

LE RISQUE MOUVEMENT DE TERRAIN

dans les Alpes-Maritimes

Direction Départementale des Territoires et de la Mer – DDTM 06
 Directions Régionale de l'Environnement et du Logement – DREAL PACA



LA CONNAISSANCE DES PHÉNOMÈNES



Les mouvements de terrain sont des déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou résultant d'activités humaines (origine anthropique). Les volumes en jeu sont compris entre quelques mètres cubes et quelques millions de mètres cubes.

Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres par an) ou très rapides (quelques centaines de mètres en quelques secondes). Les mouvements lents entraînent une déformation progressive des terrains, pas toujours perceptible par l'homme, les bâtiments se fissurent. Les désordres peuvent se révéler si graves pour la sécurité des occupants que la démolition des bâtiments s'impose. Ils touchent majoritairement les biens.

Les mouvements rapides touchent majoritairement les personnes, avec des conséquences souvent dramatiques. Ces mouvements ont des conséquences sur les infrastructures (bâtiments, voies de communication...), allant de la dégradation à la ruine totale.



Vous pouvez accéder aux données relatives aux aléas « mouvements de terrain » sur le site de l'Observatoire Régional des Risques Majeurs de PACA (<http://observatoire-regional-risques-paca.fr/>; espace cartographique notamment).

Toutes les communes des Alpes-Maritimes sont concernées par les mouvements de terrain : la carte géologique régionale du BRGM inclut toutes les communes du département, qui peuvent être impactées par les glissements de terrain, les chutes de blocs, le retrait-gonflement des argiles, les effondrements, les cavités souterraines...

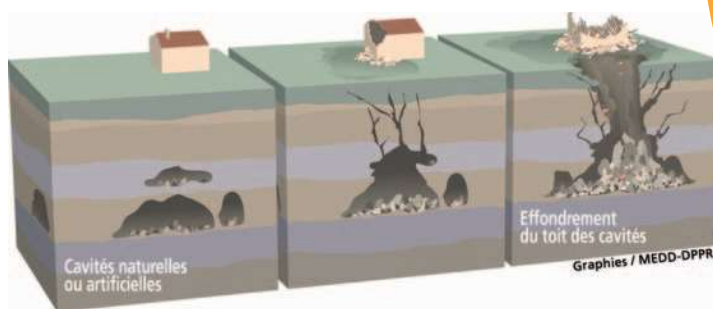
Les origines des mouvements de terrain sont différentes selon la nature du relief du département :

Les effondrements de cavités souterraines

L'évolution dans le temps des vides souterrains cause des désordres plus ou moins importants en surface. Ils produisent des affaissements (dépressions topographiques) dus aux tassements des sols ou des cratères (fontis) engendrés par l'effondrement du toit d'une cavité.

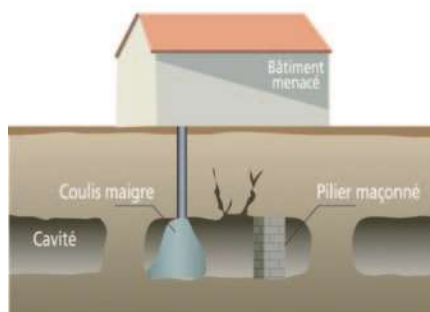
Les cavités souterraines peuvent être, soit :

- > liées uniquement à des mécanismes naturels, comme par exemple la dissolution de matériaux solubles. Ce processus peut être lent (calcaire) ou très rapide (sel, gypse, etc.). La rapidité et l'importance de ce phénomène de karstification (grottes, avens, boyeux...) dépendent du contexte hydrogéologique et des matériaux traversés ;
- > consécutives à des travaux humains, comme les carrières anciennement exploitées puis abandonnées.



Les tassements et les affaissements de sols

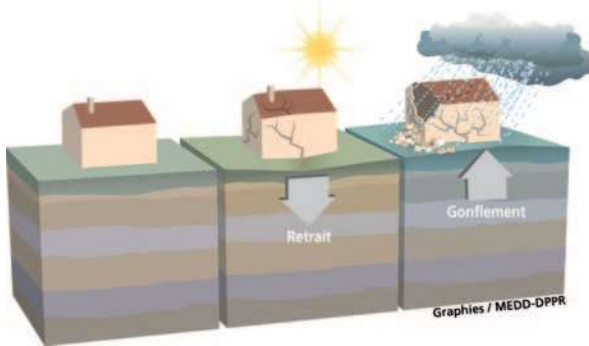
Certains sols compressibles peuvent se tasser sous l'effet de surcharges (constructions, remblais) ou en cas d'assèchement (drainage, pompage).



MOUVEMENT DE TERRAIN

❖ Le phénomène de retrait gonflement des argiles

Les variations de la quantité d'eau dans certains terrains argileux produisent des gonflements (période humide) et des tassements (période sèche) qui peuvent avoir des conséquences importantes sur les bâtiments n'ayant pas pris en compte cet aléa dans leur conception. La zone du littoral ouest et les communes de la basse vallée du Var sont affectées de façon ponctuelle.



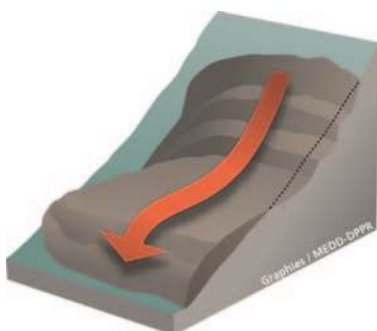
❖ Les travaux miniers

Ces travaux, le plus souvent souterrains, provoquent les mêmes instabilités de terrain que les carrières. Ils peuvent également entraîner des risques d'échauffement avec émission de gaz toxiques ou radioactifs (radon).

❖ Les glissements de terrain par rupture d'un versant instable

Le glissement est un déplacement d'une masse de terrain de volume et d'épaisseurs variables, généralement lent (quelques millimètres par jour), sur une pente le long d'une surface de rupture identifiable.

Les conditions d'apparition des glissements sont liées à la nature et à la structure des terrains, à la morphologie du site et à la pente. Les facteurs déclenchants sont naturels (fortes pluies, effondrements de cavités affectant un versant, séisme) ou anthropiques (travaux de terrassement, déboisements importants...). Les types de glissements sont extrêmement nombreux. Ils peuvent être très localisés ou affecter la totalité d'un versant. Ils peuvent être superficiels ou en profondeur, ce qui les rend difficilement détectables dans ce dernier cas.



Ils peuvent parfois dégénérer en phénomènes très rapides souvent en lien avec des cumuls de pluies importants.

Le glissement de terrain de la Clapière à Saint-Étienne-de-Tinée, le plus grand d'Europe, est instrumenté et surveillé en permanence (voir page suivante). En mouvement permanent depuis le début du 20ème siècle, il est constitué par un volume de l'ordre de 55 à 60 millions de m³ de roches et couvre une centaine d'hectares.

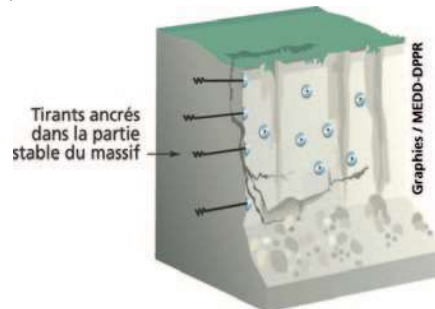
Outre le déplacement en masse (125 m en 15 ans jusqu'en 2001, 0,70 m par an depuis), le site alimente des éboulements rocheux qui se produisent brutalement. Le pied de versant repousse en permanence le lit de la rivière qui s'érode désormais à chaque forte crue.

❖ Les écoulements et les chutes de blocs

L'évolution des falaises et des versants rocheux engendre des chutes de pierres, de blocs ou des écoulements en masse (volume pouvant atteindre plusieurs millions de m³).

Des bâtiments peuvent être endommagés, des automobilistes tués ; des routes sont coupées par des éboulements.

Ce risque est présent sur la plupart des communes présentant des barres rocheuses : habitations endommagées ou menacées sur Nice, Castagniers Gillette, Gourdon.



❖ Les coulées boueuses

Elles sont caractérisées par un transport de matériaux sous forme plus ou moins fluide. Les coulées boueuses se produisent sur des pentes, par dégénérescence de certains glissements avec afflux d'eau.

❖ L'érosion littorale

Ce phénomène naturel affecte aussi bien les côtes rocheuses par glissement et effondrement de falaise que les côtes sableuses soumises à l'érosion par les vagues et les courants marins. En outre, l'érosion des côtes pose des problèmes pour la protection des infrastructures et le maintien des activités balnéaires. Les causes et surtout les moyens de limiter les impacts de ce phénomène sont mal identifiés.

Les conséquences sur les personnes, les biens, l'environnement et les paysages

Les mouvements de terrain étant souvent peu rapides, les victimes sont, la plupart du temps peu nombreuses.

En revanche, ces phénomènes sont généralement très destructeurs, car les infrastructures y sont très sensibles et les dommages aux biens sont considérables et souvent irréversibles.

Les bâtiments, s'ils peuvent résister à de petits déplacements, subissent une fissuration intense en

cas de déplacement de quelques centimètres seulement. Les dégâts peuvent rapidement être importants au point que la sécurité des occupants ne peut plus être garantie et que la démolition reste la seule solution.

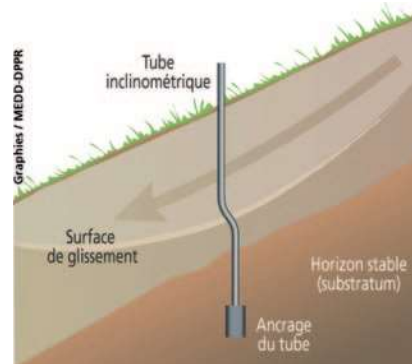
Les mouvements de terrain rapides (effondrement de cavités souterraines, écoulement et chutes de blocs, coulées boueuses), par leur caractère soudain, augmentent la vulnérabilité des personnes. Ces mouvements de terrain peuvent avoir des conséquences sur les infrastructures (bâtiments, voies de communication...) très importantes (coupures de route par exemple) ; ils peuvent dans certains cas entraîner des pollutions induites lorsqu'ils concernent une station d'épuration...

Les éboulements en grande masse (écroulements) peuvent dans le pire des cas entraîner un remodelage des paysages, avec par exemple l'obstruction d'une vallée par les matériaux déplacés engendrant la création d'une retenue d'eau pouvant rompre brusquement et entraîner une vague déferlante dans la vallée.

LA SURVEILLANCE

Des campagnes géotechniques sont effectuées pour préciser l'ampleur du phénomène. La mise en place d'instruments de surveillance (inclinomètre, suivi topographique...), associée à la détermination de seuils critiques, permet de suivre l'évolution du mouvement, de détecter une aggravation avec accélération des déplacements et de donner l'alerte si nécessaire.

Néanmoins, la complexité des mécanismes régissant la stabilité des terrains ainsi que la survenue d'un facteur déclencheur d'un mouvement d'intensité inhabituelle rendent toute prévision précise difficile.



La surveillance du glissement de la Clapière (Saint-Étienne-de-Tinée)



Fig. : La Clapière Déc 1994 – Photo GéoAzur

L'instrumentation du site, depuis 1982, fournit des données précises en continu sur les mouvements superficiels du versant. La DDTM et le laboratoire de Nice du CEREMA sont chargés de l'entretien du dispositif de surveillance et de l'analyse de l'ensemble des données recueillies par les instruments ou lors des observations de terrain. Un comité d'experts, nommé par le préfet des Alpes-Maritimes, analyse l'évolution du phénomène et améliore la gestion du risque. Il est prévu trois niveaux de surveillance selon la vitesse des déplacements des sites représentatifs surveillés.

L'INFORMATION PRÉVENTIVE DES CITOYENS



Le préfet et le maire partagent les actions d'information préventive, semblables pour tous les risques, destinées au citoyen, aux scolaires et aux professionnels.

Le Plan Communal de Sauvegarde (PCS) définit, sous l'autorité du maire, l'organisation prévue par la commune pour assurer l'alerte, l'information, la protection et le soutien de la population au regard des

risques connus. Des exercices de simulation permettent de tester et d'améliorer ce plan communal.

En présence de cavités souterraines ou de marnières dont l'effondrement est susceptible de porter atteinte aux personnes ou aux biens article L. 563-6 du code de l'environnement, le maire doit en dresser la carte communale et l'inclure dans le DICRIM.

LA MAÎTRISE DE L'URBANISATION

Le Plan de Prévention des Risques prévisibles (PPR) mouvements de terrain et miniers classifie les zones à risques.

Les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) fixent les règles d'utilisation des sols et traduisent les différentes servitudes, en particulier celles concernant les risques (PPR). Celles-ci permettent de gérer les demandes de permis de construire dans les zones à risques.

Outre le PPR, le suivi du phénomène de la Clapière (Saint-Étienne-de-Tinée) a suscité plusieurs actions de prévention des risques de glissement :

> Dispositif ORSEC qui prescrit le rôle de chacun et définit par arrêté préfectoral une zone d'interdiction de pénétrer dans le glissement de versant.

> Déviation d'itinéraire de la route départementale 39 (années 1980)

> Construction d'une galerie de dérivation de la rivière (années 1990) pour limiter les effets d'une obstruction de la vallée de la Tinée.



Fig. : blocs Belvédère 2012-11-04 – Photo RTM



Fig. : blocs Isola Gratuse 2001-04 – Photo RTM

LA RÉDUCTION DE LA VULNÉRABILITÉ

Afin de réduire la vulnérabilité à un risque, il est possible, soit de réduire les enjeux exposés – on peut dans ce cas procéder à une acquisition de ces derniers –, soit d’entreprendre des travaux réduisant l’aléa ou la vulnérabilité des enjeux.

Qui doit prendre en charge les travaux ?

Lorsque ces travaux protègent des intérêts collectifs, la maîtrise d’ouvrage revient aux communes ou à l’État, dans la limite de leurs ressources. En cas de carence du maire ou lorsque plusieurs communes sont concernées par les aménagements, l’État peut intervenir pour prendre des mesures de police.

Dans le cas d’aménagements privés, les travaux sont à la charge des particuliers, propriétaires des terrains à protéger. Le terme « particulier » désigne les citoyens, mais également les aménageurs et les associations syndicales agréées.

Dans le cas d’acquisition de biens exposés, le coût de l’acquisition incombe bien sûr à la collectivité.

Quels aménagements peut-on réaliser ?

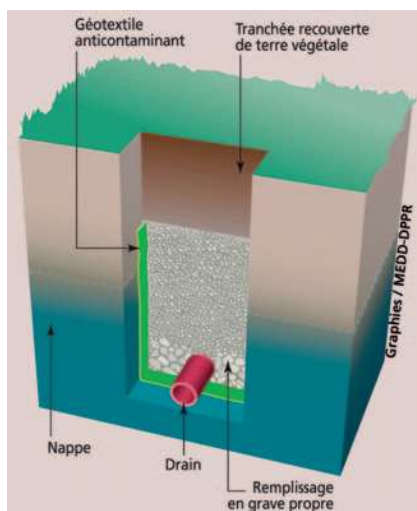
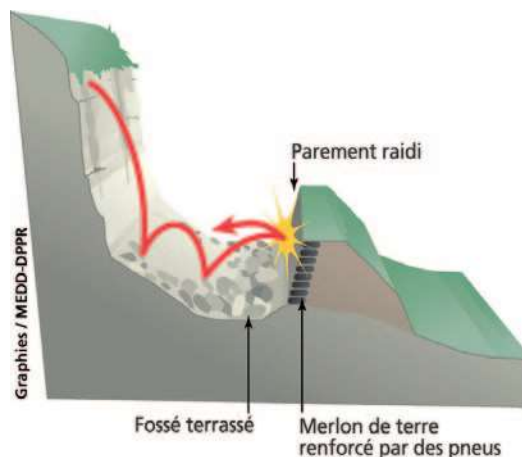
Ce sont, par exemple :

- > Contre les éboulements et chutes de blocs : confortement de blocs instables en paroi (par ancrages ou canevas de câbles) ; clouage des parois (par des ancrages ou des tirants) ; confortement des parois (par massif bétonné ou béton projeté) ; mise en place d’écrans de protection (merlon, digue pare blocs, levée de terre) ou de filets pare-blocs ; purge des parois.
- > Dans le cas de glissement de terrain : collecte des eaux superficielles et souterraines, réalisation d’un système de drainage (tranchée drainante...) pour limiter les infiltrations d’eau ; murs de soutènement en pied.
- > Contre le risque d’effondrement ou d’affaisse-

ment : après sondages de reconnaissance, renforcement par piliers en maçonnerie, comblement par coulis de remplissage, fondations profondes traversant la cavité, contrôle des infiltrations d’eau, suivi de l’état des cavités.

- > Contre le retrait-gonflement : fondations profondes et rigidification de la structure par chaînage des bâtiments ; maîtrise des rejets d’eau, contrôle de la végétation (éviter de planter trop près, élaguer les arbres).
- > Contre les coulées boueuses : drainage des sols, végétalisation des zones exposées au ravinement, correction torrentielle.
- > Face à l’érosion littorale : mise en place d’enrochements, d’épis.

Souvent, dans les cas de mouvements de grande ampleur, aucune mesure de protection ne peut être mise en place à un coût réaliste. La sécurité des personnes et des biens doit alors passer par l’adoption de mesures préventives.



LA PRÉPARATION AUX SITUATIONS D'URGENCE

Au niveau communal, c’est le maire qui est chargé d’assurer la sécurité de la population. S’il n’est plus en mesure d’assurer ces responsabilités, faute de moyens ou en raison de la gravité de la situation, il fait appel au préfet qui peut décider de la mise en œuvre du dispositif Orsec.

LE RETOUR D'EXPÉRIENCE

▣ Quelques évènements marquants dans les Alpes-Maritimes

Effondrements de cavités souterraines :

Dans le département, le gypse, roche soluble d'origine voisine du sel, est à l'origine de poches souterraines dans lesquelles la circulation des eaux aggrave progressivement les problèmes avec des zones d'affaissement qui peuvent déstabiliser les bâtiments (cas du vieux village de Breil/Roya). Dans certaines situations, l'exploitation du gypse pour la fabrication du plâtre a accentué le problème naturel (cas de Nice Cimiez).

Glissements de terrain :

Le glissement de Roquebillière-Belvédère (25 novembre 1926) a mis en jeu 115 000 m³ de matériaux et a occasionné la mort de 19 personnes et détruit une partie du village. Il a été longtemps qualifié de coulée avant que cette appréciation soit remise en cause. Ce glissement est instrumenté depuis 2011.



Autres exemples de glissement de versant :

- > Menton (1952) : 90 constructions emportées, 15 morts et 35 blessés
- > Vence Le Prat Julian, 4 maisons détruites
- > Glissement de Lantosque (1977), 1 maison détruite
- > Glissements de Sophie et de Malariba à Villefranche-sur-Mer.
- > Le 14 avril 2018, un glissement de terrain a emporté la route qui mène aux hameaux de Sainte-Sabine et de Béroulf, à Sospel.
- > En fin d'année 2019, plus de 80 glissements de terrain ont été recensés à Nice.
- > Les pluies diluviennes survenues durant la tempête Alex ont entraîné des glissements de terrain sur plusieurs communes comme par exemple à Breil-sur-Roya.

Les écroulements et les chutes de blocs :

- > Levens, 1963 : 3 morts
- > Castagniers (1993) : 1 blessé
- > Saorge (1994) : 1 automobiliste tué et 1 blessé
- > Sospel (1996) : 1 mort
- > Utelle, (1998 et 2001) : 1 automobiliste tué
- > La Turbie (2004) : 1 automobiliste tué sur l'A8
- > Saint-Étienne-de-Tinée (printemps 2000), accès impraticable pendant 5 semaines
- > Hameau de Castérino à Tende (2006), accès coupé pendant 2 mois
- > L'A8 (début 2001) menacée d'une chute de masse rocheuse de plus de 500 tonnes

Les coulées boueuses

Menton (novembre 2000) : suite aux intempéries, 430 coulées de boue recensées, 15 effondrements de chaussées, 60 familles évacuées et 11 M€ de travaux sur le domaine public.



LORSQUE LE RISQUE DEVIENT RÉALITÉ

Les Consignes Individuelles de sécurité

1. Mettez-vous à l'abri
2. Écoutez la radio
3. Respectez les consignes des autorités



EN CAS D'ÉBOULEMENT, DE CHUTES DE PIERRE OU DE GLISSEMENT DE TERRAIN :

AVANT	PENDANT	APRES
Informez-vous des risques encourus et des consignes de sauvegarde.	Fuyez latéralement, ne revenez pas sur vos pas. Gagnez un point en hauteur, n'entrez pas dans un bâtiment endommagé. Dans un bâtiment, abritez-vous sous un meuble solide éloigné des fenêtres.	Évaluez les dégâts et les dangers. Informez les autorités.

vous êtes dans une zone soumise au RISQUE DE MOUVEMENT DE TERRAIN
consultez le dossier déposé en mairie

consignes en cas d'éboulement ou de chute de pierres

PENDANT		APRES	
à l'intérieur	<p>protégez-vous la tête avec les bras</p> <ul style="list-style-type: none"> abritez-vous sous un meuble solide éloignez-vous des fenêtres 	<ul style="list-style-type: none"> fermez le gaz et l'électricité 	<ul style="list-style-type: none"> éloignez-vous de la zone dangereuse rejoignez le lieu de regroupement
à l'extérieur	<ul style="list-style-type: none"> rentrez rapidement dans le bâtiment en dur le plus proche 	<ul style="list-style-type: none"> évacuez les bâtiments et n'y retournez pas ne prenez pas l'ascenseur 	<ul style="list-style-type: none"> respectez les consignes des autorités



EN CAS D'EFFONDREMENT DU SOL :

AVANT	PENDANT	APRES
Informez-vous des risques encourus et des consignes de sauvegarde.	À l'intérieur : > dès les premiers signes, évacuez les bâtiments et n'y retournez pas, > ne prenez pas l'ascenseur	À l'extérieur : > éloignez-vous de la zone dangereuse, > rejoignez le lieu de regroupement indiqué par les autorités

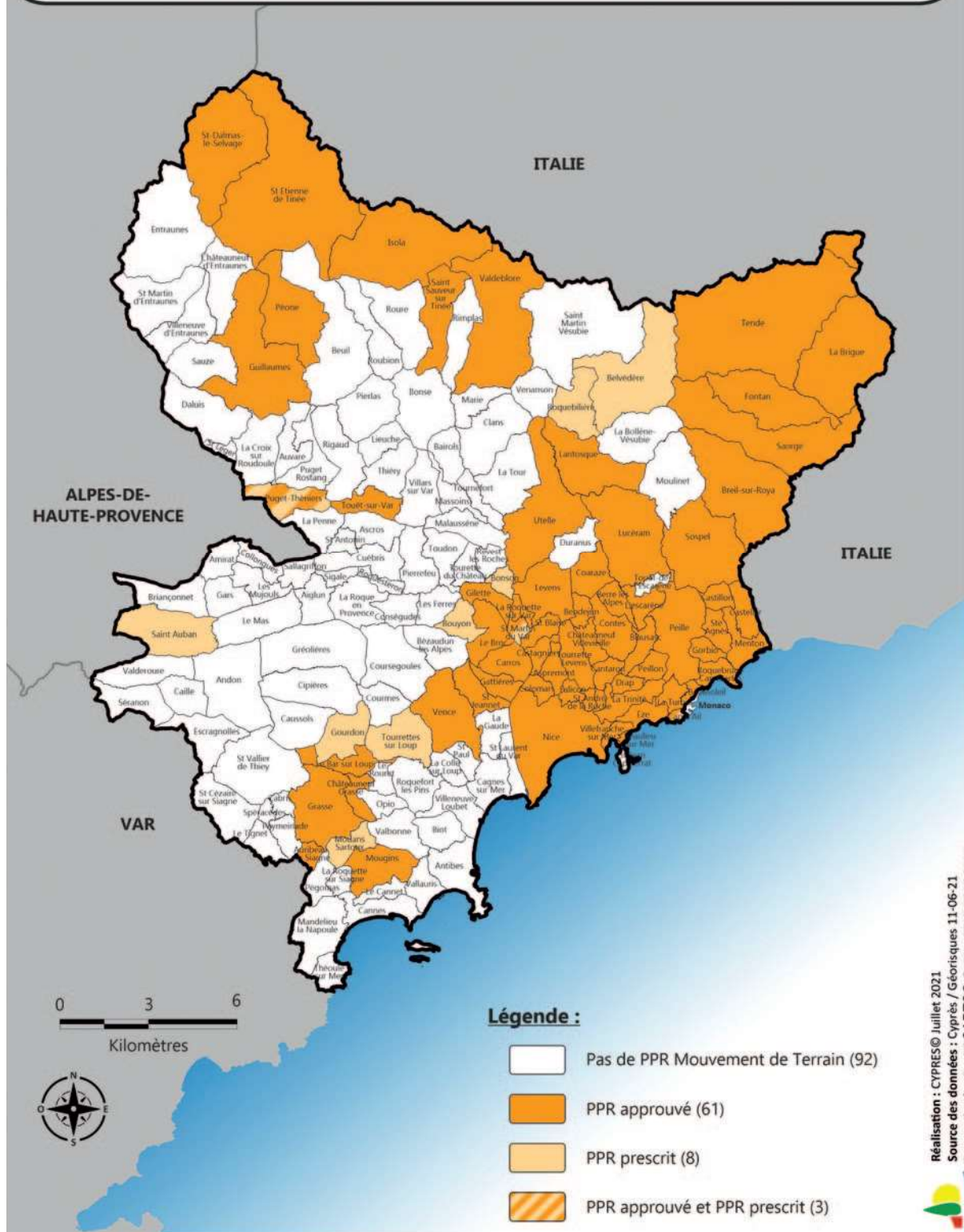
vous êtes dans une zone soumise au RISQUE DE MOUVEMENT DE TERRAIN
consultez le dossier déposé en mairie

consignes en cas d'effondrement du sol

A L'INTERIEUR	A L'EXTERIEUR
<ul style="list-style-type: none"> dès les premiers signes, évacuez les bâtiments et n'y retournez pas ne prenez pas l'ascenseur 	<ul style="list-style-type: none"> éloignez-vous de la zone dangereuse rejoignez le lieu de regroupement

respectez les consignes des autorités

Etat d'avancement des PPR Mouvement de Terrain



Dans les Alpes-Maritimes, **toutes les communes** sont concernées par le risque mouvement de terrain. 64 disposent d'un PPR Approuvé et 11 d'un PPR Prescrit.

Carte de susceptibilité à l'aléa retrait/gonflement des argiles

