

20 JAN. 2000

200100

Commune de La Colle sur Loup

Plan d'occupation des sols

Carte de qualification de l'aléa mouvements de terrain naturels

Rapport

<i>auteur :</i>	CETE Méditerranée
<i>service :</i>	Laboratoire de Nice
<i>responsable de l'étude :</i>	A. Calvino
<i>participants à l'étude :</i>	J.P. Meneroud
<i>zone géographique :</i>	La Colle sur Loup, Alpes-Maritimes
<i>demandeur :</i>	Monsieur le Maire Mairie de La Collesur Loup - 06480 LA COLLE SUR LOUP
<i>destinataires :</i>	Monsieur le Maire (1 ex. + 1 reproductible) DDE des AM : SAUO : Monsieur Vettori (1 ex.)
<i>référence :</i>	Devis-programme n°990209 du 08/04/99
<i>date :</i>	Septembre 1999

A la demande de Monsieur le Maire de La Colle sur Loup, le Laboratoire de Nice du CETE Méditerranée a réalisé une étude géologique et géotechnique de la commune La Colle sur Loup dans le cadre de l'établissement d'un Plan d'Occupation des Sols.

Cette étude a pour but d'établir une carte de qualification de l'aléa mouvements de terrain naturels. Elle actualise les données géologiques antérieures établies en 1976 dans le cadre du P.O.S.

Ce travail est basé exclusivement sur un levé géologique de terrain, un examen du site, l'étude de photos aériennes et de documents d'archives, sans recourir à des moyens d'investigations onéreux, mécaniques ou géophysiques.

Outre ce rapport, les résultats sont exprimés sous forme d'une carte d'aléas mouvements de terrains naturels qui établit une hiérarchie entre différents secteurs de la commune suivant l'existence (ou non) de ces aléas.

Cette carte a été réalisée en dynamique.

Un tel zonage au 1/5.000 suffisamment précis à l'échelle de la commune ne peut rendre compte des hétérogénéités de détail qui pourraient être définies à l'échelle de la parcelle grâce à des investigations nouvelles (géophysiques, sondages de reconnaissance, essais in situ...). Les mouvements de terrain sont étudiés à l'échelle de la commune et non de la parcelle, par conséquent des phénomènes de très petite ampleur ne peuvent pas apparaître à ce niveau et cette échelle d'étude. Par ailleurs la précision du zonage est étroitement dépendante de celle du fond de plan fourni.

Ce dossier d'étude comporte :

- une carte d'aléa des mouvements de terrain naturels en statique (les aléas inondation et sismique, ainsi que les phénomènes de laves torrentielles ne font pas l'objet de cette étude),
- une notice commentant la qualification de l'aléa et attirant l'attention sur les points de la zone étudiée particulièrement sensibles ou sur lesquels des incertitudes subsistent.

En annexe à la notice est joint l'extrait de la notice de la carte CRAM (Cartes de Risques des Alpes Maritimes au 1 / 25 000) comportant la définition de la légende et la typologie des mouvements de terrain.

1. QUALIFICATION DE L'ALÉA

Elle est essentiellement fondée sur deux critères :

- la dimension des phénomènes avec comme corollaires la possibilité ou non de les étudier et de les traiter à l'échelle de la parcelle moyenne;
- l'état actuel des techniques et des connaissances, qui fait que des parades sont réalisables ou non, le coût de leur réalisation étant un sous-critère lié en premier lieu à l'ampleur du phénomène.

Afin de renseigner le lecteur sur le type et le niveau d'aléa, à la notation alphabétique de la carte d'aléa (qui ne comporte aucune hiérarchie) a été adjointe, en indice, la notation alphanumérique de la légende des cartes CRAM (Cartes de Risques des Alpes Maritimes au 1 / 25 000) et la définition des zonages qui figurent en annexe de la carte.

2. COMMENTAIRES SUR LES SECTEURS ÉTUDIÉS

Le territoire de la commune de La Colle sur Loup est relativement peu exposé à l'aléa mouvements de terrain, en raison d'une surface importante de plateaux de calcaire jurassique, au nord et au sud.

L'aléa éboulement est le seul aléa à intensité et niveau élevé, c'est celui qui détermine les zones d'aléa de grande ampleur qui sont localisées en bordure du Loup et très localement en rive gauche du vallon de Fonfouranne.

Les autres types d'aléa sont de moindre intensité ou de niveau faible à moyen, il s'agit essentiellement des aléa glissement, reptation et ravinement léger dans les colluvions et les marnes du pliocène. On peut noter localement la présence de glissements anciens qui ont été dus à des causes anthropiques comme des terrassements ou des ruptures de canalisation d'eau.

3 .CARTE D'ALÉA MOUVEMENTS DE TERRAIN EN DYNAMIQUE

3.1. Probabilité d'occurrence des mouvements

A partir de la carte d'aléa en condition statique, la prise en compte de la sismicité se traduit par :

- un ajout de phénomènes spécifiques, tels que les glissements sub-horizontaux le long des berges,
- une aggravation de l'aléa, pour une zone et un phénomène donné,
- une extension des zones d'épandage pour les éboulements rocheux.

Les deux paragraphes suivants décrivent la méthode appliquée pour les cas des glissements

classiques (sans surpression interstitielle) et d'éboulements et chutes de blocs.

3.1.1. Les glissements en terrain meuble

On emploie la méthodologie suivante qui repose sur une première cartographie classique (en condition statique) puis sur l'application d'une méthode pseudo-statique simplifiée qui détermine la majoration de l'aléa. Cette procédure ne s'applique pas aux terrains où une surpression interstitielle notable se produirait. A noter que pour le calcul pseudo-statique, le coefficient sismique sera le suivant¹ :

K = 0,08 en zone de sismicité Ib

K = 0,12 en zone de sismicité II

K = 0,18 en zone de sismicité III.

a/ Cartographie (en 3, 4 ou 5 niveaux d'aléa suivant le cas) effectuée de façon classique, sans prendre en compte l'effet dynamique. On admet que l'appréciation de l'aléa est principalement fondée sur trois éléments : nature des terrains, topographie, conditions hydrogéologiques. Cette appréciation résulte d'une connaissance et d'une expérience régionale approfondies.

b/ On admet que le zonage précédent reflète l'attribution approximative d'un "coefficient de sécurité statique", F_s , fonction des propriétés mécaniques du sol (C, Φ), de la géométrie du versant (pente β) et des pressions interstitielles (u). Le degré d'aléa peut être assimilé à la valeur de F_s , plus ou moins proche de 1. F_s est, en effet, intuitivement estimé dans des conditions moyennes actuelles, mais les paramètres sont susceptibles d'évoluer de façon imprévue donc quasi-aléatoire : variation des propriétés mécaniques avec le temps (fluage,...) ; changement dans la géométrie du versant (terrassements, ...) ; modifications du régime hydraulique (fluctuations météorologiques, ...). Par exemple, on peut distinguer quatre degrés d'aléa, avec des coefficients de sécurité F_s estimés comme suit :

zones 1			F_s	>	1,8
zone 2	1,5	<	F_s	<	1,8
zone 3	1,25	<	F_s	<	1,5
zone 4	1	<	F_s	<	1,25

Dans un secteur donné, où la nature du sol et les conditions hydrauliques sont homogènes, le

¹ Ces valeurs de K sont en concordance avec les nouvelles règles PS : $K = 0,5 \frac{a_N}{g}$

seul facteur régissant la stabilité est alors la géométrie du versant schématisée par la pente β : on détermine, d'après l'étude et la carte réalisée en a/, les valeurs seuil de β limitant les différentes zones : soit β_s une des valeurs seuil ainsi définies, correspondant à une valeur de F_s .

c/ l'action sismique est représentée par une force constante et parallèle à la pente ; on suppose invariables durant le séisme la résistance (C, ϕ) des sols et les pressions interstitielles (u). L'introduction de cette action sismique revient alors à abaisser l'angle limite à la valeur β_d (en pseudo-statique, tout se passe comme si la pesanteur n'était plus verticale, mais légèrement inclinée). Toutefois, la sécurité exigée sous séisme n'étant pas aussi sévère qu'en statique, la valeur β_d sera calculée comme devant correspondre à un "coefficient de sécurité dynamique" F_d plus faible que F_s . On pourra prendre $F_s/F_d = 1,15$.

d/ La détermination de β_d en fonction de β_s , pour un rapport $F_s/F_d \hat{=} 1,15$ fixé, s'effectue vis-à-vis du glissement plan parallèle à la pente ; elle est simplifiée dans les deux cas suivants :

- sols purement frottants (sables secs)
- sols purement cohérents (argiles sous sollicitation rapide, ...)

Les formules donnant le coefficient de sécurité sont les suivantes (accélération parallèle à la pente égale à $K \times g$) :

SOLS PUREMENT COHERENTS	SOLS PUREMENTS FROTTANTS
$F = \frac{c}{\gamma h} \frac{1}{(k + \sin \beta) \cos \beta}$	$F = \text{tg } \phi \frac{\cos \beta}{k + \sin \beta}$

Des abaques permettent la détermination de β_d en fonction de β_s , pour différentes valeurs de H , et dans les deux cas des sols purements frottants et purement cohérents.

e/ On détermine ainsi, par secteur homogène, un déplacement des limites entre les différents degrés d'aléa, c'est-à-dire une extension des zones d'aléa élevé par rapport à la carte initiale.

3.1.2. Éboulements rocheux et chutes de blocs

Dans le cas d'une paroi rocheuse de grandes dimensions, source de chutes de blocs et d'éboulements intermittents, le diagnostic "statique" ne se porte évidemment pas sur chaque masse instable, mais sur l'ensemble de la face rocheuse en fonction de son état de fracturation, de la pente, etc ... La majoration de l'aléa par suite de la sismicité résulte de l'effet de purge que peut produire la secousse sismique. On appréciera au cas par cas, en fonction de "l'activité" de la corniche rocheuse, si cette majoration peut être négligée ou doit se traduire cartographiquement. On tiendra compte également d'une éventuelle amplification de la vibration sismique au sommet d'une paroi rocheuse (rebord de plateau).

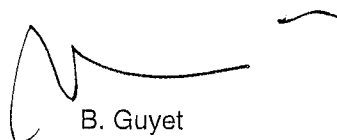
L'observation des nombreux éboulements survenus au Frioul en 1976 a révélé un allongement sensible des trajectoires de blocs libérés lors du séisme ; on sera donc très prudent dans la localisation des limites d'extension des éboulements.

3.2. Modification de la qualification de l'aléa

Dans le cas des glissements en terrain meuble, la modification de la qualification de l'aléa intervient uniquement dans le cas d'un changement notable de la surface affectée par le phénomène.

Pour les éboulements la simultanéité des chutes et la prolongation des trajectoires changent la qualification de l'aléa, qui de limité peut devenir de grande ampleur. Ce changement se produit sur une partie du territoire communal et peut modifier dans le PPR la définition des zones.

Le Directeur du Laboratoire



B. Guyet

ALEA MOUVEMENTS DE TERRAIN NATURELS

Afin d'apporter un complément d'information, nous avons estimé nécessaire d'insérer dans la carte d'aptitude à la construction la notation employée pour les cartes d'aléa (ex « risques ») dans les Alpes Maritimes à l'échelle du 1/25.000. Nous donnons, ci-dessous, les définitions de l'aléa, de son niveau et des différents types de mouvements.

DEFINITION DE L'ALEA

L'aléa est défini par la possibilité d'apparition du phénomène (éboulement, effondrement, glissement, coulée) sur un territoire donné, sans préjuger de la date de son déclenchement, ni des dommages qu'il peut causer, de ce fait, il n'existe pas de hiérarchisation entre les risques induits par les différents types d'instabilité.

Afin de pouvoir évaluer la probabilité¹ d'apparition du phénomène, il faut déterminer les **paramètres fondamentaux** responsables de son déclenchement. C'est l'analyse des mécanismes de chaque mouvement qui permet de dégager "**les facteurs déterminants**" qui découlent pour chaque type de manifestation étudié des différents "facteurs" pris en compte : lithologie, structure, pente, morphologie, hydrogéologie, etc... Ainsi, par exemple, pour les glissements dans le flysch, les facteurs déterminants seront : alternance de marne et de grès (lithologie) pente supérieure à 30°, éventuel pendage défavorable (structure) , indice de glissement (morphologie), eau en charge (hydrologie). A noter que la structure (éventuel pendage défavorable) n'intervient que lorsque le flysch est très gréseux (lithologie).

En tenant compte de l'indication par un indice de niveau de risque, on aura donc, pour les phénomènes potentiels, une information alphanumérique.

ex : glissement potentiel avec une forte probabilité d'apparition G5.

¹ - La probabilité envisagée ici n'est pas prise dans son acception mathématique, mais comme la qualité d'un événement qui a beaucoup de chance de se produire. On pourra également parler de possibilité.

TYPLOGIE DES MOUVEMENTS

Les phénomènes différenciés sur la carte génèrent des dommages plus ou moins importants, selon leur intensité. Afin de guider l'utilisateur, on a classé les différents mouvements de terrains en deux groupes d'après leur nature :

- mouvement à intensité moyenne à forte
- mouvement à faible intensité.

MOUVEMENTS A INTENSITE MOYENNE A FORTE

Glissement : phénomène affectant, en général, des roches incompetentes et qui provoque le déplacement d'une masse de terrain avec rupture au sein de la matière (arrachement en tête et latéralement). Lorsque l'ampleur du mouvement devient importante, on peut observer, à l'aval, une langue ou bourrelet de pied correspondant à l'excès de matière déplacée. La rupture se fait, soit au sein d'un même matériau (rupture subcirculaire) soit selon un contact structural.

La vitesse d'un glissement est variable mais très généralement *lente*. Ce type de phénomène peut, également, affecter des roches anisotropes constituées d'alternance de couches compétentes et incompetentes (ex : le flysch) la rupture pouvant, soit se produire indépendamment de la structure, soit être calée sur un joint de stratification. On parlera, dans ce dernier cas, de glissement banc sur banc (à ne pas confondre avec les éboulements banc sur banc). La cinématique de ces derniers types de désordres peut être plus rapide.

On différenciera également les glissement de versant lorsque le phénomène prend une ampleur exceptionnelle (1 km^2).

Effondrement : ce phénomène est provoqué par l'apparition, dans le sous-sol, de cavités provenant, soit de la dissolution chimique des matériaux (gypse, calcaire, sel gemme, etc...), soit de galeries artificielles par écroulement de la voûte devenue trop mince. La vitesse du phénomène est rapide à très rapide.

Eboulement : phénomène qui affecte des roches compétentes impliquant qu'une portion de roche (de volume quelconque) parvienne à se détacher de la masse rocheuse. La cinématique est *très rapide*.

On différenciera les éboulements d'après une classification volumétrique :

- éboulement en masse lorsque la masse totale sera supérieure à 1 000 l.
- chute de blocs si les volumes élémentaires sont compris entre 1 et 1 000 l.
- chute de pierres lorsque les volumes élémentaires sont inférieurs ou égaux au litre,
- éboulement banc sur banc, phénomène qui n'est qu'un cas particulier des précédents (notamment l'éboulement en masse) caractérisé par le fait que la direction du mouvement est confondue avec la ligne de plus grande pente d'une discontinuité majeure (souvent la stratification), elle-même orientée parallèlement au versant. La cinématique est très rapide. Bien que ce type d'éboulement soit de même nature que les précédents, il y a intérêt, dans un but informatif, à le distinguer lorsque cela est possible.

Ravinement : phénomène d'érosion régressive provoquant des entailles vives sur un versant plus ou moins abrupt. Engendré par un écoulement hydraulique artificiel, il est lié à la lithologie, la pente et l'écoulement.

Coulée : déplacement de matière à l'état visqueux souvent engendré par un glissement (se déplace dans ce corps du glissement). La longueur est supérieure à la largeur.

MOUVEMENT A FAIBLE INTENSITE

Affaissement : ce mouvement apparaît lorsque, entre la cavité formée dans le sous-sol et la surface, existe une épaisseur suffisante pour que l'effondrement de son toit ne puisse se répercuter directement en surface et se traduit, alors, par une déformation qui correspond à un amortissement de la dynamique du mouvement sous-jacent. Son ampleur est d'autant plus importante que la couverture au-dessus de la cavité est plus meuble. Ce phénomène est **lent à très lent**.

Fluage : phénomène de déformation sous sollicitation constante de longue durée. C'est le mouvement **sans rupture** de la matière à vitesse **très lente**. Si les contraintes sont faibles, le fluage peut-être amorti. Par contre, si elles sont fortes, ce phénomène se prolonge par une rupture de la matière et peut évoluer en glissement (fluage non amorti). A noter que ce mouvement est souvent provoqué, dans ces roches plastiques, par une masse rocheuse indurée qui leur est superposée et, qu'en retour, il induit une dislocation de cette masse rocheuse qui peut générer des éboulements.

Reptation : Ce sont des mouvements lents du manteau d'altération et de la terre végétale, souvent provoqués par les cycles gel-dégel. Ils intéressent de faibles épaisseurs (< 1m) mais peuvent affecter de grandes surfaces. Ces mouvements se caractérisent souvent par des

moutonnements du manteau végétal.

Ravinement léger : phénomène d'érosion régressive provoquant des entailles peu profondes dans le versant. Engendré par un écoulement hydraulique superficiel, il est lié à la lithologie, l'écoulement et la pente, généralement plus faible que dans les phénomènes de ravinement intense.

Lorsque le phénomène actif est de taille réduite, on le représente par un seul symbole centré sur lui. Par contre si sa taille est importante, on délimitera son aire graphiquement et l'ensemble, ainsi individualisé, sera couvert de symboles.

D'autre part, on représentera sur la carte les types morphologiques suivants :

Couloirs de chutes de blocs : représentés par une flèche sur laquelle est surimposé le symbole "blocs" .

Zone de réception : Sur la carte sont donc indiqués la nature du risque et son degré. Des zones peuvent être exposées à une action secondaire de certains phénomènes. Les glissements, par exemple, induisent des dommages sur la zone en mouvement, mais également sur la zone de réception de l'éventuelle avancée de terre. Ceci est encore plus vrai pour les éboulements et les coulées.

La zone de risque devra donc tenir compte de ces éventuelles aires de réception que l'on pourra, éventuellement, individualiser par une lettre supplémentaire.

On pourra, également faire figurer une zone de réception normale ou très probable et une zone de réception exceptionnelle en jouant sur le degré de risque. Ainsi, une zone où un glissement potentiel ayant une forte probabilité de se produire (risque élevé) se verrait attribuer la notation G5. La zone de réception qui serait envahie, à coup sûr, (dans le cas où le phénomène se transformerait en coulée boueuse, par exemple) pourrait se voir affecter la notation : Gr5.

QUALIFICATION DE L'ALEA

NE : Zone non exposée. Aléa nul ou négligeable sans contrainte particulière.(=Niveau d'aléa 1)

I : Zone d'aléa mal déterminée où existe une présomption d'occurrence de phénomène mais où le diagnostic ne pourra être définitivement porté qu'après une étude complète qui dépasse en général très largement le cadre parcellaire ou de bâtiments courants.

L : Zone exposée à un aléa limité où la construction et l'occupation du sol nécessitent la mise en place de confortations pour supprimer ou diminuer très fortement l'aléa. L'ampleur géographique du ou des phénomènes permet en général d'effectuer l'étude et la mise en place des parades sur une aire géographique réduite dont les dimensions sont proches du niveau parcellaire moyen ou de bâtiments courants. Les confortements devront tenir compte des risques anthropiques générés par l'occupation des sols.

GA : Zone exposée à un aléa de grande ampleur où la stabilisation ne peut être obtenue que par la mise en œuvre de confortations intéressant une aire géographique importante dépassant très largement le cadre parcellaire ou celui de bâtiments courants (ensemble d'un versant par exemple) et dont les coûts seront en conséquence élevés.

M : Zone exposée à un aléa majeur où aucune parade n'est techniquement possible en l'état actuel des connaissances.

Dans cette étude, ne sont pas pris en compte *l'aléa sismique, l'aléa inondation* (dont les phénomènes hydrauliques, dans les vallons, liés à des intempéries exceptionnelles) et les laves torrentielles.



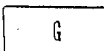


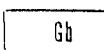


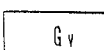
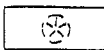
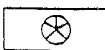
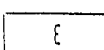
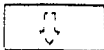

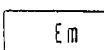
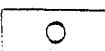
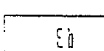
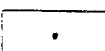
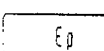
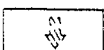

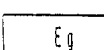


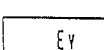

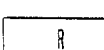
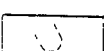
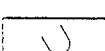
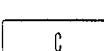
La précision du zonage est étroitement dépendante de celle du fond de plan fourni.

LEGENDE DU NIVEAU D'ALEA

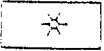

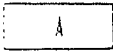
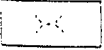
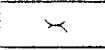
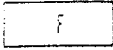

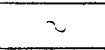
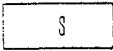
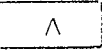
2	Aléa mal connu - Incertitude Présence de plusieurs facteurs déterminants, sur les autres subsistent des incertitudes (non accessible).
3	Aléa moyen Tous les facteurs déterminants sont accessibles, n-1 facteurs sont répertoriés, le facteur manquant pouvant apparaître au cours du temps.
4	Aléa important Tous les facteurs déterminants sont reconnus sur le site mais l'intensité d'un ou plusieurs facteurs est faible
5	Aléa élevé ou très élevé Tous les facteurs déterminants sont reconnus sur le site avec des intensités moyennes à fortes. Le ou les phénomènes ont une forte probabilité d'apparition.

NATURE DE L'ALÉA

Mouvements à intensité moyenne à forte

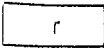
DÉCLARÉ			POTENTIEL
ANCIEN	ACTUEL		
		Glissement	
		Glissement banc sur banc	
		Glissement de versant	
		Effondrement	
		Eboulement en masse	
		Chute de blocs	
		Chute de pierres	
		Eboulement banc sur banc	
		Eboulement de versant	
		Ravinement	
		Coulée	

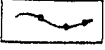
Mouvements à faible intensité


		Affaissement	
		Fluage	
		Reptation	
		Ravinement léger	

Zones de réception

Zones exposées aux actions secondaires des phénomènes (Glissements - Eboulements).

 Dans la zone exposée on rajoute la lettre r à celle du phénomène et l'indice du niveau du risque, ex. : Gr 3 risque moyen de réception d'un glissement.

 Couloir de chute de blocs

 Ligne d'arrachement.