : le pendage des couches géologiques, leur état de fracturation, d'altération, leur perméabilité sont autant de paramètres conditionnant l'occurrence et l'intensité des chutes de blocs et des éboulements.
- *l'hydrogéologie* : les circulations et la rétention d'eau au sein des formations entraînent des phénomènes d'érosion et d'altération, ainsi qu'une augmentation des pressions interstitielles. L'alternance du gel et du dégel de l'eau présente dans les terrains participe également à cette altération.
- *la végétation* : la croissance des racines des arbres insinuées dans les fissures participe activement à l'augmentation de taille de ces dernières. De plus, à la mort des arbres, les passages des racines ainsi libérés constituent des lieux de circulation préférentielle des eaux de ruissellement qui continuent d'agrandir les fissures par dissolution du calcaire.
- *les séismes* font vibrer les éléments du sol, modifient les conditions de pesanteur et donc l'équilibre des masses en place. Ils peuvent être à l'origine de chutes de blocs ou d'éboulements.

Les paramètres anthropiques influençant l'aléa sont :

- *la modification de l'hydrologie* : le développement des activités humaines (habitations, parkings, voiries, etc.) entraîne une imperméabilisation du sol. Ceci peut conduire à une concentration des écoulements d'eau dans des zones sensibles. Les rejets d'eau, le rabattement des nappes par pompage, ainsi que les canalisations souterraines cassées sont également des facteurs aggravants. Les conséquences sont ici semblables à celles résultant des circulations naturelles, mais sur des sites qui n'étaient, à l'origine, pas concernés par ces phénomènes.
- *l'influence des travaux* : les opérations de tracé des routes en montagne peuvent entraîner un raidissement de la pente conduisant à l'apparition de chutes de pierre. Dans le cas d'utilisation d'explosifs pour les travaux, les vibrations occasionnées peuvent déstabiliser des ensembles de blocs.

Ce phénomène possède un caractère soudain, d'où un risque conséquent pour les personnes.

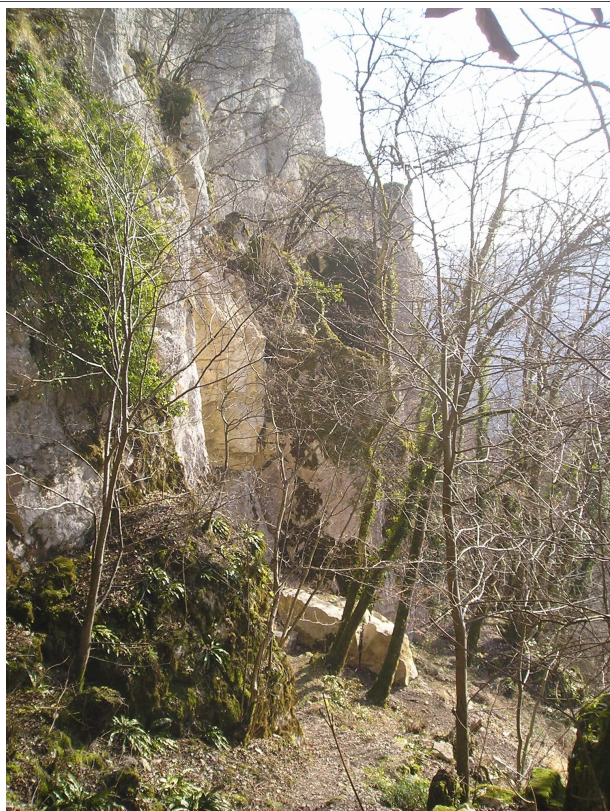
Ces mouvements de terrain ont des conséquences sur les infrastructures (bâtiments, voies de communication, etc.), allant de la dégradation partielle à la ruine totale. Ces dommages entraînent un coût direct causé par les réparations ou l'entretien des bâtiments, mais également un coût, difficilement chiffrable, lié à la perturbation des activités du secteur touché.

Outre le danger direct de l'impact, les chutes de blocs et les éboulements peuvent entraîner un remodelage des paysages. Par exemple, l'obstruction d'une vallée par les matériaux déplacés peut engendrer la création d'une retenue d'eau.

Sur la commune de SAINT-HIPPOLYTE, les chutes de pierres proviennent des grands ensembles calcaires séquanien, rauracien et bathonien-bajocien, ainsi que de la « dalle nacrée » calloviennne. La taille des blocs diffère en fonction de l'origine stratigraphique des calcaires ; en effet, les blocs provenant de la « dalle nacrée » sont de taille relativement modeste (décimétrique à pluri-décimétrique) alors que ceux provenant des niveaux séquanien, rauracien et de l'ensemble Bathonien-Bajocien peuvent être de taille importante (métrique à pluri-métrique) et donc engendrer un aléa plus grand en terme d'énergie et de propagation.

La *photographie n°1* présente l'aspect d'un bloc provenant du Rauracien effondré en novembre 2004 au niveau de l'entrée de la grotte de la Roche (commune de Chamesol). Le bloc, du fait de sa forme et de sa faible hauteur de chute, a eu une propagation très réduite. Il est important de noter la présence de nombreux surplombs de grande dimension au sommet de cette même falaise à l'Ouest de la grotte.

La *photographie n°2* montre des blocs pluri-métriques du Bathonien en aval du Champ Chardouille et au-dessus de la RD437. Ces blocs, bien que très frottant sur le rocher en place, présentent un déplacement de plusieurs centimètres et laissent ainsi un espace important pour les racines d'arbres et l'action du gel.



*photo n° 1 : bloc rauracien effondré à l'entrée de la grotte de la Roche (commune de Chamesol).*



*photo n°2 : blocs bathoniens au-dessus de la RD437.*

La *photographie n°3* montre un bloc de calcaire bathonien sensiblement au même endroit que ceux de la *photographie n°2*, en surplomb au-dessus de l'ancienne carrière en bordure de la RD437 à la sortie Sud de SAINT-HIPPOLYTE.



*photo n° 3 : bloc bathonien en surplomb au-dessus de la carrière à la sortie Sud de SAINT-HIPPOLYTE.*

La *photographie n°4* montre des éboulis provenant de la masse glissée callovienne le long de la RD134, à environ 350 mètres de la limite avec la commune de Soulce-Cernay.



*photo n° 4 : éboulis de « dalle nacrée » le long de la RD134.*

### 3.1.2.3 Les glissements de terrains

Il s'agit du déplacement lent d'une masse de terrain cohérente le long d'une surface de rupture. Cette surface a une profondeur qui varie de l'ordre du mètre à quelques dizaines voire quelques centaines de mètres dans des cas exceptionnels. Les volumes de terrain mis en jeu sont alors considérables. Les vitesses d'avancement du terrain peuvent varier jusqu'à atteindre quelques décimètres par an. Lorsqu'il y a rupture, ces vitesses peuvent atteindre quelques mètres par jour durant la période la plus active.

Les paramètres naturels influençant l'aléa glissement de terrain sont :

- *la géologie* : les caractéristiques mécaniques d'un matériau, sa perméabilité, son état d'altération sont autant de paramètres conditionnant la pente limite d'équilibre et l'occurrence du mouvement.
- *la géomorphologie* : l'importance de la pente du terrain va permettre le développement de certains types de glissement. Une pente faible sera suffisante pour le déclenchement de phénomènes de solifluxion ou de fluage.
- *la couverture végétale* joue également un rôle dans la stabilité, la propagation et le déclenchement des glissements de terrain. Ce rôle peut être bénéfique ou néfaste selon le cas. Ainsi, les racines des végétaux renforcent la cohésion des sols, mais en cas de vent, l'effet de levier peut déraciner les arbres, ouvrant ainsi des brèches dans le sol et favorisant les infiltrations d'eau.
- *l'hydrogéologie* : outre les phénomènes d'infiltration, les circulations d'eau en surface contribuent aux instabilités des masses de sol, par un phénomène d'entraînement des matériaux.
- *les séismes* : là encore, c'est la mise en vibration des éléments du sol et la modification des conditions de pesanteur qui peuvent être à l'origine de la déstabilisation des masses en place.

Les paramètres anthropiques influençant l'aléa sont :

- *la modification de l'hydrologie* : de la même manière que pour les phénomènes d'éboulements, la modification de l'hydrologie par une activité humaine peut créer des nouvelles zones à risques.
- *la modification du relief* : lors des chantiers de construction, les opérations de terrassement peuvent entraîner la suppression d'une butée de pied stabilisatrice d'une masse de terrain, ou bien augmenter la pente d'un versant composé de matériaux peu cohérents pour cette nouvelle topographie. Le remblaiement engendre une surcharge pouvant déclencher ou aggraver un glissement. De même, il entraîne un tassement du sol et ainsi une diminution de la perméabilité, amplifiant l'instabilité.

Les mouvements lents et progressifs ne présentent en général pas de risque pour les vies humaines. Cependant, lors de la phase de rupture proprement dite des glissements, le phénomène peut alors être considéré comme rapide (glissement de La Salle-en-Beaumont (38), 9 janvier 1994, quatre victimes surprises dans leur sommeil).

Le cas des mouvements de grande ampleur est particulier, du fait des quantités de matériaux mises en jeu et de l'étendue du site concerné. Ces mouvements, plus rares, ont des conséquences difficilement prévisibles.

Les glissements de terrain, qu'ils soient lents ou rapides, ont des conséquences sur les infrastructures (bâtiments, voies de communication, etc.) pouvant aller de la fissuration à la ruine totale, ou entraîner des pollutions induites. Même les mouvements lents et superficiels (fluage et solifluxion) peuvent dégrader des canalisations et autres réseaux enterrés.

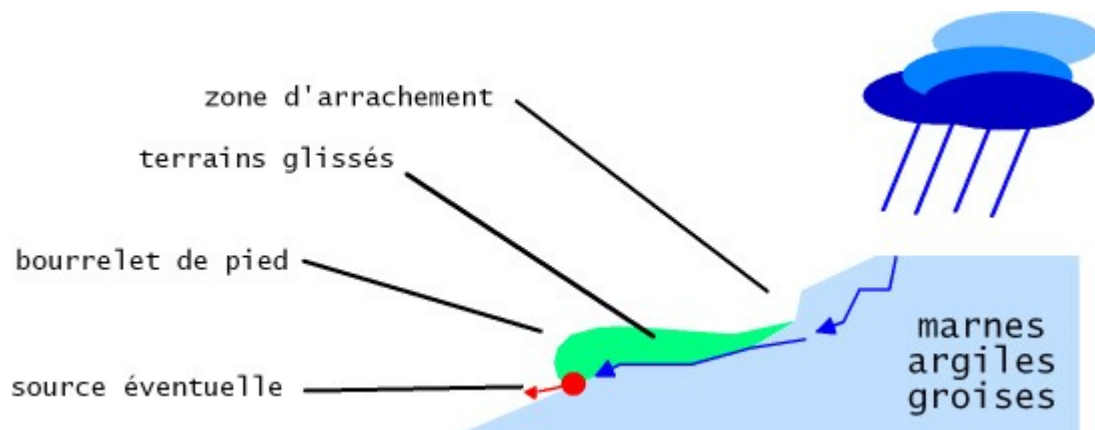


figure n°9 : SAINT-HIPPOLYTE, schéma de principe d'un glissement de terrain.

Sur la commune de SAINT-HIPPOLYTE, outre les glissements de grandes masses survenus à la fin des dernières glaciations, de très nombreux glissements sont visibles dans les marnes (Séquanien, Oxfordien, Callovien et Lias). Il est important de noter que de petits niveaux de marnes sont présents au sein du grand ensemble bajocien.



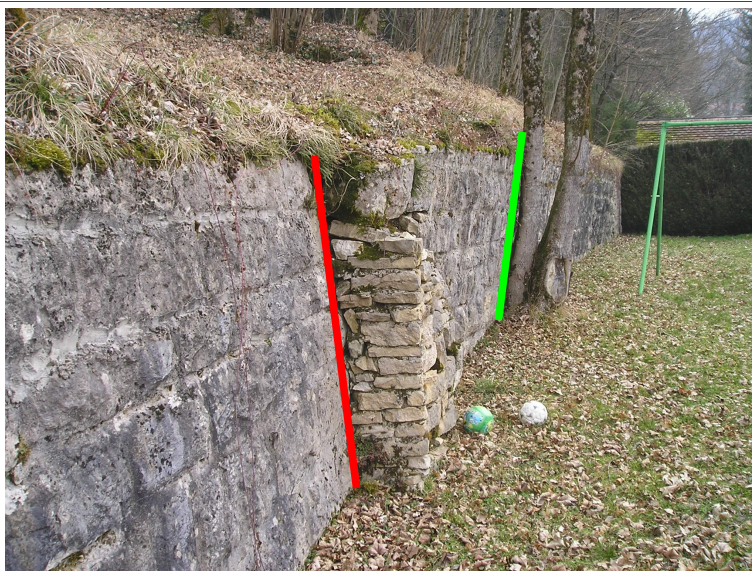
photo n° 5 : glissement de talus dans les marnes le long du chemin d'accès à la Combe de Fleurey.



*photo n° 6 : loupes de glissements dans les marnes à Mouillevillers.*



*photo n° 7 : glissement dans les marnes aux Seilles.*



*photo n° 8 : basculement du mur de soutènement sous la poussée des marnes aux Lods.*

### 3.1.2.4 Les ruissellements et coulées boueuses

Les coulées boueuses correspondent à la mise en mouvement de matériaux à l'état visqueux. Ce qui différencie les coulées boueuses des glissements de terrain est la quantité d'eau dans les matériaux beaucoup plus importantes dans les premières que dans les seconds.

Dans le cas des ruissellements, les matériaux en mouvements comportent plus d'eau que de matière solide.



*photo n° 9 : couloir de ruissellement au-dessus de la D437, sous en rive opposée aux Vieux Moulins.*

## **3.2 La carte des aléas**

En matière de risques naturels, l'aléa peut se définir comme *la probabilité de manifestation d'un événement d'intensité donnée*. Dans une approche qui ne peut que rester qualitative, la notion d'aléa résulte de la conjugaison de deux valeurs : l'intensité et la fréquence du phénomène.

### **3.2.1 Notions d'intensité et de fréquence**

L'*intensité du phénomène* sera estimée, la plupart du temps, à partir de l'analyse des données historiques et des données de terrain (chroniques décrivant les dommages, indices laissés sur le terrain, observés directement ou sur photos aériennes, etc.) et éventuellement par une modélisation mathématique reproduisant les phénomènes étudiés.

La *fréquence du phénomène* s'exprime par sa période de retour ou récurrence, et a, la plupart du temps, une incidence directe sur la "supportabilité" ou "l'admissibilité" du risque. En effet, un risque d'intensité modérée, mais qui s'exprime fréquemment, voire même de façon permanente, devient rapidement incompatible avec toute implantation humaine.

En relation avec ces notions d'intensité et de fréquence, il convient d'évoquer également la notion d'extension marginale d'un phénomène. Un phénomène bien localisé territorialement s'exprimera le plus fréquemment à l'intérieur d'une "zone enveloppe" avec une intensité pouvant varier dans de grandes limites. Au-delà de cette zone, et par zones marginales, le phénomène s'exprimera de moins en moins fréquemment et avec des intensités également décroissantes.

Il pourra se faire, cependant, que dans une zone immédiatement marginale de la zone de fréquence maximale, le phénomène s'exprime exceptionnellement avec une forte intensité ; c'est, en général, ce type d'événement qui sera le plus dommageable car la mémoire humaine n'aura pas enregistré, en ce lieu, d'événements dommageables antérieurs et des implantations seront presque toujours atteintes.

### **3.2.2 Définition des aléas par phénomène naturel**

Chaque zone distinguée sur la carte des aléas est matérialisée par une limite et une couleur traduisant le degré d'aléa et la nature des phénomènes naturels intéressant la zone. La définition du niveau d'aléa se fait par détermination du niveau d'intensité et de la probabilité d'occurrence .

**Aléa = ( niveau d'intensité , probabilité d'occurrence )**

Les chutes de blocs, comme les glissements de terrains sont des phénomènes naturels, d'où la nécessité d'avoir une approche naturaliste et la difficulté de déterminer la probabilité d'occurrence. Dans le Guide méthodologique, PPRn, Risques mouvements de terrain (Documentation française, édition 1999), cette difficulté est expliquée pour le cas des chutes de blocs (*figure n°10*).

**Estimation de la probabilité d'occurrence : cas des falaises rocheuses instables**

La prévision des éboulements de falaise pose le difficile problème de l'analyse probabiliste des phénomènes de rupture, ceux-ci dépendant à la fois de paramètres géotechniques et hydrauliques intrinsèques au massif et de facteurs externes aléatoires. La connaissance de l'ensemble de ces déterminants est pratiquement toujours insuffisante pour évaluer une probabilité de rupture d'autant plus que les mouvements en jeu sont des phénomènes discrets pouvant évoluer imperceptiblement sur de longues périodes avant de subir une accélération soudaine, particulièrement délicate à prévoir.

Sauf dans le cas de chutes de blocs ou de pierres à caractère répétitif où une approche probabiliste est théoriquement possible à partir de l'analyse fréquentielle des événements passés, il faut donc se contenter d'une estimation qualitative. Celle-ci peut être basée sur la prédisposition plus ou moins forte du site à produire le phénomène considéré, abstraction faite des facteurs externes supposés agir de façon similaire à l'échelle du site. Cette prédisposition peut être déduite du croisement de 2 critères caractérisant l'état d'instabilité du massif rocheux par rapport à l'état ultime de rupture : l'activité des mouvements affectant le front rocheux et la sensibilité du site à la rupture.

Le degré d'activité peut être évalué à partir d'indices géomorphologiques visibles : altération, traces mécaniques d'évolution des fractures, de décompression ou de rupture, dégradations passées, déplacements des compartiments rocheux. Ce critère permet de classer le front en catégories distinctes : inactif, dormant ou peu actif, actif.

Le degré de sensibilité à la rupture est estimé à l'aide des paramètres géomécaniques, hydrauliques et structuraux du massif rocheux : pas de fracturation, écartement des fractures, failles, direction et inclinaison des plans de discontinuité structurale par rapport à la pente topographique, venues d'eau, ponts rocheux, rugosité des lèvres de fractures, agencement des compartiments unitaires, surplomb, etc. Plusieurs classes de sensibilité peuvent être définies à partir d'une démarche d'expert, avec ou sans pondération des paramètres. Les analyses en retour d'événements passés constituent de ce point de vue, une source d'information permettant de valider cette démarche.

En matière d'éboulement rocheux, la notion de probabilité de rupture doit elle-même être combinée à l'évaluation des conditions de propagation et d'épandage des blocs et masses libérés du front afin de pouvoir caractériser l'aléa qui en résulte.

figure n°10 : extrait du Guide méthodologique, *PPRn. Risques mouvements de terrain, Documentation française, édition 1999.*

Pour chaque type d'aléa, le niveau d'aléa, est déterminé par :

- une situation de base,
- un ou plusieurs facteurs aggravants.

Ainsi, cette combinaison « situation de base - facteur(s) aggravant(s) » correspond aux niveaux d'intensité liés à une probabilité d'occurrence de 1 (l'événement aura lieu).

L'approche naturaliste permet d'ajuster le zonage de l'aléa en fonction des observations de terrain.



### 3.2.2.1 L'aléa chute de blocs

Dans le cas de l'aléa chute de blocs, la situation de base est la présence d'un affleurement rocheux et d'une zone d'éboulis à son pied. La situation sans éboulis au pied de la falaise est aussi possible. Les facteurs aggravants sont la hauteur de la barre rocheuse d'où partent les blocs, la pente de l'éboulis, qui dépend de la nature de la roche de la barre qui se désagrège (cette pente d'éboulis correspond à l'angle de frottement interne du matériaux). Le niveau d'aléa est déterminé comme indiqué sur la *figure n°11*)

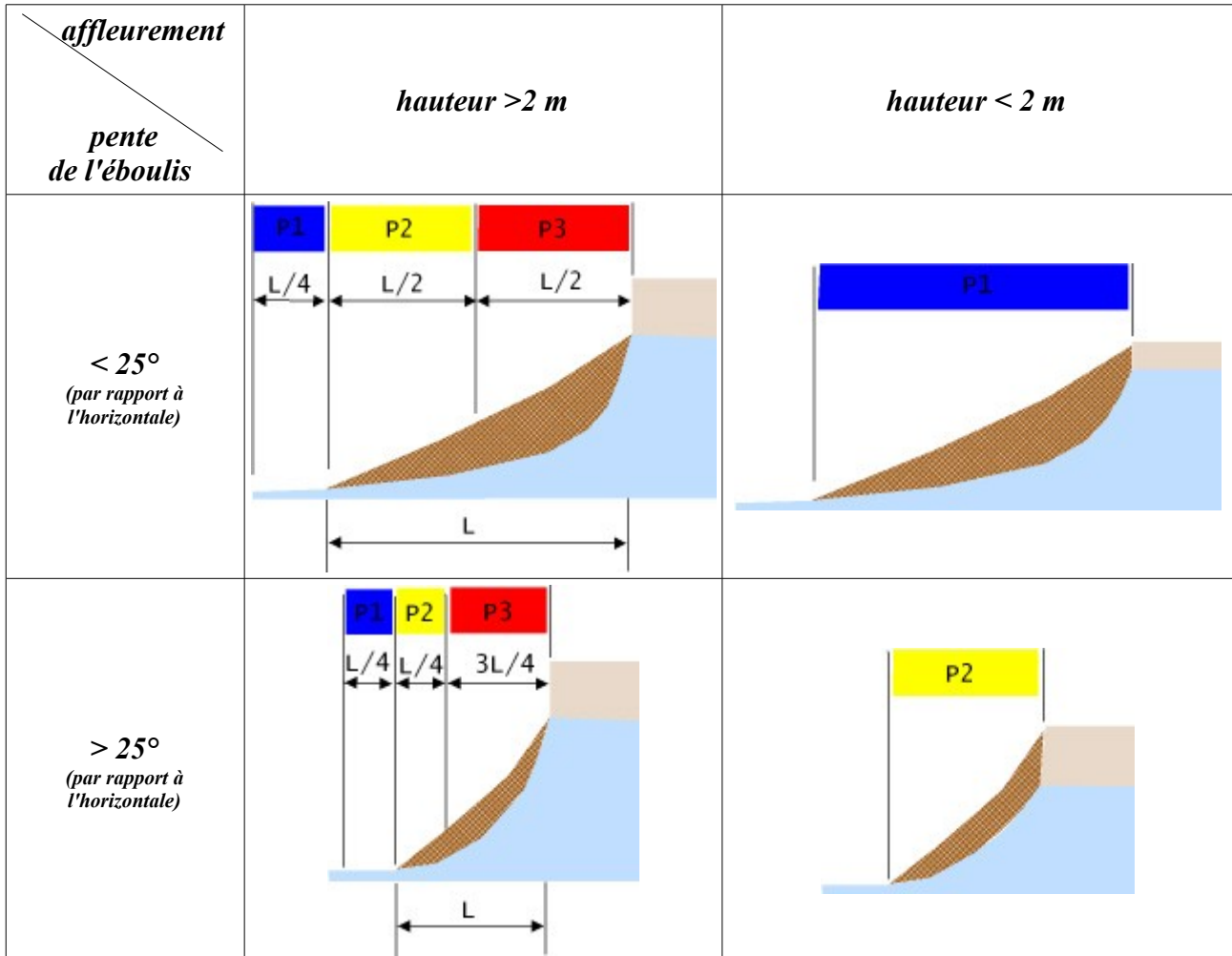


figure n°11 : détermination du niveau d'aléa chute de blocs, avec pente d'éboulis.

Les chutes de blocs sont aussi possibles sous les barres rocheuses sans pente d'éboulis à leur pied. Le niveau d'aléa est alors déterminé comme indiqué sur la *figure n°12*.

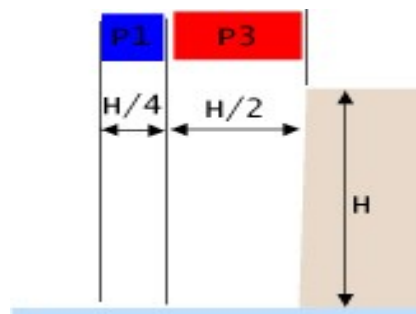


figure n°12 : détermination du niveau d'aléa chute de blocs, sans pente d'éboulis.

### 3.2.2.2 L'aléa glissement de terrain

Dans le cas de l'aléa glissement de terrain, la situation de base est la lithologie en particulier si les terrains sont constitués de marnes.

Les facteurs aggravants sont la pente du terrain et la présence d'eau. Le niveau d'aléa est alors déterminé comme indiqué sur la figure n°13.

	<i><b>pente</b></i>	<i><b>présence d'eau</b></i>	<i><b>aléa</b></i>
<i><b>marnes</b></i>	Faible <b>&lt; 10°</b> <i>(par rapport à l'horizontale)</i>	non	<b>G1</b>
		oui	<b>G2</b>
	Moyenne <b>&gt; 10°</b> <i>(par rapport à l'horizontale)</i>	non	<b>G2</b>
		oui	<b>G3</b>
	Forte <b>&gt; 15°</b> <i>(par rapport à l'horizontale)</i>	non	<b>G3</b>
		oui	<b>G3</b>

figure n°13 : détermination du niveau d'aléa glissement de terrain.

### 3.2.2.3 L'aléa ruissellement et coulées boueuses

Dans le cas de l'aléa coulées boueuses, la situation de base est la lithologie en particulier si les terrains sont constitués de marnes, de groises ou d'éboulis argileux.

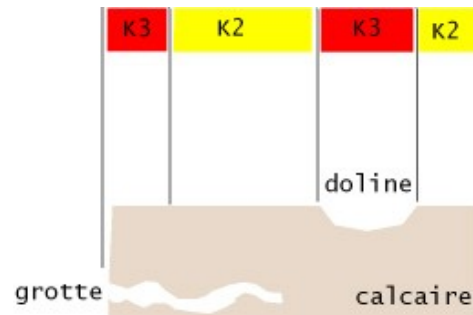
Le facteur aggravant est la pente pour le déclenchement. Les coulées boueuses sont situées dans les thalwegs, ce qui implique aussi le rôle du stock de matériaux mobilisables et la position dans le bassin-versant. Ces deux facteurs sont difficilement transposables en niveau d'aléa, mais très facilement d'après les observations de terrains et l'étude des cartes topographiques. Le niveau d'aléa est alors déterminé comme indiqué sur la figure n°14.

<i><b>nature des terrains</b></i>	<i><b>pente</b></i>	<i><b>aléa</b></i>
<i><b>marnes, groises, éboulis argileux</b></i>	Faible <b>&lt; 10°</b> <i>(par rapport à l'horizontale)</i>	<b>R1</b>
	Moyenne <b>&gt; 10°</b> <i>(par rapport à l'horizontale)</i>	<b>R2</b>
	Forte <b>&gt; 15°</b> <i>(par rapport à l'horizontale)</i>	<b>R3</b>

figure n°14 : détermination du niveau d'aléa ruissellement et coulées boueuses.

### 3.2.2.4 L'aléa cavité souterraine

Pour les phénomènes liés aux cavités souterraines, seulement deux niveaux ont été retenus, un aléa fort au droit des cavités reconnues et des dolines identifiées et un aléa moyen au droit des zones susceptibles de voir se développer des phénomènes karstiques (*figure n°15*)



*figure n°15 : détermination du niveau d'aléa cavité souterraine.*

## 4 PRINCIPAUX ENJEUX ET VULNERABILITE

Les enjeux représentent le deuxième critère factuel à prendre en compte (avec le niveau d'aléa) pour la définition du zonage réglementaire.

Cette notion a été examinée avec la commune (au regard de ses projets territoriaux propres) dans le cadre de la concertation.

L'analyse des enjeux a consisté à :

- classer le territoire en définissant des espaces plus ou moins urbanisés,
- recenser les installations, équipements et services,
- recenser les projets d'aménagement de la collectivité (enjeux de développement).

Sur la commune de Saint-Hippolyte, les principaux enjeux sont constitués par :

- l'urbanisation,
- les infrastructures routières,
- les équipements publics
- les commerces
- les équipements touristiques.

La cartographie des enjeux fait apparaître ces éléments.

La notion de vulnérabilité recouvre l'ensemble des dommages prévisibles en fonction de l'occupation des sols et des phénomènes naturels. Ces dommages correspondant aux dégâts causés aux bâtiments ou aux infrastructures, aux conséquences économiques et, éventuellement, aux préjudices causés aux personnes.

## 5 PROPOSITION DE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE

Le zonage réglementaire, établi sur fond cadastral au 1/5000 définit des zones constructibles, inconstructibles et constructibles sous réserve. Les mesures réglementaires applicables dans ces deux dernières zones sont détaillées dans le règlement du PPR.

### 5.1 Traduction des aléas en zonage réglementaire

On entend par aléa, la manifestation en un site donné d'un ou plusieurs phénomènes naturels, caractérisés par un niveau d'intensité et une période de retour, s'exerçant ou susceptibles de s'exercer sur des enjeux, populations, biens et activités existants ou à venir caractérisés par un niveau de vulnérabilité.

La figure n°16 explique la méthode utilisée pour aboutir à un aléa résultant :

1ère colonne :

Le type de phénomène (P pour les chutes de pierres, G pour les glissements de terrain, K pour les phénomènes karstiques, R pour le ruissellement et coulées boueuses) est pris en compte. A chaque type de phénomène, correspond un niveau d'aléa (nul, faible, moyen ou fort) qui apparaît sous la forme 0, 1, 2 ou 3.

2ème colonne :

L'aléa total correspond à la somme des phénomènes associée au niveau d'aléa le plus élevé rencontré (ex : en présence d'aléas forts de chutes de pierre (P3), de glissements de terrains (G3), de phénomènes karstiques (K3), et d'aléa moyen de ruissellement (R2), l'aléa total est un aléa fort associé à tous les phénomènes rencontrés (PGKR).

3ème colonne :

Les aléas chute de pierres (P), glissements de terrain (G) et phénomènes karstiques (K) ont été regroupés sous la lettre A, afin de simplifier la carte de zonage. Dans l'exemple précédent, l'aléa résultant est donc AR.

	Aléas				Aléa total	Aléa résultant
	P	G	K	R		
0	0	0	0	0		
0	0	0	0	2	R	R
0	0	0	0	3	R	R
0	0	2	0	0	K	A
0	0	2	2	2	KR	AR
0	0	2	3	3	KR	AR
0	0	3	0	0	K	A
0	0	3	2	2	KR	AR
0	0	3	3	3	KR	AR
0	1	0	0	0	G	A
0	1	0	2	2	R	R
0	3	3	0	0	GK	A
0	3	3	2	2	GKR	AR
0	3	3	3	3	GKR	AR
1	0	0	0	0	P	A
1	0	0	2	2	R	R
1	0	0	3	3	R	R

3	3	2	0	PGK	A
3	3	2	2	PGKR	AR
3	3	2	3	PGKR	AR
3	3	3	0	PGK	A
3	3	3	2	PGKR	AR
3	3	3	3	PGKR	AR

**Les familles d'aléas résultants sont donc**

P ou G ou K	+	Aléa Faible	▶▶	A
P ou G ou K	+	Aléa Moyen	▶▶	A
P ou G ou K et R	+	Aléa Moyen	▶▶	AR
R	+	Aléa Moyen	▶▶	R
P ou G ou K	+	Aléa Fort	▶▶	A
P ou G ou K et R	+	Aléa Fort	▶▶	AR
R	+	Aléa Fort	▶▶	R

figure n°16 : méthode de détermination de l'aléa résultant, extraits du tableau contenant les 144 combinaisons.

Conformément à la doctrine nationale, les espaces protégés par des ouvrages construits (merlons pare-blocs, filets de protection, etc...) sont toujours considérés comme restant soumis aux phénomènes étudiés, c'est-à-dire vulnérables. En règle générale, l'efficacité des ouvrages, même les mieux conçus et réalisés, ne peut être garantie à long terme, notamment si leur maintenance et leur gestion ne sont pas assurées par un maître d'ouvrage.

La délimitation de l'aléa est donc établie sans tenir compte de ces ouvrages. Le zonage réglementaire est établi dans le respect des deux principes suivants :

- la présence d'ouvrage ne conduit pas à augmenter la vulnérabilité, mais vise plutôt à réduire l'exposition des enjeux existants,
- la constructibilité en aléa fort ne pourra être envisagée que très exceptionnellement si la maintenance des ouvrages de protection est garantie par une solution technique fiable et des ressources financières déterminées.

Des prescriptions identiques doivent donc être appliquées, en présence ou non d'ouvrage de protection, l'intérêt majeur de ces derniers devant rester la réduction de la vulnérabilité de l'existant.

La démarche de zonage réglementaire a été élaborée par confrontation des analyse précédente (aléas/enjeux). Elle repose sur le croisement, sur une même carte, des la délimitation des aléas et des zones d'enjeux.

Afin de limiter les conséquences humaines et économiques de catastrophes naturelles pour la collectivité, le principe retenu dans le PPR consiste à stopper le développement de l'urbanisation et donc interdire l'aménagement des terrains et les constructions dans toutes les zones à risque fort.

Le zonage réglementaire définit :

- une zone inconstructible, appelée zone d'interdiction (représentée en rouge), qui regroupe les zones d'aléa fort. Dans ces zones, seuls certains aménagements tels que les ouvrages de protection ou les infrastructures publiques qui n'aggravent pas l'aléa, peuvent être autorisés (voir règlement).
- une zone constructible sous conditions de conception, de réalisation, d'utilisation et d'entretien de façon à ne pas aggraver l'aléa, appelée zone de contraintes moyennes (représentée en jaune).
- une zone de recommandations (représentée en bleu), qui correspond dans la majorité des cas aux zones d'aléa faible.

Signalons enfin que des zones sans aléa peuvent se trouver réglementées car définies comme zone d'aggravation du risque. Exemple : zones situées à l'amont de glissements de terrain dont l'activation ou la réactivation est susceptible de se manifester en cas de modification des conditions de circulation des eaux pluviales et/ou usées.

Afin de simplifier la carte de zonage et en correspondance avec les différents rubriques du règlement, les aléas chute de pierres (P), glissements de terrain (G) et phénomènes karstiques (K) ont été regroupés sous la lettre A.

La figure n°17 synthétise l'analyse qui est faite pour chaque zone considérée "à risque".

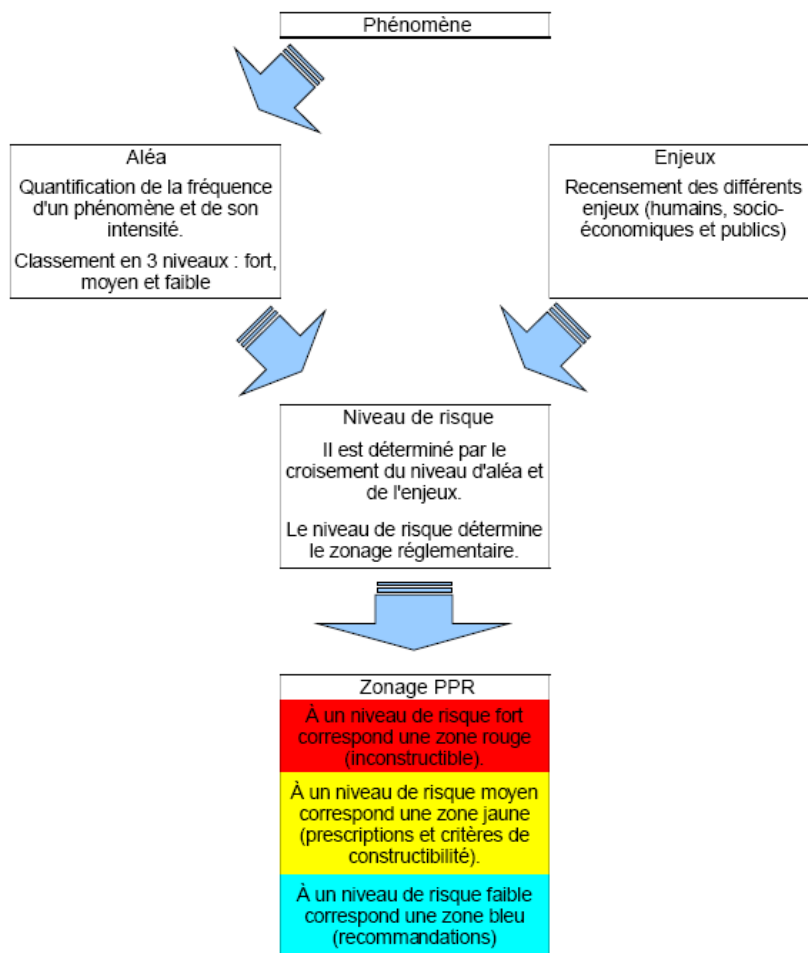


figure n°17 : principe de détermination des zones à risque.

## 5.2 Zone non exposée mais soumise à réglementation

Aux trois types de zones présentées ci-dessus est ajoutée, par principe de précaution, un quatrième zone, concernant des parties du territoire non exposées dans des conditions naturelles, mais qui pourraient subir une aggravation des aléas suite à l'intervention de l'homme.

Cette zone, qui concerne uniquement un petit secteur au lieu-dit « Plain champ » est appelée NE1.

## **5.3 Nature des mesures réglementaires**

### **5.3.1 Bases légales**

La nature des mesures réglementaires applicables est définie par les articles R562-4 et R562-5 du Code de l'Environnement :

*Art.R562-4 :*

*I. - En application du 3° du II de l'article L. 562-1, le plan peut notamment :*

*1° Définir des règles relatives aux réseaux et infrastructures publics desservant son secteur d'application et visant à faciliter les éventuelles mesures d'évacuation ou l'intervention des secours ;*

*2° Prescrire aux particuliers ou à leurs groupements la réalisation de travaux contribuant à la prévention des risques et leur confier la gestion de dispositifs de prévention des risques ou d'intervention en cas de survenance des phénomènes considérés ;*

*3° Subordonner la réalisation de constructions ou d'aménagements nouveaux à la constitution d'associations syndicales chargées de certains travaux nécessaires à la prévention des risques, notamment l'entretien des espaces et, le cas échéant, la réalisation ou l'acquisition, la gestion et le maintien en condition d'ouvrages ou de matériels.*

*II. - Le plan indique si la réalisation de ces mesures est rendue obligatoire et, si elle l'est, dans quel délai.*

*Art. R562-5*

*I. - En application du 4° du II de l'article L. 562-1, pour les constructions, les ouvrages ou les espaces mis en culture ou plantés, existant à sa date d'approbation, le plan peut définir des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.*

*Toutefois, le plan ne peut pas interdire les travaux d'entretien et de gestion courants des bâtiments implantés antérieurement à l'approbation du plan ou, le cas échéant, à la publication de l'arrêté mentionné à l'article R. 562-6, notamment les aménagements internes, les traitements de façade et la réfection des toitures, sauf s'ils augmentent les risques ou en créent de nouveaux, ou conduisent à une augmentation de la population exposée.*

*II. - Les mesures prévues au I peuvent être rendues obligatoires dans un délai de cinq ans pouvant être réduit en cas d'urgence.*

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



### **5.3.2 Mesures individuelles**

Ces mesures sont, pour l'essentiel, des dispositions constructives applicables aux constructions futures dont la mise en œuvre relève de la seule responsabilité des maîtres d'ouvrages. Des études complémentaires préalables leur sont donc proposées ou imposées afin d'adapter au mieux les dispositifs préconisés au site et au projet. Certaines de ces mesures peuvent être applicables aux bâtiments ou ouvrages existants (renforcement, drainage par exemple).

Dans les zones concernées par un aléa de glissement de terrain, une adaptation des constructions au contexte géotechnique local est souhaitable, dans la mesure où il s'avère utile d'assurer une parfaite maîtrise des rejets d'eau.

Enfin, des sondages géologiques peuvent permettre de détecter la présence de cavités souterraines.

### **5.3.3 Mesures d'ensemble**

Lorsque des ouvrages importants sont indispensables ou lorsque les mesures individuelles sont inadéquates ou trop onéreuses, des dispositifs de protection collectifs peuvent être préconisés. De nature très variée, (drainage, auscultation de glissement de terrain, etc...), leur réalisation et leur entretien peuvent être à la charge de la commune de groupements de propriétaires, d'usagers ou d'exploitants.

# GLOSSAIRE

Affleurement : partie d'un terrain visible à la surface de la Terre. Un affleurement permet d'observer les roches du sous-sol.

Aléa : phénomène naturel d'occurrence et d'intensité donné.

Anticlinal : dont la convexité est tournée vers le haut.

Bajocien : étage du Jurassique moyen, entre 164 et 170 Ma.

Bathonien : étage du Jurassique moyen, entre 160 et 164 Ma.

Callovien : étage du Jurassique moyen, entre 154 et 160 Ma.

Crypto-cristallin : s'applique aux roches formées de cristaux très petits, difficilement visibles au microscope du fait de la superposition de plusieurs cristaux dans l'épaisseur d'une lame mince (0,02 à 0,03 mm).

Décalcification : disparition de la calcite (principal constituant du calcaire) par dissolution.

Diaclase : cassure de roche sans déplacement relatif des morceaux séparés.

Doline : dépression circulaire dont le fond souvent plat est occupé par de la terra rossa, résidu argileux rouge de la décalcification des calcaires.

Fluage : Déformation lente que subit un matériau soumis à une contrainte permanente.

Lias : Partie inférieure du système jurassique

Limoneux : qui contient du limon ( Roche sédimentaire de granulométrie intermédiaire entre celle des sables et celle des argiles, constituant des sols légers et fertiles).

Litho-stratigraphique :Reproduction de la chronologie des évènements qui se sont succédé à la surface de la Terre, au cours des temps géologiques.

Météorique : qui appartient ou a trait à un météore (phénomène qui a lieu dans l'atmosphère).

Néotectonique : Tectonique développée à l'ère quaternaire.

Oolithique : Qui contient des oolithes (petite concrétion sphérique formée de couches concentriques précipitant autour d'un noyau).

Polypier : Squelette secrété par les polypes (forme comportant un corps cylindrique et une cavité en cul-de-sac)

Solifluxion : Glissement en masse, sur une versant, de la partie superficielle du sol.

Tectonique : Ensemble des déformations de terrains, sous l'effet des forces internes.

Trias : Première période de l'ère secondaire, d'une durée approximative de 35 millions d'années.

## **ANNEXES**

Annexe A : projet de révision de la carte nationale d'aléa sismique

Annexe B : extrait de l'inventaire spéléologique du Doubs - tome 4 - édition Groupement pour l'inventaire, la Protection et l'Étude du Karst du massif jurassien (GIPEK) 2004

Annexe C : BRGM – Bdmvt

Annexe D :Atlas des zones à risques du Doubs - DDE25 – LRPC Autun – 2000

Annexe E : rapport BRGM 1985

Annexe F : la végétation