



UNIVERSITÉ ABOU-BEKR BELKAÏD – TLEMCEEN
Faculté de Technologie



Risque naturels et industriels

Chapitre VI

RISQUE DE MOUVEMENT DE TERRAIN

RISQUE MOUVEMENT DE TERRAIN

INTRODUCTION

- Quand on pense **catastrophes naturelles**, on ne pense pas en premier lieu aux conséquences des **mouvements de terrain**.
- Pourtant chaque année ces événements provoquent plusieurs **milliers de morts** de par le monde, ainsi que des dizaines de **millions de dinars de dégâts**.

- IL s'agit la encore d'un domaine pour lequel la **prévention est difficile** car les événements correspondants sont, pour un endroit donné, d'une **fréquence** d'occurrence **difficilement perceptible** pour la mémoire humaine.
- La prévention passerait dans la plupart des cas par l'interruption des activités humaines dans les zones concernées, ce qui est toujours difficilement envisageable, compte tenu de la densité de population en certain endroits.

DEFINITION

Un mouvement de terrain est un déplacement plus ou moins brutal du sol ou du sous-sol déstabilisé par des sollicitations naturelles ou artificielles sous l'effet de la pesanteur. Il est fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques.

L'action de la mer, la fonte des neiges ou une pluviosité anormalement forte, un séisme, sont autant de phénomènes naturels pouvant être à l'origine d'un mouvement de sol ou du sous-sol.

DEFINITION



L'action de l'homme peut aussi être un facteur déclenchant ou aggravant, en modifiant les conditions du milieu naturel par la déforestation, le terrassement, l'exploitation de manière inconsidérée des matériaux .

L'expression générique « mouvements de terrain » regroupe plusieurs types de phénomènes d'instabilité des terrains,

TYPES DE MOUVEMENT DE TERRAIN

- GLISSEMENT DE TERRAIN
- CHUTES DE BLOCS
- COULEES
- TASSEMENTS, GONFLEMENT, RETRAITS
- EROSION
- EFFONDREMENT, AFFAISSEMENTS



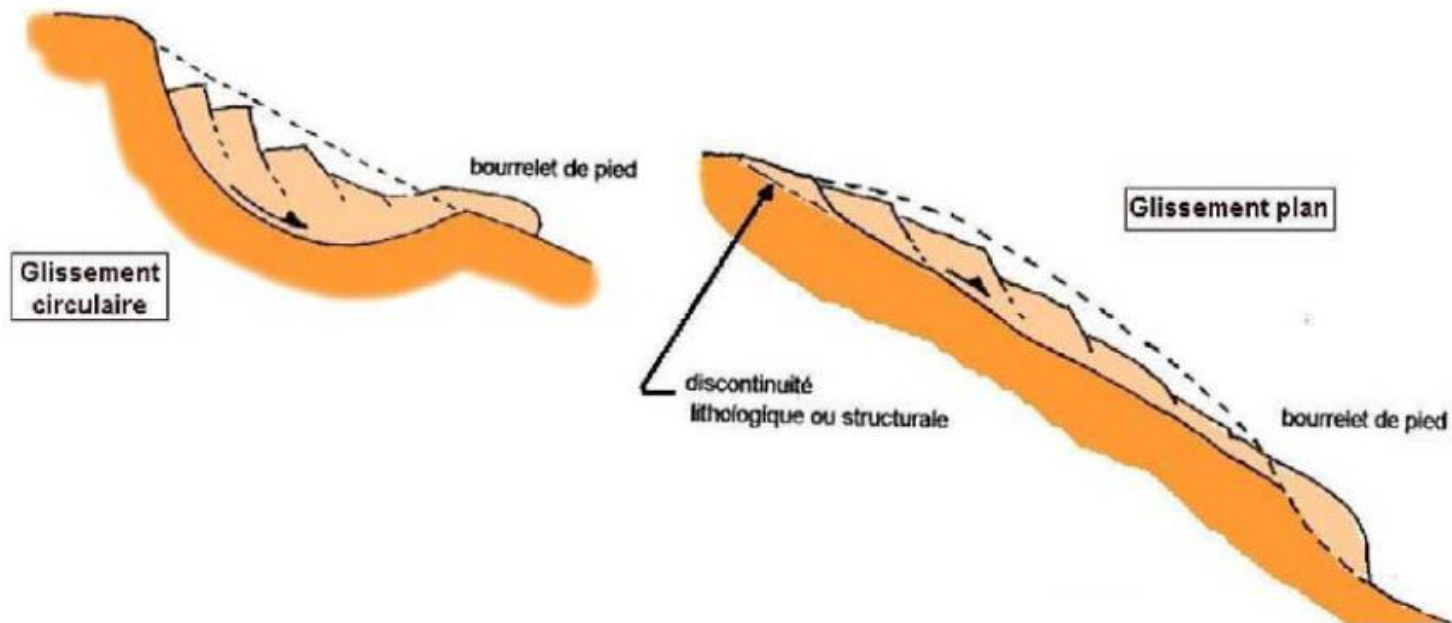
GLISSEMENT DE TERRAIN

- Un glissement de terrain se définit comme étant le versant instable d'une montagne ou d'une colline qui se détache et glisse dans le sens de la pente.
- Le volume de glissement dépend de la surface et de la profondeur de la rupture.
- La majorité des déplacements est de quelques millimètres ou de quelques centimètres par an.
- Seule une surveillance régulière s'impose !

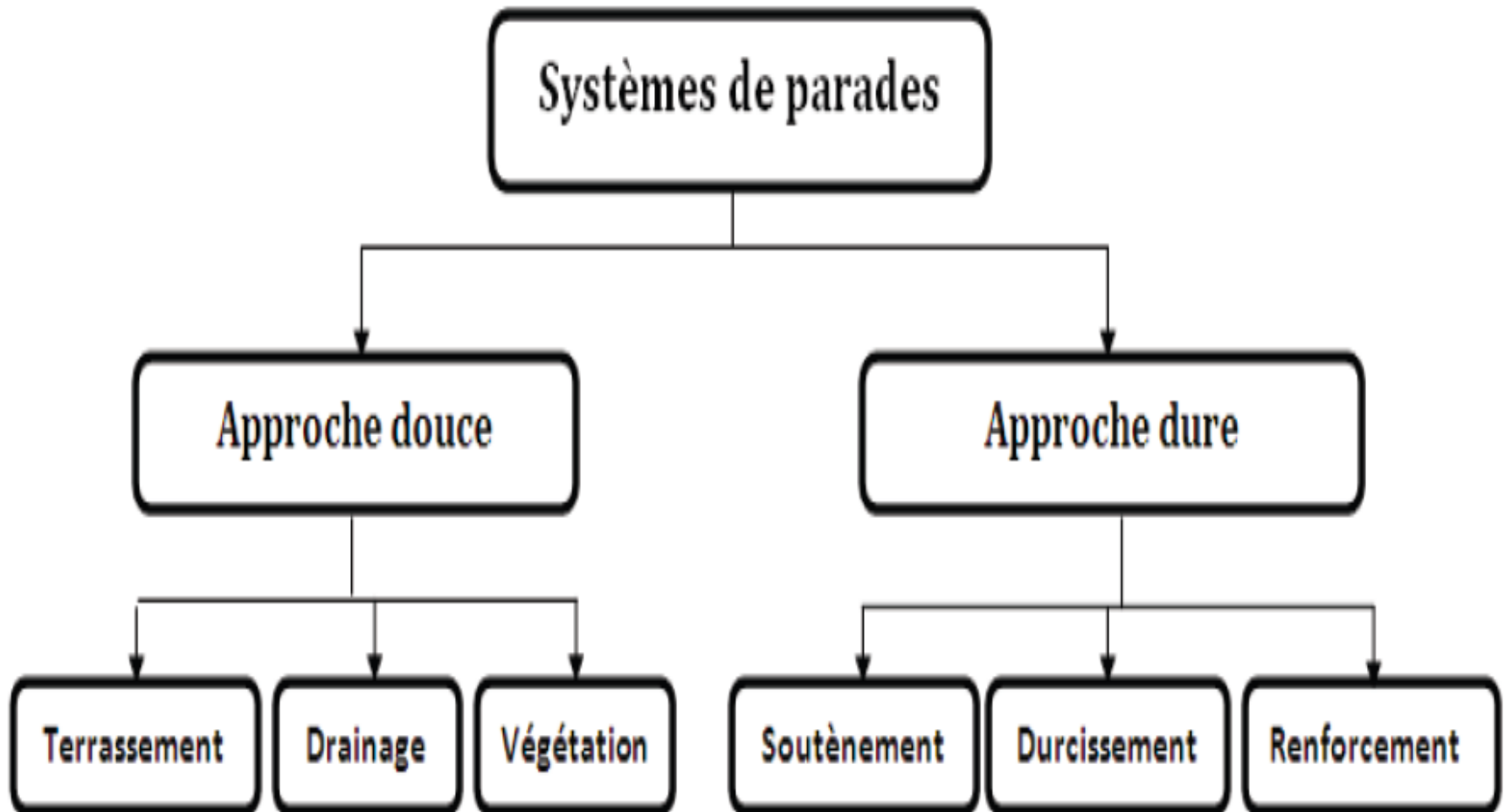
GLISSEMENT DE TERRAIN

ON PEUT DISTINGUER DEUX TYPES DE GLISSEMENT:

- Glissement circulaire
- Glissement plan



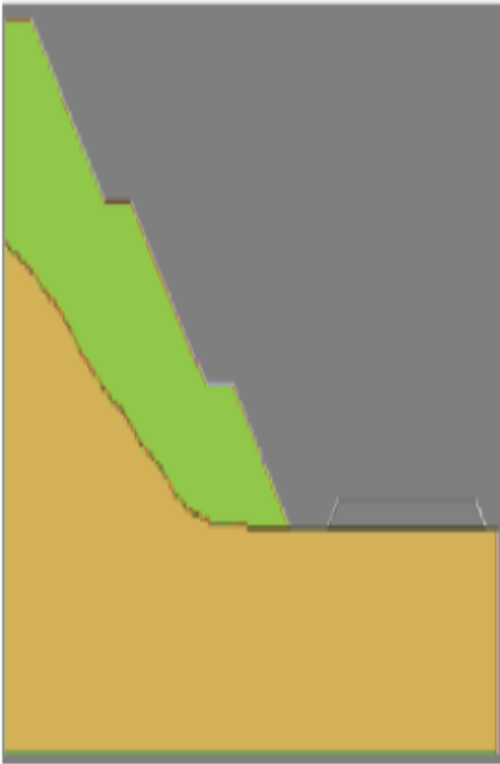
Systeme de parades (Bedr S., 2008)



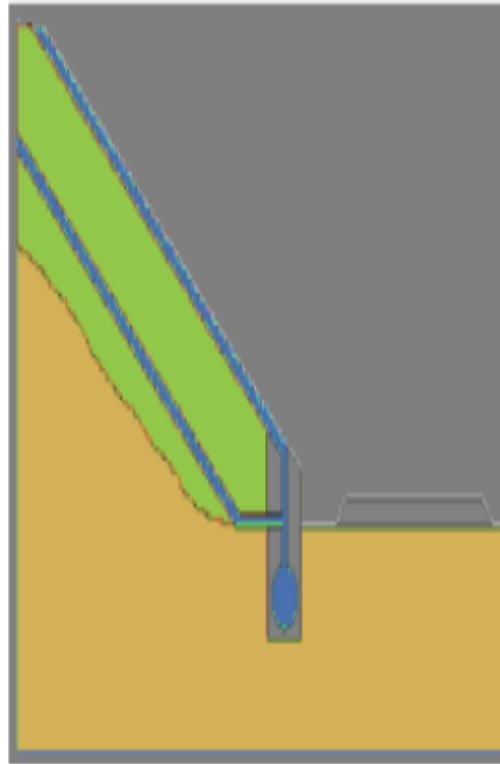
Approche douce

Une approche douce se définit par l'utilisation de méthodes naturelles, esthétiques, et qui s'attaque directement aux facteurs d'instabilités.

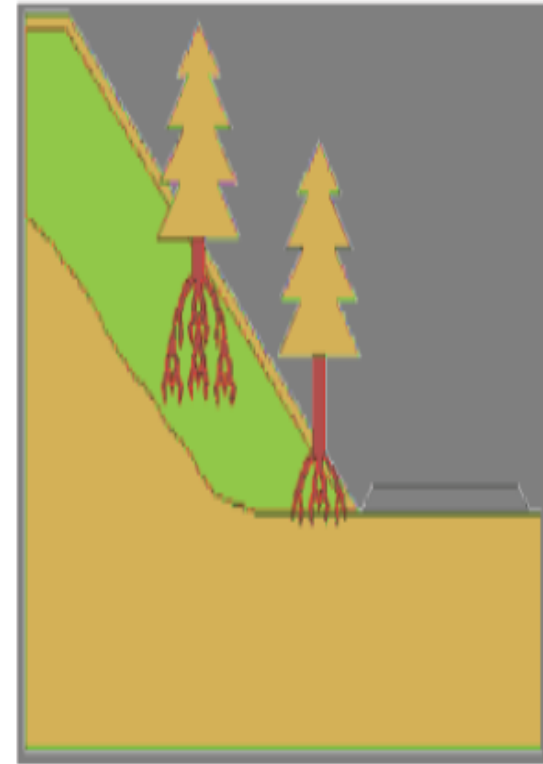
Approche douce



Terrassement



Drainage

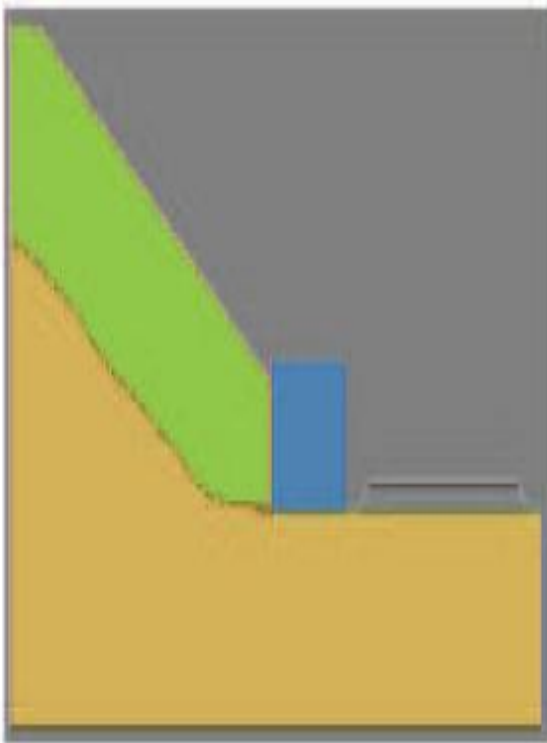


boisement et Végétation

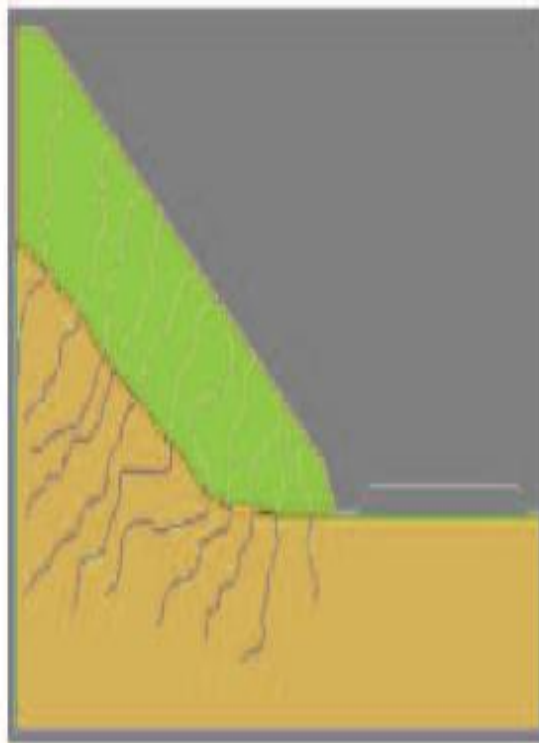
Approche dure

Approche dure : Cette approche s'attaque au problème en modifiant, d'une manière directe, les propriétés, mécanique, physique ou chimique du sol

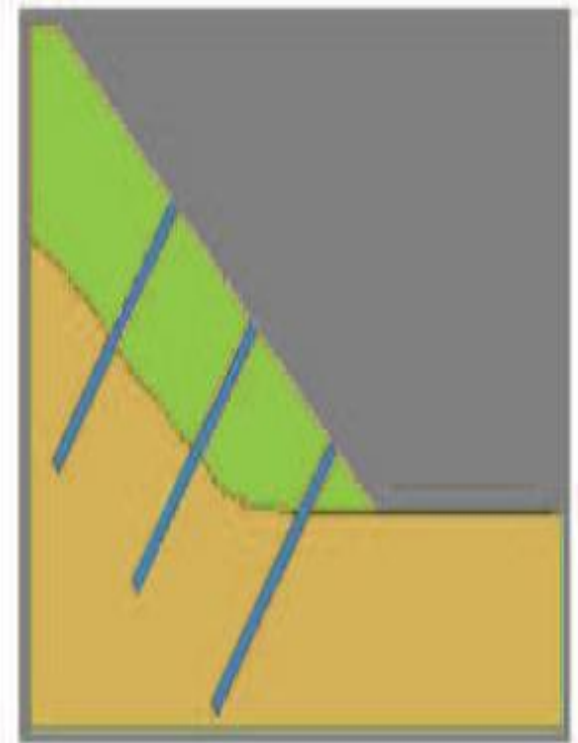
Approche dure



Soutènement



Durcissement



Renforcement

CHUTES DE BLOCS

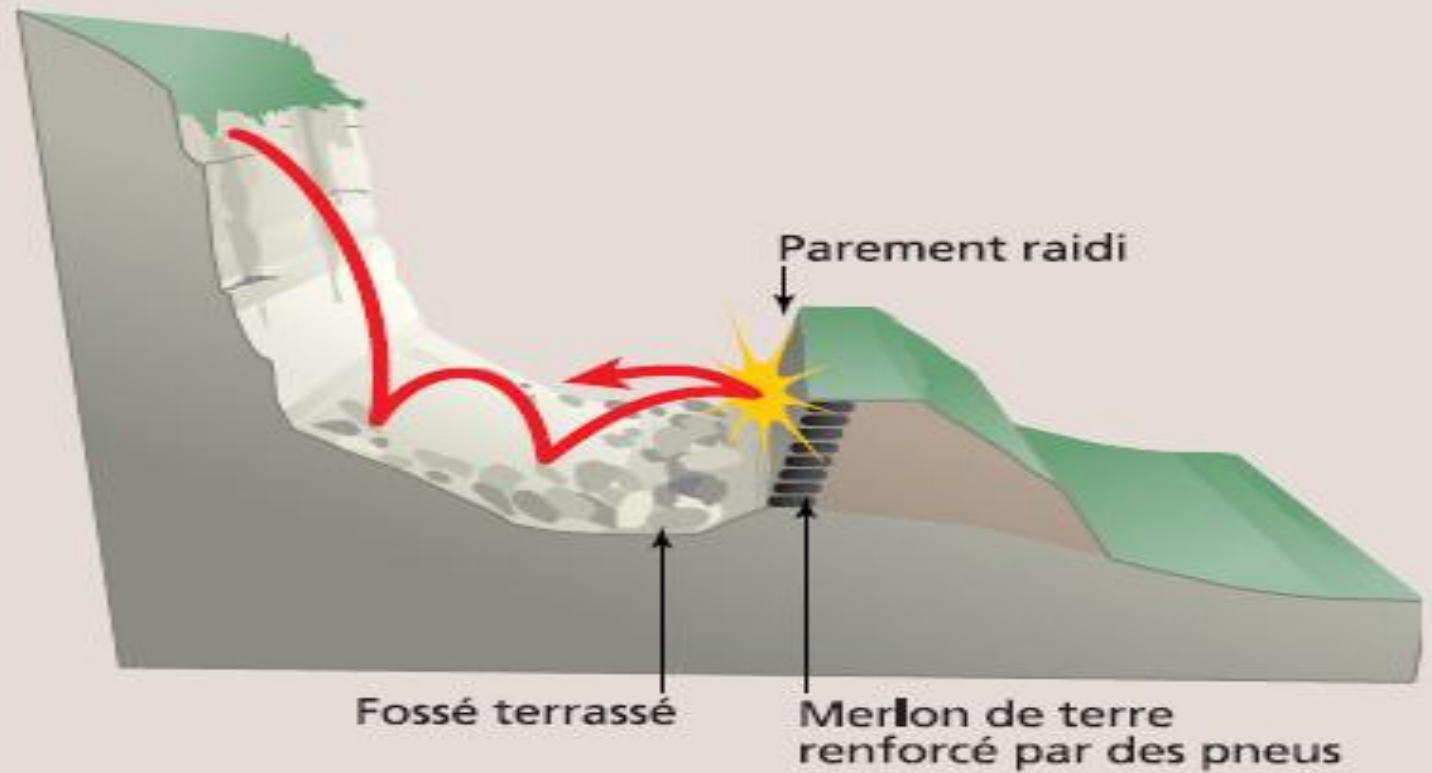


- Les chutes de blocs proviennent de la dégradation d'une falaise ou d'un versant rocheux.
- Les ruptures des massifs rocheux de grands volumes (plus d'un million de m^3) sont plus complexes et peuvent se produire sur des décennies après l'apparition de crevasses profondes.

Protection par filet

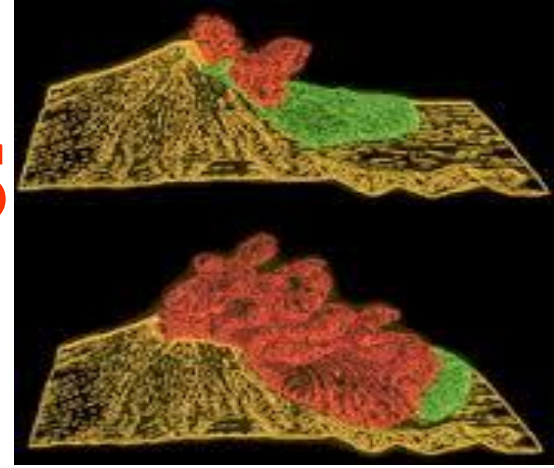


Merlon Pare-Bloc



Principe de la protection par un merlon

LES COULEES



- Les coulées se caractérisent par le transport de matériaux sous forme plus ou moins fluide, sur les versants ou dans le lit des torrents(thalwegs).souvent rapides et extrêmement dangereuses, les coulées sont déclenchées par un excès d'eau de pluie exceptionnelles, fonte des neiges ou d'un glacier...)

On peut les classer en trois grandes catégories:

- **Les coulées boueuses**: (glissement de terrain liquides)
- **Les coulées torrentielles**: (qui utilisent le lit des torrents pour transporter les matériaux en période de crues, milliers de m³)
- **Les lahars** (coulées boueuses transportant des débris de roches volcaniques) & c'est les plus dangereuses

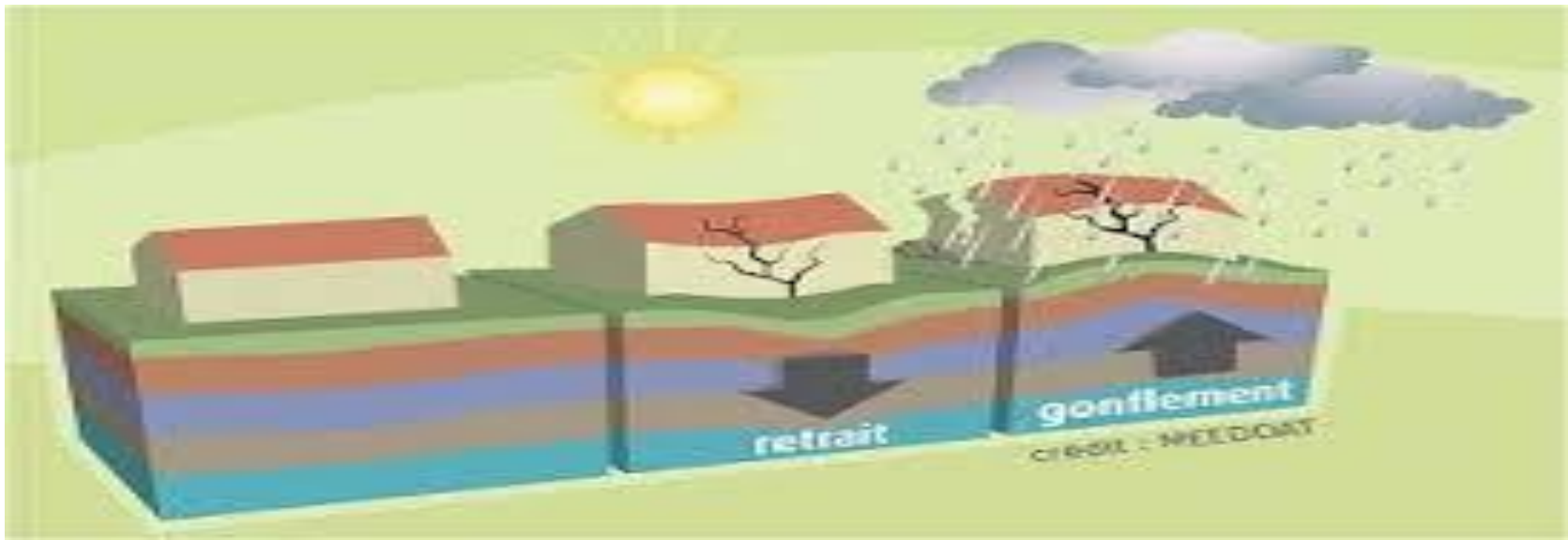
Tassements, gonflements, retraits

- Le sous sol de la terre regorge de rivières, de lacs souterrains et de nappes phréatiques qui participent activement au cycle de l'eau.
- Exemple: Tour de pise (Italie)



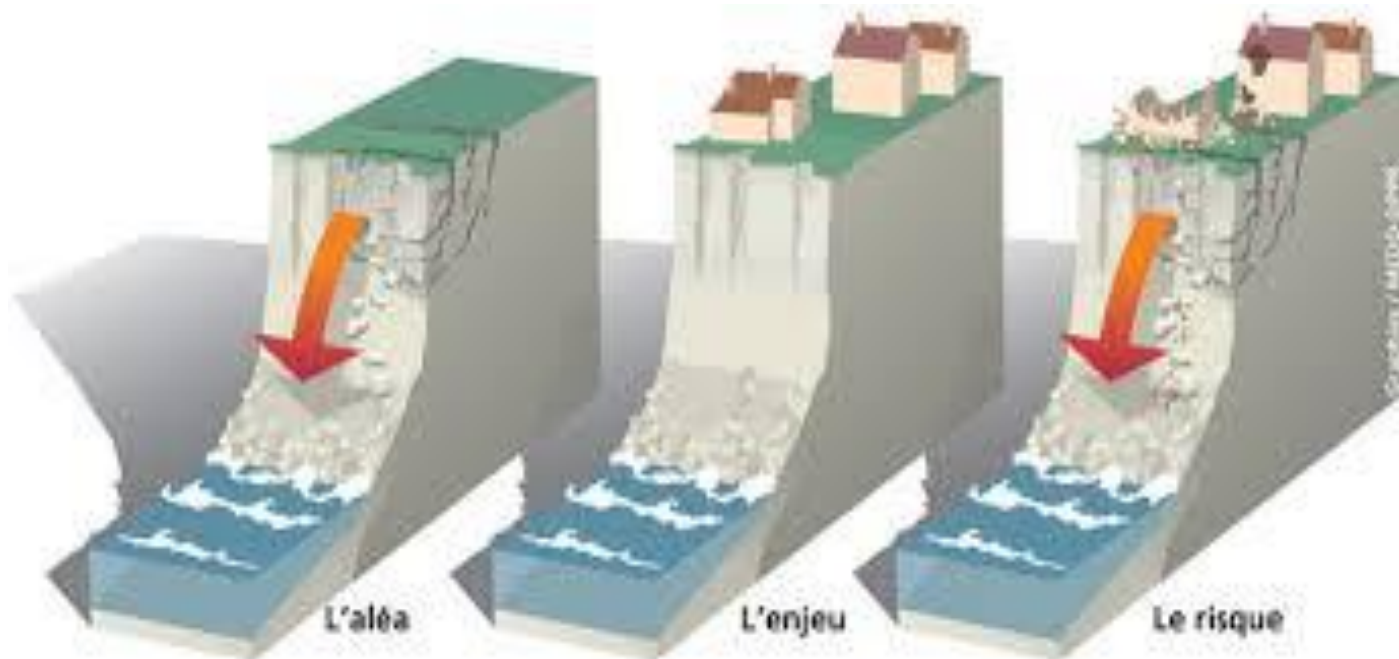
Tassements, gonflements, retraits

Dans les régions humides (marais, marécages, lagunes...), certains sols argileux ou tourbeux peuvent gonfler ou se tasser sous l'effet de l'eau ou, au contraire, de sécheresse. Dans les deux cas, ce phénomène a de graves conséquences pour les constructions.



ÉROSION

- L'érosion est souvent considérée comme un phénomène lent et progressif, mais ses conséquences peuvent être brutales et dangereuses.



EFFONDREMENTS, AFFAISSEMENTS

- A l'échelle humaine, les sols qui nous entourent peuvent paraître immuables, mais cette stabilité est illusoire a l'échelle des temps géologiques.
- L'histoire géologique montre en effet que l'équilibre naturel, lentement façonné, peut soudainement subir des déformations, des ruptures et d'autres phénomènes nuisibles pour l'homme.

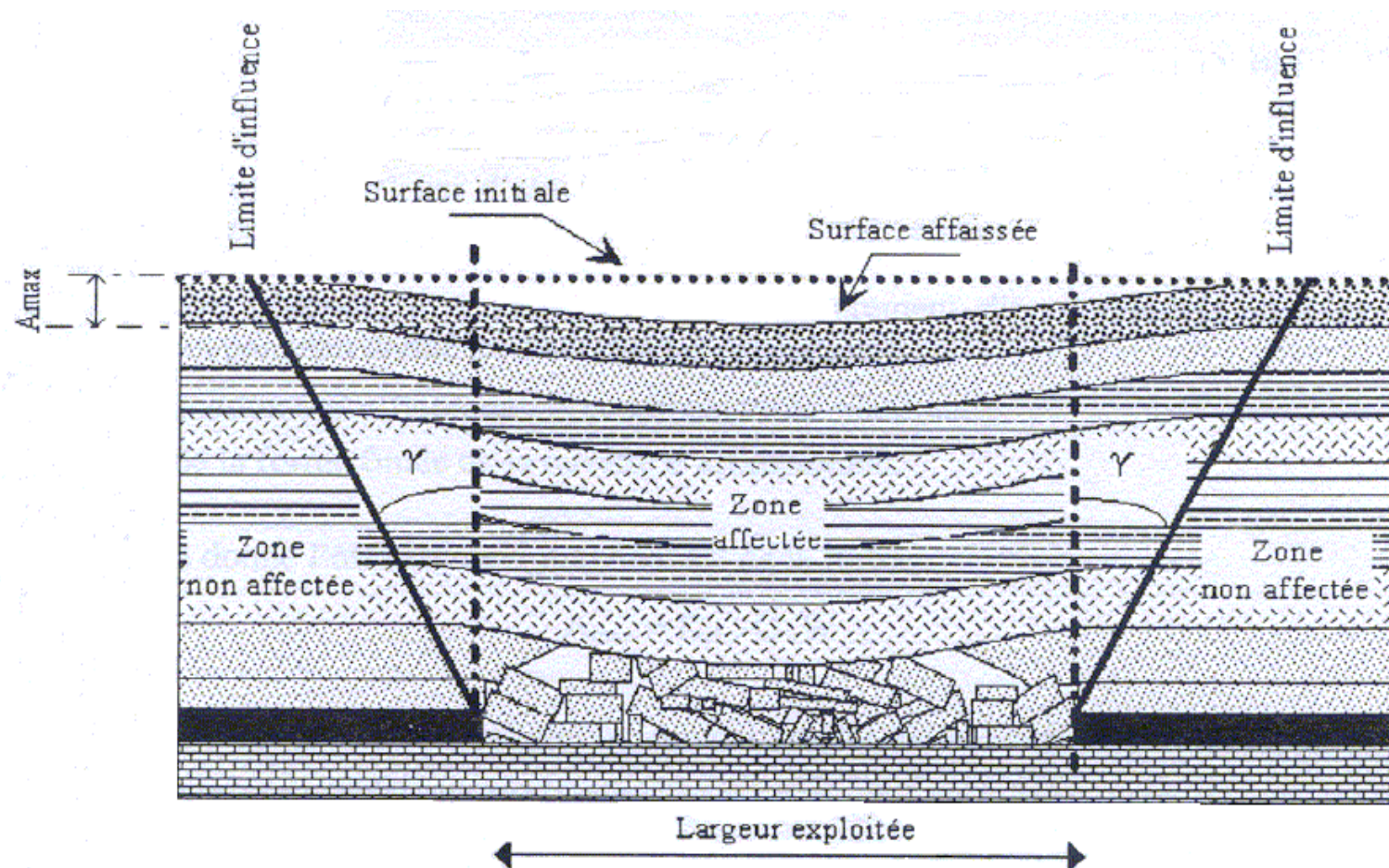
- Ces phénomènes se font sous l'action de déclencheurs tels que:
- L'action de l'eau(pluie,neige,grêle...)



*Effondrement à Saint-Pierre-les-Martigues
(Bouches-du-Rhône, 13)*

- La chimie
- L'homme(carrières souterraines ayant servi a l'extraction de minerai et de matériaux de construction)

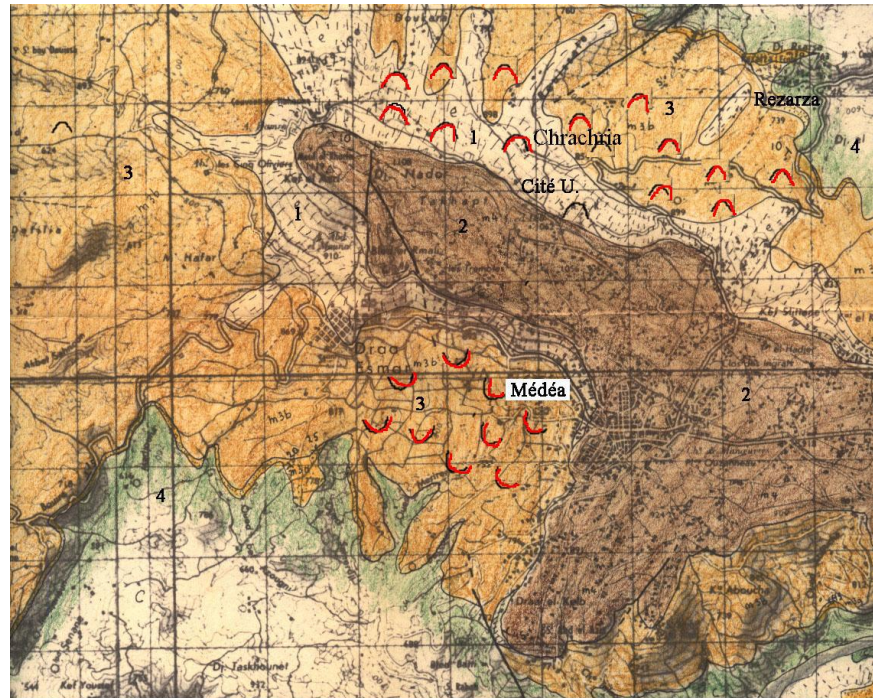
Affaissement d'une succession de couches de terrains meubles (source : INERIS)



- Les mouvements de terrain résultent souvent:
 - ❖ De fortes pluies
 - ❖ D'un séisme
- Un glissement de terrain peut avoir des conséquences très lourdes
- plusieurs exemples existent de par le monde et aussi en algerie, exemple: Constantine, Alger, chlef, Tlemcen,...
- Les ouvrages d'art tels que les ponts et les routes sont les plus exposés à ce type de risque.
- Les images qui suivent donnent une idée sur les dégâts qui peuvent occasionner ce type de manifestations géologique:

Exemple de carte d'aléa

Mouvement de terrain



Extrait de la carte géologique de JC. Roman, 1975

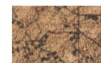
Fig. 30 Stabilité des versants dans la ville de Médéa et ses alentours

E: 0 1000m

- 1: Eboulis (blocs gréseux dans matrice argileuse), 2: Grès du Miocène terminal (cycle M4),
3: Marnes grises du Langhien-Serravalien (cycle M3), 4: Crétacé allochtone (nappes telliennes).



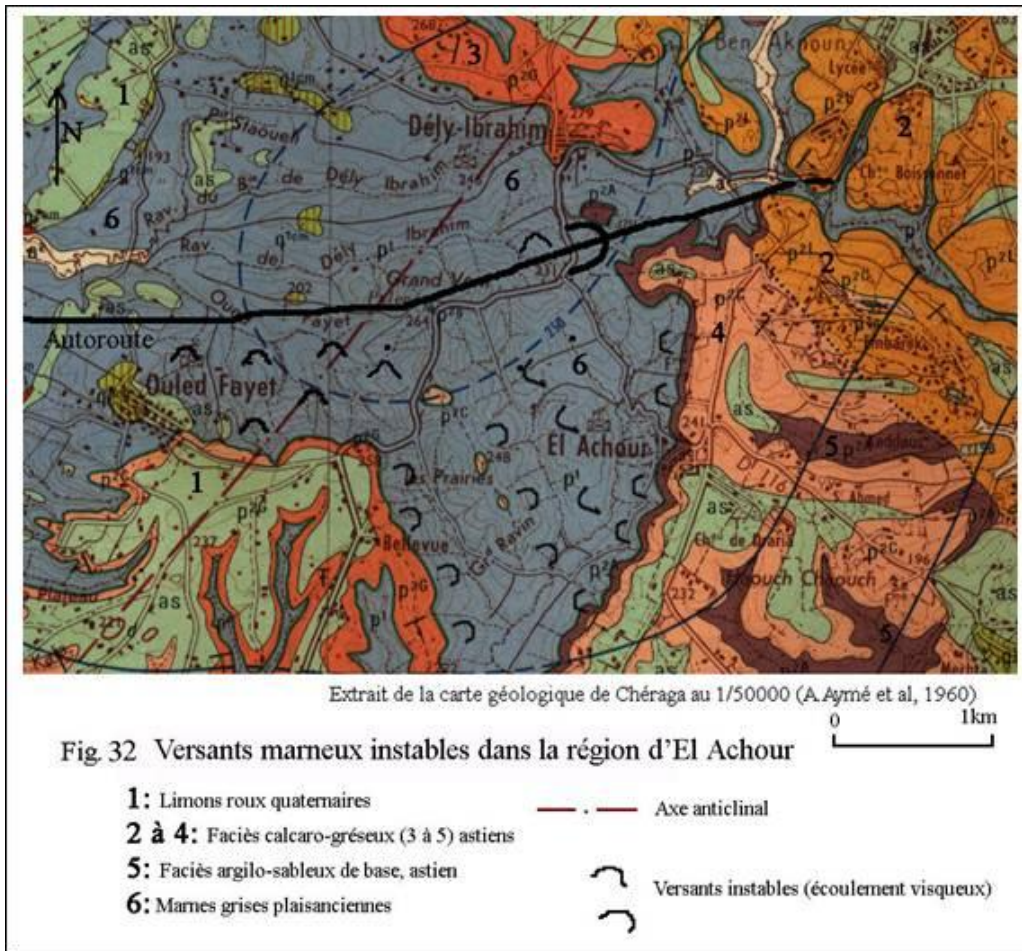
Versants mameux de faible stabilité



Plateau gréseux, stable de Médéa

Exemple de carte d'aléa

Mouvement de terrain



Surveillance des glissements de terrain

La surveillance consiste en recueil, une exploitation et une interprétation périodiques des données qualitatives et quantitatives qui caractérisent l'évolution du site



Dans un objectif directement appliqué de gestion de la sécurité

Le **TEMPS** est une composante fondamentale de la surveillance

TECHNIQUES DE PROTECTION PASSIVE

Le **TEMPS** est une composante fondamentale de la surveillance. En fonction

- Des caractéristiques du site
- De l'évolution probable du phénomène
- Des exigences de sécurité

On peut gérer le temps de différentes manières



Surveillance en continu : Le système est en permanence en état de veille et toute évolution du phénomène est immédiatement prise en compte



Surveillance discontinue : l'ensemble du système n'est pas en activité permanente et les informations sont produites périodiquement ou sur interrogation

LES DONNEES NECESSAIRES A LA CONCEPTION DE LA SURVEILLANCE

-Le phénomène et son environnement

- Typologie des mouvements de versants
- Environnement du système de surveillance

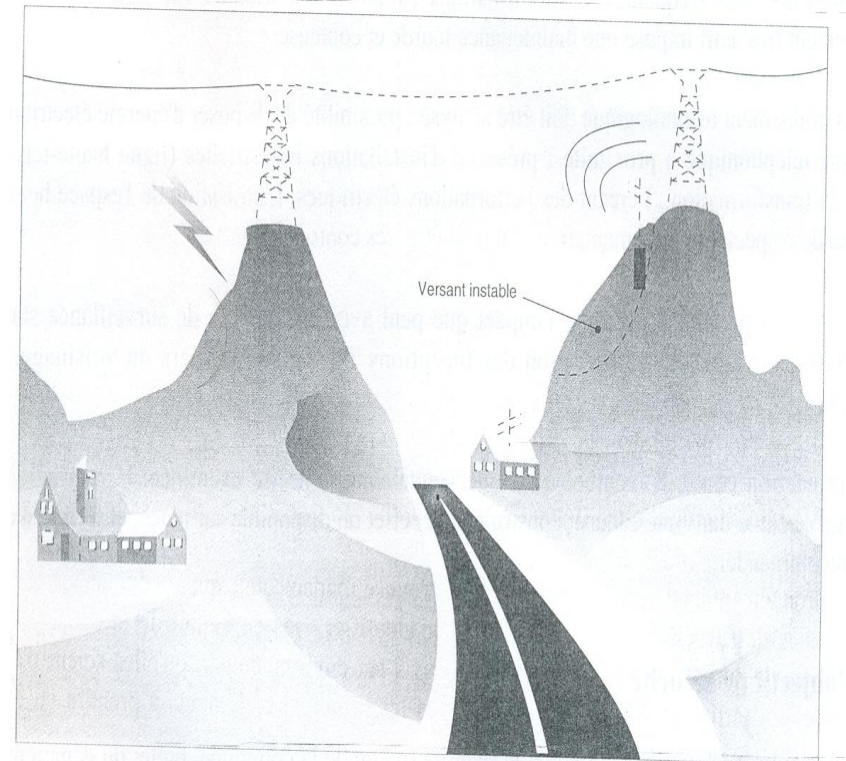
-Problèmes d'accessibilité

-Communications radioélectriques difficiles à cause du relief

- Contraintes qu'apporte le climat sur l'appareillage (températures extrêmes), orages, humidité

-Environnement technologique à analyser (disposition de l'énergie électrique, etc)

-Impact du système sur les installations existantes



LES DONNEES NECESSAIRES A LA CONCEPTION DE LA SURVEILLANCE

- **L'objectif de sécurité**
 - **Responsable de la sécurité (mairie de la commune, gestionnaire de l'ouvrage, etc) de définir l'objectif de sécurité**
 - **Le spécialiste ou le bureau d'études peut lui apporter les éléments techniques nécessaires, si besoin**
- 1. **Les personnes et les biens menacés** : Toute analyse du risque comprend outre l'estimation de l'aléa (**caractérisation du phénomène attendu et de sa probabilité d'apparition**), l'évaluation des enjeux (**recensement des personnes exposées et l'estimation des dommages aux biens menacés**) : risques immédiats, risques différés

L'objectif de sécurité

2. Dans quel cadre s'insère la surveillance : Durée de surveillance ?

3. Les mesures prévues en cas d'alarme :

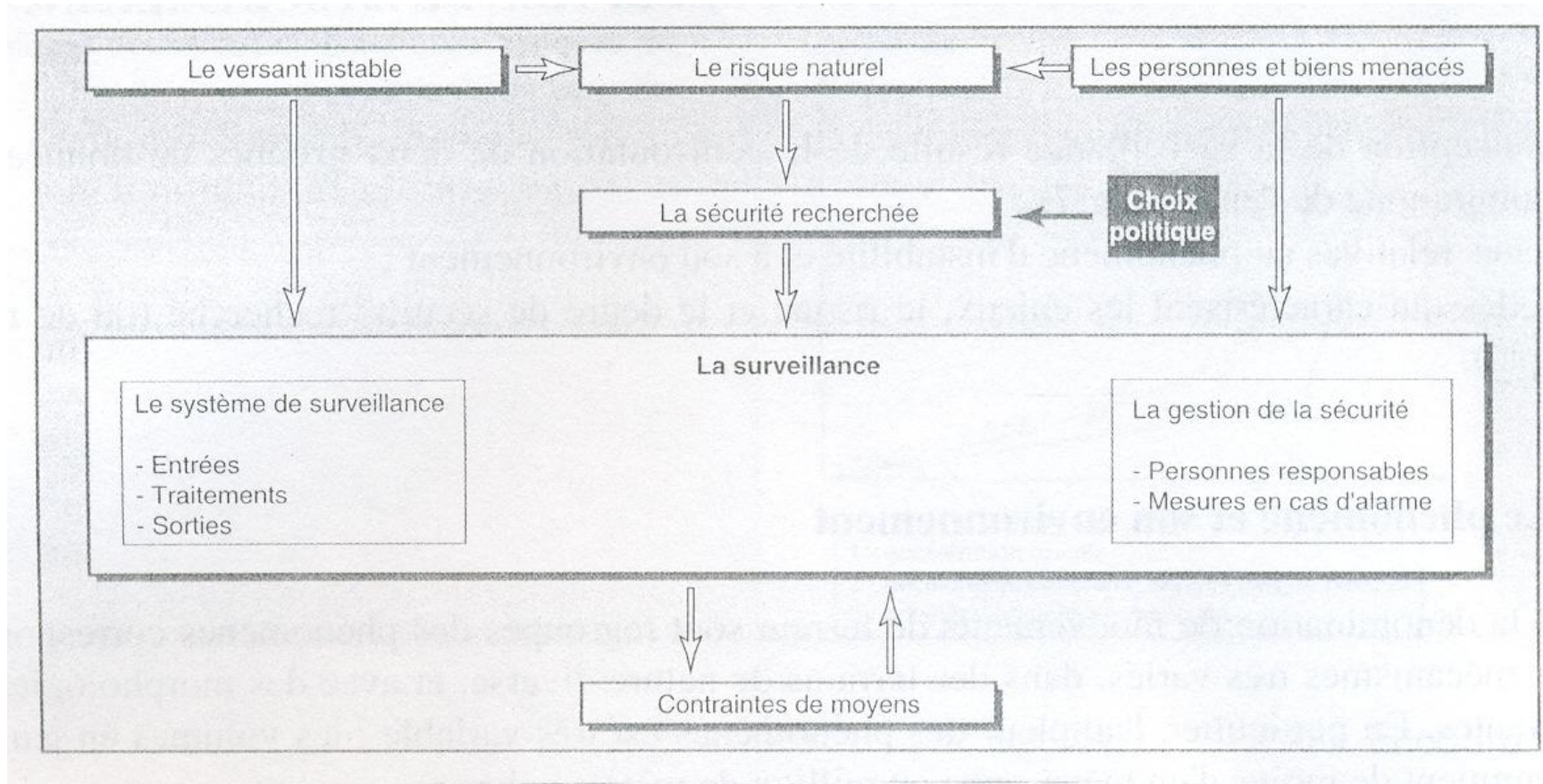
1. Fermer un ouvrage
2. Évacuer une zone
3. Passer à un niveau de protection supplémentaire
4. Limiter l'utilisation d'un ouvrage
5. Lancer une annonce de danger

4. Le degré de sécurité recherché :

1. F(beaucoup de paramètres)
2. Sécurité à 100% ne peut être obtenue
3. Quel objectif assigné à la surveillance? Protéger les vies humaines? Limiter l'endommagement d'un ouvrage?
4. Quelle probabilité a-t-on d'obtenir cet objectif? Quelle fiabilité est demandée au système

TECHNIQUES DE PROTECTION PASSIVE

Principaux éléments pour la définition d'un système de surveillance



SYSTEMES DE PROTECTION

Les systèmes de protection contre les mouvements de terrain sont nombreux. Ils ne **s'opposent pas aux mouvements et déformations mais permettent de réduire voire même d'annuler leurs effets sur les ouvrages**

1^{ère} Protection : Déplacer les ouvrages ou les personnes au delà du rayon d'action du phénomène



Reconstruire la route sur le versant opposé de la vallée qui ne connaît pas d'instabilité

2^{ème} Protection : Résoudre le problème en s'affranchissant des effets des mouvements de terrain sans déplacer l'ouvrage



Peut être obtenu, par exemple, en construisant les fondations profondes d'un ouvrage d'art à l'intérieur de puits

Glissement de terrain a télemly

















Glissement de terrain à Mostaganem (Algérie) en 2012



D'AUTRES TYPES DE MOUVEMENT DE TERRAIN

- Des effondrements, soit par présence de Karsts, soit par des galeries minières

(Les Karsts sont des cavités qui se trouvent en profondeur, elles peuvent avoir des dimensions variables de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres).

LIQUEFACTION

- Une liquéfaction:c'est un phénomène qui survient suite à un séisme,il concerne généralement les sols qui contiennent des colonnes de sable saturée en eau.

On rencontre ce type de manifestation soit en bordure marine soit non loin des lits d'oueds.

Les vibrations induit par le séisme,chasse l'eau contenu dans le sol et remonte en surface créant des effondrements des sols et des structures qui se trouvent dessus.















Liquéfaction dans un port au Japon

Liquefaction

Adapadzari, Ismit earthquake, 1999



CONCLUSION

Les phénomènes de glissements de terrains ont des conséquences relativement importantes. La suppression du risque est impossible : il n'existe pas de méthodes pour empêcher la montagne de s'écrouler. Quant à la prédiction de ce type d'événements, elle n'est pas toujours parfaite malgré des techniques de surveillance pointues. La prévention liée à ce type de phénomène est donc indispensable. Les mesures adoptées sont alors généralement très onéreuses...

CONCLUSION

- On peut constater que peu d'accidents industriels ayant pour causes un mouvement de terrain sont répertoriés.
- Ainsi pour ce phénomène ,le retour d'expérience est pauvre,mais quelle en est la véritable raison ?
 - Peu d'accident ?
 - Il y'a des accidents,mais la remontée d'information ne s'effectue pas ou mal ?
 - Les industries sont déjà conçues de telle sorte que ce phénomène n'a que peu de d'influence sur leur intégrité de fonctionnement ?

**Merci
de votre attention**