

maître d'ouvrage



service instructeur

direction départementale des territoires et de la mer

PPR prescrit le 28/12/10
Elaboration approuvée
par arrêté préfectoral
n° 2011-1086
du 20 juill et 2011

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles Mouvements de terrain

Commune de Douarnenez

A - Rapport de présentation

Juin 2011

maître d'œuvre



maître d'ouvrage



Préfecture du Finistère

service instructeur

ministère de l'Équipement,
des Transports, du Logement,
du Tourisme et de la Mer



direction
départementale de
l'Équipement
Finistère

PPR prescrit le 28/12/01
Approuvé par arrêté
préfectoral du

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles

Mouvements de terrain

Commune de Douarnenez

Recensement et description des phénomènes naturels

Qualification des aléas

maître d'oeuvre

CETE
de l'Ouest

Centre
d'Études
Techniques
de l'Ouest

réalisation : 2002
LRPC de St Brieuc

édition : avril 2003

dossier : 11.976

Sommaire général

Présentation de l'étude	2
Cartographie des phénomènes naturels « mouvements de terrain »	4
Cartographie des aléas « mouvements de terrain »	30

Présentation de l'étude

Rappel de la commande

3

Démarche mise en œuvre au LRPC de Saint-Brieuc
pour l'élaboration de la carte des aléas

3

Présentation de l'étude

A la demande de la Direction Départementale du Finistère, Service Aménagement Sud, le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Saint-Brieuc a évalué les risques naturels de mouvements de terrain sur l'ensemble du territoire communal de Douarnenez.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles liés aux mouvements de terrain.

1 - Rappel de la commande

Concernant le périmètre d'étude cité précédemment, la mission du CETE de l'Ouest comportait :

- ✓ l'identification, le recensement, la description et l'analyse des phénomènes naturels aboutissant à l'élaboration de la carte des aléas « mouvements de terrain » par le Laboratoire Régional de Saint-Brieuc
- ✓ l'identification et la cartographie des enjeux humains et socio-économiques par la Division Infrastructure et Environnement
- ✓ la cartographie des risques à l'issue des deux étapes précédentes

2 - Démarche mise en œuvre au LRPC de Saint-Brieuc pour l'élaboration de la carte des aléas

L'analyse des risques sur le périmètre d'étude passe par :

- ✓ la connaissance des phénomènes naturels
(carte informative des phénomènes naturels)
- ✓ la caractérisation des aléas
(carte des aléas)
- ✓ l'appréciation des enjeux socio-économiques et humains.
(carte des enjeux)

Sa mise en œuvre s'appuie largement sur la priorité à accorder aux études qualitatives et à la démarche d'expert, conformément aux recommandations du guide méthodologique général pour l'élaboration des PPR et du guide spécifique relatif à la cartographie de l'aléa du aux mouvements de terrain.

Les études menées reposent sur l'exploitation des données existantes qui sont validées et complétées ensuite par une analyse sur le site afin de comprendre l'activité « mouvements de terrain » sur tout le périmètre d'étude.

La prise de connaissance du milieu a débuté en juillet 2001 par la constitution d'un recueil de données établi après une recherche auprès de divers organismes (DDE, Service Départemental des archives, presse locale, LRPC de Saint-Brieuc, Université de Bretagne Occidentale, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Institut Géographique National ...).

A l'issue de cette première étape, nous disposons d'un vivier d'informations sur :

- ✓ la morphologie et la géologie du site à étudier (sources IGN, UBO et BRGM) qui sont des facteurs déterminants pour la localisation et la caractérisation des instabilités
- ✓ les mouvements de terrain ayant eu lieu sur le périmètre d'étude, leur occurrence, leurs conditions d'environnement (sources DDE, Service Départemental des archives, LRPC de Saint-Brieuc et ANTEA)

L'analyse de ces informations nous a permis de commencer à appréhender les divers types d'instabilités passées ou actuelles en présence ainsi que les facteurs les générant.

La démarche s'est poursuivie par une prospection sur le périmètre d'étude afin de confirmer les informations recueillies précédemment mais également de les compléter. Elle a été réalisée de septembre 2001 à mars 2002.

Les données recensées lors de la recherche bibliographique ou de la phase de prospection ont été transcrites sur fond cadastral avec une précision variant de l'échelle 1 / 5 000 pour les zones globalement stables à l'échelle 1 / 2 000 pour les zones présentant, soit des désordres non négligeables, soit une forte urbanisation.

La carte informative des phénomènes naturels ayant pour support le fond topographique a été produite à l'échelle 1 / 10 000 afin :

- ✓ d'obtenir une image synthétique des désordres constatés sur tout le périmètre d'étude
- ✓ de bien saisir le lien indéniable de cause à effet qu'il y a entre les mouvements de terrain et la topographie qui est elle-même une conséquence de l'histoire géologique dans la plupart des cas, mais qui peut aussi être issue de l'intervention de l'homme sur le milieu naturel

A l'issue de la phase de prospection offrant une connaissance globale sur les désordres passés et actuels ainsi que sur leurs causes, des aléas de référence ont été déterminés pour chaque type de désordres et une hiérarchisation pour chaque type d'aléa a été établie afin d'en élaborer une cartographie.

Dans un but de précision, les cartes d'aléas ont été produites aux mêmes échelles que celles du travail de prospection.

La cartographie des phénomènes naturels « mouvements de terrain »

L'étude bibliographique	5
La morphologie	8
Relief et géologie régionale	
Etude des photographies aériennes	
Le cadre géologique	13
Description des formations rocheuses	
Description des formations superficielles	
Typologie des mouvements de terrain	24
Les éboulements, chutes de blocs et chutes de pierres	
Les glissements de terrain	
Les tassements localisés	
Conclusion	27
Synthèse sur la géologie à l'origine des désordres	
Notice de la carte informative des phénomènes naturels	

La cartographie des phénomènes naturels « mouvements de terrain »

Elle résulte d'un inventaire issu de l'exploitation de toutes les informations disponibles sous forme d'archives, d'études générales ou ponctuelles, de cartes, de photos aériennes mais aussi d'une enquête auprès de la population.

Elle a pour but d'informer et de sensibiliser les élus et la population sur les mouvements de terrain historiques (sources archives, photos aériennes ou prospection) ou actuels (prospection) sur le périmètre d'étude en définissant :

- ✓ le type
- ✓ la position
- ✓ l'extension des divers mouvements de terrain

permettant ainsi d'apprécier leur densité et donc la sensibilité de tel ou tel site à tel ou tel phénomène.

1 - L'étude bibliographique

Elle a été réalisée pendant le 2ème semestre 2001.

Les sources d'informations permettant de commencer à appréhender les phénomènes d'instabilité en présence ainsi que les facteurs les générant ont été les suivantes :

- ✓ les Archives Départementales à Quimper
- ✓ le site Internet du Télégramme
- ✓ les archives du LRPC de Saint-Brieuc et en particulier, celles de l'unité de Mécanique des sols
- ✓ le rapport ANTEA relatif aux risques de mouvements de terrain dans le département du Finistère (rapport A 015408 et son annexe n°8)
- ✓ un fond documentaire géologique établi à partir d'ouvrages et d'articles relatifs aux formations géologiques en présence sur le périmètre d'étude (Guide géologique de Bretagne, Notice des cartes géologiques de Douarnenez, Châteaulin et Quimper, Le Briovérien du nord de la baie de Douarnenez - remarques pétrographiques et structurales, Origine et mise en place de la trondhjémite gneissique de Douarnenez, Les grands cisaillements hercyniens dans le Massif Armoricaïn et les phénomènes de granitisation, Les roches granitiques et leur altération, Introduction à la géologie marine et littorale, Comportement mécanique des matériaux superficiels des versants naturels)

Les informations sur les différents événements historiques notables ou bien identifiés sont résumées, par secteurs géographiques, dans les tableaux pages suivantes.

Risque d'éboulement rue Brossolette à Tréboul

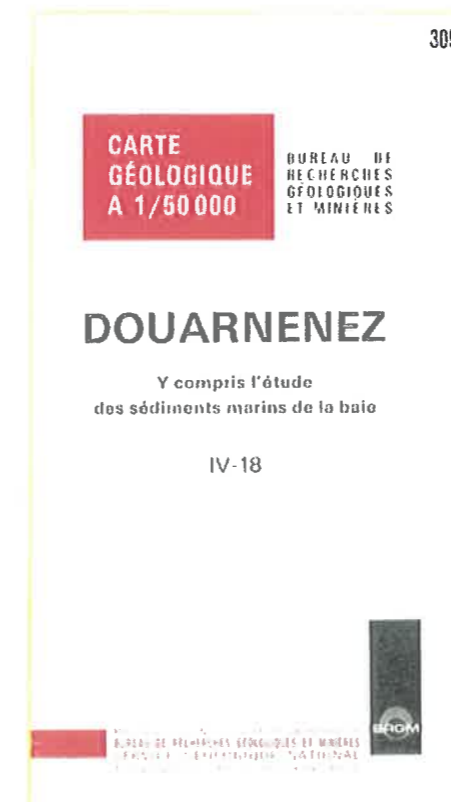
Le trottoir en contrebas de la falaise a été protégé par des barrières.



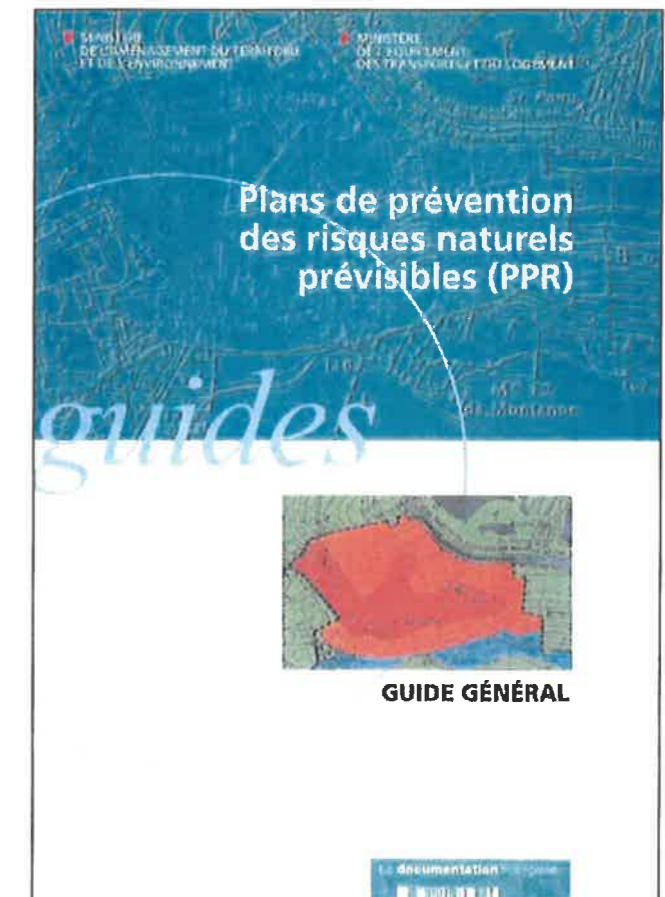
Il y a une quinzaine de jours, un bloc d'une centaine de kilos est tombé sur le trottoir en contrebas de la falaise qui domine le bas de la rue Brossolette, en face du magasin de fleuriste.

Des barrières de sécurité ont été installées pour empêcher les passants d'emprunter le trottoir. Cinq places de parking ont également été gelées. La municipalité a fait appel à la société SIMESOL de Quimper pour réaliser un diagnostic de l'état de la falaise. « À vue d'œil, on devine qu'il y a des fêlures dans la roche. On peut craindre des éboulements, comme Joël Perrot, adjoint délégué à Tréboul. Nous attendons les conclusions pour savoir comment sécuriser l'ensemble, peut-être par la pose d'un grillage ».

Article du
16/12/2000 extrait
du site Internet du
Télégramme



Notice de la carte géologique de
Douarnenez



Guide général relatif à la mise en
oeuvre des PPR

Centre ville de Douarnenez

Lieu	Date	Evénement	Dégât matériel	Remarques sources
Pors Cad	Hiver 2000	Affouillement sous la route Eboulement en bordure de plage		<i>Eboulements réguliers</i> Compte rendu de visite du 03/07/2001 LRPC
Crée au Port	Antérieur à 1957	Tassement	Fissures ouvertes sur bâtiment, rupture de vitres, blocage de portes	Rapport LRPC n° 83.333

Plomarc'h

Lieu	Date	Evénement	Dégât matériel	Remarques sources
Route du Ris	Hiver 2000	Glissement de terrain actif	Désordres sur la chaussée	<i>Site à surveiller</i> Compte rendu de visite du 03/07/2001 LRPC
Site archéologique des Plomarc'h (site 3 du rapport Antéa)	1993/1994	Glissements du talus rocheux en partie haute de la falaise	Aucun	<i>Site fermé au public</i> Rapport Antéa
Les Plomarc'h (belvédère) (site 4 du rapport Antéa)	04/1994 à 12/1994	Eboulement de la falaise	Destruction du belvédère	<i>Zone de stationnement située en haut de la falaise fermée dès le constat des premiers affaissements. Confortement de la falaise</i> Subdivision de Douarnenez
Falaises du Ris (site 3 du rapport Antéa)	inconnue	Chutes de blocs		Rapport Antéa
Rue Gabriel Le Signe (site 10 du rapport Antéa)	inconnue	Chute de blocs, Glissement		Rapport Antéa
Passage piétonnier P. Paulet (site 11 du rapport Antéa)	inconnue	Glissement		Rapport Antéa

Pouldavid

Lieu	Date	Evénement	Dégât matériel	Remarques sources
Zone industrielle de Pouldavid (site 1 du rapport Antéa)	Hiver 1996	Eboulement de 10 à plus de 10 m ³ de matériaux rocheux, blocs allant jusqu'à 0,5 m ³	Dégâts sur la façade arrière des bâtiments de l'usine Paulet	Rapport Antéa
	02/1995	Eboulement		Accident arrivé la nuit, pas d'ouvriers sur les lieux Subdivision de Dournenez
	1986	Eboulement : de 10 à plus de 10 m ³ de matériaux rocheux	Peu de dégât	Rapport Antéa
	Avant 1985	Depuis 1961, nombreux mouvements de terrain : de la chute de blocs à l'éboulement de masse rocheuse (1000 m ³)	Dommages sur des bâtiments et des machines	D'après le témoignage des plus anciens ouvriers Rapport BRGM d'octobre 85

Tréboul

Lieu	Date	Evénement	Dégât matériel	Remarques sources
Toulbalan	Hiver 2000	Glissement superficiel dans l'arène		Information orale Propriétaire
	1978	Eboulement du front de taille d'une ancienne carrière		Confortement par enrochement (350 tonnes) Propriétaire
Rue Brossolette	Hiver 2000	Eboulement du talus rocheux : un bloc d'une centaine de kilos est tombé sur le trottoir	Aucun	Circulation sur le trottoir et stationnement interdits Télégramme du 16/12/2000 (site Internet)
Impasse La Pérouse / rue Le Guyader (site 6 du rapport antéa)	1992/1993	Eboulement du talus sur la route, Glissements	Aucun	Rapport Antéa
Falaise du Treiz , rive gauche du Port Rhu (site 5 du rapport Antéa)	inconnue	Chute de blocs, Glissement		Rapport Antéa
Plage St Jean (site 7 du rapport Antéa)	inconnue	Chute de blocs, Glissement		Eboulement régulier Rapport Antéa, Compte rendu de visite du 03/07/2001 LRPC
Passage de l'Armen (site 8 du rapport Antéa)	inconnue	Chute de pierres, Glissement sentier		Rapport Antéa
Plage des Sables Blancs secteur Ouest (site 9 du rapport Antéa)	inconnue	Glissement sur 15 m de large		Confortement par rails battus dans le sol et traverses SNCF Rapport Antéa

2 - La morphologie

21 - relief et géologie régionale

Situé dans la partie occidentale du Massif Armoricaïn, le relief en présence sur le périmètre d'étude se présente, en général, en formes douces et arrondies avec sa suite de collines monotones, mais il présente toutefois des vallées encaissées se terminant par des estuaires (aber) dans lesquels la marée remonte.

Résultant de l'action prolongée des phénomènes d'altération et d'érosion mais façonné surtout par les derniers événements de son histoire, ce paysage s'est modelé au cours d'une histoire géologique régionale longue et complexe qui a abouti à la formation d'une pénéplaine, c'est-à-dire, une surface sans grande dénivellation parcourue par des cours d'eau à faible pente où seuls subsistent quelques reliefs résiduels.

On est, en effet, en présence des vestiges d'une ancienne chaîne de montagnes d'âge hercynien développée au dépend de matériaux d'origine plus ancienne. Formée à la fin des temps primaires, elle va rester émergée durant toute l'ère secondaire et le début du tertiaire et va donc subir une très forte érosion, formant la pénéplaine Armoricaïne. Ce socle pénéplané va être soumis pendant l'ère tertiaire à une très forte altération causée par des conditions climatiques très agressives (formations des altérites) ainsi qu'à une faible activité tectonique (contre-coup Alpin) qui rajeunit modérément le relief en faisant notamment rejouer les failles. L'ère quaternaire se caractérise, quant à elle, par une succession de périodes glaciaires et interglaciaires et la mise en place de dépôts superficiels non consolidés.

Le schéma ci-après, en précisant les principales divisions des temps géologiques, résume succinctement les événements marquants de la très longue histoire géologique concernant cette partie du Massif Armoricaïn.

	Ouaternaire	Erosion Sédimentation
1,8 MA	Tertiaire ou Cénozoïque	Altération du socle sous climat tropical Mouvements tectoniques (tectonique cassante)
65 MA	Secondaire ou Mésozoïque	Pénéplénation par érosion de la chaîne hercynienne
230 MA	Primaire ou Paléozoïque	Surrection de la chaîne hercynienne
370 MA		
570 MA	Anté Cambrien	Surrection de la chaîne calédonnienne

Au final, les fractures apparaissent comme un trait majeur de cette région et se traduisent dans le paysage par une côte très découpée et des vallées en lignes de fracture, les cours d'eau se fixant sur ces zones de moindre résistance.

22 - Etude des photos aériennes

La carte topographique à courbe de niveau n'ayant pas toujours un figuré très suggestif et sa précision étant limitée, les photographies aériennes ont été notre instrument de travail privilégié pour l'appréciation du relief.

Relativement récentes, les photographies aériennes examinées dans ce but étaient de deux types :

- ✓ série de photos verticales à l'échelle 1 / 20 000 prises en 1978 avec un film panchromatique noir et blanc
- ✓ série de photos verticales à l'échelle 1 / 25 000 prises en 2000 avec un film couleur

Elles ont été exploitées en vision stéréoscopique (accentuation du relief), ce qui nous a permis d'apprécier rapidement les versants à forte pente, et ainsi de cibler ces secteurs prédisposés aux instabilités qui seront prospectés de manière privilégiée ultérieurement.

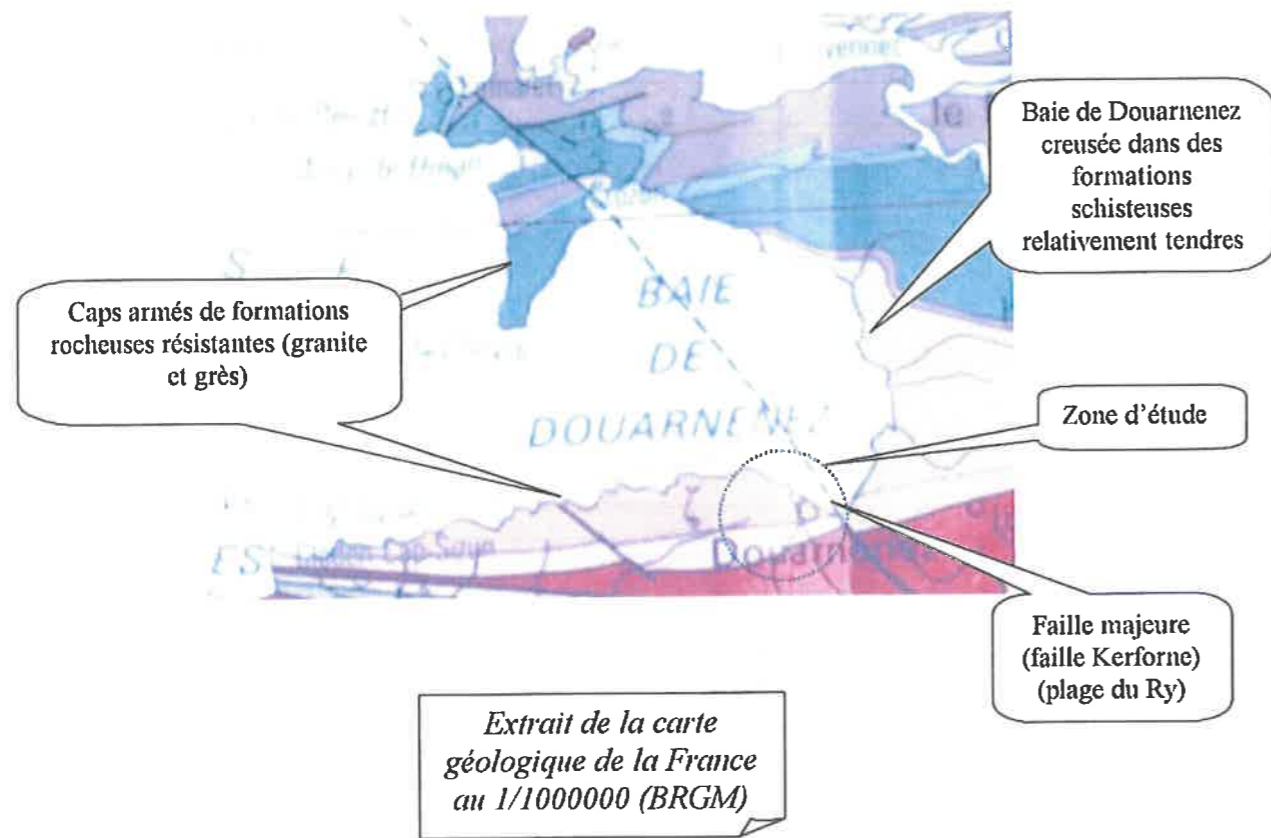
La lecture des photos aériennes nous a permis d'appréhender assez finement la géologie, en particulier la géologie structurale, dans sa globalité au niveau du périmètre d'étude en localisant les grandes discontinuités (contact entre des formations géologiques différentes, champ de fracturation naturelle). En effet, lieux privilégiés pour le développement des phénomènes d'altération et d'érosion, ces secteurs apparaissent en dépression linéaire sur les photos de manière plus évidente que lors de l'observation sur le terrain.

On distingue ainsi plusieurs familles d'accidents à orientation différente.

De même, la lecture du trait de côte nous informe sur les duretés relatives des formations géologiques en présence, ou plutôt sur leur résistance à l'érosion marine. En effet, l'allure du trait de côte résulte, ici, de l'érosion différentielle des divers matériaux, elle-même liée à la nature minéralogique ou chimique de ceux-ci, mais aussi à leur état de fissuration. Elle est particulièrement révélatrice de la fracturation régionale comme le montre le secteur NW de la photo aérienne ci-dessous.



Les formations schisteuses, avec leur grande densité de fracturation offrant une prise importante à l'érosion marine, sont dégradées de manière privilégiée et il y a formation d'un golfe à leur niveau.



Faille dans les formations schisteuses de la plage du Ry



Les formations granitiques, en offrant une plus grande résistance aux agents d'érosion et d'altération atmosphériques ainsi qu'aux agressions marines, apparaissent en saillie par rapport aux schistes. Cependant, aux endroits où ils sont fracturés, ils sont plus vulnérables. Il y a un développement privilégié du processus d'altération vers l'intérieur du massif, qui, conjugué aux actions de l'érosion marine, aboutit à la formation de profondes indentations au niveau de la côte granitique comme l'illustre la photo suivante prise au niveau des Roches Blanches, au NW de la commune.



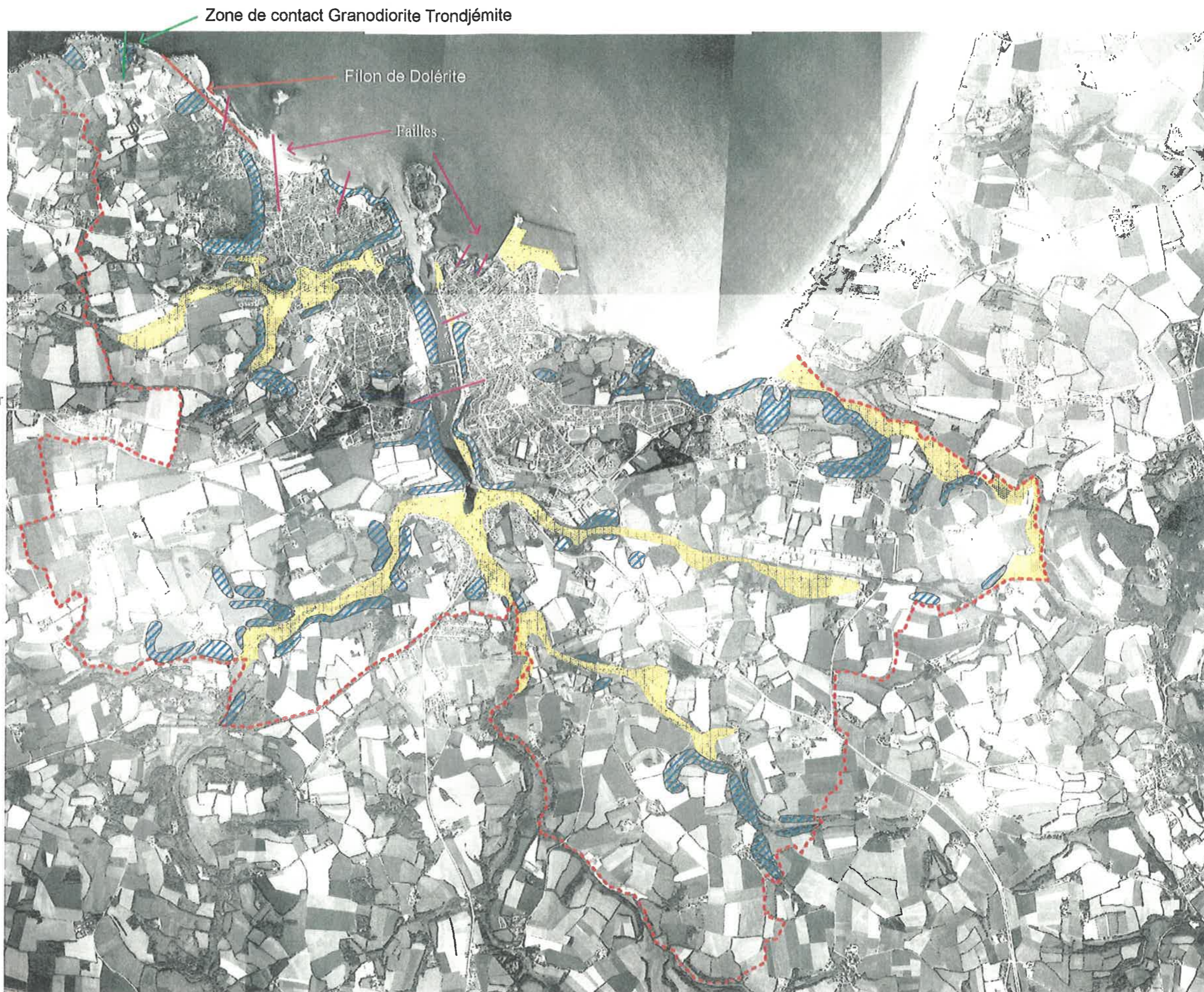
Les informations issues de l'exploitation des photos aériennes :

- ☞ zones à fortes pentes
- ☞ zones alluviales
- ☞ dépressions linéaires traduisant les fractures importantes à l'échelle du périmètre d'étude

sont reportées sur les photos pages suivantes.

PHOTO INTERPRETATION

- Alluvions
- Zone à très forte pente à examiner de manière privilégiée
- Limite communale





Golfe développé au dépend des formations vulnérables (schistes)

Faille majeure (faille de Kerforn)

..... Périimètre de la commune de Douarnenez

— Fracturation traduite par les grandes dépressions linéaires

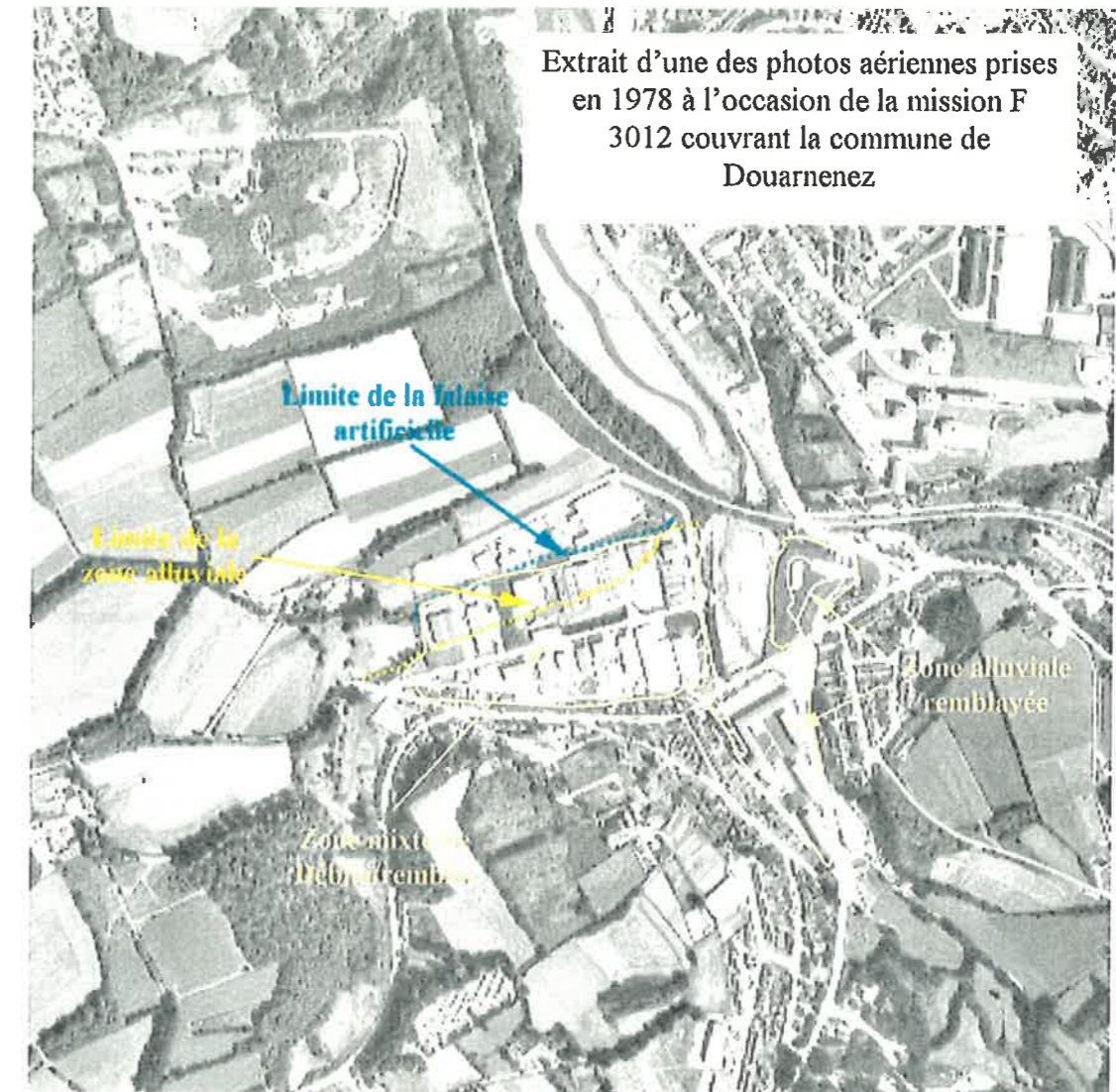
Par ailleurs, des photos aériennes prises lors d'une mission plus ancienne (1961) ont été exploitées.

Elles ont permis d'apprécier les importantes modifications apportées par l'homme au milieu naturel, entre autre dans le secteur de Pouldavid comme l'illustre les deux photos suivantes.



On peut y déterminer de manière assez fine les secteurs remblayés sur l'ancienne zone alluviale entre 1961 et 1978.

On peut aussi apprécier le net recul du versant situé à hauteur de la zone artisanale actuelle de Pouldavid. En 1961, il apparaissait comme un versant naturel plutôt boisé à très forte pente similaire à celui que l'on peut voir aujourd'hui, non loin de là, le long de la rive gauche de la rivière de Port Rhu, au dessus de la voie SNCF. En pieds de ce versant, on distingue très bien des dépôts de bas de pente (ou colluvions) témoin de l'évolution naturelle de celui-ci vers un profil d'équilibre



En 1978, on peut noter l'ampleur des modifications sur le milieu naturel ayant conduit à l'aménagement de la plate-forme accueillant aujourd'hui la zone artisanale de Pouldavid. Il s'agit :

- du comblement d'une partie de la zone alluviale
- rajeunissement du relief par destruction du versant naturel relativement stable par minage et création d'une falaise artificielle plus instable (présentant une pente plus importante que celle du versant naturel) et prédisposée particulièrement aux chutes de blocs et aux glissements

3 - Le cadre géologique

Dans un but de simplification, le texte suivant expose de manière très synthétique le cadre géologique en présence sur le périmètre d'étude en minimisant les aspects classiques de la géologie non nécessaires à la compréhension des phénomènes d'instabilités mais en développant, au contraire, les informations utiles à celle-ci.

Le comportement mécanique des diverses formations géologiques en présence sera donc le fil directeur de la présentation de ce contexte géologique, l'aspect historique ayant été évoqué dans le paragraphe relatif au relief et à la géologie régionale.

De ce point de vue, les diverses formations géologiques en présence sur le périmètre d'étude se répartissent en deux grands groupes :

- ✓ les formations superficielles
- ✓ les formations rocheuses

Tout versant présente, en effet, cette succession.

La distinction entre ces deux groupes repose sur la cohésion des matériaux, les sols offrant peu ou pas de cohésion.

- ✓ les formations rocheuses constituent le substratum.

Ce sont des matériaux anciens qui se composent d'une part, d'une matrice rocheuse et d'autre part, de tout un réseau de discontinuités découpant le rocher en éléments de taille variable suivant leur densité et leur extension.

Ces discontinuités sont présentes à différentes échelles : à l'échelle millimétrique de la matrice rocheuse (microfissure, pore), à l'échelle centimétrique de l'échantillon (schistosité), à l'échelle décimétrique à métrique du bloc (diaclyse), à l'échelle décamétrique ou supérieure du massif rocheux (faille).

Point de faiblesse du massif rocheux, ce sont les différentes caractéristiques de ce réseau de discontinuités qui fixeront le comportement mécanique du massif en engendrant ou non des instabilités.

- ✓ les formations superficielles recouvrent le substratum.

D'épaisseur et d'extension très variables mais généralement réduites, elles se composent de matériaux meubles correspondant à des dépôts récents ou à des formations géologiques développées au dépend du rocher formant le substratum.

31 - Description des formations rocheuses (voir schéma géologique)

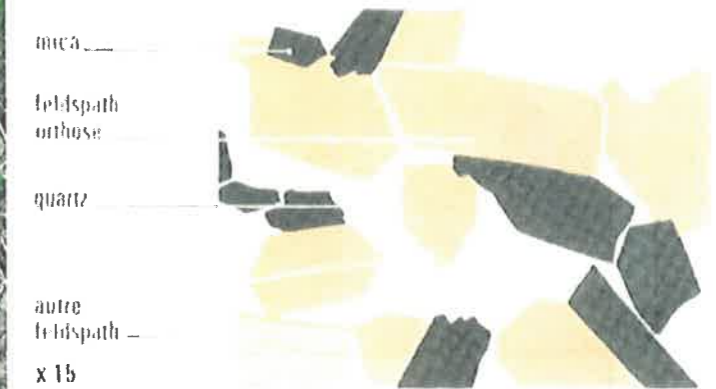
Le comportement mécanique d'un massif rocheux est conditionné par la nature de la matrice rocheuse mais surtout par la structure qu'il a acquis au cours de son histoire géologique et, en particulier, les discontinuités qui l'affectent.

Les formations rocheuses en présence sur le périmètre d'étude vont prendre deux formes distinctes :

- ✓ des formations à structure globalement isotrope se composant pour l'essentiel de roches type « granite »



Structure du granite à l'échelle de l'affleurement (rue Brossolette)

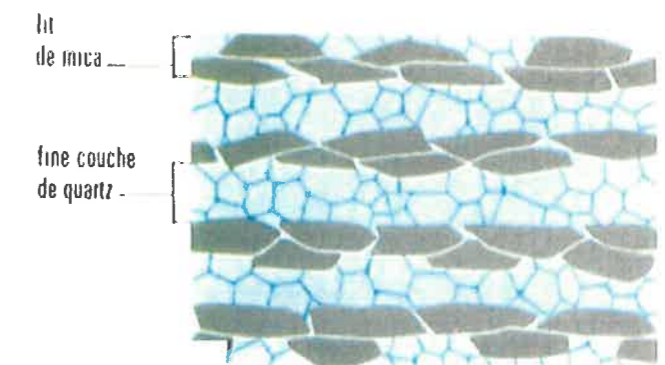


Texture du granite à l'échelle de la lame mince

- ✓ des formations à structure franchement anisotrope se composant de roches type « schiste »






Structure des micaschistes à l'échelle de l'affleurement (plage du Ry)

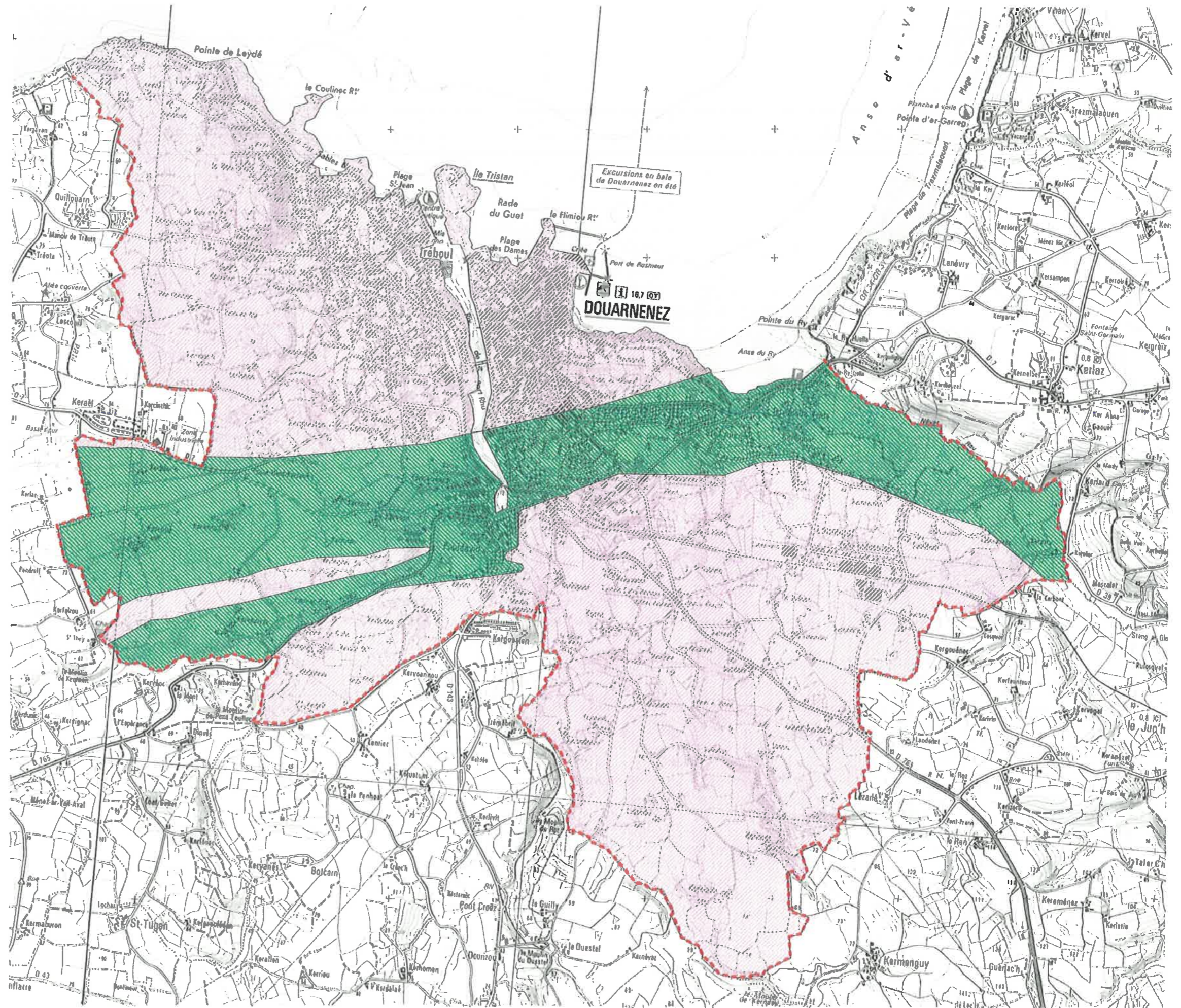


Texture foliée des micaschistes à l'échelle de la lame mince

L'extension spatiale de ces deux ensembles structurellement homogène est présentée page suivante.

CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS ROCHEUSES

-  formation à structure isotrope de type "granite"
-  formation à structure anisotrope de type "schiste"
-  limite communale



échelle 1 / 30 000

311 - Les formations à structure isotrope

Présentes sous diverses formes pétrographiques (leucogranite clair à deux micas, granite de Locronan, granodiorite, trondhémite, dolérite), elles sont majoritaires sur le périmètre d'étude.

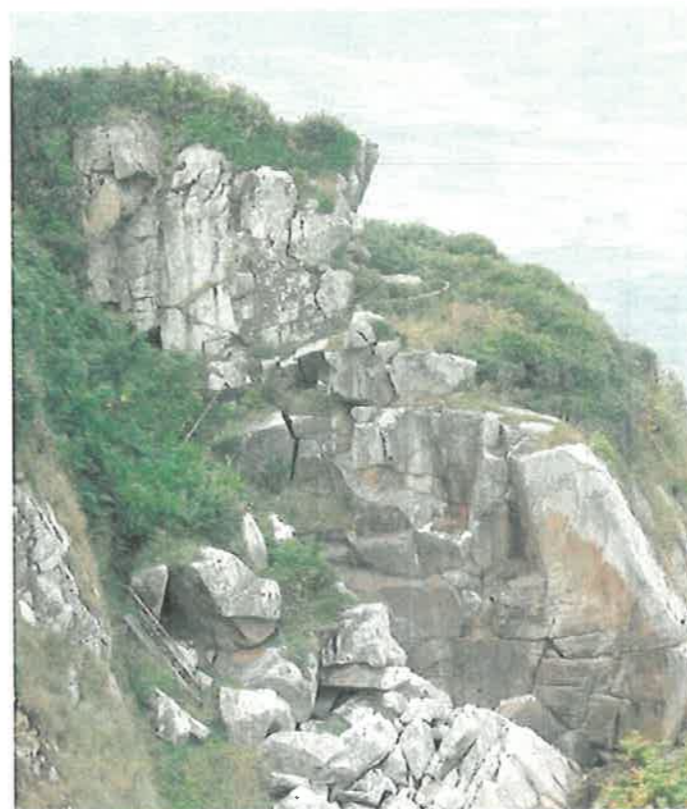
Chimiquement, ce sont des roches acides, c'est-à-dire riche en silice donc résistant bien, à notre échelle de temps, aux diverses agressions.

A l'échelle de l'échantillon, elles présentent une matrice grenue (grain visible à l'œil nu) mais la taille du grain peut être variable (grain fin pour le granite Locronan et grain moyen pour la trondhémite).

A l'échelle du massif et d'un versant, leur structure n'est pas orientée (structure isotrope) mais elles sont affectées par un réseau de discontinuités issu de contraintes tectoniques ou provoqué par la mise à l'affleurement et la décompression de la roche.

Ce réseau se présente classiquement sous la forme de trois familles de discontinuités globalement perpendiculaires entre elles. Cette fracturation découpe donc la masse rocheuse en polyèdres de tailles diverses (taille métrique ou décimétrique) engendrant des instabilités ponctuelles variées (chutes de blocs, de pierres ou éboulement en masse) dans les lieux où elle affleure, c'est-à-dire sur la côte, le long des vallées ou dans les déblais rocheux.

De nombreux désordres de ce type, plus ou moins récents, ont été constatés, en particulier sur le littoral.



Affleurement de granite présentant un réseau de discontinuités peu serré (Les Roches Blanches)



Affleurement de granite présentant un réseau de diaclases très serré (Ouest de la plage des Sables Blancs)

Exemple de désordre dans des formations isotropes mais très fracturées (Eboulement à l'ouest de la plage des Sables Blancs)



312 - Les formations à structure anisotrope

Présentes sous diverses formes pétrographiques (micaschiste à deux micas, amphibolite, gneiss à sillimanite), elles traversent le territoire communal en une bande continue SW-NE.

Résultant de l'action de contraintes tectoniques fortes, il s'agit de roches très anciennes présentant un feuilletage issu de l'alignement des paillettes de mica (ou schistosité ou foliation), suivant lequel elles peuvent se débiter facilement.

A cette famille de discontinuités très pénétratives distribuée de manière homogène à l'échelle d'un versant, il faut ajouter d'autres discontinuités à plus grande échelle distribuées de manière locale ; les failles N 20 / N 40 et N 110 / N 120.

Ces formations affleurent en particulier à la plage du Ry. Leur schistosité bien exprimée apparaît plutôt redressée et orientée autour d'une direction N 120.

Une telle structure engendre, comme pour les formations à structure anisotrope, des instabilités ponctuelles variées (chutes de blocs, de pierres ou éboulement en masse) dans les lieux où le massif schisteux affleure, c'est-à-dire sur la côte, le long des vallées ou dans certains déblais rocheux.

Ces formations sont également exposées aux glissements car elles présentent, contrairement aux formations précédentes, des familles de discontinuités plutôt lisses et continues favorisant ce type de phénomène et peuvent, de plus, présenter un pendage défavorable (dans le sens de la pente).

De nombreuses chutes de blocs, plus ou moins récentes, ont été constatées à la plage du Ry avec une densité plus forte au SW de l'anse.

Les dimensions des blocs vont jusqu'à 2 x 1.5 x 0.5 m (forme de dalle).



Affleurement de micaschistes (plage du Ry)

Exemple de désordre dans des formations à structure anisotrope (plage du Ry)



32 - Description des formations superficielles

Les formations superficielles en présence sur le périmètre d'étude correspondent à un ensemble varié de matériaux meubles résultant du jeu simultané des processus d'altération, d'érosion et de sédimentation. Elles peuvent présenter un lien plus ou moins direct avec le substratum :

- ✓ cas des sols et altérites qui résultent directement de la désagrégation du substratum
- ✓ cas des dépôts de versants résultant d'un très faible transport

ou peuvent être sans parenté avec celui-ci :

- ✓ cas des dépôts fluviaux, fluvio-marins et marins résultant d'un long transport.

Leur hétérogénéité se retrouve dans des comportements mécaniques variés.

De plus, d'importantes surfaces ont été remblayées avec des matériaux variés (matériaux d'origine anthropique).

321 - Les sols et altérites, produits d'altération du substratum

A la surface de l'écorce terrestre ou à de faibles profondeurs, aucune roche ne reste saine. Les roches subissent, au cours du temps, de manière plus ou moins rapide et intense, l'effet des phénomènes d'altération qui est à l'origine de l'usure progressive ou érosion des reliefs rocheux.

C'est en particulier le cas des roches en présence sur le périmètre d'étude car, d'origine magmatique ou métamorphique, elles se trouvent alors dans des conditions physico-chimiques très éloignées de celles de leur genèse et de leur équilibre.

L'altération physique provenant surtout des variations de température, de l'action de l'eau ou des organismes vivants, se traduit par la fragmentation de la roche dans les couches les plus superficielles, exposant ainsi les couches plus profondes à l'altération chimique. Cette altération chimique aboutit, par une modification de la composition minérale initiale de la roche par dissolution, hydrolyse ou encore oxydation des minéraux qui la compose, à la formation d'une roche résiduelle appelée altérite.

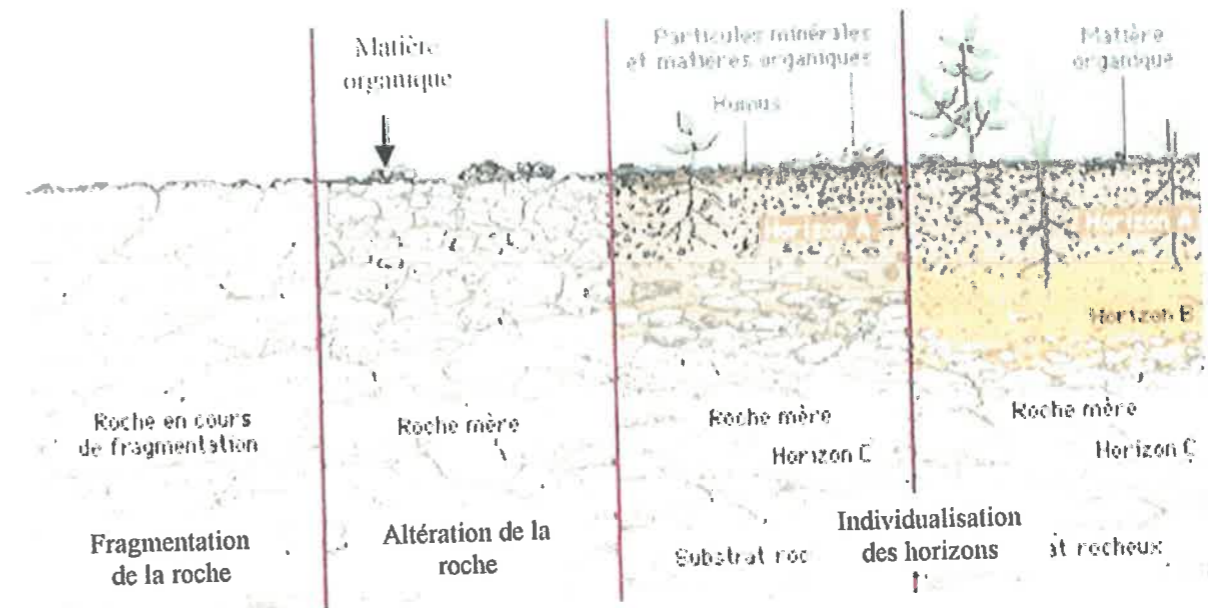
Dans les zones à relief mou facilitant l'infiltration des eaux ou dans celles du massif rocheux où le réseau de discontinuité est très serré, il y aura un développement privilégié du phénomène car il y a possibilité d'une forte pénétration des agents d'altération (eau, gaz).

De plus, l'incorporation aux produits résiduels de la roche mère (minéraux altérés et désolidarisés, minéraux néoformés) de matière organique en cours de décomposition, aboutit à la formation d'agrégats organo-minéraux, les sols, qui s'organisent en horizons s'individualisant au cours de leur constitution.

Ainsi, un sol évolué (associé à un couvert végétal) comporte classiquement trois horizons :

- ✓ horizon A (proche de la surface et riche en matières organiques)
- ✓ horizon B (niveau d'accumulation de minéraux résiduels)
- ✓ horizon C (composition très proche de la roche mère)

Le schéma suivant illustre les étapes de la formation d'un sol.

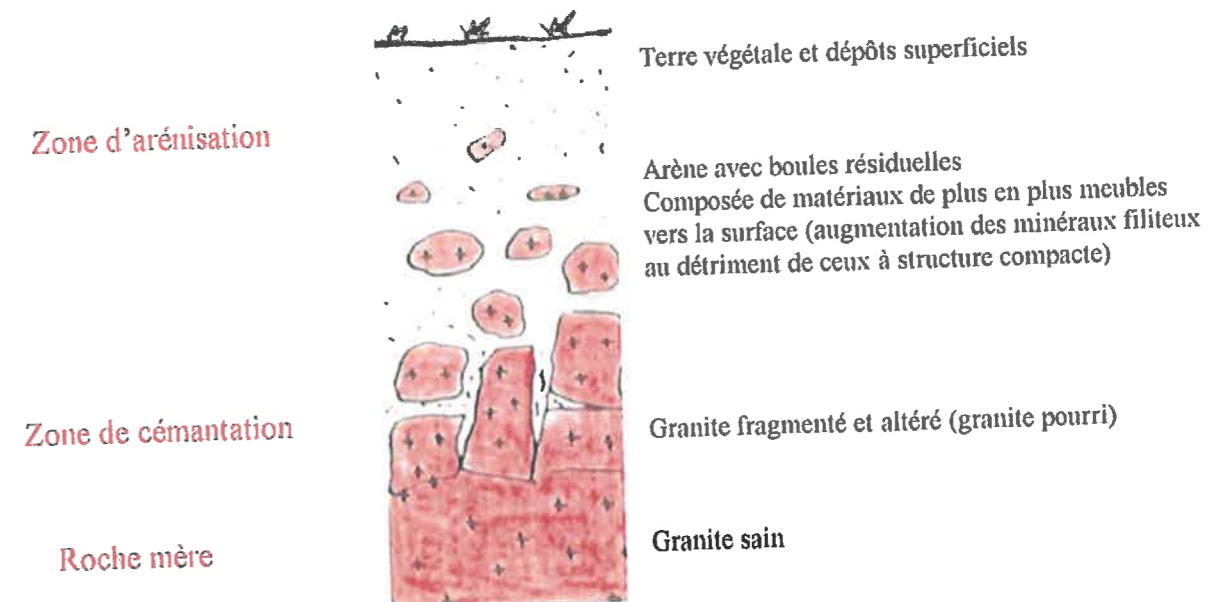


L'affleurement constitué par le trait de côte permet de percevoir la puissance de ces formations superficielles plus ou moins meubles issues de la déconsolidation des roches du substratum et qui est intimement liée à la qualité (nature de la matrice et densité de fracturation) de la roche mère, mais également aux conditions climatiques et morphologiques.

Comportant un fort pourcentage de vide, la terre végétale est particulièrement compressible, même sous les plus faibles contraintes.

3211 - Les altérites sur substratum granitique

La forme d'altération se développant sur ce type de substratum est l'arénisation. Sous l'influence conjointe de l'altération chimique et physique des eaux de lessivage, la roche perd sa compacité en se désagrégant en morceaux friables pour donner, en stade ultime, une fine terre arable contenant du quartz et des minéraux argileux. Le processus est illustré dans le profil d'altération classique schématisé ci-dessous.



L'altération s'exerce régulièrement sur la partie superficielle du massif rocheux mais progresse également le long des discontinuités (diaclyse) et, en particulier, aux intersections de celles-ci. Par ailleurs, localement, le phénomène se développe de manière privilégiée dans les zones de failles où le massif pourra être affecté très profondément. Aussi, en fonction des conditions locales (présence de végétation, nature du granite, densité de fracturation), le profil d'altération présentera plusieurs variantes et les matériaux qui le composent présenteront donc des variations d'épaisseur fréquentes et souvent brutales ainsi que des caractéristiques mécaniques très variables, celles-ci diminuant au fur et à mesure du développement des processus d'altération.

Les formations très superficielles développées au dépend d'un substrat granitique laissent facilement circuler l'eau et les grains sont rapidement entraînés par érosion. Il en résulte donc une épaisseur d'altération peu importante en général dans les granite à gros grain, sauf dans les endroits très fracturés.

Cet ensemble de matériaux peu cohérents sera susceptible d'être le siège de mouvements de type « glissement » dès lors qu'il y aura développement d'une épaisseur importante de matériaux meubles.

De nombreux glissements ont été constatés sur le littoral aux endroits faillés.



Différents faciès d'altérites



Exemple de glissement aux Roches Blanches



Exemple de glissement aux Plomarc'h

3212 - Les altérites sur substratum schisteux

Le plan de foliation très redressé favorise particulièrement le développement de l'altération qui se manifeste également sous la forme d'une arénisation (dissolution, hydrolyse, oxydation et chloritisation des minéraux) engendrant une arène fine, micassée et bien plus médiocre du point de vue du comportement mécanique que celle développée au dépend de formations granitiques.

Ceci se traduit par une épaisseur de matériaux altérés plus forte sur les schistes que sur les granites.

Les sols développés à partir des formations schisteuses sont particulièrement exposés aux glissements du fait de leurs caractéristiques mécaniques. De plus, les volumes mobilisés sont susceptibles d'être plus importants.



Altérites sur schistes à la plage du Ry



De nombreux constats de désordres dus à des glissements dans des altérites sur substratum schisteux, ont été relevés sur le littoral, à la plage du Ry.



Exemples de désordres dus à des glissements à la plage du Ry



322 - Les dépôts de versants ou colluvions

Ces formations résultent de forces gravitaires qui s'exercent sur les matériaux constituant le versant lui-même. Elles sont constituées de matériaux d'altération présentant une matrice argileuse où nagent quelques blocs et présentent des épaisseurs variables.

Ils correspondent à des glissements fossiles qui se sont produits pendant les périodes froides du Pléistocène. Occupant les bas de pentes et comblant les dépressions, ils ne sont donc plus susceptibles de glisser, sauf s'ils sont entaillés par des déblais. En effet, matériaux remaniés et peu consolidés, ils sont susceptibles d'être le siège de glissements, mobilisant toutefois peu de volume en raison de leur faible épaisseur.



*Colluvions sur schistes
(rue K. Izella)*

*Exemple de désordres
dans des colluvions
sur substrat schisteux
(rue K. Izella)*



323 - Les éboulis rocheux

De même que pour les colluvions, ils résultent de forces gravitaires qui s'exercent sur les matériaux constituant la falaise elle-même. Ils tapissent en général le pied des falaises côtières. Le jeu des diaclases, de l'eau et de la gravité explique ce phénomène à l'origine de la destruction et du recul des côtes rocheuses.

Ils correspondent à des chutes de blocs fossiles.



Blocs de granite (Les Sables Blancs)



Blocs de schiste à la plage du Ry

324 - Les dépôts fluviatiles, lacustres et fluvio-marins des vallées et estuaires

Les dépôts fluviatiles et lacustres correspondent à des formations continentales mises en place par des cours d'eau pendant la période récente du Quaternaire (Holocène).

Ils occupent le fond des vallées et les dépressions.

Localement, on peut trouver des niveaux tourbeux peu épais et d'extension réduite.

Compte tenues de leur nature (origine essentiellement végétale) et de leur mode de formation, les tourbes sont des formations particulièrement compressibles à bannir de toutes assises de fondation.

Les formations fluvio-marines qui colmatent les rives et les anses des cours d'eau correspondent à des dépôts de matériaux d'origine continentale transportés par les cours d'eau et remaniés par l'action de la mer (apport de sable ...).



Zone alluviale du Névet



Alluvions fluvio-marines déposées le long de la rivière de Port Rhu

Tous ces dépôts à granulométrie plutôt fine (vase, sables fins à grossiers et limons) présentent, en général, peu de cohésion.

D'autre part, compte tenu de leur forte proportion de vide, ce sont des formations compressibles susceptibles d'être le siège de tassements.

Les photos suivantes illustrent les nombreux constats de désordres faits sur diverses structures (murs, bâtiments, chaussées) édifiées sur ces formations du bas des vallées et des estuaires.



Exemple de désordres à Pouldavid : Fissure ouverte sur un mur de jardin

Exemple de désordres à Pouldavid : Fissure sur l'annexe d'un bâtiment



Exemple de désordres à Pouldavid : Déformation de la chaussée et des bordures

325 - Les dépôts marins

La diversité des mécanismes d'érosion marine fournit un grand nombre de matériaux détritiques de dimensions variées auxquels viennent s'ajouter ceux produits par la mer.

Ces dépôts très récents (Holocène) correspondent sur le périmètre d'étude, à des plages de sable fin ou à des grèves de galets se développant au fond des criques comme l'illustrent les photos suivantes



Grève vers les Plomarc'h



Page du Ry

326 - Les milieux d'origine anthropique

Depuis longtemps, dans le cadre de l'aménagement de la commune, l'homme a modifié le milieu naturel en présence sur le périmètre d'étude (bouversement de la topographie, changement de la nature des matériaux de surface).

Ainsi, d'importantes surfaces ont été remblayées à l'aide de matériaux de nature variée, en particulier au niveau de la vallée du Port Rhu afin de gagner de la place pour les infrastructures ou d'autres aménagements.

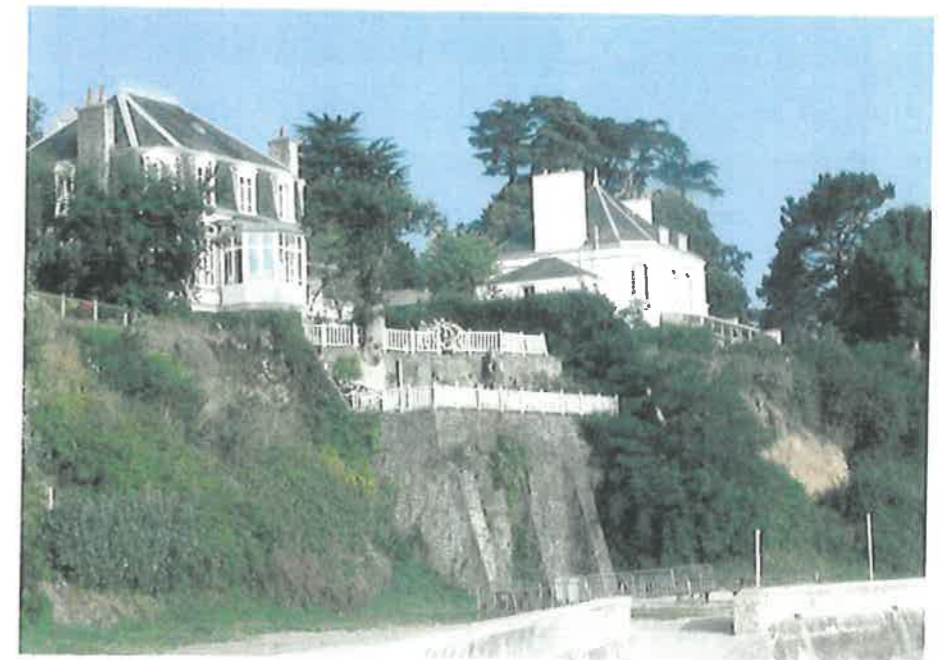


Zone remblayée dans une anse de la rivière de Port Rhu

Ces remblais correspondent à des matériaux hétérogènes allant des blocs jusqu'aux vases issues du dragage de la rivière de Port Rhu.

De plus, sur les versants naturels présentant de fortes pentes (Tréboul ou Douarnenez), l'homme est également intervenu en aménageant ceux-ci à l'aide de murs ayant une fonction confortative.

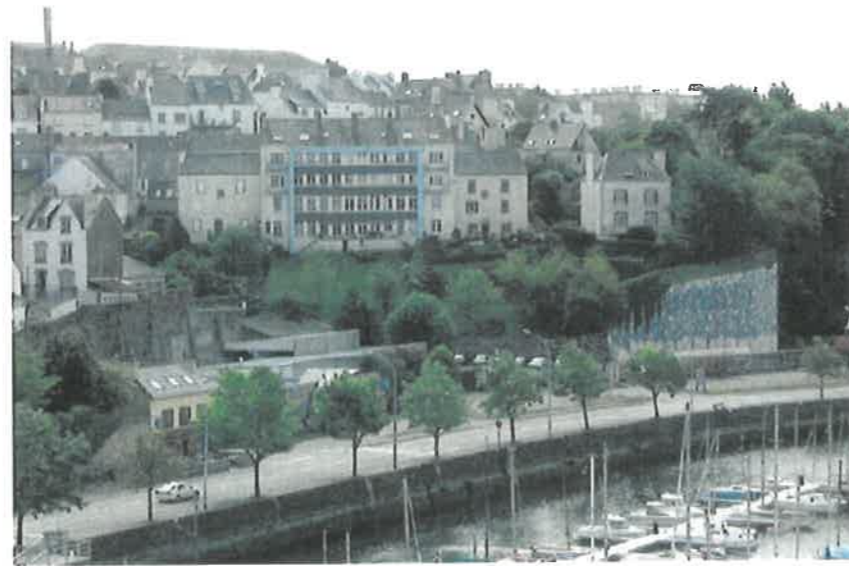
Exemples d'aménagements sur Tréboul



Ces milieux reconstitués à partir de matériaux variés qui peuvent se présenter sous forme de structure complexe (mur + terrain arrière), ne présentent en général pas de très bonnes caractéristiques mécaniques et sont susceptibles d'être la causes de désordres relatifs à divers phénomènes tels que du glissement, du tassement ou même de l'affouillement.



*Exemples
d'aménagements sur
Douarnenez*



*Exemples de désordres en milieu
anthropique à Tréboul*



*Exemple
d'aménagements sur
Tréboul*



4 - La typologie des mouvements de terrain sur le périmètre d'étude

Les mouvements de terrain correspondent à des déplacements gravitaires plus ou moins brutaux de masses de matériaux déstabilisés sous l'effet de sollicitations naturelles ou anthropiques (occasionnées par l'homme).

Ces instabilités recouvrent des formes diverses qui résultent de la multiplicité des mécanismes de rupture, eux-mêmes liés à la complexité des comportements des matériaux sollicités. La nature des instabilités est, en effet, directement dépendante du contexte géologique (nature des matériaux, altération, fracturation) ainsi que du cadre morphologique (pente de terrain) comme nous l'avons évoqué dans le paragraphe précédent consacré à la géologie locale.

Elles apparaissent également très variées par leur dimension.

Les formations superficielles composées de terrains meubles sont généralement le siège de mouvements de terrain peu profonds de type glissement pelliculaire alors que les massifs rocheux pourront être affectés par des mouvements plus variés et d'amplitude bien supérieure.

Les diverses familles de mouvements de terrain identifiées sur le périmètre d'étude sont les suivantes :

- ✓ Les chutes de blocs
- ✓ Les glissements de terrain
- ✓ Les tassements localisés

4.1 - Les chutes de blocs

Ce phénomène correspond à un mouvement rapide, discontinu et brutal résultant de la gravité et affecte les masses rocheuses prédécoupées par un réseau de discontinuités qui sont potentiellement en situation d'instabilité gravitaire (relief accentué). C'est donc un phénomène qui concerne essentiellement le trait de côte mais il peut également se déclarer à partir de talus rocheux d'origine anthropique (déblai routier ou autre) dès lors que les pentes sont fortes.

La densité, l'orientation des discontinuités, la structure du massif rocheux constituent les facteurs de prédisposition de ce phénomène brutal en soit, mais consécutif à une longue phase de détérioration du massif rocheux (altération de la matrice rocheuse, ouverture des discontinuités...).

Les facteurs déclenchant le phénomène peuvent être variés (végétation, sapement des pieds de falaise par la mer) mais c'est souvent la pression hydrostatique due à la pluviométrie qui est la cause principale initiant le mouvement.

Les deux types de formations rocheuses (isotrope et anisotrope) sont affectés par ce phénomène.

Suivant la taille des éléments rocheux et le volume total de masse de matériaux mis en jeu, on distingue :

- ✓ les **chutes de pierres** de volume élémentaire inférieur à quelques dm^3 et qui peuvent mobiliser lors d'un événement un volume total allant jusqu'à 1 m^3 . Elles correspondent à un phénomène cyclique provoqué par la dégradation superficielle (desquamation) des parois rocheuses. On rencontrera ce type de désordre sur tout le littoral ou en déblai



Exemples chutes de pierres dans un talus taillé dans des formations très fracturées et altérées

- ✓ les **chutes de blocs** de volume élémentaire compris entre quelques dm^3 et 1 m^3 et qui peuvent mobiliser lors d'un événement un volume total de matériaux allant jusqu'à 10 m^3 .



Exemples de chutes de blocs dans un talus de faible hauteur taillé dans des matériaux très fracturés

✓ les **éboulements** ou écroulements qui peuvent mobiliser lors d'un événement un volume total de matériaux allant jusqu'à quelques dizaines de m³ avec des blocs pouvant avoir des volumes supérieurs à 1 m³.

Pour ce niveau d'intensité, le phénomène intéresse des matériaux rocheux en grande majorité mais également une partie de matériaux meubles d'altération comme l'illustre la photo ci-dessous.



Eboulement aux Sables Blancs

On rencontrera ce type de désordre sur le littoral, en particulier sur la côte granitique présentant un réseau de diaclase assez lâche qui découpe le massif rocheux en blocs individuels de volume fréquemment supérieur à 1 m³

L'événement ci-dessus s'est produit à la faveur d'un contexte géologique favorable aux désordres ; le contact granite/dolérite.

42 - Les glissements de terrain

Ce sont des mouvements gravitaires de masse de terrain le long d'un versant, la pente de celui-ci conditionnant principalement sa stabilité.

Ces phénomènes intéressent une masse de terrain solidaire qui peut être composée de matériaux rocheux, de matériaux meubles de surface ou d'un mélange des deux. Cette masse de matériaux subit un déplacement à cinétique variable. De quelques mm à quelques dm par an, ils peuvent s'accélérer en phase paroxysmale, jusqu'à quelques mètres par jour, pour aller même jusqu'à la rupture le long d'une surface de moindre résistance (surface de rupture ou de cisaillement).

Les glissements qui résultent de l'action conjointe de plusieurs facteurs négatifs à caractère naturel (nature des terrains constituant le versant, action de l'eau réduisant les caractéristiques mécaniques) peuvent être engendrés par une suppression de la butée de pied (terrassment, affouillement...) ou par une surcharge (pluie, mise en dépôt de matériaux...).

La forme de la surface de rupture est conditionnée par la nature et la structure des matériaux concernés. Celle-ci est généralement courbe (forme en cuillère) dans des terrains à dominante meuble mais elle peut aussi être plane, la surface de rupture étant confondue avec une discontinuité géologique qui peut être un plan de faille, une surface de foliation ou une interface entre formations d'altération et roche saine.

A l'échelle du périmètre d'étude, on distingue :

✓ des **glissements superficiels** correspondant au déplacement d'un volume faible de matériaux meubles de l'ordre de 1 à 10 m³.



Exemple de glissement superficiel le long de la voie communale de Toul an Dreiz

Ils se manifestent dans les formations très superficielles du profil d'altération (terre végétale, arène très meuble).

On rencontrera des glissement de cette intensité :

- * sur toute la côte (granitique ou schisteuse) dès lors que le substratum n'est pas intensément fracturé (puissance des altérites modérée)
- * le long des déblais de faible hauteur entaillés dans des matériaux meubles.

✓ des **glissements modérés** intéressant un volume de matériaux plus important de 10 à 100 m³.



Exemple de glissement moyen à la plage du Ry

Les matériaux sollicités sont en partie rocheux (rocher altéré et fissuré) mais il existe une part non négligeable de matériaux meuble (altérites, remblai).

Les glissements de cette intensité intéresseront les formations superficielles du profil d'altération (altérites) ou dans des matériaux d'origine anthropique dès lors que leur épaisseur permettra la mobilisation d'un volume de matériaux relativement important.

On rencontrera de tels glissements :

- * sur toute la côte schisteuse en général ou le long des déblais de grande hauteur car l'épaisseur des altérites est assez forte sur substratum schisteux
- * sur la côte granitique dès lors que le substratum est très fracturé et qu'il a subi le développement d'une forte épaisseur d'altération (zone de faille)
- * dans les sites à relief accentué où l'on a mis en dépôts de grande épaisseur de matériaux meubles (ex : belvédère des Plomarc'h)
- * dans les sites à relief accentué où le milieu naturel a été aménagé à l'aide de mur présentant une grande hauteur

✓ des **glissements profonds** intéressant un gros volume (> 100 m³) de matériaux rocheux mais également de matériaux meubles comme l'illustre les photos suivantes prises à la plage du Ry où le volume a été estimé par le vide restant au niveau du profil de la falaise et non le volume des matériaux en pieds de falaise, une forte proportion de ceux-ci ayant été entraînés par la mer. Il a été estimé à environ 600 m³.



Exemple de glissement profond à la plage du Ry



Les glissements d'une telle intensité intéresseront des sites sur substratum schisteux en lieux intensément fracturés (zone de faille) car, dans ces zones, la structure du massif est profondément endommagée (développement important de la fracturation, circulation d'eau aisée, altération et diminution de la cohésion sur de fortes épaisseurs). Il y a ainsi possibilité de mobilisation de très gros volumes de matériaux (plusieurs centaines de m³)

43 - Les tassements localisés

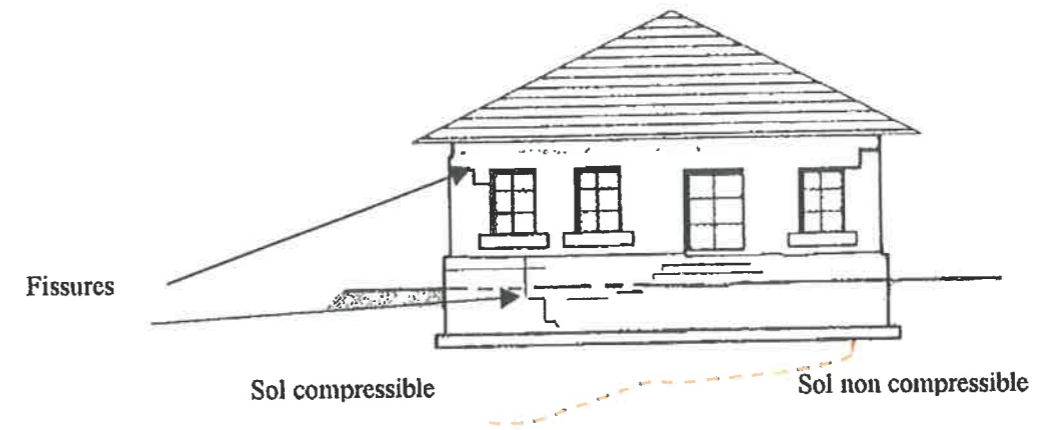
Ce phénomène correspond à un mouvement lent et continu entraînant des déformations progressives.

Il correspond à une diminution du volume des sols dû à des retraits par dessiccation de sols argileux ou à des consolidations de sols compressibles sous l'effet de charges appliquées. De grande extension (agglomération entière) ou limités en surface, il provoque des déformations de la surface du sol. Ils sont dus à la nature particulière des sols et à leur interactions avec l'eau qui donnent lieu à des variations de volumes non négligeables. Les sols argileux ou tourbeux sont particulièrement sensibles à ce phénomène.



Zone alluviale de
Penn Ar Roz

D'ampleur généralement limitée, les tassements sont dommageables pour les structures du fait des déplacements différentiels imposés aux fondations (fissures).



Ce phénomène se manifeste dans des zones naturelles présentant des formations de couverture d'origine fluviale ou lagunaire, à l'image de la photo précédente mais également dans certains milieux d'origine anthropiques comme les secteurs aménagés à l'aide de remblais mis en place sur des alluvions marines, fluvio-marines, lagunaires ou fluviales.

5 - Conclusion

51 - Synthèse sur la géologie à l'origine des désordres

En fonction :

- ✓ de la structure de la roche et du massif
- ✓ de la nature des matériaux en présence
- ✓ de la topographie

les désordres observés lors de la phase de prospection ou lors de la lecture des photos aériennes s'organisent autour d'une logique identifiée sur la carte et les tableaux suivants résumant les divers mouvements de terrain en fonction de leur contexte.

ENTITE GEOLOGIQUE n°1

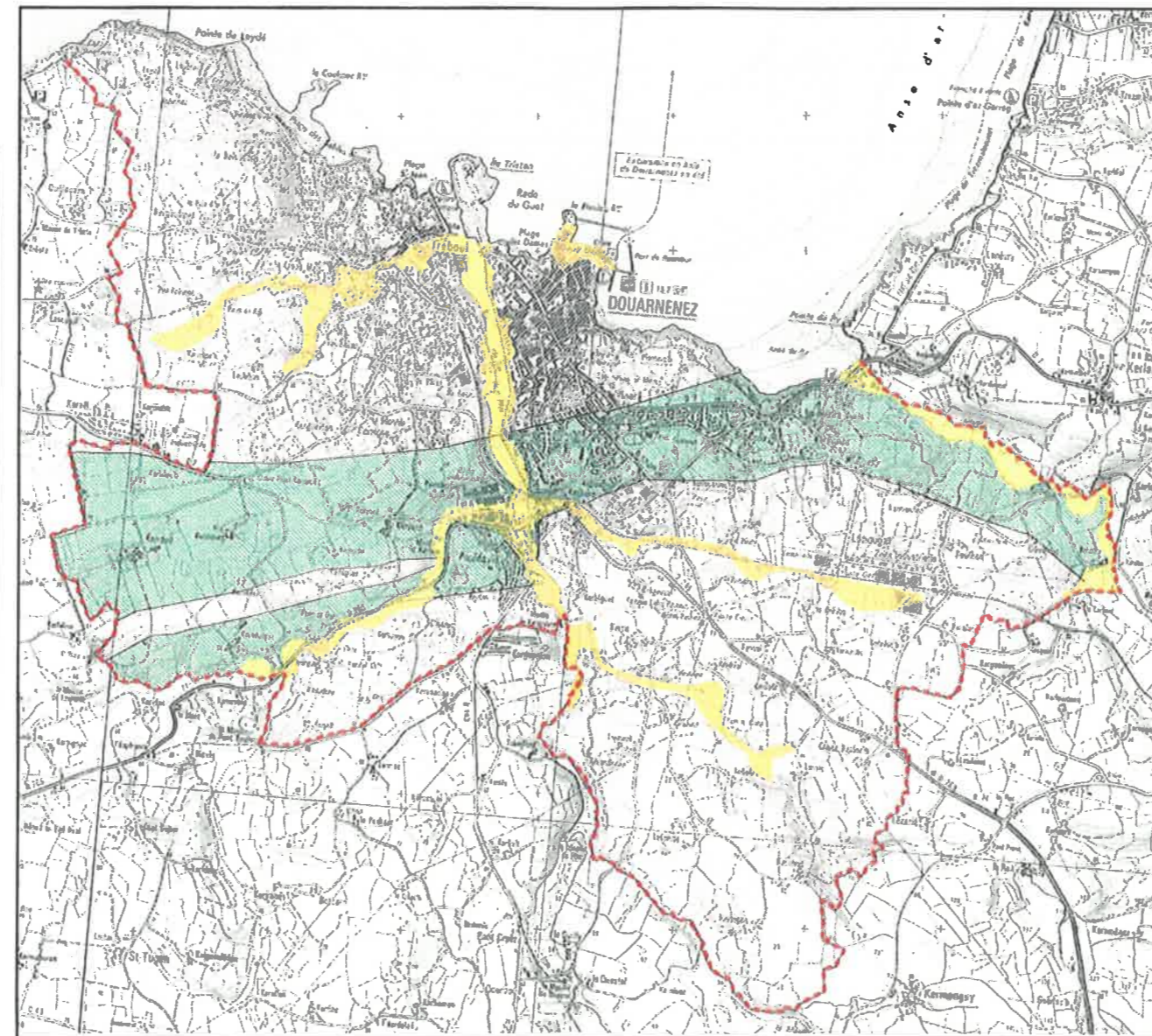
Formations sédimentaires récentes

Contexte	Mouvements de terrain
Dépôts fluviatiles, lagunaires et fluvio-marins Relief plat	Tassement
Dépôts d'origine anthropique Relief accentué	Glissements
Relief modéré <i>(représentés de manière non exhaustive sur le schéma ci-dessous)</i>	Tassement

ENTITE GEOLOGIQUE n°2

Socle granitique

Contexte	Mouvements de terrain
Formations rocheuses Relief accentué	Chutes de blocs Eboulements
Altérites Secteur fracturé	Glissements de tous ordres
Dépôts de versants Relief modéré	Glissements superficiels à modérés



ENTITE GEOLOGIQUE n°3




Socle schisteux

Contexte	Mouvements de terrain
Formations rocheuses	Chutes de blocs Glissements profonds
Altérites	Glissements de tous ordres
Dépôts de versants Relief modéré	Glissements superficiels à modérés

S2 - Notice de la carte informative (planche annexe)

La carte informative permettant de localiser et d'identifier les phénomènes naturels a été produite à l'échelle 1 / 10 000 par agrandissement de la carte topographique de l'IGN au 1 / 25 000.

Les divers phénomènes naturels y sont représentés par les symboles suivants.

-  **Glissement ancien ou récent**
-  **Eboulement, chute de pierres ou de blocs**
-  **Tassement**

 **Phénomène historique**

 **Aléa de référence**

Les événements historiques ainsi que les événements constituant les aléas de référence de certains phénomènes naturels sont également localisés et font l'objet d'une étiquette renseignée.

Toutefois, il convient de préciser que cette carte ne constitue pas un recensement exhaustif des phénomènes d'instabilité, tant historique qu'actif, sur le secteur d'étude.

En effet, les mouvements de terrain n'étant pas particulièrement spectaculaires ou meurtrier, il n'ont guère retenu l'attention des médias ni marqué la population locale. De plus, nous ne disposons pas de banque de données « mouvements de terrain » sur cette commune.

Par ailleurs, la précision du diagnostic s'est heurté à divers problèmes tels que l'accessibilité réduite à certains sites (couverture végétale dense, relief accidenté sur le littoral) ou le manque de précision du cadastre en secteur côtier, ce qui a entraîné parfois un positionnement approximatif des instabilités sur le littoral.

Cependant, les constats de désordres effectués lors de la phase de prospection ont été suffisamment nombreux pour bien saisir leur origine, comprendre le fonctionnement des instabilités locales et ainsi, pouvoir élaborer, à l'échelle du périmètre d'étude, une carte des zones potentiellement instables ou carte d'aléas, cette cartographie faisant l'objet de la troisième partie de cette note.

La cartographie des aléas « mouvements de terrain »

Les aléas de référence	31
Choix de l'aléa de référence « chutes de blocs »	
Choix de l'aléa de référence « glissement »	
Qualification des aléas	32
Qualification de l'aléa « chutes de blocs »	
Qualification de l'aléa « glissement »	
Qualification de l'aléa « tassement »	
Notice de la carte des aléas	35

La cartographie des aléas « mouvements de terrain »

L'objet de la carte d'aléas est la délimitation des zones potentiellement instables au regard de tel ou tel phénomène naturel.

Etant donné le contexte, trois types d'aléas différents ont été pris en compte :

- ✓ les chutes de blocs
- ✓ les glissements de terrain
- ✓ les tassements localisés

La géologie du site (absence de roches solubles) et l'activité humaine locale (absence d'exploitation de matériaux en souterrain) nous conduit à penser qu'il n'y a pas d'aléa d'effondrement.

1 - Les aléas de référence

Afin de prévoir au mieux un phénomène naturel qui pourrait se produire (en dehors des phénomènes majeurs à exclure), il convient de fixer un seuil.

Ce seuil est l'aléa de référence. Il est fixé par le préfet sur proposition du service expert.

Le phénomène de référence à prendre en compte est conventionnellement le plus fort événement historique connu sur le site, sauf si une analyse spécifique conduit à considérer comme vraisemblable à échelle centennale, un événement de plus grande ampleur.

En l'absence d'antécédents identifiés sur le site considéré, on se base :

- ✓ soit sur le plus fort événement potentiel vraisemblable à échelle centennale
- ✓ soit sur le plus fort événement historique connu dans un secteur proche et présentant une configuration similaire sur les plans géologique, géomorphologique, hydrogéologique et structural.

A la lumière des résultats obtenus à l'issue de la phase de recherche consacrée aux événements historiques relatifs aux mouvements de terrain qui sont résumés au paragraphe 21 de cette note, ainsi qu'après la phase de prospection systématique, il a été décidé de porter notre choix sur un événement historique identifié sur le site pour les chutes de blocs et les glissements. Par contre, à la demande du service instructeur, l'aléa de tassement n'a pas fait l'objet d'un aléa de référence.

11 - Choix de l'aléa de référence « chutes de blocs »

Concernant l'aléa « chutes de blocs », l'événement à prendre en compte nous paraît être celui que nous avons recensé sur la partie granitique du littoral.



Eboulement de référence aux Sables Blancs

12 - Choix de l'aléa de référence « glissement »

Concernant l'aléa « glissement », l'événement à prendre en compte nous paraît être celui que nous avons recensé à la plage du Ry et estimé à 600 m³.



Glissement de référence à la plage du Ry

2 - Qualification des aléas

La qualification complète d'un aléa « mouvement de terrain » fait référence aux éléments suivants :

- ✓ le type de phénomène
- ✓ l'intensité ou l'importance du phénomène
- ✓ l'extension spatiale du phénomène
- ✓ la composante temporelle du phénomène

dont l'évaluation est basée sur des données d'ordre géologique, hydrogéologique ou topographique.

Par contre, la présence de dispositifs de confortement ou de drainage ayant été mis en œuvre pour stabiliser une zone n'a pas été pris en compte, leur efficacité n'ayant pas été évaluée.

Concernant le premier point, nous avons réparti les aléas en trois **types** :

- ✗ l'aléa « chute de blocs » identifié conventionnellement par la lettre **P**
- ✗ l'aléa « glissement de terrain » identifié conventionnellement par la lettre **G**
- ✗ l'aléa « tassement localisé » identifié conventionnellement par la lettre **T**

Ces divers types d'aléas sont qualifiés par leur **intensité** et il n'existe pas d'échelle universelle permettant de classer ces phénomènes du point de vue de leurs conséquences potentielles.

En effet, plusieurs voies sont possibles pour hiérarchiser les aléas :

- ✗ la **gravité** qui traduit la capacité du phénomène à faire des victimes en plus ou moins grand nombre
- ✗ l'**agressivité** qui traduit la capacité du phénomène à causer des dommages à des structures
- ✗ le **coût d'une stabilisation** du phénomène naturel peut aussi apparaître comme un critère

Dans le contexte de cette étude (grande variété de sites au niveau de l'occupation du sol), l'appréciation du degré d'intensité a été faite par rapport à des volumes de matériaux mobilisables pour les phénomènes tels que les « glissements » et les « chutes de blocs ».

A la demande du service instructeur, le phénomène de tassement n'a pas été qualifié en terme d'intensité.

Concernant l'**extension spatiale**, les aléas s'exercent sur des zones qui seront évaluées essentiellement par rapport aux observations faites sur l'environnement physique (morphologie, nature et fracturation des formations affleurantes).

La **composante temporelle**, qui introduit la notion de probabilité d'occurrence et de délai, est particulièrement difficile, voire impossible (cas des glissements de terrain) à quantifier dans le cadre des mouvements de terrain en raison de la complexité du milieu naturel géologique et du caractère évolutif des processus générateur.

Les mouvements de terrain ne correspondant pas à des processus répétitifs comme peuvent l'être les inondations, l'estimation de l'occurrence sera, au mieux, qualitative et reposera sur la notion de prédisposition d'un site à produire un événement donné. En effet, de façon schématique, on peut dire que la rupture se produira quand les forces motrices (pesanteur) dépasseront les forces résistantes, ce qui peut survenir à la suite d'un événement particulier (modification naturelle ou provoquée de la géométrie du massif, épisode pluvieux intense modifiant la répartition des pressions, période de gel/dégel accentuant la fracturation) mais qui est souvent le simple aboutissement d'un processus de dégradation progressive.

21 - Qualification de l'aléa « chutes de blocs »

Le critère pris en compte pour la hiérarchisation de l'aléa est le volume de matériaux mobilisables (volume total susceptible de s'ébouler mais aussi taille des éléments rocheux). Il a été apprécié à partir :

- ✗ d'indices géologiques (nature du massif rocheux, densité du réseau de discontinuités, ouverture et l'état de surface de ces discontinuités, l'orientation des discontinuités par rapport à celle de la falaise)
- ✗ d'indices morphologiques (pente, hauteur de falaise, présence de surplomb)
- ✗ d'indices variés tels que la présence d'eau ou la densité des désordres observés

Concernant la **composante spatiale**, ce phénomène s'exerce depuis une zone de départ (falaise côtière, talus) jusqu'à la limite de la zone d'épandage des matériaux qui est relativement délicate à évaluer sans étude spécifique. En effet, les facteurs influant sur la propagation sont extrêmement nombreux (hauteur de falaise, pente, forme des éléments, nombre d'éléments dans le mouvement, nature du sol de réception ...).

En l'absence d'étude trajectographique permettant de déterminer la propagation des blocs en cas d'éboulement et l'extension maximale de l'aire atteinte, l'extension de l'aléa ne sera pas définie sur la carte d'aléas. Seules seront localisées les lignes de départ des blocs.

Concernant ce **type d'aléa**, on distinguera trois niveaux d'intensité :

✓ niveau d'**aléa faible** identifié conventionnellement par les caractères P1

Il correspond à la probabilité de chutes de pierres (éléments individuels de volume $< 1 \text{ dm}^3$) mobilisant lors d'un événement un volume total allant jusqu'à 1 m^3 .
La probabilité d'occurrence de ce phénomène est importante. On peut considérer ce risque comme permanent, la fréquence maximum des chutes de pierres se produisant pendant les périodes de fortes précipitations quand les températures oscillent autour de 0°C (multiplication des cycles de gel/dégel).



Illustration d'un aléa de chutes de pierres (P1) localisé derrière le magasin Casa à Tréboul

✓ niveau d'**aléa modéré** identifié conventionnellement par les caractères P2

Il correspond à une probabilité de chutes de blocs dont le volume élémentaire est compris entre 1 dm^3 et 1 m^3 mobilisant lors d'un événement un volume total allant jusqu'à 10 m^3 .
Compte tenu du peu de données historiques disponibles en matière de chutes de blocs, la probabilité d'occurrence n'est pas identifiable avec certitude. Tout au plus, peut on dire qu'un tel aléa présente une probabilité d'occurrence beaucoup plus faible que le précédent.



Illustration d'un aléa de chutes de blocs (P2) localisé le long de la promenade du Treiz

✓ niveau d'**aléa fort** identifié conventionnellement par les caractères P3

Il correspond à une probabilité de chute massive de blocs de quelques dizaines de m^3 .
Là encore, compte tenu du peu de données disponibles, la probabilité d'occurrence n'est pas raisonnablement identifiable.



Illustration d'un aléa d'éboulement (P3) localisé aux Roches Blanches

22 - Qualification de l'aléa « glissement »

Le critère pris en compte pour la hiérarchisation de l'aléa est le volume de matériaux mobilisables. Il a été apprécié à partir :

- ✗ d'indices géologiques (état de fracturation du massif rocheux, puissance et nature des formations altérées, l'orientation des discontinuités par rapport à celle de la falaise)
- ✗ d'indices morphologiques (pente, hauteur de falaise)
- ✗ d'indices variés tels que la présence d'eau ou la densité des désordres observés

Concernant la **composante spatiale** du phénomène de glissement, elle a été déterminée essentiellement sur la morphologie des versants, les outils utilisés étant les photos aériennes et de la carte de pentes réalisée manuellement à l'aide de la banque de données altimétriques de l'IGN.

Concernant ce **type d'aléa**, on distinguera trois niveaux d'intensité :

- ✓ niveau d'**aléa faible** identifié conventionnellement par les caractères G1

Il correspond à un volume de matériaux mobilisable de 0 à 10 m³.



Illustration d'un aléa de glissement superficiel (G1) localisé route d'Audierne

- ✓ niveau d'**aléa modéré** identifié conventionnellement par les caractères G2

Il correspond à volume de matériaux mobilisable de 10 à 100 m³.



Illustration d'un aléa de glissement moyen (G2) localisé aux Roches Blanches

- ✓ niveau d'**aléa fort** identifié conventionnellement par les caractères G3

Il correspond à un volume de matériaux mobilisable > 100 m³.



Illustration d'un aléa de glissement fort (G3) localisé aux Roches Blanches

23 - Qualification de l'aléa « tassement »

A la demande du service instructeur, seule la **composante spatiale** de cet aléa a été déterminée. Elle a été identifiée, en grande partie à l'extension des sédiments récents et peu compactés (dépôts fluviaux, fluvio-marins et lagunaires).

Cette détermination a été faite, dans un premier temps, par la lecture des cartes géologiques, et complétée en second lieu, par l'exploitation des photos aériennes (ajout des secteurs à topographie plate).

3 - Notice de la carte d'aléas

Nature du phénomène

G Glissement
P Chute de pierres ou de blocs
T Tassement

Intensité des aléas

▲▲▲▲ Aléa fort niveau 3
▲-▲-▲ Aléa modéré niveau 2
+ + + + Aléa faible niveau 1
□ Aléa considéré comme nul



Le zonage fait apparaître trois natures d'aléa et quatre niveaux d'intensité suivant la convention présentée précédemment.

Lorsqu'il y a superposition de plusieurs aléas liés à des phénomènes divers, il y a lieu de les identifier par les lettres et chiffres correspondants en ne retenant comme couleur que le niveau d'intensité le plus élevé.

Cette cartographie fait donc apparaître quatre zones :

- **une zone d'aléa considéré comme nul** qui regroupe les terrains où la probabilité d'avoir un aléa mouvement de terrain de type donné est quasi nul. Aucun signe d'instabilité n'y a été constaté.
- **une zone d'aléa faible ou de niveau 1** qui regroupe les sites sensibles exposés à des mouvements de faible ampleur, quel que soit le type d'aléa. Sa stabilité est précaire.
- **une zone d'aléa modéré ou de niveau 2** qui regroupe les sites sensibles exposés à des mouvements de moyenne ampleur, quel que soit le type d'aléa. Sa stabilité est précaire.
- **une zone d'aléa fort ou de niveau 3** qui est soumise à des phénomènes de fortes intensités. Elle regroupe, soit des secteurs où les mouvements sont déclarés, soit des sites fortement exposés.

Les Chargées d'Etudes

AM. LE MAITRE et C. LESTREHAN

Le Directeur du Laboratoire

Y. BIDEAU

p.o. Le Directeur-Adjoint

Rolf KOBISCH