

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE  
FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE DE LA GEOGRAPHIE  
ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE  
DEPARTEMENT DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE**

**N° d'ordre :**

**N° de série :**

**MEMOIRE DE MAGISTER**

**Filière : Aménagement du territoire**

**Option : Aménagement des milieux physiques**

**La vulnérabilité aux glissements de terrain  
et les enjeux dans la partie Ouest et Sud Ouest  
de la ville de Constantine**

**Présentée par : MEZHOUD LAMIA**

**Ingénieur d'Etat en Aménagement des milieux physiques**

**Sous la direction du Professeur : BENZAOUZ Mohamed Tahar      Université Mentouri Constantine**

**Devant le jury :**

**Président : LAROUK Mohamed El Hadi,**

**Professeur (Université Mentouri Constantine)**

**Rapporteur : BENZAOUZ Mohamed Tahar,**

**Professeur (Université Mentouri Constantine)**

**Examineur : LAYEB Hafid,**

**Professeur (Université Mentouri Constantine)**

**Examineur : ANSAR Allaoua,**

**Professeur (Université Mentouri Constantine)**

## **Introduction générale**

Plusieurs risques naturels menacent de nombreux pays, en particulier les pays en voie de développement.

La gravité de l'impact des risques et catastrophes naturelles, a été telle que l'assemblée générale des Nations Unies a déclaré la décennie internationale (1990-2000), pour la prévention des catastrophes naturelles.

Pour la période (1990-1995), L'UNESCO a lancé un programme intitulé Naturel Hazards Program il est articulé sur les causes des désastres d'origine naturelle et les moyens de les prévoir, afin d'en limiter les effets. Ces initiatives ont été soutenues par la Banque Mondiale, l'union européenne et les programmes des Nations Unies pour l'environnement PNUE et le développement PNUD.

En 1979 la commission sur les mouvements de terrain de l'association internationale de géologie de l'ingénieur, estimait que 14% des pertes de vies humaines lors des catastrophes naturelles pouvaient être attribuées aux mouvements de terrain.

Ledoux (1995) souligne que malgré quelques événements très graves, les catastrophes provoquées par les mouvements de terrain n'atteignent pas l'ampleur des inondations et des cyclones et des séismes, dans la mesure où les mouvements de terrain sont très localisés, le nombre de victimes est ainsi beaucoup plus faible que pour les autres aléas.

Dans le monde malgré l'impact des mouvements de terrain, leur importance est souvent sous estimé, car leurs dommages sont inclus dans ceux des phénomènes initiateurs ou déclencheurs comme les séismes ou les inondations (Schuster1996).

En Algérie le rapport du CNES et du MATE (2003) confirme et mentionne que près de sept risques naturels, ont été recensés et identifiés en Algérie dont les mouvements de terrain menacent et affectent plusieurs villes algériennes.

Ces mouvements de terrain ont pris une grande ampleur dans l'espace urbain, portant essentiellement atteinte à l'économie, nécessitant la destruction de plusieurs constructions et le relogement de nombreuses familles.

A Constantine les glissements de terrain, touchent en effet directement la sécurité des habitants et leurs biens immobiliers donc la situation mérite une attention particulière, en raison de l'ampleur du phénomène observé au plan économique et social à travers son impact sur les populations et ses effets sur le tissu urbain.

## **Problématique**

Depuis des décennies , Constantine souffre de plusieurs problèmes urbains : le vieillissement de la vieille ville, les bidonvilles et le problème de glissements de terrain, les premières manifestations avaient été observées au début du 20<sup>ème</sup> siècle :

-En 1910 le glissement du pont de Sidi Rached (Benazzouz 1991).

-En 1911 une avalanche de terrain a emporté 200 000 m<sup>3</sup> de terre au bas versant Nord face au Moulin Carbonnel (Benazzouz 1991).

Le problème des glissements de terrain à Constantine, semble du à la conjonction d'un certain nombre de causes Naturelles et Anthropiques : la topographie accidentée du site, la prédominance d'affleurement tendre du Miocène, l'infiltration des eaux dues essentiellement à la vétusté du réseau d'alimentation en eau et l'urbanisation anarchique . L'arasement des sommets des collines par les autorités coloniales, a permis de construire des quartiers résidentiels destinés aux colons et les travaux d'aménagement ont permis de multiplier de vastes surfaces de remblais, support pour la construction d'autres quartiers.

Dés 1930, l'urbanisation s'accroît par la réalisation d'immeubles sur des versants instable, ainsi que la croissance démographique et l'évolution urbaine qui s'est étendue sur tous les terrains sans prendre en considération leur stabilité.

Les caractéristiques topographique et géologique du site, vont pousser à une instabilité du milieu urbain.

En 1972 le glissement du quartier Kaidi Abdellah, a engendré l'évacuation de 1543 familles vers d'autres sites (Benazzouz 1991).

L'urbanisation continue et conquiert les sites les plus vulnérables : les terrasses inondables et les terrains très accidentés et peu stables, par la construction de plusieurs zones d'habitations urbaines nouvelles ZHUN tels que : Ziadia, Sakiet Sidi youcef, BUM, Daksi, 5 Juillet 1962, Dj Ouhch Boudjenana et Boussouf.

Ces dernières décennies le phénomène a pris de l'ampleur dans plusieurs quartiers de la ville : Belouizded, l'avenue Kitouni , Kaidi Abdellah, Belle vue, Ciloc, Boudraa Salah, Boussouf Zaouch, Benchergui et Bardo...etc.

Ces désordres affectent une superficie du tissu urbain de 120 ha et menace un patrimoine immobilier qui représente l'équivalent de 15 000 habitations endommagées et menacées de ruines abritant près de 100 000 habitants (Benazzouz 2001).

Devant cette situation critique la direction de l'urbanisme et de construction de la wilaya de Constantine DUC, a pris l'initiative de transférer les familles sinistrées, vers les deux nouvelles villes Ali Mendjeli et Massinissa.

Ce travail porte sur l'impact de glissements de terrain sur le bâti dans des sites situés dans la partie Ouest et Sud Ouest de la ville : Belouizded et l'avenue Kitouni, Bellevue, Boudrâa Salah et Boussouf, ce dernier n'a mis que deux décennies pour voir leur stabilité ébranlée preuve que ce terrain est impossible à urbaniser. Il nous permet de répondre sur ces questions :

-Est-ce que la concentration des hommes en milieu urbain, constitue t'elle un facteur d'amplification des risques naturels liés aux glissements de terrain ?

-Quels sont les éléments structurels et non structurels utilisés en matière de prévention et de gestion des risques naturels liés aux glissements de terrain ?

## **Méthodologie**

Cette recherche est réalisée selon les phases suivantes :

### **-La première phase**

Une recherche bibliographique basée sur les différents documents existants, concernant les mouvements de terrain en milieu urbain et sur leur impact sur le tissu urbain de la ville.

### **-La deuxième phase**

Nous avons envisagé à travers les résultats des rapports d'expertises sur l'impact de glissements de terrain dans le périmètre urbain de la ville de Constantine réalisés par le bureau d'étude français SIMECSOL par le biais de sa filiale EEG<sup>1</sup> en collaboration avec les services techniques de la direction de l'urbanisme et de construction (DUC).

Le suivi et le contrôle des travaux sont assurés par sept bureaux d'études techniques ainsi que le contrôle technique de construction CTC–Est. Le travail de terrain nous a permis de choisir un certain nombre de sites pour évaluer la vulnérabilité structurelle.

La méthode utilisée est celle de l'endommagement qui consiste à classer et hiérarchiser les constructions par l'utilisation de la matrice d'endommagement d'où la qualité de dommage enregistré dans chaque structure expertisée est obtenue, en attribuant à chaque élément une valeur dans une échelle graduelle représentée par des niveaux et de couleurs.

### **-La troisième phase**

Elle est consacrée à une analyse des données issues des enquêtes sur terrain, afin d'élaborer des cartes thématiques et la rédaction du texte.

Ce travail s'organise en quatre parties et dix chapitres :

La première partie traite les caractéristiques Physiques et Anthropiques du site, cette partie consiste à démontrer le rôle de ces deux éléments dans l'accélération du phénomène naturel.

Dans la deuxième partie, on présente les caractéristiques géomorphologiques et géotechniques des glissements de terrain afin de déterminer les causes de l'instabilité et l'intensité du phénomène naturel.

Dans la troisième partie, nous évaluons la vulnérabilité structurelle à micro échelle, par l'utilisation de la méthode d'endommagement. Cette approche est une approche classique issue du génie parasismique appliqué par Leone et al en 1995 pour délimiter les zones les plus vulnérables. La méthode consiste à évaluer au moyen de matrice, la capacité d'endommagement des constructions appliquées.

1 : Entreprise des Etudes engineering

Nous proposons dans la quatrième partie, le plan de prévention des risques naturels liés aux glissements de terrain pour la ZHUN de Boussouf, ce dernier a pour but d'éviter les conséquences de ces glissements de terrain, et les solutions et les mesures structurelles et non structurelles qui peuvent être utilisées en matière de confortement et de prévention.

L'objectif de ce travail n'est pas de faire un inventaire sur les coûts des aléas de glissements de terrain survenus dans la ville de Constantine, mais de présenter quelles sont les zones les plus touchées par les glissements de terrain par l'estimation de l'importance des enjeux.

Le but de ce travail est de contribuer à une meilleure connaissance de la vulnérabilité à travers la notion de l'espace par l'évaluation de la vulnérabilité structurelle. En revanche la méthode envisagée nécessite de mettre des scénarios du risque sur l'endommagement du bâti qui reposent sur trop de probabilité et d'incertitude.

## **Introduction**

Cette partie cherche à identifier les caractéristiques physiques du site, dans le but de connaître les potentialités naturelles des versants à l'instabilité d'une part et d'autre part déterminer les caractéristiques urbaines et anthropiques de la ville. Elle comprend trois chapitres.

Le premier présente les caractéristiques naturels des versants, le second détermine les phases de l'extension urbaine de la ville durant son histoire et le troisième chapitre présente les données statistiques concernant la population et l'habitat de la ville issue du dernier recensement (1998).

### **1- Les caractéristiques physiques du site**

La commune de Constantine est limitée au Nord par un relief montagneux accidenté formé essentiellement par la chaîne Numidique qui se prolonge au Nord Est par le massif du DJ Ouhch (1281m), Chettaba à l'Ouest (1316 m) et Oum settas (1326m) au Sud Est.

La commune de Constantine est limitée au Nord par les communes Hamma Bouziane Didouche Mourad au Sud Est et par la commune d'El Khroub, au Sud Ouest par la commune d' Ain Samara et à l'Est, par la commune d'Ibn Badis et à l'Ouest par la commune d'Ibn Ziad (fig n°1).

Du point de vue administratif, la commune de Constantine est répartie sur dix secteurs urbains qui sont comme suit : Sidi Rached, Kitouni, Bellevue, Sidi Mabrouk, El Kantara, Les Mûriers, El Gammas, Ziadia, Boudraa salah et 5 juillet 1962 (fig n°2).

Les limites territoriales de ces secteurs sont calquées sur les coupures dues aux deux oueds : le Rhumel et le Boumerzoug à la voie de chemin de fer et aux grands axes routiers.

#### **1-1-La Morphologie du site**

La ville de Constantine s'est développée durant son histoire sur un relief accidenté avec une topographie caractérisée par des équidistances importantes, elle a occupée plusieurs sites différents fig n° (3- 4).

##### **1-1-1-Les éléments du relief**

###### **1-Le Rocher**

Site exceptionnel par sa forme et sa position en nid d'aigle, il possède une surface en grande partie plane. Il constitue le premier noyau de la ville et celle de son environnement. Ces caractéristiques font qu'il se détache de l'ensemble urbain comme un site clairement défini de forme approximativement trapézoïdale.

Il se trouve séparé des sites voisins au Sud-Est et au Nord-Est par des gorges qui s'évasent du Sud au Nord, la profondeur de ces gorges varie de 75 m à l'entrée de l'oued Rhumel à Sidi Rached à 175 m à la sortie à l'aplomb du Kef Chekara.

## **2-Les plateaux**

### **2-1- le plateau du Mansourah**

Avec sa forme tabulaire et de 875 m d'altitude, limité par un réseau de cours d'eau comme celle de Oued El kelb à l'Est et le Rhumel à l'Ouest et au Sud-Ouest et au Sud-Est et au Sud Oued Boumerzoug.

Ce site été urbanisé pendant l'époque coloniale,il est occupé surtout par l'emprise militaire.

### **2-2- Le plateau de Sidi M'cid**

Situé au Sud Ouest du Rocher le point culminant est de 725 m séparé du Rocher par les gorges de Oued Rhumel.

### **2-3-Le plateau du Coudiat**

Culminant à 637 m, situé au Sud Ouest du Rocher, le plateau du Coudiat fut urbanisé pendant la période coloniale.

### **2-4- Le plateau de Ain el Bey**

Situé au Sud de la ville culminant à 732 m, il est en cours d'urbanisation, l'une des caractéristiques de ce site est sa stabilité par rapport au autres sites.

## **3- Les collines**

Comme Belle vue, Sidi Mabrouk et Boufrika, les deux premières collines ont été urbanisées pendant la période coloniale, en revanche Boufrika elle fut urbanisée après l'indépendance. Belle vue et Boufrika sont caractérisées par l'instabilité liée aux glissements de terrain.

## **4- Les vallées**

Les vallées du Rhumel et du Boumerzoug s'ouvrent en large versant à pentes fortes constituées de formation d'âge quaternaire généralement ce sont les terrains inondables.



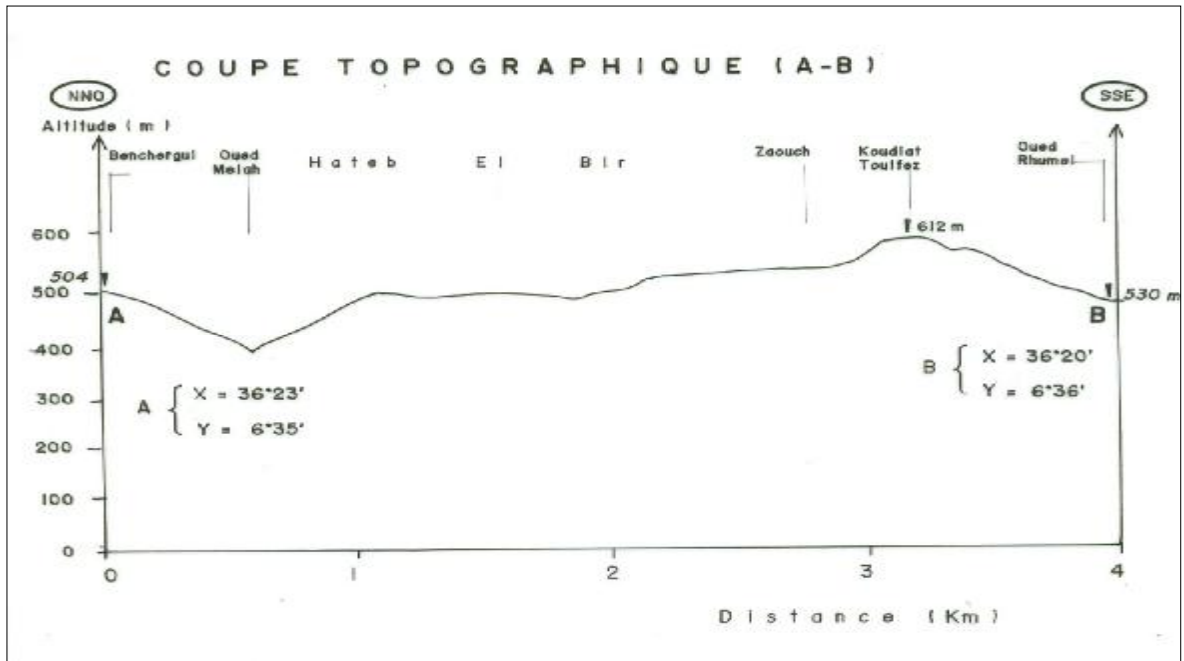


Fig n°3 Coupe Topographique (A-B)

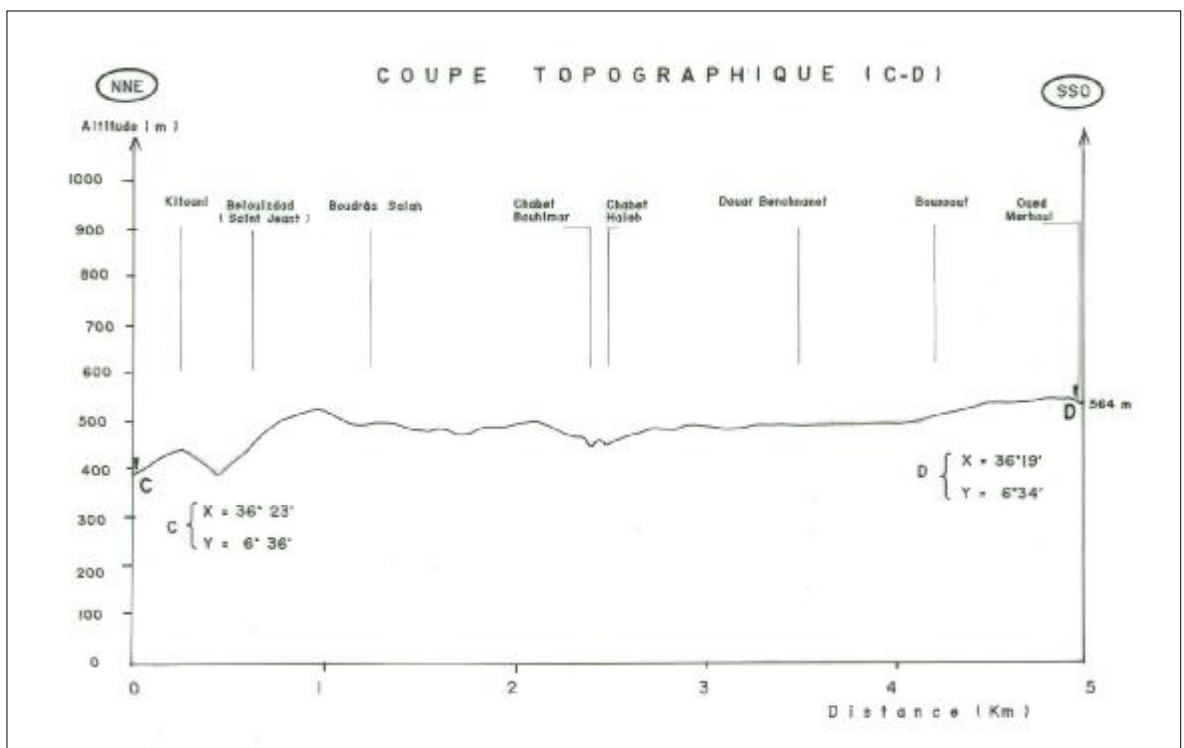


Fig n°4 Coupe Topographique (C-D)

### 1-1-2- La topographie

La topographie de la partie Ouest de la ville de Constantine présente une large gamme des pentes (fig n°5). Nous présentons les catégories utilisées par la DUC de la wilaya de Constantine qui sont comme suit :

#### 1 -La catégorie (0 - 5) %

Les terrains sont pratiquement plats localisés à l'Est et au Sud Est de la partie Ouest de la ville, elles sont les plus exposées aux inondations pendant les périodes pluvieuses de l'année Cette catégorie présente 16.83 % de la superficie total de la partie Ouest de la ville.

#### 2- La catégorie (6 - 10) %

Des terrains de faible pente localisés au Nord Ouest et au Sud de la partie Ouest de la ville. Cette catégorie présente 1.87% de la superficie total de la partie Ouest de la ville.

#### 3- La catégorie (11 - 20) %

Cette catégorie est largement prédominante, elle présente 52.59 % de la superficie total de la partie Ouest de la ville.

#### 4 - La catégorie (21 - 30) %

Elle est localisée au Nord Est de la partie Ouest de la ville, elle constitue 18.58 % de la superficie totale de la partie Ouest de la ville.

#### 5- La catégorie plus de 30%

Cette catégorie est localisée à l'Ouest de la partie Ouest de la ville, elle présente 10.04% de la superficie totale de la partie Ouest de la ville.

La classe de pente (10-20) % constitue plus de 52.59% de la superficie totale de la partie Ouest de la ville, en revanche la classe (5-10) % ne constitue que 1.87 % de la superficie totale de la partie Ouest de la ville.

Catégorie de pente	Superficie (km <sup>2</sup> )	Superficie (%)
(0 – 5)%	2.35	16.83
(5 – 10)%	0.26	1.87
(10 – 20)%	7.30	52.59
(20 – 30)%	2.58	18.58
Plus de 30%	1.39	10.04
Superficie de la partie Ouest de la ville de Constantine	13.88	100









Source : DUC (2003) – Modifié par l'auteur

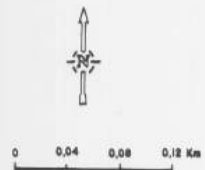
Tableau n°1: La superficie des pentes dans la partie Ouest de la ville de Constantine

FIG. : CARTE DES PENTES DE LA COMMUNE DE CONSTANTINE



*Légende*

-  > 30 %
-  20 - 30 %
-  10 - 20 %
-  5 - 10 %
-  0 - 5 %
-  Ligne de crête
-  Faille principale
-  Qued



SOURCE : Carte des pentes  
 Direction de l'ur  
 Wilaya de Consl

## **1-2- Les Formations Géologiques du site**

Constantine et sa périphérie appartiennent à la zone externe des Magrebides (Auboin et Durand Delga 1971), caractérisées par les nappes de charriage mises en place au cours des phases tectoniques alpines.

Nous présentons la carte géologique à l'échelle 1/10 000 de la ville de Constantine et ses alentours (fig n°6), établie par le Laboratoire géodynamique et géologique de l'ingénieur et planétologie de la faculté des sciences de la terre de l'université d'Alger, dans le cadre des prestations confiées par EEG SIMECSOL pour l'étude globale de la géologie de la ville.

### **1-2-1 - Les Séries Stratigraphiques Anté-Nappe**

#### **1-2-1-1-Le Néritique Constantinois**

Le Néritique Constantinois affleure dans la partie Nord centrale de la ville, c'est le Rocher de Constantine qui présente la série la plus complète du néritique constantinois.

Ces terrains sont les plus anciens de la ville, limitées par un réseau conjugué de failles sub verticales des unités telliennes et du Miocène post-nappes.

#### **1-2-1-2-Les Formations Telliennes**

Sont les marnes calcaires et les marnes grises à lentilles calcaire ocre souvent appelées marnes à blocs. Ces marnes pélitiques plissées sont très fracturées, elles peuvent être mobilisées dans les glissements de terrain lorsqu'elles sont saturées et que les pentes sont suffisamment accentuées, par exemple c'est le cas du versant qui domine la gare ferroviaire et la rive droite du Rhumel.

#### **1-2-1-3-Le Flysch Massylien à Microbrèches**

Il affleure dans la partie Sud Est de l'université, sur la rive gauche de l'oued Boumerzoug et au Sud Ouest du parc du Dj Ouhch.

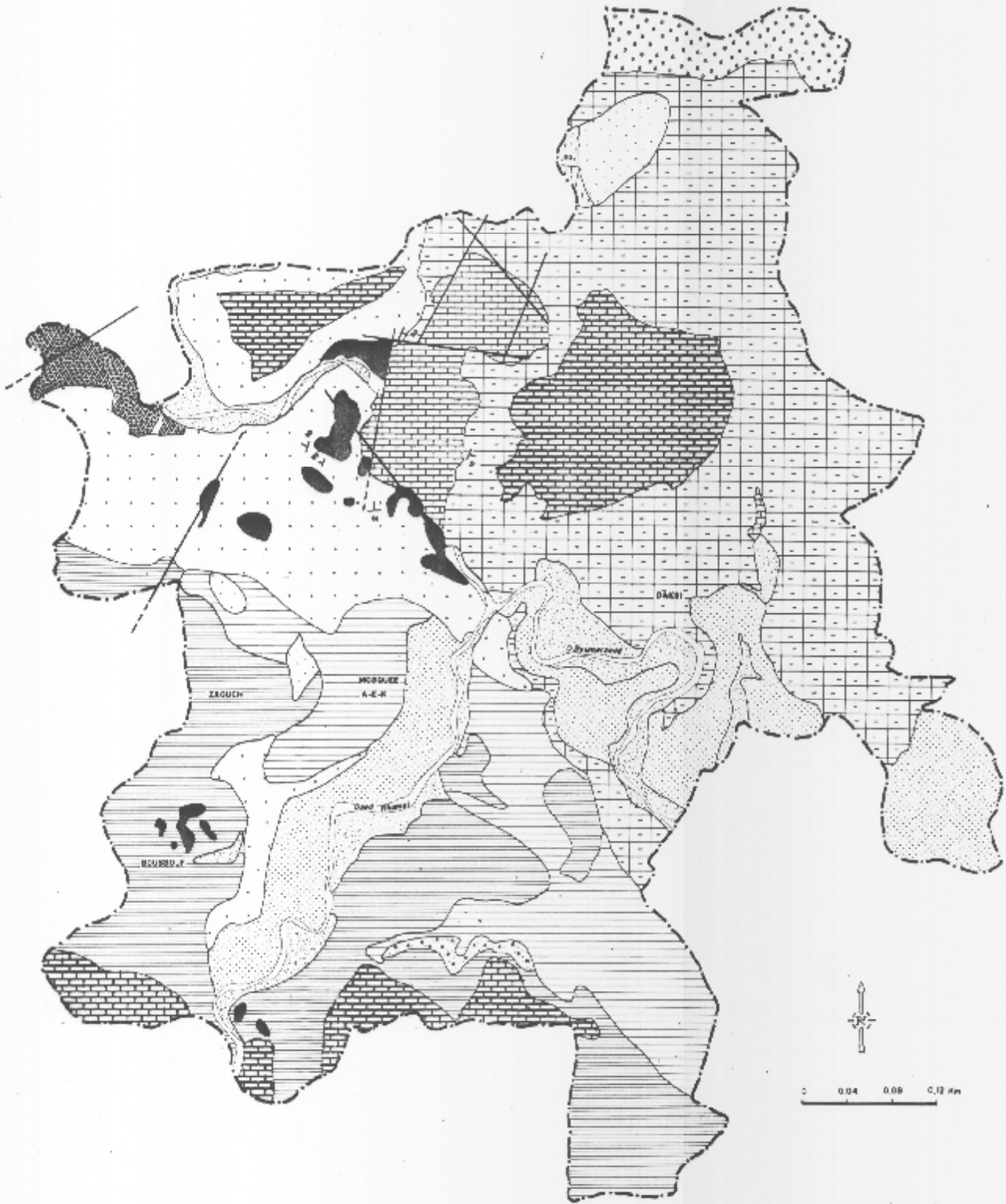
Il s'agit d'une alternance de calcaires microbrèchiques et de pélites marneuses, souvent micacés d'âge crétacé supérieur.

Généralement il surmonte les marno calcaires telliens qui sont toujours en supra structure dans cette région.

#### **1-2-1-4- Le Flysch Numidien**

C'est une formation argileuse à patine brune et à base argileuse affleure dans la partie Nord Est de la commune de Constantine.

FIG. :CARTE GEOLOGIQUE DE LA COMMUNE DE CONSTANTINE



## **1-2-2-Les Séries Stratigraphiques Post Nappe**

### **1-2-2-1-Le Miocène**

Les terrains Miocènes sont les plus développés dans la ville et sa banlieue, on distingue deux types de faciès.

#### **1-Le Faciès Marneux à gypses**

Occupe la zone centrale du synclinal de Oued El Mellah et la rive gauche du Rhumel, ces formations sont d'âge Astarasien (Coiffait 1992).

#### **2- Le Faciès Conglomératique**

Les conglomérats sont rouges très épais sous forme d'aquifère, ils renferment des intercalations argileuses qui ont un rôle important dans le comportement hydrodynamique du milieu. Le faciès conglomératique est reconnu dans les quartiers affectés par les glissements de terrain : Belouizded, Kitouni, Bardo et El Menia, il passe vers le sud vers Belle vue et le Ciloc par un faciès argileux rouges ( fig n° 7).

Les conglomérats et les argiles rouges du Miocène sont les plus affectés par les structures tectoniques comme l'anticlinale de Coudiat Touifez, Belouizded, le synclinal dissymétrique de Oued El Mellah et de Oued Rhumel. En amont de sa confluence avec Oued Boumerzoug ces structures plissées sont très déformées par des failles.

### **1-2-2-2-Le Quaternaire**

Il est représenté par les calcaires lacustres d'Ain El Bey et El Mansourah et les formations alluviales des oueds.

#### **1-Le Quaternaire Ancien**

Il est représenté par deux types de formations : les conglomérat de Dj Ouhch formé de blocs et galets gréseux anguleux parfois sub arrondis dans une matrice argileuse d'une part et d'autre part par les calcaires lacustres sous forme de dalle robuste.

#### **2-Le Quaternaire Moyen et Récent**

Représenté par trois terrasses alluviales étagées et les rives des Oueds Rhumel et le Boumerzoug.

##### **2-1- La Terrasse Récente**

Située entre 3-6 m d'altitude, elle forme les lits majeurs des oueds Rhumel et le Boumerzoug de nature limoneuse sableuse, renferme des galets hétérogènes.

Elle n'est pas à l'abri du risque d'inondation, elle est exposée aux inondations tels que : la zone industrielle sur Oued Rhumel, le complexe sportif sur Oued Boumerzoug.

## 2-2- La Terrasse Ancienne

C'est la terrasse la plus élevée, elle peut atteindre jusqu'au 25 m, la nature des matériaux est conglomératique.

Elle est épargnée du risque d'inondation, c'est le cas de la cité située au contre bas de Belle vue, Benboulaid, Sidi Mabrouk inférieur.

Les terrasses étagées dont les plus anciennes sont les plus élevées par rapport aux cours d'eau dans les bassins néogènes tectoniquement actifs.

On conclut, les conglomérats et les argiles grises à verdâtres du Miocène, sont les formations les plus répandues dans la partie Ouest de la ville, la zone la plus affectée par les glissements de terrain.

Les formations géologiques	Superficie en (km <sup>2</sup> )
Remblais	0.28
Terrasses	2.60
Conglomérat massif (Miocène)	4.88
Dépôt de pente limoneux (quaternaire)	0.15
Argiles grise à verdâtre (Miocène)	3.27
Argile rouge (Miocène)	1.60
Brèche polygénique (Miocène)	0.43
Calcaire lacustre	0.42
Calcaire néritique	0.25
<b>Partie Ouest de la ville de Constantine</b>	<b>13.88</b>

Source : DUC (2003) + traitement personnel de l'auteur

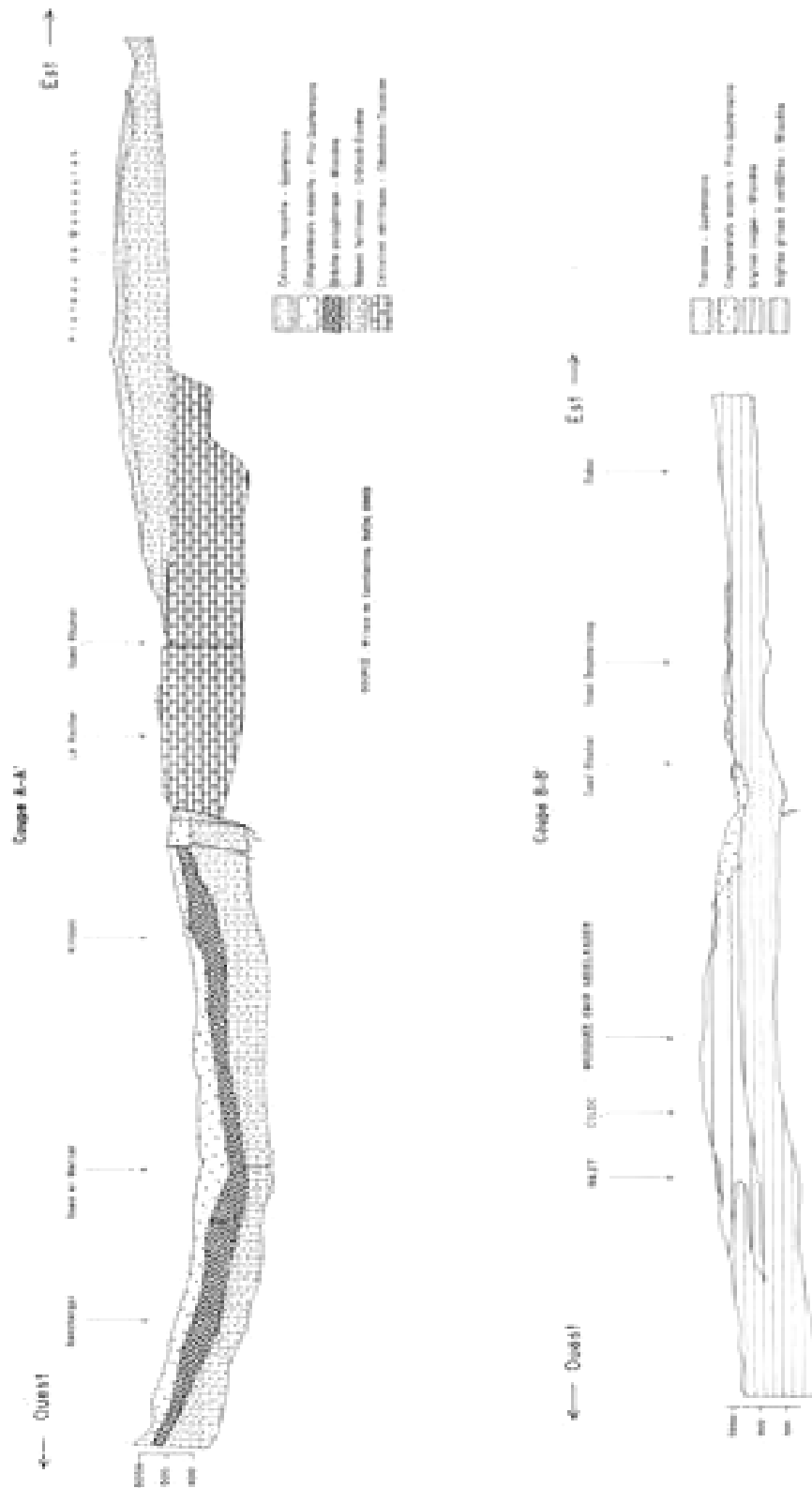
Tableau n° 2 : La superficie des formations géologiques dans la partie Ouest de la ville de Constantine

## 1-2-3-Description de quelques coupes géologiques

**-La coupe A :** entre Bardo et l'institut d'Architecture, cette coupe nous montre les faciès suivants (fig n°7) :

Un faciès tellien marno-calcaire qui affleure sur la rive gauche de l'oued Rummel ; les formations conglomératiques rouges du Bardo polygénique à nombreux galets du Numidien très bien cimentés hétérogènes et hétérométriques à lits argileuses fins décimétriques à centimétriques montrent des stratifications entre croisées témoignant de leur caractère fluvial les blocs sont cimentés par une matrice grés-argileuse.

Fig. : COUPES GEOLOGIQUES INTERPRETATIVES - A-A' ET B-B'



PROFIL - PAYSAN (L'ESTRÉE - MOUTON)



Les éléments sont surtout gréseux rarement carbonatés proviennent des unités telliennes sous-jacentes au Numidien, alors que les silex proviennent de la destruction de la partie terminale du néritique sénonien.

Sur la rive droite du Rhumel et la rive gauche du Boumerzoug, affleure le dernier conglomérat massif plus haut arrivent des argiles rouges.

Elles constituent la couverture commune aux conglomérats et aux marnes gypseuses au dessus des argiles arrivent des marnes brunes sableuses à galets peu consolidés.

Au sommet vers le plateau d'Ain El Bey arrivent des calcaires en bancs bien réglés lacustres d'âge quaternaire ancien à plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur et forme les crêtes occidentales élevées du plateau d'Ain el Bey.

Ils reposent sur une formation de base détritique sableuse et argilo conglomératique de quelques mètres d'épaisseur, dont la couleur blanchâtre l'a distinguée.

D'autres formations conglomératiques plus anciennes du Miocène sur le plateau d'Ain el Bey cette dernière est scellée par des dépôts limoneux roux et des niveaux encroûtés.

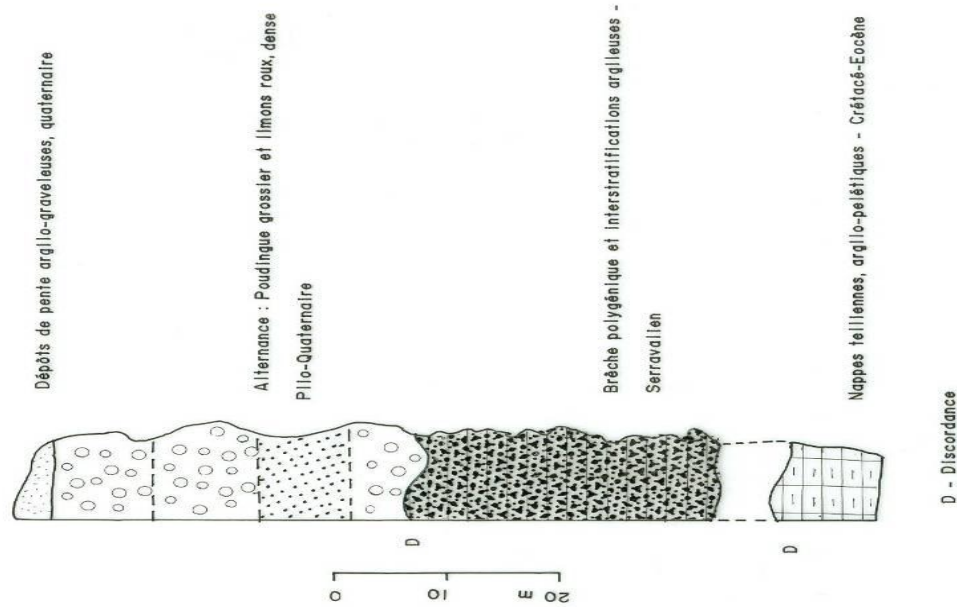
**- La coupe B :** entre Bellevue et châabet Habet elle montre les termes suivants depuis la base (fig n° 7) :

Des conglomérats polygéniques bien cimentés sur plusieurs dizaines de mètres équivalents des conglomérats du Bardo.

Des argiles rouges et lentilles conglomératiques au niveau du Ciloc. Ces argiles dominent largement par rapport aux conglomérats qui sont beaucoup plus répandus à la base de série vers le centre ville et vers Bellevue.

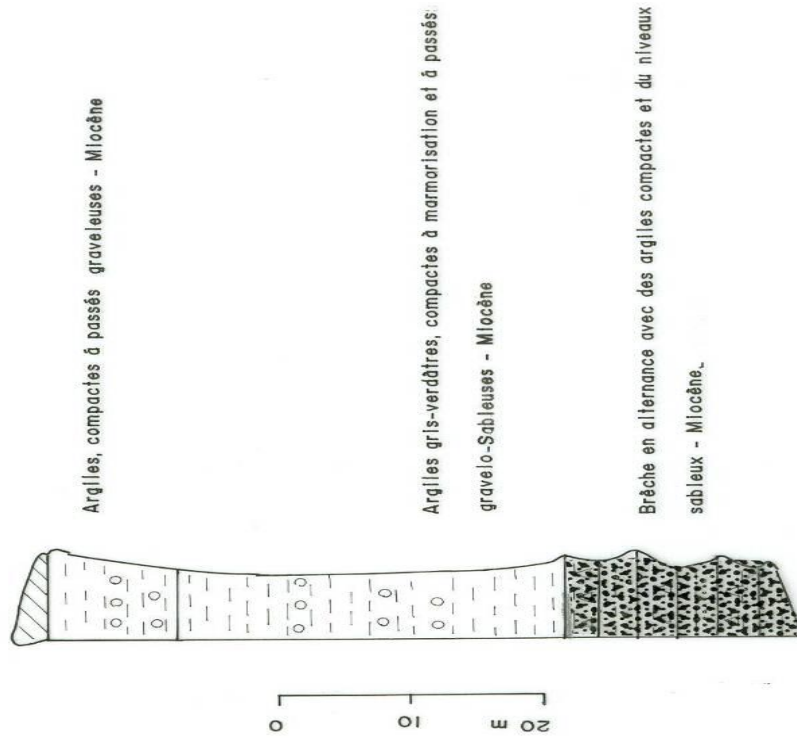
La ville de Constantine, se distingue par des formations sédimentaires variées d'âge crétacé quaternaire, d'où les formations néogènes post- nappes de consistance meuble sont les plus répandues par opposition aux formations plus anciennes crétacées de consistance plus rocheuse. Les conglomérats et les argiles occupent une grande superficie aussi bien à l'affleurement que sous les espaces bâtis surtout les zones affectés par les glissements de terrain.

**Fig. : SERIE LITHOSTRATIGRAPHIQUE DE BELOUZIDED-KITOUNI-BENCHERGUI.**



SOURCE : Wilaya de Constantine, DUCH, 2003

**Fig. : SERIE LITHOSTRATIGRAPHIQUE DE CILOG-EMIR ABDELKADER-BELLE-VUE.**



SOURCE : Wilaya de Constantine, DUCH, 2003

### **1-3-La sismicité**

Historiquement l'Algérie est connue pour être une zone sismique très active, les travaux de paléosismicité effectués après le séisme d'El Asnam par (Meghraoui et al 1988) ont montré l'existence de plusieurs séismes ( $M_s > 6.5$ ) ayant affecté cette région depuis au moins 6000 ans environ. Les travaux tectoniques du (groupe de recherche néotectonique de l'Arc de Gibraltar 1977) en méditerranée occidentale, montrent que l'ensemble de ces déformations tectoniques est en relation avec l'histoire tectonique de la région du Maghreb et de la méditerranée occidentale.

#### **1-3-1- La sismicité historique de la ville de Constantine et de sa région**

Pour la ville de Constantine et ses environs immédiats rapportés par les différentes publications parues jusqu'à ce jour, montrent que les séismes qui ont affecté cette région sont modérés.

Les principaux événements sismiques historiques significatifs, qui se sont produits aux environs immédiats de la ville de Constantine sont les suivants :

-Le séisme du 04/08/1908 avec une intensité maximale de VIII (MSK) de magnitude  $M_S=5.25$  au Nord de Constantine.

-Le séisme du 06 /08/1947 avec une intensité maximale de VIII (MSK) et une magnitude de 5.3 à Oued Hamimine.

-Le séisme du 27/10/1985 avec une intensité maximale de VIII (MSK) et une magnitude de 6.0 à El Aria. D'un point de vue historique ce dernier séisme reste le plus important ressenti dans l'Atlas tellien depuis le séisme de Chlef.

##### **1-3-1-1-Le séisme du 4 Août 1908**

Ce séisme a touché la ville et ses alentours, il est reporté par Rothé en 1951 que le choc a duré 10 secondes, suivi par 12 répliques de moindre importance.

Il a été ressenti à 175 Km à l'Est de la Calle, l'intensité maximale est évaluée à  $I_0 = VIII$  à Constantine et a couvert un rayon de 14 Km. (fig n°10).

Sur le terrain ce tremblement de terre est associé à une fissure de 200 m de long et de 50 cm de largeur observée dans le plateau de Mansourah. Des dégâts ont été recensés dans quelques quartiers de la ville. A Sidi Mabrouk une école a été complètement détruite entraînant des enfants retirés des ruines par la population extrémis.

A El Mansourah dans le quartier des chasseurs d'Afrique, des murs et des toits ont été détruits et 5 personnes ont été blessées. A El Kantara des murs, des plafonds et des façades de maisons se sont effondrés.

En revanche les dégâts les plus importants sont recensés dans la région environnant de la ville de Constantine à Ksar El Kellel à 12 Km au Nord-Ouest et à El Arrouch à 37 Km au Nord-Est.

Nous signalons que Mme Hée a mentionné qu'une crise sismique de 33 séismes de Janvier à Avril 1925 aurait frappée la ville de Constantine.

### **1-3-1-2- Le séisme du 6 Août 1947**

Le Mercredi 6 Août 1947, un séisme d'une magnitude  $M_S = 5.3$  qui a duré 24 seconds et d'intensité  $I_0 = V$  a frappé la ville de Constantine et ses alentours (fig n°11).

Ce tremblement de terre constitue l'événement le plus important dans toute la région depuis 1908.

Il a été ressenti dans un rayon de 70 Km à l'Est de Medjez Amar à l'Ouest de Fedj M'zala et au Sud de Ain Fakroun au Nord jusqu'à la côte avec une intensité évaluée à  $I_0 = III$ . (fig n°11).

Le choc principal a causé beaucoup d'endommagement surtout dans la région épicerale en particulier dans la zone de Oued Hamimime à EL Khroub, dont il a atteint l'intensité maximale  $I_0 = VIII- IX$  (fig n°11).

Ce séisme a causé d'importants dégâts dans la ville de Constantine et les régions limitrophes beaucoup de vieilles constructions ont subi des dommages, alors que les nouvelles bâtisses n'ont pas été affectées.

Ce tremblement de terre a semé la terreur et la panique générale au sein de la population 10000 habitants ont quitté leurs maisons pour camper dans des tentes.

Dans les gorges du Rhumel au niveau des sources balnéaires, l'eau habituellement limpide est devenue boueuse et trouble et la température a subitement augmenté. En revanche les dommages les plus importants ont été observés dans la région de Oued Hamimime à 13 Km au Sud-Est de la ville.

### **1-3-1-3- Le séisme du 27 Octobre 1985**

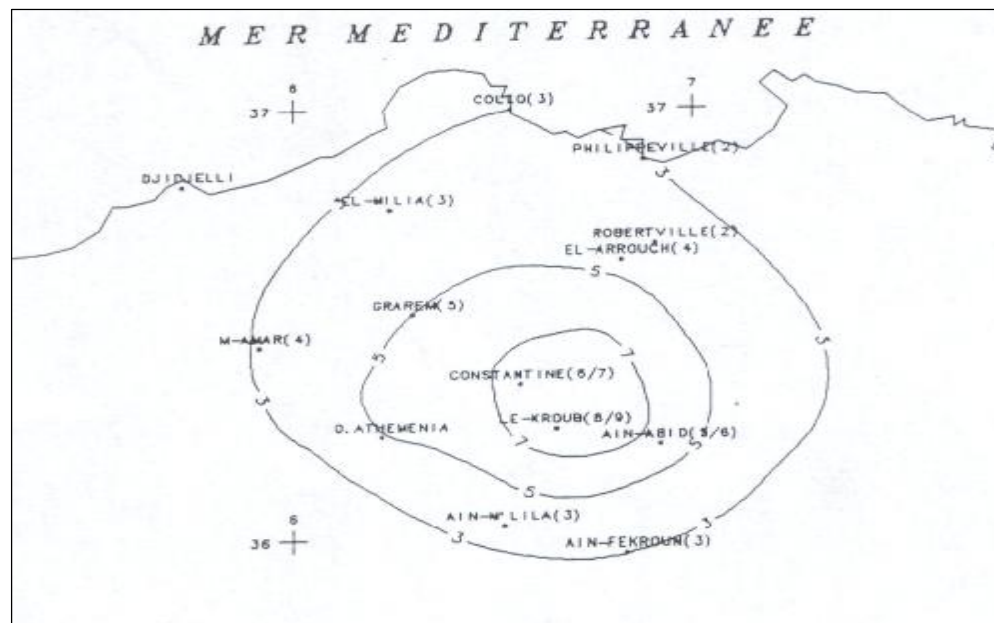
Le 27 Octobre 1985, Constantine et ses alentours ont été ébranlée par un séisme de magnitude  $M_s = 6.0$  (CRAAG).

Le choc principal a été enregistré par toutes les stations sismologiques, il a été ressenti à 120 km de rayon à l'Est d'El Kala, à l'Ouest de Sétif, au Sud de Batna et au Nord de la côte où l'intensité est évaluée à  $I_0 = III$  sur l'échelle de MSK (fig n°12).



Source : CRAAG (1994)

Fig n°10 Carte des isoséistes du séisme du 04 Août 1908

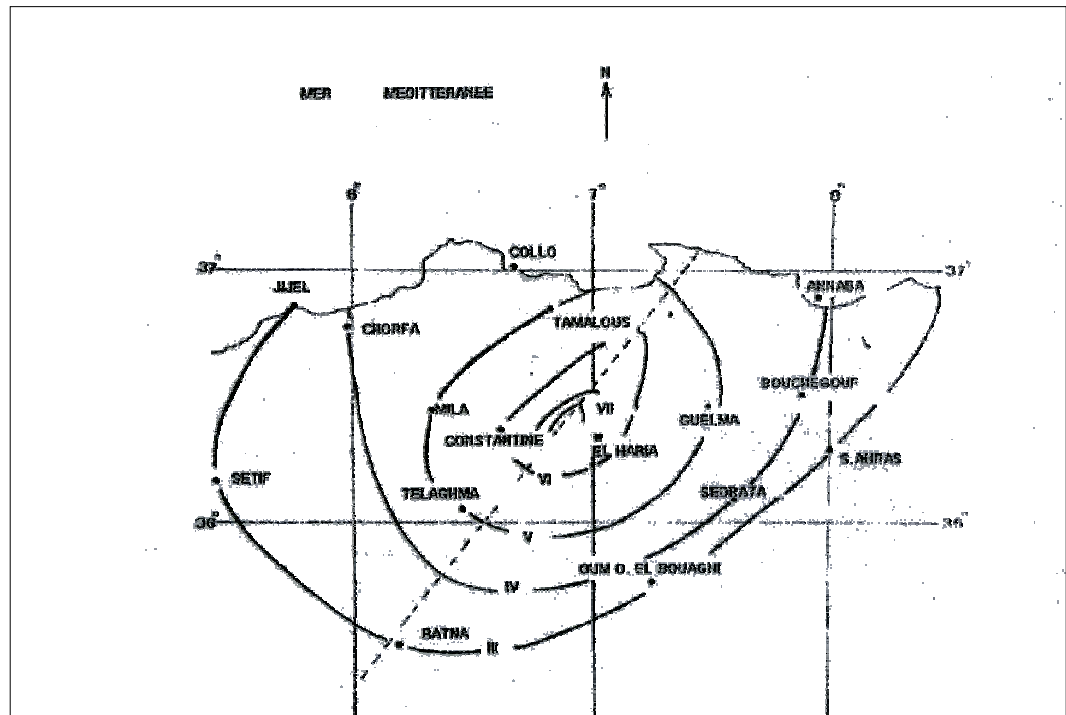


Source : CRAAG (1994)

Fig n°11 Carte des isoséistes du séisme du 06 Août 1947

Ce tremblement de terre a causé la mort de cinq personnes et de 300 blessés, ainsi il a endommagé plusieurs vieilles constructions à la vieille ville (Souika), d'où la majorité des constructions ont été sérieusement touchées.

L'activité sismique modéré de la ville peut accentué facilement la vulnérabilité des constructions exposées aux plusieurs aléas naturels. En revanche les plus importants dégâts ont été enregistrés dans la région d'El Aria et Beni Yakoub d'où les dommages sont très importants ; des maisons sont complètement détruites et une fissure de 7 Km de long a été observée par MT Benazzouz.



Source : CRAAG (1994)

Fig n°12 Carte des isoséistes du séisme du 05 Octobre 1985

## 1-4-Le climat

Nous avons retenu dans l'analyse des caractéristiques climatiques deux éléments qui sont : la pluviométrie et les températures.

### 1-4-1- La pluviométrie

Nous utilisons une série pluviométrique récente qui s'étale du : 1 /1/1975 au 31/12/2004 de la de l'organisme national de la météorologie O.N.M de Ain el Bey (X=6°.40`, Y=36°.45` Z=6°.00`), la ville de Constantine est située entre une zone dont les pluies annuelles comprises entre 500-600 mm et 600-700 mm (Fig n°1 Annexe).

#### 1-4-1-1-La Répartition des Pluies

##### 1-4-1-1-1- Une irrégularité des précipitations moyennes annuelles

D'après le (tableau n°3) nous remarquons que la pluviométrie maximale a atteint les 876.1 mm pour l'année 1984, tandis que la pluviométrie minimales est enregistrée en 1983 avec 252.7 mm (fig n°13).

Nous considérons la valeur 596.9 mm, comme un seuil entre la pluviosité et la non pluviosité Nous remarquons ainsi que le nombre d'années qui ont une moyenne pluviométrique supérieure à ce seuil est de 6 années seulement, tandis que 12 années sont inférieures à ce seuil considéré comme des années non pluvieuses (fig n°13).

<b>Années</b>	<b>1975</b>	<b>1976</b>	<b>1977</b>	<b>1978</b>	<b>1979</b>	<b>1980</b>	<b>1981</b>	<b>1982</b>	<b>1983</b>	<b>1984</b>	<b>1985</b>	<b>1986</b>	<b>1987</b>	<b>1988</b>	<b>1989</b>
<b>P(mm)</b>	444.9	859.4	342.8	457.4	702.4	540.9	522.7	663.3	252.7	876.1	462.3	561.4	498.7	512	372.7
<b>Années</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
<b>P(mm)</b>	426.2	509	758	391.4	451.6	628	534.6	628	534.6	628	514.2	390.5	463.5	457.4	767.7

Source : ONM (2004)

Tableau n° 3 Les précipitation annuelles à Constantine (1975-2004)

##### 1-4-1-1-2-Une irrégularité des précipitations moyennes saisonnières

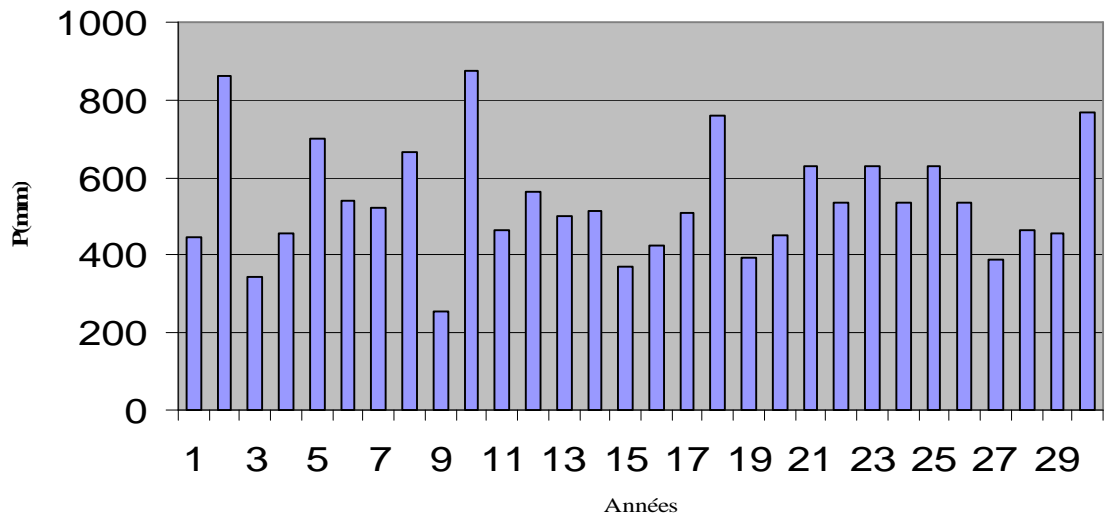
D'après le tableau n°4, on constate que la moyenne pluviométrique de la saison hivernale est la plus importante 205.65 mm, elle constitue 38 % de la moyenne pluviométrique saisonnière. En revanche les moyennes saisonnières baissent en automne et en printemps, mais elle baisse nettement en été avec 37.72 mm seulement, d'où elle ne constitue que 7 % de la moyenne pluviométrique saisonnière (fig n°14).

<b>Saisons</b>	<b>Hiver</b>	<b>Printemps</b>	<b>été</b>	<b>Automne</b>	<b>Moyenne</b>
<b>Moyenne</b>	205.65	106.5	37.72	135.04	<b>134.72</b>

Source : ONM (2004)

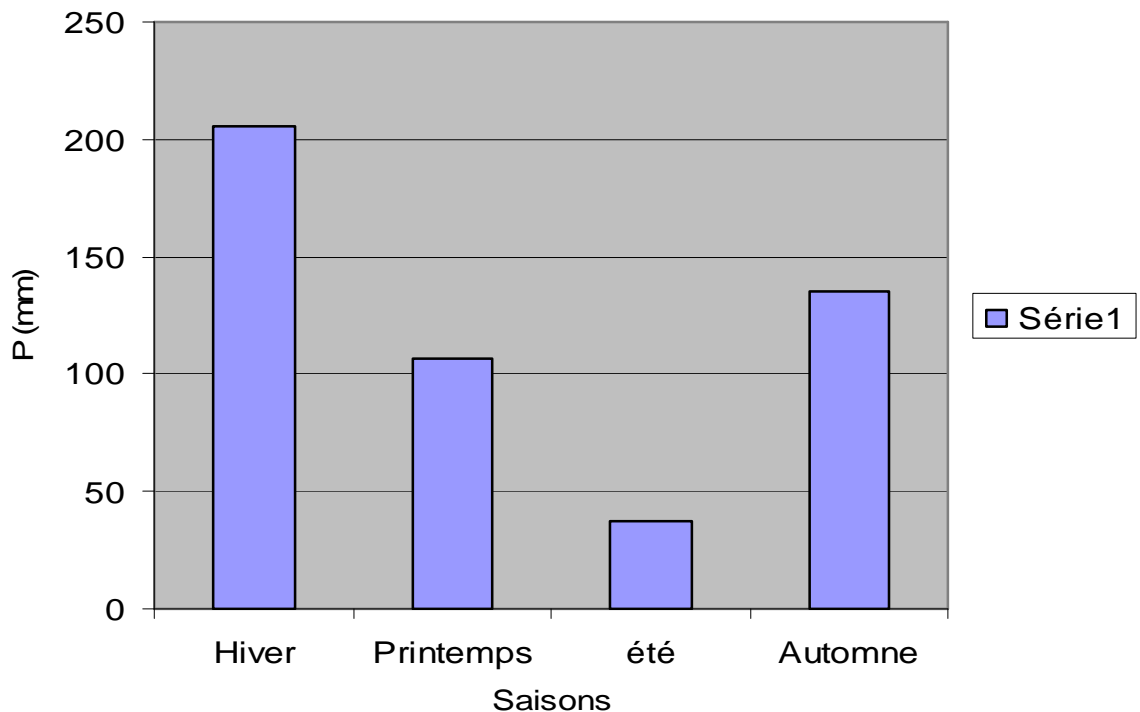
Tableau n° 4 Les précipitations moyennes saisonnières à Constantine (1975-2004)

Fig n°13 Les variations des précipitations annuelles



Source : ONM (2004)

fig n° 14 Les variations des précipitations saisonnières



Source : ONM (2004)



### 1-4-1-1-3- Une irrégularité des précipitations moyennes mensuelles

La traduction graphique des données moyennes mensuelles et leurs études visuelles (fig n°15), nous à permis de distinguer une forte moyenne pluviométrique enregistrée durant le mois de décembre avec 80.14 mm soit 14.87 % de la moyenne mensuelles, alors que le mois de juillet est le mois le plus sec avec 6.75 mm soit 1.25% de la moyenne mensuelle (tableau n°15).

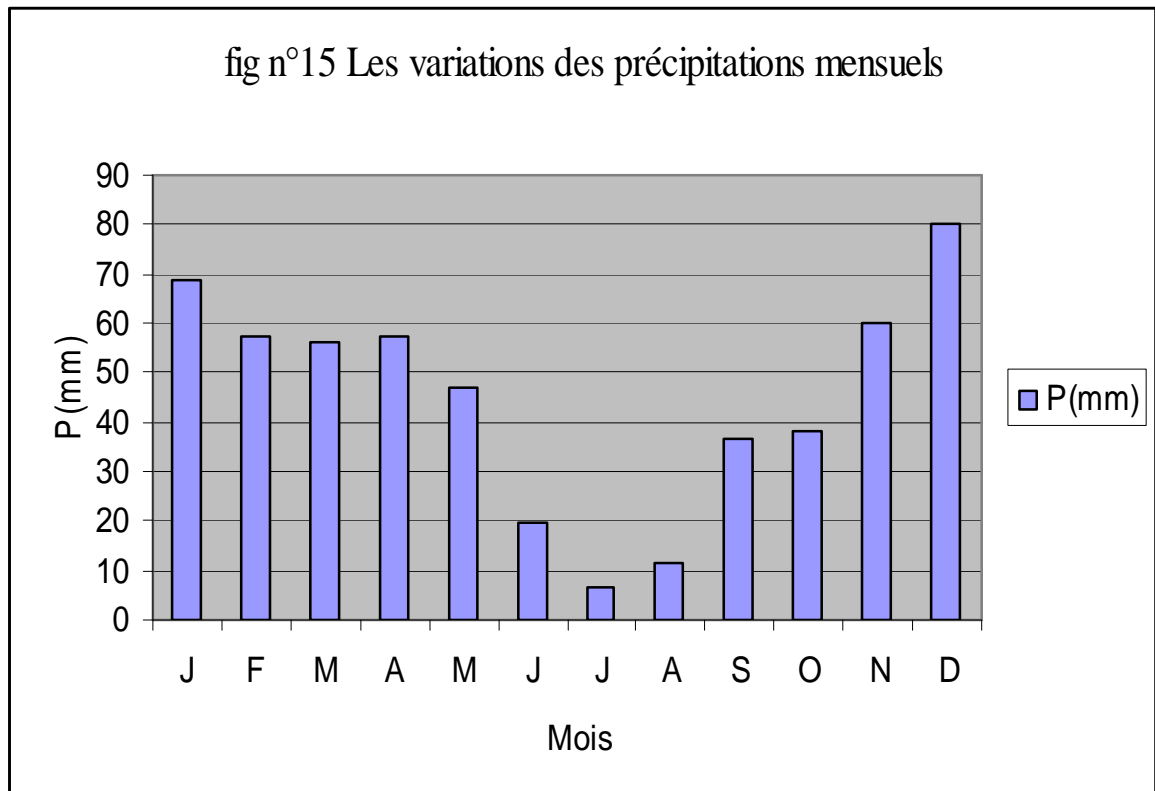
Ainsi on remarque une décroissance pluviométrique de janvier jusqu'à juillet et une

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
P(mm)	68.48	57.03	56.17	57.45	46.88	19.52	6.75	11.44	36.54	38.37	60.08	80.14	<b>44.90</b>

croissance pluviométrique de juillet au mois de décembre (fig n°15).

Source : ONM (2004)

Tableau n° 5 Les précipitation moyennes mensuelles à Constantine (1975-2004)



Source : ONM (2004)

## 4-1-2- La Concentration des Pluies

### 1-4-1-2-1-L'indice de Péguy IP

Les précipitations moyennes mais persistantes, sont plus dangereuses pour la stabilité d'un versant que les fortes averses de courte durée.

Les premières favorisent l'infiltration et une imprégnation importante et profonde des terrains en revanche les seconds se dissipent en grande partie par ruissellement sans modifier beaucoup la teneur en eau des terrains profonds.

Nous utilisons l'indice de la concentration saisonnière des pluies l'indice de Péguy IP, qui est le rapport du total pluviométrique le plus élevé possible obtenu au cours des trois mois consécutifs au tiers des précipitations tombant pour les 9 mois de l'année.

Années	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
IP	1.42	1.99	3.11	2.15	3.04	1.67	1.95	1.81	2.07	3.25	3.61	2.08	3.38	1.57	1.91
Années	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
IP	3.35	2.53	2.33	2.08	1.84	4.41	3.17	2.41	1.89	2.06	2.10	2.00	3.80	2.06	1.48

Source : ONM (2004) + traitement personnel

Tableau n°6 Les valeurs de l'indice de Peguy pour la période (1975-2004)

En guise des résultats obtenues (tab n°3), on constate que deux saisons sont prédominants, la première saison s'étale de Janvier à Mars, elle coïncide avec la saison d'hiver et le début du printemps. La deuxième saison coïncide avec l'automne et le début d'hiver, c'est à dire d'Octobre à Décembre.

En revanche deux années sont exceptionnelles où la concentration des pluies a été pendant le printemps et le début de la saison estivale plus précisément d'Avril à Juin.

### 1-4-2- Les températures

Nous avons utilisé les données disponibles à la station de l'organisme national de la météorologie ONM de Ain el Bey Constantine pour une période qui s'étale de 1980-2004, en mettant en évidence les propriétés thermiques suivantes :

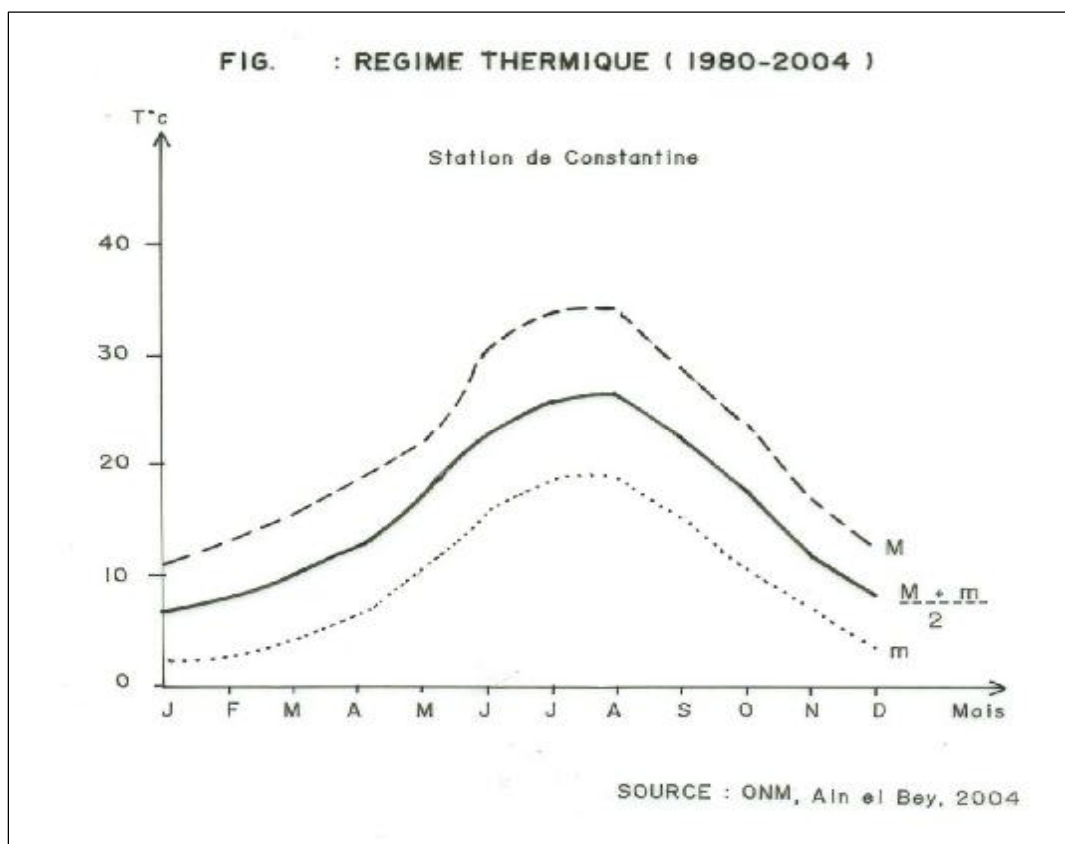
- Une température moyenne annuelle de 16°C dont la température moyenne mensuelle de Novembre à Mars est inférieure à cette valeur, par contre elle est supérieure à ce seuil pour la période qui s'étale d'avril à Octobre, donc nous avons deux saisons thermiques bien distinctes, une froide et une autre chaude (fig n° 17).

- Les minimas absolus montrent que 6 mois sur 12 ne dépassent guère 10°C avec cependant un pic de 19°C en Août. En revanche les maxima sont plus importants, d'où la valeur extrême atteint 34°C au mois de juillet et d'Août (fig n° 17).
- On conclusion la grande valeur d'amplitude saisonnière des températures, traduit bien la transition brutale des basses températures hivernales aux fortes températures estivales (fig n° 17).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	M
températures													
<b>m</b>	2.42	2.85	4.79	6.84	10.78	15.32	18.07	18.65	15.50	11.44	7.14	3.86	9.80
<b>M</b>	11.66	13.27	15.72	18.77	24.11	30.08	33.91	33.92	28.93	23.51	16.93	12.69	21.95
<b>Moyenne</b>	7.04	8.04	10.25	12.80	17.44	22.70	25.99	26.28	22.21	17.47	12.03	8.27	15.87

Source : ONM (2004)

Tableau n °7 Les températures moyennes mensuels



### **1-5-Le couvert végétal**

L'étude de la végétation en milieu urbain, constitue une information de base précieuse pour la gestion de l'espace. A Constantine, le couvert végétal est presque inexistant à part quelques surfaces limitées : Dj Ouhch au nord et El Hadj Baba au Sud Ouest, actuellement sont en état de dégradation (fig n°2 Annexe).

Le site de la ville est caractérisée par une topographie accidentée avec la prédominance des formations de consistance meuble par opposition aux formations plus rocheuses, ainsi qu'une activité sismique modérée et un régime pluviométrique irrégulier et un rythme thermique qui fragilise les structures des formations lithologiques surtout argileuses, donc les facteurs naturels favorisent le déclenchement des glissements de terrain.

La question qui se pose est quel est le rôle des facteurs anthropiques dans le déclenchement des glissements de terrain ?

## **2- L'extension urbaine de la ville**

Emmanuel Castells souligne que : « *L'étude du processus de l'urbanisation en Algérie, sous l'angle historique, nous semble le mieux indiquée pour nous conduire à mieux connaître le fait urbain* » ; résumer l'histoire de la ville en quelques lignes, c'est vouloir en fait mettre l'accent sur l'occupation qui a connu la ville durant son histoire, donc nous devons revenir sur la chronologie de la ville, pour mieux comprendre son évolution et sa transformation actuelle.

### **2-1-Les phases principales de l'extension urbaine**

A Constantine l'implantation humaine est très ancienne, les fouilles archéologiques de 1945 indiquent que la ville, était une cité pré antique et le berceau de plusieurs civilisations.

La colline du Mansourah est le témoin de l'existence des Australopithèques et leurs outils sommaires.

Les Moustériens ont également habité les grottes ainsi que les Néolithiques ont laissé leurs gravures rupestres sur les falaises d'El Aria.

Des dolmens et des monuments de la civilisation Mégalithique. STRABON<sup>2</sup> avait déjà écrit que : « *Constantine était, une ville bien fortifiée par la nature et magnifiquement ornée de toutes sortes d'édifices et d'embellissements* »,

En 203 avant notre ère, Massinissa en fait de la ville sa capitale et organise à partir de là un état centralisé, les numides ont pu étendre la ville au delà du rocher, grâce aux ponts qu'ils

ont construit, mais cela n'a pas permis une véritable extension de la ville, sauf quelques faubourgs.

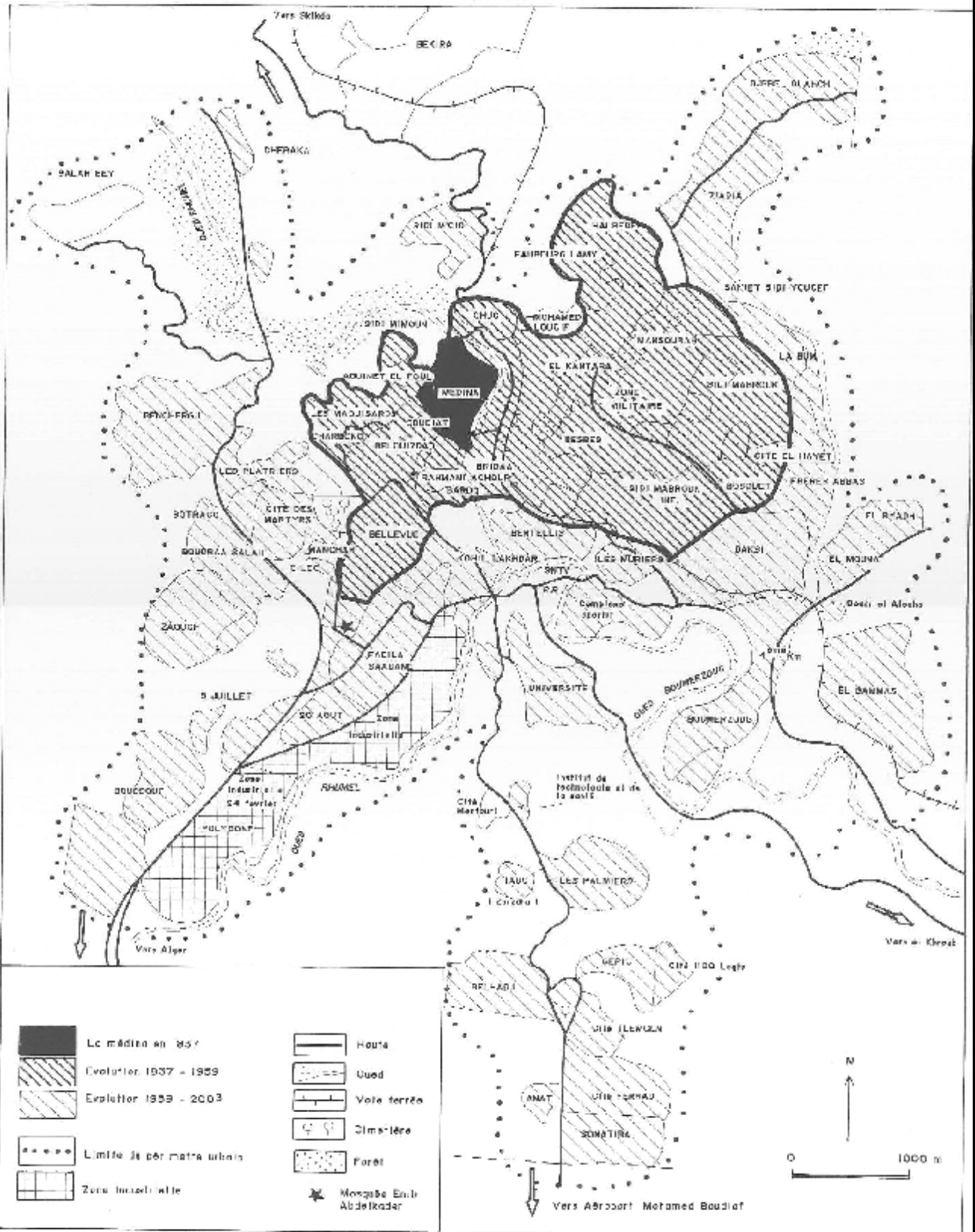
Avec l'ascension de César, Cirta passe comme toute la Numidie sous domination Romaine.

En 213 elle fut détruite par Maxence, restauré en 313 grâce aux financements et aux générosités de l'empereur Constantin et en reconnaissance, elle a prit son nom.

La ville de Constantine est restée pendant des siècles limitée au Rocher qui recevait la superposition de plusieurs civilisations.

A partir du 9<sup>ème</sup> siècle la ville a connu la succession de plusieurs dynasties Musulmanes, les Aghlabides, les Fatimides, les Zirides, les Hamadites, les Mouahidines et les Hafside.

FIG. : EVOLUTION DE LA VILLE DE CONSTANTINE (1837-2003)



SOURCE : FAGAND B. - M. COTTE - 1999 S. - MESKALDI J. & - LAAROUK E.H.

Cette période a été marquée par la construction d'un nombre important de mosquées, d'après El Bekri <sup>3</sup>, la ville de Constantine était : « grande et ancienne, ville renfermant une nombreuse population, et d'un accès tellement difficile qu'aucune forteresse du monde ne saurait lui être comparée».

En revanche nous signalons que les éléments sur l'extension urbaine de la ville durant la dynastie Ottomans et l'occupation française restent les principales phases de l'extension urbaine de la ville.

### **2-1-1-La ville sous la dynastie Ottomans**

Pendant la dynastie Ottomans la ville est devenue la capitale de Beylik de l'Est, elle a connu une stabilité politique et économique. Ce qui justifie l'accroissement du nombre de la population et son développement urbain, qui s'est manifesté par une densification du tissu urbain.

Sous le royaume de Salah Bey qui étendit la ville vers le Nord, il a reconstruit le pont d'El Kantara. Sous cette dynastie la ville a pris son image finale dont sa superficie a été estimée près de 30 hectares.

### **2-1-2-La ville sous l'occupation française**

En 1837 l'armée française réussit à faire une brèche dans les fortifications, qui existaient au côté Sud-Est de la ville.

A partir de cette date la ville a connu des modifications profondes dans son tissu urbain dont tous les travaux entrepris dans la ville correspondent aux besoins de l'armée seulement.

Ce n'est que sept ans plus tard en 1844 que les premiers colons sont installés sur le Rocher plus précisément dans la partie Ouest qui sera réservée à eux ; cet espace sera sujet à des opérations de mise en ordre, qui se matérialiseront par des plans d'alignement et d'élargissement des voies et des nouveaux bâtiments seront construits avec de la pierre et de moellon dont le tissu urbain présentera un aspect régulier et très aéré.

En revanche la partie basse et la partie Est de la ville est réservées aux Algériens, elle est caractérisée par un tissu urbain traditionnel irrégulier avec des ruelles tortueuses et des maisons modestes.

Cette espace ne restera pas intact plus longtemps, des opérations de destruction et d'élargissement des voies vont l'atteindre avec la percée de la (Rue de France) en 1865 et la (Rue impériale) entre 1868 et 1870 ; Cependant le cœur des îlots resterait intact.

La réorganisation de l'espace de la ville, ne prendra théoriquement fin qu'avec les premières extensions en dehors du Rocher.

3 : Description de l'Afrique septentrionale, trad. M.G.de Slane; Paris, 1965, p131

Avec l'augmentation de la population, l'autorité coloniale a envisagé de construire une ville européenne destinée aux européens sur le Coudiat Aty d'où la réalisation été retardé jusqu'à 1921 à cause des travaux de dérasement et décapement du site.

En réalité la ville nouvelle ne sera qu'un quartier à caractère administratif et scolaire avec une identité urbaine comparable à celle de la partie Ouest de la ville. La trame est quadrangulaire avec des îlots carrés en revanche les voies sont perpendiculaires et de longueur constante.

Au milieu des années 1860 apparaissent de nouveaux quartiers faubouriens tout d'abord près de la gare à El Kantara et le faubourg de saint jean en (1868) autour de la colline du Coudiat Aty.

A partir de 1911 les groupes de villas s'étaient édifiés sur les vastes plateaux de Belle vue, ce fut un type d'urbanisation moderne a caractère résidentiel.

D'autres ensembles faubouriens résidentiels vont apparaître dès 1920 tels que Lamy en (1919) Sidi Mabrouk (1922) et le faubourg Belle vue.

Ces quartiers faubouriens implantés vont définir les principaux axes d'expansion de la ville, dont de nouveaux quartiers s'implanteront (fig n°19).

Nous signalons que les Algériens ont toujours été exclus des prévisions des autorités françaises en matière de programme d'habitat, ce qui a laissé une prolifération et une extension des bidonvilles autour de la ville.

Dés la fin des années trente du siècle dernier, ces habitations informels sont devenus un grand problème pour les autorités coloniales.

En 1939 la commune décida de réaliser avec l'aide du gouvernement général une cité destiner aux Algériens dont la réalisation été retardée jusqu'à 1951 (actuellement la cité des Martyrs ).

Après la deuxième guerre mondiale l'espace de la ville s'est transformé et ceci à cause d'un accroissement phénoménal de la population urbaine qui a progressé de 30 % en une décennie de (1945-1957).

A partir 1954 la ville assistait à une véritable explosion démographique, cette croissance fut alimentée par l'exode rural. Les densités atteignent des seuils critiques en 1954 à peu près 3500 personnes/hectares (Hafiane.A 1980). Une ceinture de bidonvilles apparaissent autour de la ville. D'où les possibilités d'accueil de la population supplémentaire sont devenues quasiment nulle et le traitement des problèmes liés à l'urbanisation ne s'appuyait sur aucune stratégie.

Devant cette situation les autorités françaises ont opté pour la réalisation d'autres cités de recasement dans le but d'une résorption des bidonvilles.



## Plan de Constantine 1958

Lancer par le général De Gaulle en 1958, l'urbanisation prend forme de grands ensembles d'immeubles, par la réalisation des cités évolutives horizontales destinées aux Autochtones. Le choix de l'implantation est porté sur les terrains les moins coûteux, les moins favorables à l'urbanisation et les plus périphériques de la ville.

En réalité la situation restait inchangée pour une grande partie des habitants des bidonvilles dont les logements n'ont pas été accessibles à tous, en 1960 seuls 8% de la population de Constantine a bénéficié des nouveaux logements dans le cadre de ce plan, quant au reste 47% de la population totale de la ville demeure concentrée dans des logements du secteur informel.

### 2-1-3-La ville après l'indépendance

Après l'indépendance, la sous estimation de la croissance démographique et le manque de statistique sur le parc immobilier hérité de la période coloniale.

L'achèvement et la réalisation d'une grande partie des logements issue du plan de Constantine a permis de récupérer après finition des travaux un nombre important de logements.

Ces éléments explique le peu d'investissements prêté au secteur d'habitat dans les plans triennal (1967-1969) et quadriennal (1970- 1973).

Au cours de cette période des programmes spéciaux et complémentaires plus importants, sont lancés dans l'urgence pour le relogement des sinistrés des glissements de terrain du terrain Kaidi Abdellah en 1972 (tableau n° 8).

Lieu ou rue	Nombre logements	Type de logements	Durée	Observation
Zia dia	68	Economique semi collectifs		Spécial sinistrés du terrain Sabatier terrain Kaidi Abdellah
Zia dia	385	Economique		
Cité Daksi	1148	Economique	06/1974	
Cité Daksi	400	Economique		
Totaux	2001			

Source : K Merrouche & al «L'habitat urbain à Constantine », Mémoire de fin d'études licence en sociologie, Université de Constantine 1977-1978.

S.Mezhoud, « Crise du logement à Constantine », Thèse de Magister en géographie, Université de Constantine 1986.

Tableau n°8: Programme du Relogement des sinistrés du glissement de terrain

Kaidi Abdellah

### **Les zones d'habitations nouvelles ZHUN**

Constantine à opter pour la création des zones d'habitations urbaines nouvelles ZHUN pour répondre à la grande demande en logement.

C'est un programme de modernisation urbaine et l'élaboration des premières PUD, qui intègrent une notion prétendument nouvelle, celle des zones d'habitat urbaine nouvelle ZHUN (dont le circulaire n°335 du 19 février 1975 portant sur la création de la zone d'habitat urbaine nouvelle en 1975).

Ces programmes proposent une vigoureuse politique d'habitat construit généralement sous forme de programme de 200 à 1000 logements. Ils offrent l'aspect de grand ensemble aux formes monotones, constituées d'alignements de petits immeubles de 4 à 5 niveaux, de type F2 et F5 dotés d'une gamme d'équipements.

Le choix de la localisation de ces zones d'habitations urbaines nouvelles a porté sur des terrains libres en périphérie facilement accessibles.

A Constantine généralement la réalisation a été dans la direction Sud Ouest et Nord Est de la ville.

En revanche à partir années quatre vingt l'extension urbaine s'est déroulée en dehors du périmètre urbain de la ville. Elle a été orientée vers les autres communes avoisinantes : El Khroub, Ain Smara, Hama Bouziane et Didouche Mourad qui offrent des terrains et des assiettes nécessaires pour les nouveaux programmes d'habitats.

Quartiers	Nombre de logements	Type de logements	Durée
Oued el Had cité la B.U.M	2000	Economiques	08/1976-1985
Ziadia	1400	Economiques	09/1976-1983
Boussouf	3500		1984
Cité Daksi	128		1982
Cité el Bir	46		
El Gammas	1100	préfabriqués	1976-1979-1982
Boudraa salah	900	préfabriqués	1976-1979-1982

Source : Ibid

Tableau n°9 : Le Plan Quadriennal (1974-1977)

### 3-Le poid démographiques

Constantine a connu une croissance démographique rapide caractérisée par un exode rural intensif surtout durant la période de la guerre de libération nationale et celle suivant l'indépendance. Durant la décennie (1954-1966), le taux de croissance annuel atteint une valeur maximum de 9.6% .Cette croissance brutale est alimentée essentiellement par la croissance naturelle et le solde migratoire qui est passé de + 6.5 %, pour la période (1948-1954) à +24.2% pour la période (1954-1966).

Pour la décennie (1966- 1977) la population est passée de 240 000 habitants en 1966 à 344 500 habitants en 1977, avec un accroissement de la population d'environ 100 000 habitants et un taux de croissance annuel égal à 3.9% .

Durant la période (1977-1987) la ville été marquée par la création d'emplois dans les secteurs secondaire et tertiaire, ce qui a conduit a un exode rural important.

La ville qui comptait en 1977 une population de 344 500 habitants à vu sa population croître rapidement passer à 450 738 habitants en 1987. En revanche la commune de Constantine, n'a enregistré qu'un taux de croissance annuel égale à 2.5%.Ce phénomène s'explique par le manque de terrain pouvant recevoir des programmes d'habitats à l'intérieur de la commune qui seront orientés vers les autres communes avoisinantes.

En revanche la période (1987-1998), a connu une nette diminution du taux de croissance annuel de la population qui atteint 0.6% pour l'ensemble de la ville. Malgré la baisse du taux de croissance annuel de la population dans la ville, son poid démographique demeure important, sa densité de population est considérée parmi les plus élevées au niveau national 2617 hab/Km<sup>2</sup>.

Années	Habitants (hab)
1954	111 000
1960	200 000
1966	240 000
1977	344 500
1987	450 738
1998	478 739
2002	466 000

Source : (ONS + différentes sources)

Tableau n°10 L'évolution de la population à Constantine

#### 4-La distribution spatiale du logement et de population

##### 4-1-La distribution spatiale du logement

Nous utilisons les données statistiques de l'organisme national de statistique ONS, issues du dernier recensement (1998), qui reflètent une répartition inégale de population et du logement dans les secteurs urbains.

D'après la (fig n°20), on constate que la densité du logement, est très variable d'un secteur à un autre, elle est très élevée au secteur du Sidi Rached, est faible dans les secteurs suivants : El Gammas, Kitouni et les Mûriers où la densité est entre 10.12 logements / hectare et 6.82 logements / hectare, en revanche la densité est très faible au secteur du 5 juillet 1962, cela est dû certainement à la nature d'habitat existant sur site.

Secteurs urbains	Nombre du logement	Superficie en (ha)	Densité du logement (log /ha)
Sidi Rached	5574	85	65.57
El kantara	8388	280	29.95
Bellevue	9100	385	23.63
Sidi Mabrouk	12594	535	23.54
Boudrâa Salah	9240	475	19.45
Ziadia	7086	581	12.19
El Gammas	6178	610	10.12
Kitouni Abdelmalek	10936	575	19.01
Les Mûriers	7634	1119	6.82
5Juillet 1962	5995	1217	4.92
Total	82725	5832	14.18

Source : ONM (1998)

Tableau n°11 La densité du logement dans les secteurs urbains de la ville de Constantine

#### 4-2- La distribution spatiale de population

La partie Ouest de la ville la plus affectée par le phénomène des glissements de terrain comprend les secteurs suivants : Bellevue, 5 juillet 1962, Boudrâa Salah.

La densité de population est le rapport d'une population sur une superficie donnée, nous présentons les densités de population dans les secteurs urbains d'où elle est 79.70 habitants/hectare.

Secteurs urbains	Nombre de population (h)	Superficie en (hectare)	Densité de population (h /ha)
Sidi Rached	25224	85	296.75
El kantara	46313	280	165.40
Bellevue	49678	385	129.03
Sidi Mabrouk	80876	535	151.17
Boudrâa Salah	55871	475	117.62
Ziadia	40828	581	70.27
El Gammas	36453	610	59.75
Kitouni Abdelmalek	56197	545	103.11
Les Mûriers	45317	1119	40.49
5Juillet 1962	28098	1217	23.08
Total	464855	5832	79.70

Source : ONM (1998)

Tableau n°12 La densité de la population dans les secteurs urbains de la ville de Constantine

La densité de population représente une moyenne qui illustre partiellement la répartition spatiale de la population.

Les valeurs de la densité sont très différenciées elles ne sont pas homogènes , elles varient entre un maximum de 296.75 habitants /hectare à Sidi Rached et un minimum de 23.08 habitants /hectare au 5juillet 1962,d'où la population est de 28098 habitants vit sur une superficie presque égale de quatre fois la superficie de Sidi Rached.

Il apparaît à l'évidence que la densité de population n'est pas en corrélation avec la superficie du secteur urbain (figure n°21).

La densité de population est importante dans les secteurs : Bellevue, Sidi Mabrouk ,El Kantara , Boudrâa salah et Kitouni .Ces secteurs constituent 38 %de la superficie totale de la ville et abritent 62.15 % de la population totale de la ville .

La densité est moyenne à Ziadia en revanche elle est faible au Mûriers et El Gammas et très faible au 5 juillet 1962, cela dû probablement au mode d'occupation du sol.

La densité d'habitat est importante autour des anciens secteurs et quartiers cela est dû à la nature des constructions existantes, en revanche elle est faible et même très faible dans les quartiers récents, cela se justifie par la nature des constructions existantes sur site.

La densité du logement et la densité de la population dans les secteurs urbains se calque sur la densité du logement et la densité de la population dans les quartiers urbains de la ville de Constantine.

### **Conclusion de la première partie**

On constate que les facteurs Naturels et Anthropiques de la ville de Constantine qui sont comme suit :

-Une topographie accidentée dont les zones de replats est bordée par de fortes pentes aux dénivellations importantes.

-La prédominance des formations de consistance meuble par opposition aux formations plus rocheuses.

-Une activité sismique modéré qui peut accentué la vulnérabilité des constructions exposées aux glissements de terrain.

-Un régime pluviométrique caractérisé par une irrégularité interannuel, saisonnière et mensuelle.

-Un poid démographique important.

-Une extension urbaine anarchique qui s'est réalisé sur les terrains les plus vulnérables de la ville : les versants accidentés et les terrains a vocations agricoles, les grandes vallées.

Ces éléments ont joué contre la stabilité des versants, ce qui a engendré une dégradation du milieu urbain.

Actuellement plusieurs quartiers densément peuplés sont affectés par les glissements de terrain : Belouizded, Kitouni, Boudrâa Salah, Boussouf ...etc.

Ces mouvements touchent en effet directement la sécurité des habitants et leurs biens immobiliers.

Il est nécessaire de connaître les caractéristiques géomorphologiques et les essais géotechniques de ces zones instables.

## **Introduction**

Pour une meilleure prévention des risques naturels liée aux glissements de terrain, il est nécessaire de connaître d'une part les caractéristiques géomorphologiques des glissements de terrain et d'autre part les résultats des essais géotechniques.

Nous signalons que l'étude géomorphologique a pour but de déterminer toutes les formes d'ensemble et de détails susceptibles de révéler l'existence de glissement de terrain, les mécanismes en jeu par l'analyse des photos aériennes et les investigations sur le terrain.

En revanche le but de la réalisation des essais géotechniques est de déterminer l'intensité du phénomène naturel et les propriétés physiques et chimiques du sol.

Les essais géotechniques des zones instables du site de Boussouf, sont effectués par le Laboratoire des travaux publics (LTP-EST) dans le cadre d'une étude de la direction de l'urbanisme et de la construction de la wilaya de Constantine (DUC).

## **1-Généralités**

### **1-1-Définition**

Les glissements de terrain sont des mouvements de masse qui se développent dans des matériaux meubles en général argileux.

Le volume des glissements de terrain est très variable de quelques mètres cubes à plusieurs millions de mètres cubes.

L'importance des glissements de terrain en milieu urbain est due aux risques qu'ils font courir aux habitations ou aux ouvrages et à la difficulté technique et le coût élevé des travaux.

### **1-2-Les Causes de glissements de terrain**

Les glissements de terrain peuvent affecter les versants naturels des vallées, les talus en déblai et en remblais.

Un glissement de terrain a rarement une cause unique, c'est le plus souvent l'action conjointe de plusieurs facteurs négatifs qui peuvent se rattacher à trois catégories qui sont :

- La nature des terrains constituant le site et plus généralement l'ensemble des données géologiques est géotechniques.
- Les diverses formes d'action de l'eau qui est le responsable de l'instabilité des versants argileux, il circule dans les diaclases des formations lithologiques en provoquant une pression où il s'infiltré dans des fissures de retrait faisant gonfler l'argile et lui faisant perdre sa résistance, il peut même modifier la structure de certains matériaux argileux.

- Les actions mécaniques externes : pente du versant les fouilles et affouillements au pied du versant, le déboisement du site est la surcharge déposée sur une pente, peut avoir des conséquences sur la stabilité des terrains.

### **1-3-Les différents types de glissements de terrain**

Il est possible, sous l'angle rhéologique de classer les glissements de terrain en deux grandes familles :

#### **1-3-1-Les glissements proprement dits**

Ils se caractérisent par l'apparition de surfaces de cisaillement relativement bien définies à l'intérieur du milieu la forme de rupture observée permettent de classer ces glissements en deux catégories :

##### **-Les glissements plans**

Le mouvement est une translation sur un plan incliné plus ou moins régulier ; en général ce plan est prolongé vers le haut par une fissure de traction (fig n°22).

Le plan de glissement s'établit, dans la majorité des cas, sur une discontinuité du milieu, la rupture peut alors correspondre au cisaillement d'une couche de faible résistance ou un glissement sur un joint séparant deux formations de nature différente, il est conditionné par la structure des formations qui constituent le site, les joints argileux sont favorables au déclenchement de glissements plans, lorsque les terrains qui les surmontent sont perméables. Les eaux d'infiltration sont arrêtées par ces joints qui s'imbibent, se ramollissent, et jouent un rôle de couche savons pour les formations sus-jacentes; ce type de glissement peut être déclenché par un terrassement.

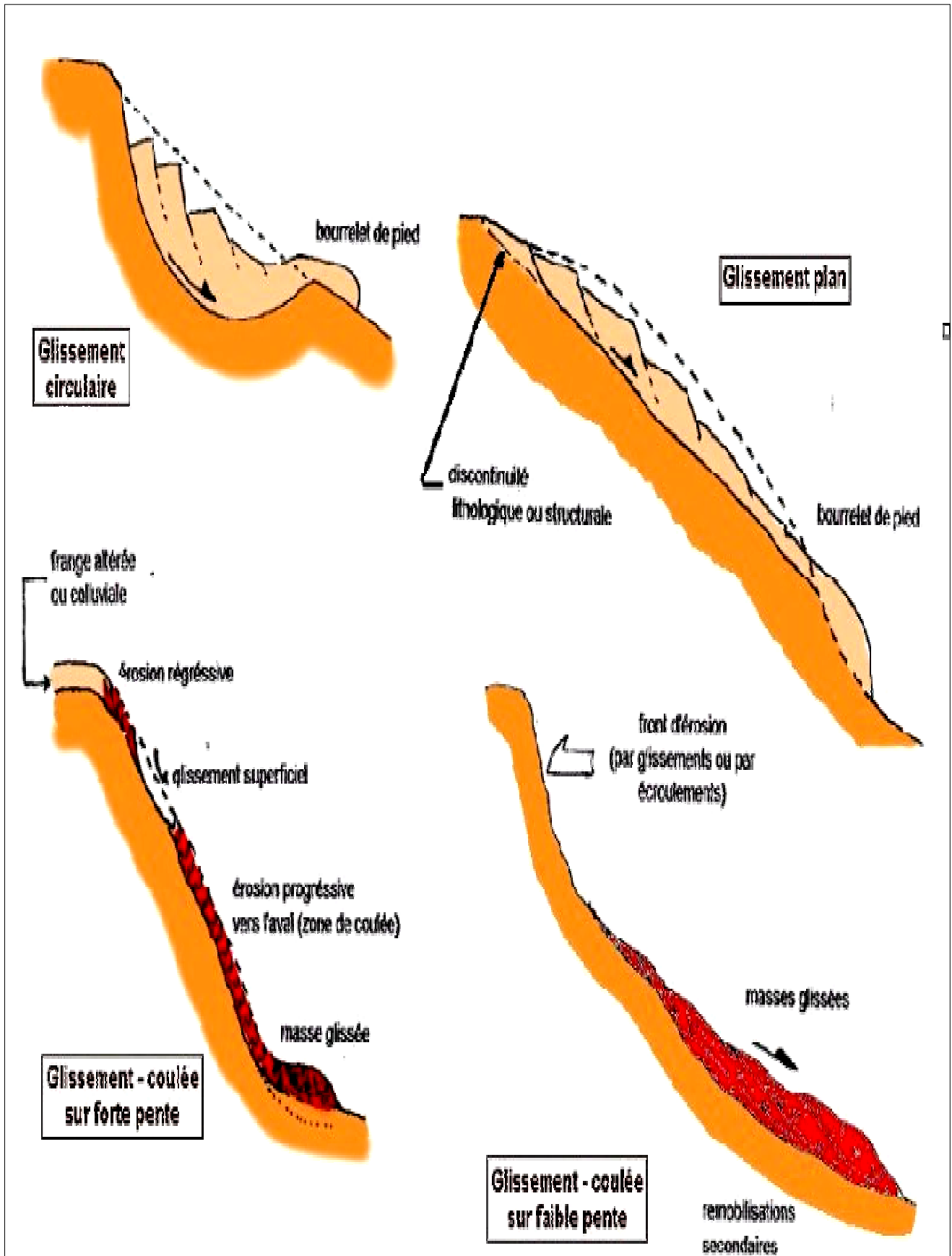
Il se produit par cisaillement et translation sur un plan incliné plus ou moins régulier, les matériaux glissent par petits paquets sur les pentes des versants vers les lits des cours d'eau.

##### **-Les glissements rationnels**

Ils se développent en principe dans un milieu homogène et isotrope, ils se manifestent par une rotation sur une surface de cisaillement ayant l'allure générale d'une cuillère vaguement sphérique, donnent aux versants une topographie chaotique avec bossellement et ondulation marquée par de nombreuses contre-pentes (fig n°22).

Ils sont souvent marqués par de petites ravines courtes avec entailles récentes et de petits cônes de déjection favorisant les petits affaissements latéraux.





Source : [ess.nrcam.gc.ca/rmh-fr](http://ess.nrcam.gc.ca/rmh-fr).

Fig n°20 Les différents types de Glissement de terrain

Abandonné à lui-même, un glissement rationnel a de fortes chances de se développer par reprise de la rotation sur la même surface de glissement et souvent par apparition de surface de rupture nouvelle, plus profonde et plus au moins emboîtée avec le premier glissement en chaîne (glissement régressif).

### **1-3-2-Les glissements qui se développent sur des surfaces de rupture de forme quelconque**

La surface de rupture a une forme nettement moins géométrique et parfois même tout à fait quelconque (fig20).

#### **1-Les fluages et les coulées boueuses**

Ces déplacements se caractérisent par une déformation et un écoulement de type visco-plastique.

#### **2-Les mouvements par fluage**

Le fluage est une déformation visco-plastique lente sous contrainte inférieure à la résistance du cisaillement, concerne essentiellement les milieux argileux.

#### **3-Les coulées boueuses**

Ils s'agissent d'écoulements visqueux ou fluides, qui interviennent dans des milieux fins, souvent argileux gorgés d'eau, ils peuvent cheminer sur des pentes de quelques degrés seulement plus le milieu est fluide, plus le phénomène est brutal et étendu.

### **2-Les caractéristiques géomorphologiques des glissements de terrain à Constantine**

A Constantine plusieurs sites sont affectés par les glissements de terrain (fig n°21), dont nous présentons la description géomorphologique ci-dessous.

#### **2-1- Le glissement de Belouizded-kitouni**

C'est un mouvement gravitaire qui concerne un versant de pente forte et de formation lithologique conglomératique, le premier mouvement a commencé en 1972 à la base du versant et n'a cessé de remonter jusqu'au quartier de Belouizded-kitouni. Il affecte plus de 20ha et comprend plusieurs quartiers du centre ville.

La niche d'arrachement prend naissance en contre bas de Coudiat Aty et le corps du glissement s'étend jusqu'à la rive gauche de l'oued Rhumel, dont la masse instable dans un chenal de près de 1100 m de long sur 300 m de large, d'où environ deux millions de tonnes de terre en mouvement (DUC 2004).

Il se manifeste en tête par des escarpements métriques bien visibles sur des talus déformés du Boulevard Belouizded-kitouni et en pied par une morphologie moutonnée caractéristique des versants argileux instables.

La masse glissante se compose de plusieurs blocs se mouvant d'une manière différente dans l'espace et dans le temps (M T Benazzouz 2002).

Dans l'ensemble, les mouvements se développent où le taux de déplacement général des mouvements s'élève à 0.5 cm / an<sup>4</sup>.

En octobre 1993 auprès de l'avenue Kitouni pendant la nuit, les déformations de pente ont atteint une vitesse se rangeant dans la gamme des centimètres et mêmes décimètres par heure. La profondeur des surfaces de terrain de chaque bloc glissant est estimée entre 8 à 12 m<sup>4</sup>.

Actuellement le site est le siège de plusieurs mouvements, ce qui a mis la vie des habitants en péril. D'autre indice d'instabilité est observée sur les routes des différents quartiers et dans les bâtisses qui sont souvent gravement endommagés.

Les causes de cette instabilité sont dues à la combinaison des facteurs naturels anthropiques qui sont :

La prédominance des formations lithologiques de consistance meubles, la topographie accidentée des versants, l'infiltration des eaux pluviales, l'absence du couvert végétal sur les versants dégradés, l'état dégradé du réseau d'assainissement, l'absence du drainage et la vétusté de la construction.

## **2-2-Le glissement de Bellevue**

L'urbanisation du site a rendu l'étude géomorphologique plus difficile. Ce glissement qui affecte le versant Sud de Coudiat Aty, dont la zone concernée s'étend sur une largeur de l'ordre de 500 à 600 m et une longueur de plus de 1 Km<sup>9</sup>.

La niche d'arrachement domine d'environ de plus de 100 m l'oued Rhumel, il s'agit d'un glissement à blocs particuliers avec des plates surfaces de glissement.

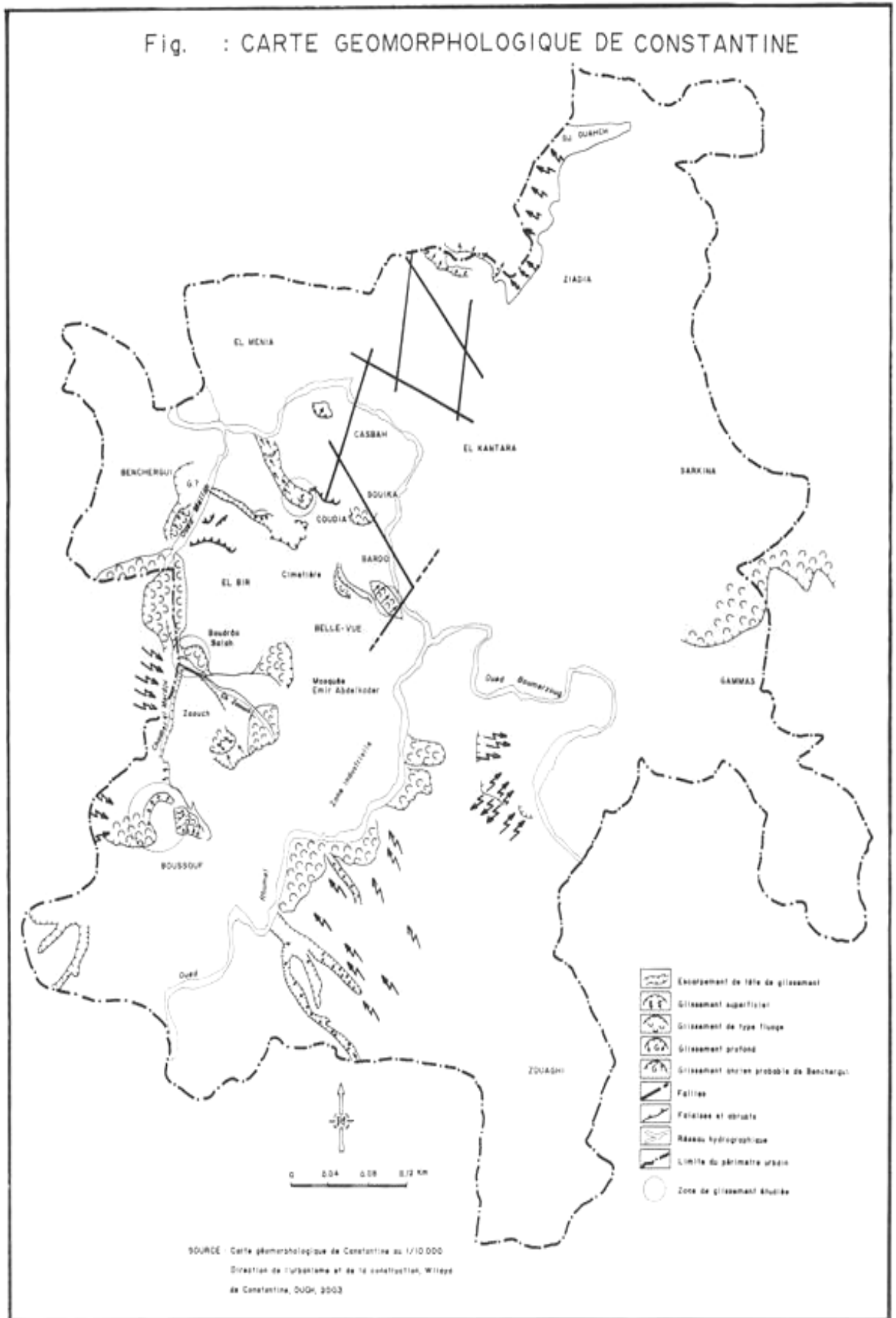
Le taux de mouvement s'élève à 1cm /an<sup>9</sup>, dont il est développé sur une zone orientée Nord Sud.

Les études effectuées sur le site à différent époque (Durozoy 1959, Barbier 1978), montrent que ce versant avait probablement été déjà affecté par des glissements de terrain anciens avant d'atteindre l'état d'équilibre.

Les causes de l'instabilité sont multiples : la topographie accidentée, la prédominance des affleurements tendre du Miocène, l'infiltration incontrôlée des eaux usées, les travaux du terrassement réalisé sur site.

4 : (Glissement de terrain dans la ville de Constantine); Rapport final ; Institut fédéral des géosciences et des Ressources naturelles -BGR -1999.

Fig. : CARTE GEOMORPHOLOGIQUE DE CONSTANTINE



### **2-3- Le glissement de Boussouf**

Situé au Sud Ouest de la ville à 3 km du centre ville en bordure de la route nationale n°5 occupant le haut du micro bassin de Oued el Mellah, qui rejoint le Rhumel au Nord.

Ce site été classé depuis longtemps non aedificandi.

Pour ce travail, nous nous intéressons à la partie intermédiaire située entre les plateaux de Boussouf et le lit de châabet el Merdja.

Avant l'urbanisation, le site est caractérisé par un relief ondulé et moutonné. Actuellement, il recèle une série de glissements de terrain circulaires, caractérisés par leurs talus raides en tête suivi en contre bas par une morphologie ondulée de la masse glissée.

Au niveau de la crête Ouest du talweg Est du site, une instabilité se dessine nettement dans l'espace par un déplacement vertical maximum.

Il se situe en prolongement un glissement de terrain actif, dont la partie supérieure été consolidée par des gabions (photo n°1).

D'autres glissements de terrain ont été localisés à 200 m au Sud et à 120 m au Sud-Ouest,

Constituent un danger sur les constructions en amont et celles situés en aval (DUC 2005).

Les causes de l'instabilité sont dues à la combinaison des facteurs naturels et anthropiques.

En effet les glissements de terrain, se déclenchent dès que les pentes avoisinent ou dépassent les 10 %.

Ils se manifestent dans la partie supérieure altérée et décomprimée des argiles du Miocène dont l'épaisseur est variable entre 5 à 10 m, avec la présence du gypse contribue à la prédisposition des argiles au glissement. (DUC 2005).

L'obstruction du réseau naturel de drainage des eaux superficielles, qui génèrent un ravinement actif, où la stagnation peut engendrée d'autres glissements de terrain.

L'urbanisation a accéléré le phénomène des glissements de terrain, par le passage des gros engins sur les versants à formation argileuse durant la période de la construction du site.

L'implantation des surcharges sur les versants instables et la mise en charge de ces versants par des surcharges de remblais à entraîner la liquéfaction des matériaux (URBACO 1981).

Les différents travaux d'aménagements réalisés sur site, ont entraîné la reprise de quelques glissements de terrain.

Actuellement des fissures de traction on été observées sur des versants du site, elles peuvent présenter un grand danger dans le futur.

Elles doivent être envisagées très tôt par les services techniques de la DUC, pour que puissent être prises à temps les mesures de sécurité nécessaires.



Source :Mezhoud Lamia (2005)

Photo n°1 : Vue générale d'un glissement de terrain  
-site de Boussouf-



Source :Mezhoud Lamia (2005)

Photo n°2 : Vue générale d'un versant instable  
- site de Boussouf-

## **2-4- Le glissement de Boudrâa Salah**

Le versant à pente forte de topographie moutonné, affecté par des glissements de terrain. Caractérisé par des niches d'arrachements métriques, avec des fissures assez larges et des ravinelements qui sillonnent le versant. L'urbanisation anarchique du site a rendu l'étude géomorphologique difficile.

Les causes de l'instabilité sont dues à la combinaison des facteurs naturels et anthropiques, la prédominance des formations argileuses, sur un versant à pente très forte, l'infiltration des eaux usées en provenance des cités situées en amont.

Les travaux de terrassement effectué sur site et l'absence d'un réseau d'assainissement ont accéléré l'instabilité du site, d'où nous avons remarquée une inclinaison des poteaux et des arbres et les murs de soutènement.

## **3-Les Essais Géotechniques et Inclinométriques des zones instables du site de Boussouf**

Les essais géotechniques fournissent une définition géologique précise du site étudié, les résultats qui seront présentés concernant les essais réalisés par EEG- SIMECSOL et LTP- EST pour les zones sensibles du site de Boussouf.

Ces essais devraient mesurer la sensibilité des milieux argileux, qui sont prédisposés aux glissements de terrain à cause de leurs propriétés, comme la perméabilité, l'aptitude au gonflement ainsi que leur sensibilité.

### **1-3-1 - Les Essais de Laboratoire**

#### **1-3-1-1 - La teneur en eau**

C'est la détermination de la portion de la phase liquide, théoriquement la teneur en eau d'un sol  $w$ .

$$W = \text{poids de l'eau} / \text{poids du sol sec} \times 100$$

La connaissance de la teneur en eau d'un sol est très importante, car elle permet avec une autre caractéristique, d'apprécier l'état dans lequel se trouve ce sol.

Elle est entre 12.5 % et 27.5% dont la moyenne des teneurs en eau est de 22.9 % pour les remblais en revanche pour les argiles limoneuses, elle est entre 11.5 % et 2 % (DUC 2005).

L'eau est responsable de l'instabilité des versants surtout argileux, elle agit en circulant dans les diaclases des formations lithologiques, en provoquant une pression où s'infiltrer dans les fissures de retrait en faisant gonfler l'argile qui perd sa résistance.

Les conséquences se traduisent par la modification de la structure de certains matériaux argileux et peuvent provoquer la dissolution.

### **1-3-1-2- Poids volumique**

Le poids volumique du sol humide ou apparent  $Y$ , c'est le rapport du poids total d'une certaine quantité de sol à son volume et s'écrit :

$$Y = W/V$$

En revanche, le poids volumique du sol sec  $Y_d$ , c'est le rapport du poids de matériau contenu dans une certaine quantité de sol au volume de ce même sol .

$$Y_d = W/V_s$$

Elle est comprise entre  $1.5 \text{ g/cm}^3$  et  $2 \text{ g/cm}^3$  dont la moyenne est de  $1.7 \text{ g/cm}^3$  pour 6 valeurs pour les argiles limoneuses, il est de  $1.6 \text{ g/cm}^3$   $2 \text{ g/cm}^3$  (DUC 2005).

### **1-3-1-3- Limites d'Atterberg**

Le comportement de l'argile dépend essentiellement de son état physique, ce dernier est déterminé par la teneur en eau.

L'essai permet de délimiter les trois états physiques de l'argile : solide liquide et plastique par des teneurs en eau limites : limite de liquidité  $W_L$  et la limite de plasticité  $W_p$ , les essais sont effectués sur la fonction du matériau passant au tamis de 0.42 mm .

#### **1-Limite de Liquidité $W_L$**

Entre l'état liquide et l'état plastique, elle se détermine à l'aide de l'appareil de Casagrande ou d'un pénétromètre de consistance à cône.

#### **2-Limite de plasticité $W_P$**

Entre l'état plastique et l'état solide avec retrait, c'est la teneur en eau au dessous de laquelle, il n'est possible de confectionner avec le sol des rouleaux de 3 mm de diamètre sans qu'ils se rompent.

#### **3-Indice de plasticité $I_P$**

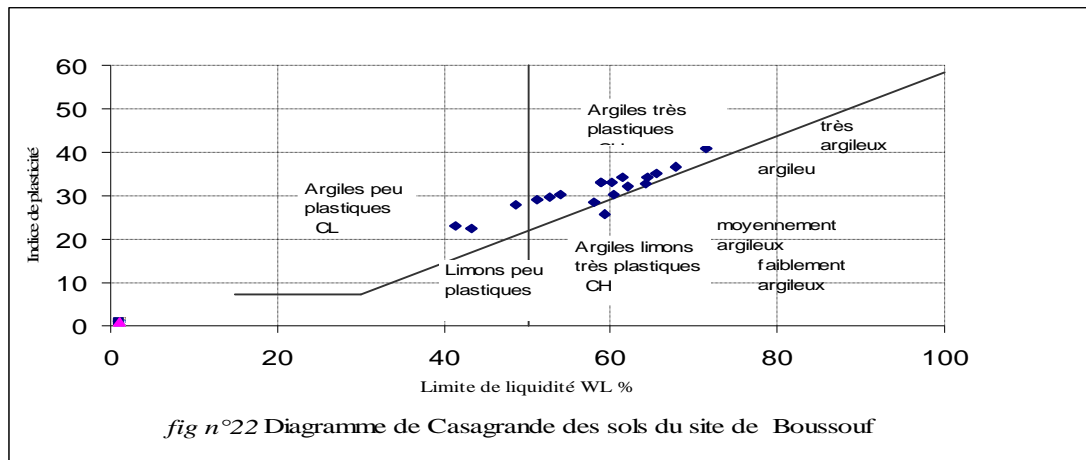
C'est la différence entre la limite de liquidité et la limite de plasticité, il donne l'étendue, en teneur en eau de la plage de plasticité du sol :

$$I_P = W_L - W_P$$

Ces indices nous permettent de classer les sols suivant un diagramme de plasticité ; dont les résultats pour nos échantillons, pour les remblais les terrains selon les essais d'Atterberg correspondent à un sol plastique ferme à dure (fig n°22).



Tandis que pour les argiles limoneuses les résultats des essais d'Atterberg traduisent un sol plastique de consistance dure (fig n°22).



Source : DUC - CTC (2005) + Modifié par l'auteur

#### 1-3-1-4-Les Caractéristiques de cisaillement

Deux essais de cisaillement rectiligne, ont été réalisés sur les argiles Miocènes de Boussouf dont les résultats sont représentés dans le tableau n°13.

Par ailleurs, trois essais triaxiaux ont été réalisés dont les résultats représentés sont dans le tableau n°14.

SONDAGE	PROF ECHANTILLON	COHESION BARS	ANGLE DE FROTTEMENT °
SBO4	10.00-10.50	0.45	15
SBO5	11.20-11.80	0.66	16

Source : DUC (2005)

Tableau n°13 Les résultats des essais de cisaillement rectiligne du site de Boussouf

SONDAGE	PROF ECHANTILLON	COHESION BARS	ANGLE DE FROTTEMENT °
SBO4	7.00- 7.60	0.55	22
SBO4	16.00-16.40	0.50	25
SBO5	5.00-5.70	0.72	23

Source : DUC (2005)

Tableau n°14 Les résultats des essais triaxiaux du site de Boussouf

#### 1-3-2-Les Essais pénétrométriques

Dans le cadre de cette étude 15 sondages au pénétromètre statique, des sondages référencés PSBO1 à PSBO15 ont été réalisés (fig n°23).

Les sondages PSBO 2 à PSBO5 et PSBO7, la résistance de pointe varie très peu ou pas du tout jusqu'à des profondeurs de 9 à 10 ou 12 à 14 m, les valeurs se situent autour de 20 à 40 bars, c'est une zone de remblais épais et non consolidés (DUC 2005).

Pour les sondages PSBO 9 à PSBO 11 n'indiquent pas de déplacements significatifs, mais il faut noter que la période de mesure est de durée très limitée respectivement de 0.9 à 1.7 mm/mois (DUC 2005).

Pour les sondages PSBO6, PSBO8 et PSBO12 la résistance en pointe augmente très rapidement et le refus est atteint entre 5 et 7 m de profondeur seulement, c'est une zone où la frange décomprimée des argiles Miocènes est très réduite.

La résistance augmente progressivement pour les sondages PSBO13 à PSBO15, mais le refus est atteint vers 9 à 10 m de profondeur avec une valeur de résistance en pointe de l'ordre de 60 bars. Dans cette zone les remblais sont développés, d'où la frange décomprimée des argiles est relativement plus développée (DUC 2005).

### 1-3-3- Les Mesures Inclinométriques

L'objectif de ces mesures inclinométriques est de déterminer au cours du temps l'amplitude et la direction des déplacements horizontaux du terrain en profondeur.

La technique : consiste après avoir scellé un tube spécial dans un forage, on mesure régulièrement l'inclinaison de ce tube à l'aide d'une sonde de mesure l'inclinomètre (fig n°24).

INCLINOMETRE	PROF DU FORAGE EN (M)	PROF SURFACE DE GLISSEMENT EN (M)	DIRECTION DE DEPLACEMENT (°/ NORD)	DEPLACEMENT EN (MM)	VITESSE EN (MM/ AN)	TYPE DE TERRAIN TRAVERSEAU NIVEAU DE LA SURFACE DE GLISSEMENT
SBO2	26	7.5	40.5	5	12.5	Argile
SBO3	25	11 ? 20 ?	-	-	-	Argile brune marmorisée. Argile
SBO4	26	11.5	25.5	41	65.5	Argile beige non remaniée à quelques niveaux de

						gypse.
SBO5	25.5	6.5 8.5	90	74.3	186	Argile à traces de remaniement centimétriques très plastique
SBO6	26	11	-	1.8	10	Argile
SBO8	26	17	42.5	3.3	16	Argile
SBO9	25.5	-	-	-	-	Argile
SBO10	25.5	4-10.5-13	71.5	39	425	Argile
SBO11	26	-	-	-		Argile

Source : DUC (2005)

Tableau n° 15 Les résultats des mesures inclinométriques du site de Boussouf

Les tubes inclinométriques ont été installés lors de la 2<sup>ème</sup> campagne en (2004-2005) dans 9 sondages carottés de SBO2 à SBO6 et de SBO8 à SBO11.

Les mesures ont été réalisées par le Laboratoire des travaux publics (LTP- EST), dont les résultats inclinométriques sont représentés dans le tableau n°15.

Les glissements au niveau des inclinomètres SBO4 et SBO5 et profonds de 11.5 m et 8.5 m sont très actifs (DUC 2005).

Une surface de glissement est mise en évidence pour l'inclinomètre SBO2 à 7.5 m de profondeur, par contre l'inclinomètre SBO8 indique une surface de rupture de 17 m.

Les inclinomètres SBO6 et SBO8 révèlent des surfaces de glissement profond à déplacement lent.

L'inclinomètre SBO10 montre trois surfaces de rupture superposées, la plus profonde à 13 m. avec une vitesse de déplacement qui est très rapide, elle atteint 39 mm / mois soit 425mm/ an.

Ce glissement menace directement les immeubles existants, tandis que les inclinomètres SBO9 et SBO11 n'indiquent pas de déplacements significatifs.

#### **1-3-4 –Les Mesures Topographiques**

L'objectif est de délimiter les zones instables et de contrôler leur régression vers l'amont c'est une mesure très précise de  $\pm 0.5\text{mm}$  d'incertitude sur le déplacement qui permet de détecter très tôt les déplacements.

## **Conclusion de la deuxième partie**

Généralement dans les sites étudiés les glissements de terrain sont des mouvements complexes, profonds caractérisés par des niches d'arrachements d'ordre métriques.

Les carottes de sondages récents réalisés sur quelques glissements de terrain mentionnent que les conglomérats de couleur rouges renferment des intercalations argileuses.

Ainsi que les différents résultats des essais géotechniques confirment une grande sensibilité à l'instabilité dans le site de Boussouf , dont la vitesse de certains mouvements peut atteindre les dizaines de centimètres par an.

En guise de conclusion, la synthèse d'informations géotechniques et inclinométriques, nous permet de choisir les solutions structurelles, qui peuvent être appliquées en matière de prévention et d'atténuation du risque naturel.

Ainsi nous signalons que l'intervention de l'homme par les travaux de terrassement et l'urbanisation non conforme à accélérer l'instabilité des versants.

Donc vu l'impact des glissements de terrain sur le tissu urbain, il est indispensable d'évaluer la vulnérabilité qui est un élément déterminant dans l'appréciation du risque naturel.

## **Introduction**

La situation à Constantine avec les glissements de terrain, mérite une attention particulière en raison de l'ampleur du phénomène observé et ses effets sur l'immobilier urbain.

Dans le but de déterminer l'état de ces constructions affectées par les glissements de terrain, nous avons d'une part analysé les résultats d'expertise menée par les services techniques de la direction de l'urbanisme et de la construction de la wilaya de Constantine (DUC) avec la collaboration du (CTC-EST), d'autre part nous avons évalué la vulnérabilité structurelle par l'utilisation d'une méthode récente qui est la méthode d'endommagement.

La difficulté majeure de cette méthode concerne l'élaboration d'un bilan consolidé de dommages couvrant une période donnée et de prévoir ce qui pourrait être les effets prévisibles.

### **1-Approche de la vulnérabilité**

#### **1-1-Définition de la vulnérabilité**

La littérature scientifique propose de nombreuses définitions de la vulnérabilité, dont Y.Manche (1997) définit la vulnérabilité comme: *« une grandeur pouvant être évaluée par le niveau constaté ou potentiel d'endommagement d'un élément exposé donné soumis à l'action d'un phénomène déclaré ou pressenti d'intensité donnée, donc elle exprime le niveau de conséquence prévisible d'un phénomène naturel sur les enjeux »*.

En revanche les Nations Unies IDNDR (1993), définit la vulnérabilité comme étant : *« un degré de pertes potentielles de 0 à 1 résultant d'un phénomène susceptible d'engendrer des dommages »*, donc la vulnérabilité est le niveau d'effet prévisible d'un phénomène naturel sur les enjeux.

#### **1-2- Les différents types de vulnérabilité**

Il existe deux types de vulnérabilité qui sont comme suit :

##### **1-2-1-La vulnérabilité directe**

Elle est définie à partir des constructions occupant un territoire donnée, décrite en termes spatial et fonctionnel à usage d'habitation, établissement recevant du public, elle doit aussi être décrite en termes de densité et de types d'occupation.

##### **1-2-2- La vulnérabilité indirecte**

Tout ce qui concerne les axes de communication, est un facteur important de la vulnérabilité indirecte.

En effet les réseaux de la communication sont prépondérants dans le fonctionnement d'un territoire, dont la géographie d'un espace est faite de lieux d'aires et de réseaux (Y.Manche 2002)

Ce type de vulnérabilité est de plus loin le plus difficile à mesurer, jusqu'à maintenant, elle n'a été que rarement prise en compte dans les études concernant les risques naturels tout comme la vulnérabilité directe.

La quantification se heurte au manque de données, elle ne peut qu'être approchée (Y. Manche 1997).

### **1-3- Les composants de la vulnérabilité**

Il existe trois grandes familles d'éléments exposés susceptibles d'être endommagés qui sont les biens physiques, les personnes et les activités ou fonctions diverses (fig n°25).

A chacune correspond une fonction d'endommagement particulières il s'agit de :

#### **1-3-1- La fonction d'endommagement structurel**

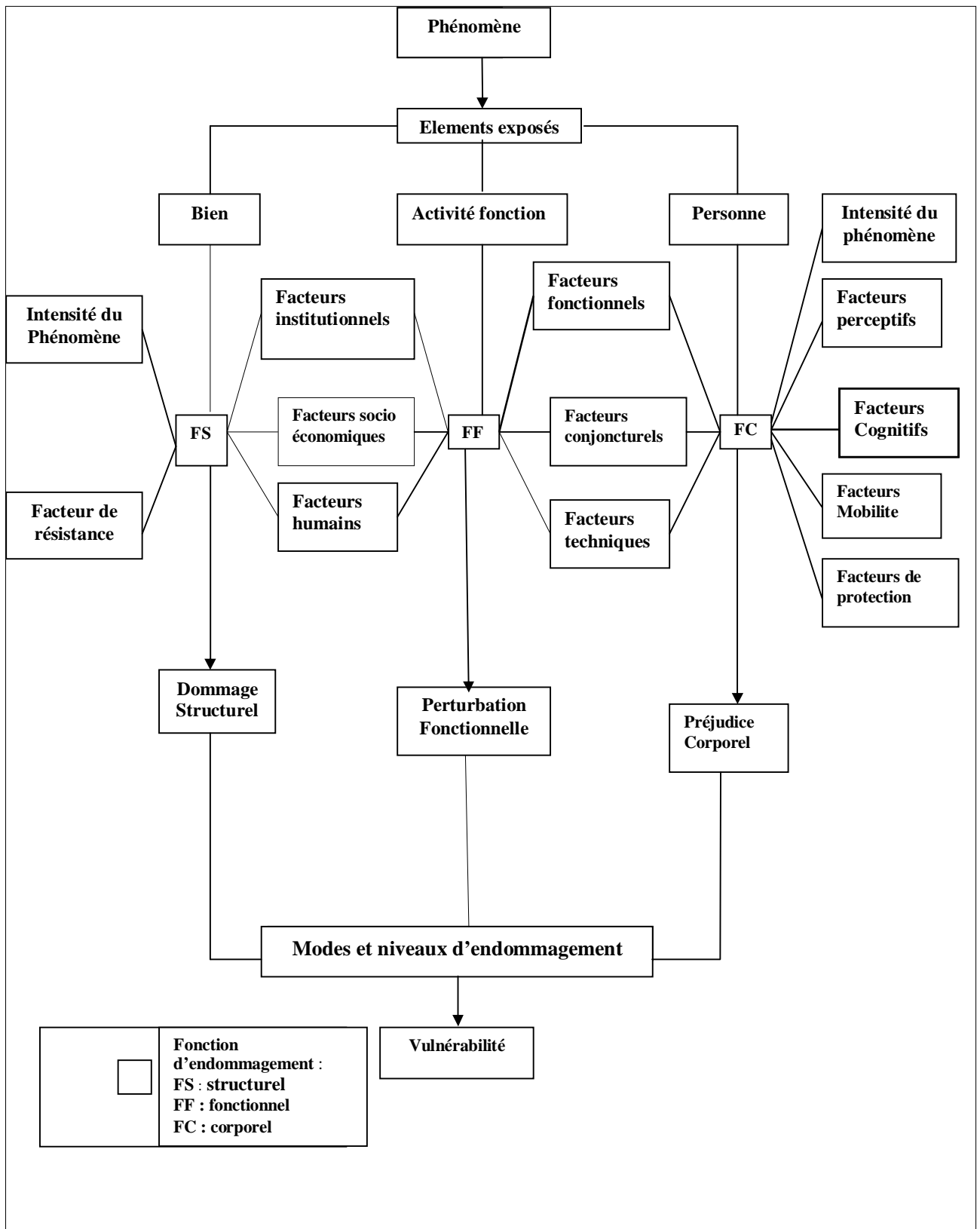
Pour les biens matériels : elle est fonction de l'intensité d'un phénomène donnée et de la sensibilité de ce bien (fig n°25).

#### **1-3-2- La fonction d'endommagement corporel**

Pour les personnes : elle est fonction également de l'intensité du phénomène et de facteurs de sensibilité intrinsèques et extrinsèques (fig n°25).

#### **1-3-3- La fonction d'endommagement fonctionnel**

Pour les activités et les fonctions diverses, elle dépend du niveau d'endommagement des biens et des personnes et des fonctions secondaires assurant l'activité en question (fig n°25).



Source : Leone et al (1996)

Fig n°25 Les Composants de la vulnérabilité

#### 1-4-Analyser les résultats d'endommagement du bâti de la ville de Constantine

Les conséquences des glissements de terrain sur le patrimoine immobilier, se traduisent par la dégradation de ce dernier.

D'après les résultats d'une étude réalisée sur l'impact des glissements de terrain sur le patrimoine immobilier de la ville de Constantine, 15000 logements est menacés par les glissements de terrain (Benazzouz 2001).

Elles sont constituées essentiellement du patrimoine colonial, qui se trouve actuellement dans un état de délabrement avancé.

Ces désordres affectent une superficie du tissu urbain d'environ 120 ha et une population de 100000 habitants (DUC 2004).

Ces désordres sont répartis à travers plusieurs sites, dont les principaux sont précisés conformément au tableau n°16.

Sites	Début du processus	Superficies des sites affectés en (ha)	Population résidente (hab)
Belouizdad Kaidi kitouni	1972	32	60 000
Mosquée Emir Abdelkader Bellevue	1974-1977	28	5 000
Bardo -Ciloc	1988	27	15000
El Ménia –Boudrâa salah	1988	29	15 000
Pont Sidi Rached	1979	-	-
total		116	95 000

Source : Conseil National Economique et Social + Ministère de l'habitat et de l'urbanisme (2003)

Tableau n°16 Les principaux glissements de terrain dans le périmètre urbain de la ville de Constantine

A Constantine 18 sites sont affectés par le phénomène des glissements de terrain, elles sont réparties en cinq zones (fig n°26).

Devant cette situation une étude globale et approfondie des sites touchées de la ville de Constantine s'est imposée.

L'étude fut lancée au mois d'avril 2001 pour un délai d'exécution de 25 mois par un bureau d'études français SIMECSOL (entreprise des études engineering) ;le suivi et le contrôle des travaux sont assurés par sept bureaux d'études techniques et le contrôle technique des constructions CTC-EST.



Les résultats concernant l'expertise des constructions en fonction de leur état sont représentés dans le tableau n°17, dont nous présentons le bilan suivant :

Zones	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	Total
Zone A	1717	560	706+6BV	2983+6BV
Zone B	878	111	15	1004
Zone C	2496	06	355	2857
Zone D	179	81	123+1BV	383+1BV
Zone E	66	01	00	67
Total	5336	759	1199	7294+7BV
%	73.15	10	17	97.15

Source : DUC-CTC-EST (2003-2004)

Tableau n°17 Les Résultats de l'expertise de l'endommagement des constructions

Le nombre total des constructions expertisées est de 7294 et 7 bidonvilles, dont 5336 soit 73.15% du total des constructions expertisées, sont en bon état.

En revanche 1199 constructions soit 17% du nombre total des édifices expertisés, sont concernés par la démolition.

Ainsi que 759 constructions soit près de 10% du total des édifices, sont concernés par les travaux de confortement.

#### **-La zone A**

La zone A comprend les quartiers de Belouizeded, Kitouni et Kaidi Abdellah. Elle comprend 2983 et 6 bidonvilles, ce qui constitue près de 40% du nombre total des constructions expertisées.

Cette zone comprend près de 706 constructions et 6 bidonvilles destinés à la démolition, ce qui constitue près de 58% du total des édifices concernés par la démolition.

Ainsi que 560 constructions soit près de 73% du total sont concernés par les travaux de confortement, en revanche près de 32% du total des constructions sont en bon état.

#### **-La zone B**

La zone B comprend les quartiers de Belle vue, terrain de la mosquée Emir Abdelkader et la cité 20 Août 1955.

Elle comprend 1004 constructions, ce qui constitue près de 12% du total des édifices expertisés.

15 édifices ce qui constitue près de 1.25% du total des constructions concernés par la démolition.

Cette zone comprend 111 édifices, soit 14.62 % du total des édifices concernés par les travaux de confortement, en revanche 878 édifices soit près de 16% du total sont en bon état.

#### **-La zone C**

La zone C comprend les quartiers suivants : Boudrâa salah, Benchergui, Boussouf et Zaouch, Cette zone comprend 2857 édifices soit près de 40% du total des édifices expertisés.

Les constructions classées en rouge destinées à la démolition représentent 29.6% du total des constructions, et 6 constructions seulement sont concernées par les travaux de confortement.

En revanche 2496 constructions soit près de 46% du total sont en bon état.

#### **-La zone D**

La zone D comprend les sites suivants : Bardo, place krikri, le chemin forestier et la culée Nord du pont de Sidi Rached.

Elle comprend 383 constructions et un bidonville, ce qui constitue près de 5% du total des édifices expertisés.

Cette zone comprend 123 édifices destinés à la démolition soit 32.11 % du total des constructions expertisées.

En revanche 81 édifices, ce qui constitue 21.14 % du total des édifices expertisés sont concernés par les travaux de confortement

#### **-La zone E**

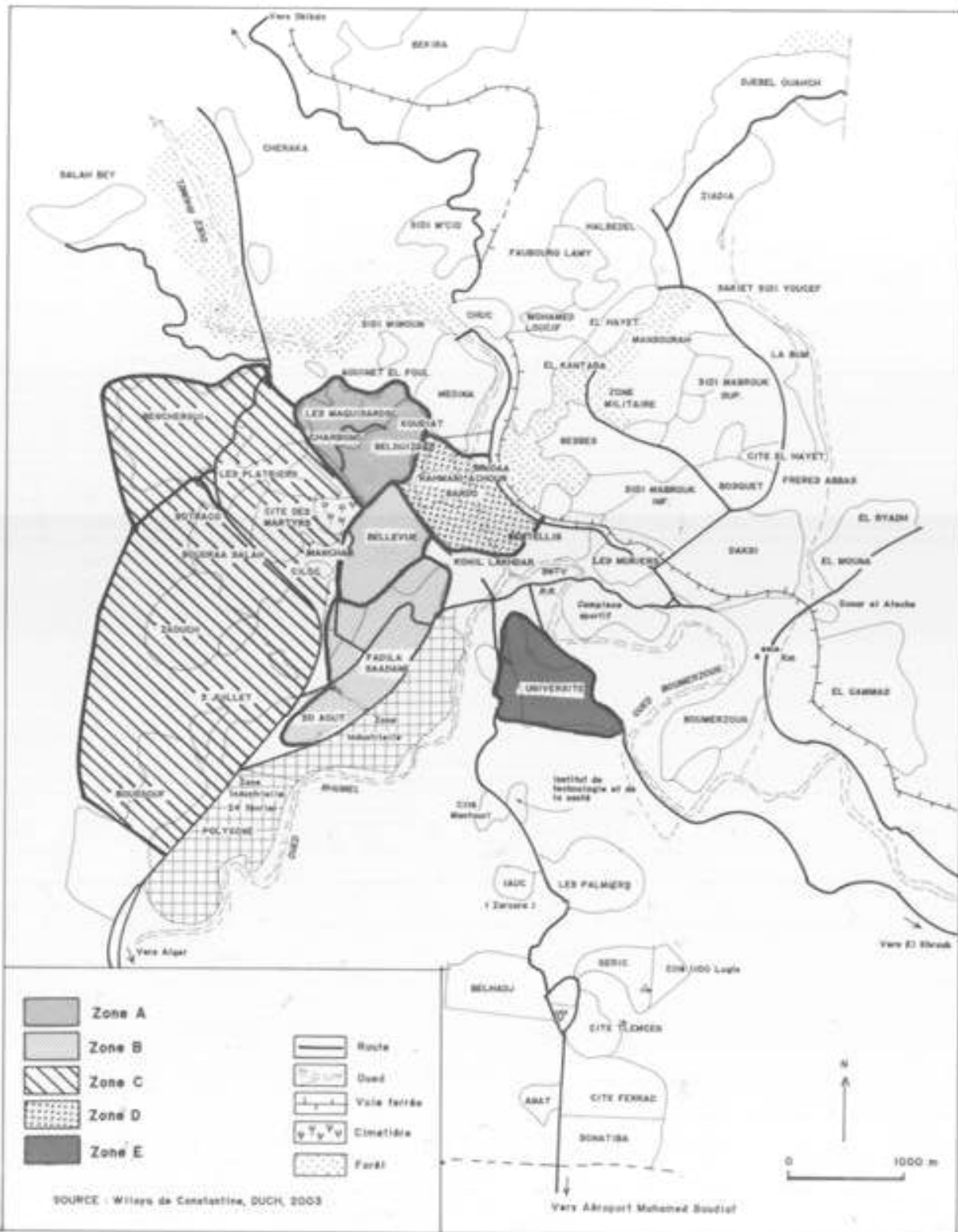
La zone E comprend le terrain de l'université de Constantine ; elle comprend 67 édifices soit près de 0.19 % du total des édifices expertisés.

Elle comprend 66 constructions, ce qui constitue près de 98% du total des édifices, sont en bon état.

En revanche 1.49 % du total des édifices, sont concernés par les travaux de confortement.

On constate que près de 58% des édifices concernés à la démolition et près de 29 % du total des constructions destinés à la démolition sont localisées dans le la zone A.

FIG. : VILLE DE CONSTANTINE : ZONES DE GLISSEMENTS



#### **1-4-1- Site de Belouizded - Kitoumi**

Le cadre du bâti date en majeure partie de la période coloniale, il est constitué de constructions en maçonnerie et en béton armé enchevêtré, avec un gabarit de quelques niveaux généralement.

Les constructions présentent beaucoup de ressemblances. L'expertise a porté sur 2409 constructions à fonction driver : habitations administrations et équipements sanitaires, scolaires, culturelles et sportifs.

D'après les résultats du tableau n°18, on peut dresser le bilan suivant :

-2351 constructions soit près de 97% du total d'usage d'habitation, dont 306 habitations destinées à la démolition et 473 habitations concernées par les travaux de confortement.

En revanche 1572 habitations sont en bon état.

-313 constructions soit près de 13% du total des constructions expertisées, concernées par la démolition.

-Ainsi que 477 constructions soit près de 19% du total des constructions expertisées concernées par les travaux de confortement.

-En revanche 1619 soit 66% du total des constructions, sont en bon état et ne constituent aucun danger.

Les services techniques de la DUC et du CTC-Est, ont répartis ce site en sept parties (fig n°27).

Les résultats de l'expertise des bâtisses sont représentés dans le tableau n°19, d'où nous pouvons enregistrer le bilan suivant :

-Dans la première partie le nombre des constructions expertisées est 219 dont 32 édifices soit 14% du total des édifices expertisés, concernés par la démolition.

-48 ouvrages soit près de 22% du total des constructions, sont concernées par les travaux de confortement.

-Dans la deuxième partie 13 constructions sont concernées par la démolition et 47 ouvrages sont concernés par les travaux de confortement.

-Pour la troisième partie, 7 ouvrages seulement sont à démolir et 11 constructions sont concernées par les travaux de confortement.

-La quatrième partie comprend 344 ouvrages expertisés, dont 24 constructions sont classées en rouge à démolir, en revanche 42 ouvrages sont concernés par les travaux de confortement.

Classifications	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	Total
Nature de construction				
Bâtiments habitations	1572	473	306	2351
Bâtiments Administratifs	12	00	00	12
Equipements Scolaires	09	01	01	11
Equipements Hospitaliers	01	00	00	01
Equipements sportifs et culturels	01	00	00	01
Autres	24	03	06	33
total	1619	477	313	2409
%	66	19	13	98

Source : DUC-CTC-EST (2003)

Tableau n°18 Les résultats de l'expertise de l'endommagement des constructions au site Belouizded-Kitouni

Parties	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	total
1	139	48	32	219
2	432	47	13	492
3	66	11	07	84
4	278	42	24	344
5	293	13	12	318
6	110	64	144	318
7	301	252	81	634
total	1619	477	313	2409
%	66	19	13	98

Source : DUC-CTC-EST (2003- 2004)

Tableau n°19 La répartition de l'endommagement des constructions dans les différentes parties du site Belouizded-Kitouni

- Dans la cinquième partie, le nombre des ouvrages expertisés est de 318 ouvrages, dont 12 ouvrages sont concernés par la démolition et 13 constructions sont concernées par les travaux de confortement classé en orange.

-Pour la sixième partie, le nombre des constructions expertisées est de 318 constructions, dont 144 ouvrages sont classés en rouge à démolir, elle constitue près de 45% du total des constructions expertisées.

-Dans la dernière partie, 634 ouvrages ont été expertisés, dont 81 constructions sont concernées par la démolition et 252 ouvrages, concernés par les travaux de confortement.

A travers ce bilan, on peut constater que plus 46% du total des ouvrages expertisés, classés en rouge, concernés par la démolition, sont localisés dans la sixième partie.

Elle sera retenue pour analyser l'endommagement du bâti pour le site Belouizded-Kitouni.

#### **1-4-1-1- la sixième partie du site Belouizded -Kitouni**

Dans cette partie le cadre du bâti est daté de la période coloniale, constitué de bâtiments et d'ouvrages en maçonnerie, en béton armé enchevêtré avec un gabarit de quelques niveaux généralement en hauteur moyenne.

Les matériaux de constructions en murs porteurs en maçonnerie reposent sur des semelles filantes en gros béton insuffisamment mal ancré dans le cas général.

Cette zone a été expertisée par le service technique de la DUC avec la collaboration de la CTC- EST.

A partir des résultats du (tableau n°20), on peut mettre un bilan sur l'endommagement des constructions et établir un plan sur l'endommagement des constructions (fig n°30).

-318 constructions et le nombre total des constructions expertisées, dont 144 constructions ce qui constitue près de 44% du total des constructions concernées par la démolition.

-64 constructions soit près de 19% du total concernées par les travaux de confortement, en revanche 110 constructions soit près de 33% du total des édifices sont en bon état.

Les ouvrages endommagés, subissent des fissures dans les éléments structuraux, dont les tassements et les basculements sont à l'origine de leur destruction partielle et même totale.

Classifications Niveau	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	Total
SS+ RDC	08	07	29	44
SS+ RDC+1	13	08	09	30
SS+ RDC+2	07	06	00	13
SS+ RDC+3	00	05	01	06
SS+ RDC+4	01	02	00	03
RDC	13	02	23	38
RDC+1	31	20	50	101
RDC+2	22	08	24	54
RDC+3	10	03	03	16
RDC+4	00	01	00	01
Total	105	62	139	306

Classifications	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	Total
Nature de constructions				
Bâtiments Habitations	105	62	139	306
Bâtiments Administratifs	01	00	00	01
Equipements Scolaires	01	01	00	02
Equipements Hospitaliers	00	00	00	00
Equipements sportifs et culturels	01	00	00	01
Autres	02	01	05	08
total	110	64	144	318
%	33	19	44	96

Source : DUC-CTC- EST (2003)

Tableau n°20 Les Résultats de l'expertise de l'endommagement des constructions à Sixième partie -Site Belouizded-Kitouni-

Source : DUC-CTC -EST-(2003)

Tableau n°21 Le niveau des constructions expertisées à la sixième partie (Site Belouizded-Kitouni)

D'après le (tableau n°21), on peut mettre le bilan suivant :

-101 constructions soit près de 33% du total des édifices expertisés, sont des constructions d'un seul niveau RDC+1.

-50 constructions ce qui représente près de 35 % du total des édifices expertisés classés en rouge destiné à la démolition, sont d'un seul niveau RDC+1.

Classifications Périodes	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	Total
1993-2003	03	00	00	03
1983-1993	01	00	00	01
1973-1983	02	02	00	04
1973-1963	05	00	00	05
1963-1903	95	60	139	294
total	105	62	139	306

Source : DUC-CTC-EST-(200 3)

Tableau n° 22 L'âge des constructions expertisées à la sixième partie  
(Site Belouizded-Kitouni)

#### 1-4-2- Site de Boudrâa salah

La zone C comprend les quartiers suivants : Ciloc, Boussouf, Zaouch, El Menia au niveau de la route national n°27, Ben Chergui et Boudrâa Salah.

L'expertise du bâti a été menée par les services techniques de la direction de l'urbanisme et de construction DUC avec la collaboration du CTC-EST.

Classifications Sites	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	Total
Boudrâa Salah	1138	02	355	1495
Zaouch Boussouf	737	04	02	743
Benchergui	557	00	86	643
El Menia	64	00	44	108
Total	2496	6	487	2989

Source : DUC- CTC- EST-2003-2004

Tableau n°23 Les résultats de l'expertise de l'endommagement des constructions  
dans la zone C



A partir des résultats du tableau n°23, on peut mettre un bilan sur l'endommagement des constructions.

-L'expertise a porté sur 2989 constructions, avec 487 constructions soit 16% du total des édifices expertisés sont considérés par la démolition.

-1495 constructions ce qui représente 50% du total des édifices expertisés localisés à Boudrâa salah.

-743 constructions ce qui représente 24% du total des édifices expertisés localisés à Zaouch et Boussouf.

-En revanche 643 édifices, ce qui représente 20% du total des édifices expertisés localisés à Benchergui.

Il semble que le site de Boudrâa Salah, est le site le plus endommagé, d'où il comprend près de 72% du total des édifices destinés à la démolition.

En revanche, les constructions concernées par les travaux de confortement ne constituent que 33% du total des édifices expertisés.

Ce site comprend généralement des habitations implantées de façon anarchique, des équipements scolaires et un hôpital. La majorité des habitations sont des constructions précaires et illicites.

L'expertise du site a porté sur 1495 constructions à fonctions diverses, dont 1482 soit près de 99% du total des édifices expertisés d'usage d'habitation. Ainsi que 352 constructions expertisées soit près de 99% du total des édifices destinés à la démolition à usage d'habitation.

Classifications Natures de construction	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	Total
Bâtiments habitations	1128	02	352	1482
Bâtiments administratifs	01	00	00	01
Equipements scolaires	04	00	00	04
Equipements hospitaliers	01	00	00	01
Equipements culturels et sportifs	00	00	00	00
Autres	04	00	03	07
total	1138	02	355	1495
%	75	0.13	23	98

Source : DUC-CTC-EST- 2003- 2004

Tableau n°24 Les résultats de l'expertise de l'endommagement des constructions  
(Site Boudrâa Salah)

Le site Boudrâa Salah a été répartie par la DUC et CTC-Est, en quatre îlots principaux (fig n°29).

Les résultats de l'expertise sont représentés dans le (tableau n°25), dont on peut dresser le bilan suivant :

-534 constructions ce qui représente 35% du total des édifices expertisés localisés dans l'îlot n°1.

- L'îlot n°2 comprend 179 constructions soit près de 12% du total des édifices expertisés.

-208 édifices ce qui constitue près de 13% du total des édifices expertisés localisés dans l'îlot n°3.

-Le quatrième îlot comprend 574 édifices, ce qui représentent près de 38% du total des édifices expertisés.

Classifications Ilots	Classifications			Total
	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	
Ilot 1	328	01	205	534
Ilot 2	179	00	00	179
Ilot3	208	00	00	208
Ilot4	423	01	150	574
Total	1138	02	355	1495
%	75	0.13	23	98

Source : DUC-CTC -EST (2004)

Tableau n°25 La répartition de l'endommagement des constructions dans les différents îlots (Site Boudrâa Salah)

#### 1-4-2-1-l'îlot n°1 du site Boudrâa Salah

D'après les résultats de l'expertise (tableau n°26), on peut dresser le bilan suivant :

- Le nombre des constructions expertisées est 534 constructions dont 521 édifices à usage d'habitation, 4 équipements scolaires et un édifice administratif.

- 205 édifices destinés à la démolition, ce qui représente 38.38% du total des édifices expertisés. En revanche près de 62% du total des constructions expertisées sont en bon état.

-202 habitations ce qui représente 98% du total des constructions expertisées destinés à la démolition.

Classifications Nature De la construction	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	Total
Bâtiments habitations	318	01	202	521
Bâtiments administratifs	01	00	00	01
Equipements scolaires	04	00	00	04
Equipements hospitaliers	00	00	00	00
Equipements culturels et sportifs	01	00	00	01
Autres	04	00	03	07
total	328	01	205	534
%	61.42	0.18	38.38	99.98

Source : DUC-CTC -EST- (2004)

Tableau n°26 Les résultats de l'expertise de l'endommagement du bâti au premier îlot  
(Site Boudrâa Salah)

#### 1-4-2-2- l'îlot n°4 du site Boudrâa Salah

Il est limité au Sud par châabet Boutmar au Nord par les îlots n° (1, 2,3) et les chalets du SOTRACO en Ouest et en Est et l'îlot n°3 (fig n°30).

Les résultats de l'expertise sont représentés dans le (tableau n°27).Elles ont permis aux services techniques de la DUC et du CTC – Est de réaliser un plan sur l'endommagement des constructions d'une part et d'autre part, elles nous a permis de dresser un bilan sur l'endommagement du bâti.

Classifications Nature De constructions	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	total
Bâtiments habitations	423	01	150	574
Bâtiments administratifs	00	00	00	00
Equipements scolaires	00	00	00	00
Equipements hospitaliers	00	00	00	00
Equipements culturels et sportifs	00	00	00	00
Autres	00	00	00	00
total	423	01	150	574
%	73.69	0.17	26.13	99.99

Source : DUC-CTC-EST (2004)

Tableau n°27 Les Résultats de l'expertise de l'endommagement du bâti au quatrième îlot  
(Site Boudrâa Salah)

Classification Période	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	Total
2003-1993	49	01	25	75
1993-1983	173	00	30	203
1983-1973	162	00	62	224
1973-1963	39	00	32	71
1963-1953	00	00	01	01
total	423	01	150	574
%	73.69	0.17	26.13	99.99

Source : DUC-CTC-EST (2004)

Tableau n°28 L'âge du bâti expertisé au quatrième îlot  
(Site Boudrâa Salah)

Classification Niveaux	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	Total
SS+ RDC	11	00	04	15
SS+ RDC+1	12	00	06	18
SS+ RDC+1+2	05	00	00	05
SS+ RDC+2	00	00	01	01
SS+ RDC+3	01	00	00	01
RDC	71	01	80	152
RDC+1	189	00	50	239
RDC+2	39	00	05	44
RDC+3	02	00	01	03
RDC+1+2	83	00	03	86
RDC+2+3	09	00	00	09
RDC+4	01	00	00	01
Total	423	01	150	574
%	73.69	0.17	26.13	99.99

Source : DUC-CTC-EST-(2004)

Tableau n°29 Le niveau du bâti expertisé au quatrième îlot  
( site Boudrâa Salah)

La première observation qu'on peut enregistrer à la suite des données ci-dessus, est que :

- Le nombre total des édifices expertisés est 574 constructions à usage d'habitation.
- Le nombre des édifices expertisés concernés par la démolition est 150 édifices, ce qui représente près de 26.13 % du total des édifices expertisés. Elles constituent actuellement un danger réel sur les habitants.
- En revanche le nombre total des constructions qui ne constitue aucun danger sur la vie des habitants est 423 édifices soit près de 74% du total des édifices expertisés.

Une grande partie des constructions sont réalisés après l'indépendance, d'où les résultats sont représentés dans le tableau n°28, dont on peut établir le bilan suivant :

- 427 habitations soit près de 74 % du total des édifices expertisés ont été construites pendant les deux décennies (1973-1983) et (1983-1993)
- 75 habitations soit 13,06 % du total des édifices expertisés ont été érigés pendant la décennie (1993-2003).

Donc on constate que 573 édifices ce qui constitue 99, 82 % du total des constructions qui ont réalisés après l'indépendance.

En revanche le tableau n°29 présente le niveau du bâti expertisé, d'où on peut mettre le bilan suivant :

- 391 habitations soit près de 68% du total sont d'un-rez-de chaussée d'un seul niveau.
- 15 habitations soit près de 2.61% du total d'un sous-sol plus un rez-de-chaussée SS+RDC.
- 130 édifices soit près de 87% du total des constructions dessinés à la démolition d'un-rez-de chaussée et d'un seul niveau RDC et RDC+1.

On constate que le quatrième îlot est caractérisé par la prédominance des constructions d'un seul niveau RDC+1 ainsi que d'un rez-de-chaussée RDC.

### **1-4-3-Site de Belle vue**

La zone B comprend les quartiers suivants : Bellevue et le terrain de la mosquée Emir Abdelkader, la cité du 20Août 1955.

Les résultats de l'expertise sont représentés dans le tableau n°30, dont on peut dresser le bilan suivant :

- Le nombre des édifices expertisés endommagés est 1004 constructions dont 612 édifices soit près de 60% du total des édifices sont localisés dans le quartier de Bellevue.
- Prés de 289 constructions ce qui représente 30% du total des édifices expertisés sont localisés sur le terrain de la mosquée Emir Abdelkader.
- En revanche 103 constructions soit près de 10% du total des édifices expertisés sont localisés dans la cité du 20 Août1955.

A partir de ce bilan et pour mieux analyser l'endommagement du Bâti, nous avons fait le choix sur les îlots n° (1-32) du site de Bellevue (fig n°31).

Classifications	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	Total
Quartiers				
Belle vue	531	72	09	612
Terrain M.E.K	251	32	06	289
La cité 20 Août 1955	97	06	00	103
total	879	110	15	1004
%	87.54	10.95	1.49	99.98%

Source : DUC-CTC-EST (2003)

Tableau n°30 : La répartition de l'endommagement des constructions  
(Site Bellevue)

Les résultats sont représentés dans le tableau n°31, ces résultats ont permis de réaliser le plan de l'endommagement du site de Bellevue (figure n°32) dont on peut dresser le bilan suivant :

- 531 ouvrages représentent près de 83% du total des constructions qualifiés comme des ouvrages sains.
- 72 constructions expertisées concernées par les travaux de confortement en urgence, en revanche 9 constructions classées en rouge destinées à la démolition.

Classification	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	Total
Nature de constructions				
Bâtiment Habitation	508	65	08	581
Bâtiments administratifs	04	00	01	05
Equipements scolaires	02	05	00	07
Equipements hospitaliers	03	00	00	03
Equipements culturels et sportifs	01	00	00	01
Autres	13	02	00	15
total	531	72	09	612
%	86.76	11.76	1.47	99.99

Source : DUC- CTC EST (2003)

Tableau n°31 Les résultats de l'expertise de l'endommagement du bâti  
(Site Bellevue)

L'expertise de l'endommagement est réalisée par les services techniques de la direction de l'urbanisme et de construction DUC avec la collaboration des services techniques de la construction technique et de construction CTC EST.

Elles sont représentées dans le tableau n°31, dont on peut dresser le bilan suivant :

- 531 ouvrages représentent près de 83% du total des constructions qualifiés comme des ouvrages sains.
- 72 constructions concernées par les travaux de confortement en urgence. En revanche, 9 constructions classées en rouge destinées à la démolition.

#### 1-4-3-1-les îlots n°1-32 du site de Bellevue

Ces îlots sont localisés dans la partie Est et Sud Est du site, datent de la période coloniale.

Les constructions sont de type pavillonnaire avec des murs porteurs et des planchers voûtés comprenant des solives métalliques.

Les maisons en semelles filantes en gros béton pour les murs en maçonnerie et en semelles filantes en gros bétons isolés pour les structures en béton armé.

L'expertise a porté sur 261 constructions à fonctions diverses, dont nous pouvons enregistrer le bilan suivant :

Le nombre des constructions est 205 dont elles représentent 78% du total des constructions Expertisés, en revanche le nombre des édifices endommagés destiné à la démolition est 8 constructions, elles constituent près de 3% du total des constructions expertisées.

Classifications Nature de constructions	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	Total
Bâtiments Habitations	200	48	08	256
Bâtiments administratifs	01	00	00	01
Equipements scolaires	01	00	00	01
Equipements hospitaliers	00	00	00	00
Equipements culturels et sportifs	00	00	00	00
Autres	02	01	00	03
total	205	48	08	261
%	78.54	18.39	3.06	99.99

Source : DUC-CTC –EST (2004)

Tableau n°32 Les résultats de l'expertise de l'endommagement du bâti des différents îlots  
(Site Bellevue)

L'expertise des services techniques de la direction d'urbanisme et de construction DUC avec la collaboration des services techniques de la construction technique et de construction CTC EST a mentionné qu'au niveau de ces îlots, une grande partie des maisons de deux ou à trois niveaux avec des toitures en charpentes en bois avec couvertures en tuiles.

En revanche en ce qui concernant les édifices destinées à la démolition, elles sont caractérisées par des niveaux bases d'un sous-sol plus un rez-de-chaussée et un rez-de-chaussée plus un étage SS+RDC et RDC+1.

En revanche, une grande partie des édifices concernés par la démolition ont un âge supérieur à 70ans.

Classifications Niveaux	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	Total
SS+RDC	42	11	03	56
2SS+RDC	01	01	00	02
SS+RDC+2	08	01	00	09
SS+RDC+1	65	17	01	83
SS+RDC+3	01	01	00	02
RDC	03	02	00	05
RDC+1	70	05	03	78
RDC+1+TA	01	01	00	02
RDC+2	10	02	00	12
RDC+2+TA	00	01	01	02
RDC+3	03	01	00	04
RDC+4	00	02	00	02
RDC+5	01	02	00	03
RDC+7	00	01	00	01
Total	205	48	08	261

Source : DUC- CTC-EST (2003)

Tableau n°33 Le niveau du bâti expertisé aux différents îlots  
(Site Bellevue)



L'observation qu'on peut enregistrer à la suite des données ci-dessus ; est que les édifices endommagés sont répartis à travers les sites choisis avec un taux notamment élevé à Belouizded-Kitouni et Boudrâa Salah .

Ces habitations endommagées participent largement à la dégradation de l'environnement urbain de la ville.

Classification Sites	Classe vert	Classe orange	Classe rouge	Total
Belouizded-Kitouni (partie n°6)	110	64	144	318
Boudrâa Salah (Ilot n°4)	423	01	150	574
Bellevue (Ilots n°1-32)	205	48	08	261
Total	738	113	302	1153
%	64	9.8	26.19	100

Source : DUC –CTC-EST (2003- 2004)

Tableau n° 34 Les résultats récapitulatifs sur l'endommagement du bâti dans les différents sites

A partir des résultats du tableau n°34, on peut dresser le bilan suivant :

-Le nombre total des constructions expertisées est 1153 constructions, dont 738 édifices classés en vert, ce qui représente près de 64% du total des constructions expertisées.

Elles ne constituent aucun danger sur les habitants, localisées principalement au quatrième îlot du site Boudrâa Salah et la sixième partie du site Belouizded-Kitouni.

-En revanche, près de 302 sont des édifices à usage d'habitation, sont concernés par la démolition, elles constituent près de 49% du total.

Ces édifices sont localisés principalement à la sixième partie du site Belouizded-Kitouni et au quatrième îlot du site Boudrâa Salah.

-Au niveau de la sixième partie du site Belouizded-Kitouni, 144 constructions soit près de 45% du total des édifices expertisés sont concernés par l'opération de démolition.

En revanche 64 édifices soit 20% du total des constructions expertisés sont concernés par les travaux de confortement. En revanche, 110 édifices ne constituent aucun danger sur les habitants.

Au quatrième îlot du site Boudrâa Salah, le nombre des constructions expertisées est 574 constructions, d'où 150 constructions sont concernées par la démolition, elles constituent

prés de 26% du total des édifices. En revanche, 423 constructions soit près de 73% ne constituent aucun danger.

Pour les îlots du site de Bellevue seulement 8 édifices sont sélectionnés à l'opération de démolition, en revanche 48 constructions soit près de 18 % du total des constructions expertisées ont besoin des travaux de confortement.

## **2-Essai d'évaluation de la vulnérabilité structurelle dans les sites étudiés**

D'après Vernes (1984) et Einstein (1988), la vulnérabilité consiste en un élément fondamental de l'appréciation du risque naturel, donc son évaluation est un élément déterminant de l'appréciation du risque naturel.

Nous proposons un essai d'évaluation de la vulnérabilité structurelle par l'utilisation de la méthode d'endommagement qui est une méthode classique issue du génie parasismique.

Sachant que l'endommagement dû aux glissements de terrain est souvent difficile à caractériser compte tenu de l'extrême diversité des mécanismes propres aux phénomènes générateurs.

Cette complexité d'après Leone et al (1995) entraîne un caractère très varié et dispersé dans l'espace et dans le temps des dommages associés.

### **2-1-Les Méthodes d'évaluation**

Les travaux concernant l'évaluation de la vulnérabilité sont très rares, il n'existe pour ainsi dire aucun modèle de son évaluation.

La plupart du temps il s'agit d'études de cas qui ne sont pas généralisables, actuellement l'évaluation de la vulnérabilité se fait par deux approches qui sont :

#### **2-1-1-La Méthode fonctionnelle**

C'est la seule méthode véritablement opérationnelle développée par le **cemegref** de Lyon en France, elle concerne l'évaluation du risque d'inondation.

Elle permet de gérer le risque d'inondation à l'échelle du bassin versant, dont la définition de la vulnérabilité, se fait à partir des mêmes paramètres que l'aléa qui sont : la fréquence temporelle, la durée d'immersion et la hauteur d'eau, la vitesse du courant. Cette méthode est relativement nouvelle dans l'histoire de la lutte contre les risques. En revanche, elle ne semble pouvoir fonctionner que pour le risque d'inondation, car les éléments constitutifs de la vulnérabilité peut difficilement être réduits à quelques paramètres pour les phénomènes brutaux qui menacent fortement des vies humaines.

Cette méthode ne peut fonctionner que pour les crues de plaines, puisqu' elle raisonne en volume et non pas en débit de pointe.

### **2-1-2-La Méthode d'endommagement**

C'est une méthode quantitative issue du génie parasismique, elle se fonde sur l'élément vulnérable pour lequel il s'agit de mesurer les conséquences de la survenance d'un aléa donné (d'Ercole 1994).

L'endommagement traduit à la fois en effet les dommages physiques et les dommages fonctionnels et économiques.

Cette méthode doit mesurer la capacité de systèmes interdépendants à fonctionner pour résister à des perturbations extérieures, même les plus imprévisibles (Theys-Fabiani 1988) c'est-à-dire sa capacité à résister à un phénomène destructeur.

La vulnérabilité intègre les dommages physiques directs et les dommages indirects (Les coûts indirectes et les coûts non marchands) d'une façon générale, tout élément d'endommagement social lié à une catastrophe éventuelle.

### **2-2-Application de la Méthode d'endommagement**

La vulnérabilité des glissements de terrain, s'intéresse essentiellement à la fonction d'endommagement structurel et corporel, qui sont très difficiles à formaliser d'un point de vue analytique compte tenu de la complexité du phénomène.

Le jugement du comportement des éléments exposés aux glissements de terrain et très difficile en général.

L'utilisation de la méthode d'endommagement, définit le niveau d'endommagement d'un élément exposé, soumis à l'action d'un phénomène ressenti ou déclaré d'intensité donnée.

L'évaluation de la vulnérabilité dans les sites étudiés, se fait de façon purement physique, en évaluant les risques d'endommagement matériel des constructions par l'application d'une matrice d'endommagement.

La référence de cette matrice d'endommagement (tableau n°35), sont les résultats d'études pathologiques élaborées en 1995 par Leone et al.

Cette matrice permet de représenter le niveau d'endommagement en fonction du phénomène naturel et de l'enjeu.

Le niveau sera mesuré par un taux d'endommagement compris entre 0-1 dont la valeur 0 étant affectée à un dommage nul et la valeur 1 à un dommage total.

La démarche consiste à classer et hiérarchiser l'endommagement des constructions des sites par l'utilisation de la matrice d'endommagement; ce qui constitue la phase la plus délicate de cette méthode (Chatelain et al 1994).

Étant donné que le nombre d'éléments affectés par les glissements de terrain reste souvent très limité par rapport aux autres phénomènes naturels tels que les séismes et les inondations.

Nous nous intéressons à la vulnérabilité structurelle des sites suivants : la sixième partie du site Belouizded-Kitouni , le quatrième îlot du site Boudrâa Salah , les îlots n°1-32 du site de Belle vue et enfin, le site de Boussouf , par la proposition des scénarios de risque sur l'endommagement des constructions.

Nature des éléments exposés	Modes d'endommagement	ID	D	Nature des dommages
Bâti	Dommages légers non structurels gros œuvre non touché, stabilité non affectée	1	0.01-01	Structurels matériels
	Fissuration des murs	2	0.2-0.3	
	Déformations importantes lézardes largement ouvertes évacuation nécessaire	3	0.4-0.6	
	Effondrement partiel du Plancher ou brèches dans les murs Désolidarisation des parties Evacuation immédiate	4	0.7-0.8	
	Destruction totale Effondrement de la construction Pas de réhabilitation possible	5	0.9-1	

Source : Leone et al (1995)

Tableau n°35 La Matrice d'endommagement structurel du bâti

### 2-2-1-Site Belouizded-Kitouni

L'application de cette matrice sur la sixième partie Belouizded-Kitouni, pour estimer les désordres affectant les structures des ouvrages. La méthode consiste à déterminer l'élément vulnérable qui peut être endommagé.

L'application envisagée nécessite de mettre des scénarios du risque sur l'endommagement du bâti, ensuite évaluer l'endommagement par l'utilisation de la matrice d'endommagement.

Les résultats sont représentés dans le tableau n°36.

Indice d'endommagement \ Type de Constructions	1	2	3	4	5	Total
Bâtiments habitations	05	48	52	104	97	306
Bâtiments Administratifs	01	00	00	00	00	01
Equipements scolaires	00	01	01	00	0	02
Equipements culturels et sportifs	00	01	00	00	00	01
Autres	00	02	01	05	00	08
total	06	52	54	109	97	318

Source : DUC –CTC- EST- Modifié par l'auteur (2005)

Tableau n°36 Les résultats de l'évaluation de la vulnérabilité structurelle à sixième partie

D'après le tableau précédent, on peut dresser le bilan suivant :

-Le nombre des constructions expertisées est 318 constructions, dont 97 édifices à usage d'habitation, ce qui présente 31.6% du total des édifices expertisés, ont un indice d'endommagement ID=5. Ces édifices ont une grande prédisposition à la démolition totale. Elles risquent de présenter un grand danger sur la vie des habitants.

-Le nombre des constructions dont l'indice d'endommagement ID=4 est 109 soit près de 35% du total des constructions expertisées.

Cette catégorie comprend 104 habitations, ce qui représente 96% du total des constructions à usage d'habitation. Elles peuvent être partiellement détruites en cas d'une catastrophe, donc elles constituent un danger réel sur les habitants.

-Le nombre de constructions d'où l'indice d'endommagement ID =3 est 54 constructions ce qui constitue 16.99% du total. Ainsi nous signalons que 99% du total des constructions expertisées, d'où l'indice d'endommagement ID=3 sont des constructions à usage d'habitation.

Ces édifices peuvent être affectés par des fissures et des lézardes dont l'évacuation des habitants est nécessaire.

-Le nombre des édifices dont l'indice d'endommagement ID = 2 est 48 édifices, elles représentent 15.68 % du total des édifices expertisés. Ces édifices sont affectés par des fissures.

La stabilité est non affectée pour 5 édifices expertisés, ce qui représente près de 1.63% du total des édifices expertisés.

La dernière phase de cette méthode consiste à mettre un plan sur la vulnérabilité structurelle. En revanche sur site nous avons constaté que les causes de l'instabilité sont très complexes, elles dépendent de plusieurs facteurs naturels et anthropiques.

La construction sur des talus accidentés constitués d'affleurement de consistance meuble du Miocène.

La présence d'eaux dont le système de collecte des eaux pluviales et usées est totalement défectueux, ce qui laisse le niveau d'eau varier d'une saison à une autre.

En hiver suite à un apport d'eau important, ce qui amène à un gonflement du sol et en période sèche on a un assèchement et un rabattement du sol.

Ces phénomènes ont créé des efforts sur le bâti existant, ce qui a engendré :

- Des fissures dans le cloisonnement et désorganisation des planchers et des dallages.
- Des affaissements des trottoirs et la rupture de système de fondations constituées de rigoles en gros béton.
- Un déplacement bloc de certains édifices au niveau du béton armé.
- Des cisaillements dans les poteaux à la base des constructions.
- Un balancement avec rotation de certains édifices avec une désorganisation du dallage et des fondations hétérogènes sollicitant le sol avec des charges différentes.

Sur site, nous avons distingué des fissures dans les façades principales et postérieures généralement sous forme d'un réseau. Elles peuvent atteindre l'ensemble de l'ouvrage ou se manifester sur certaines parties.

Les causes de ces fissures sont liées à l'environnement d'une part et d'autre part, à la composition physico-chimique et la nature des matériaux de construction et leurs caractéristiques de retrait et de gonflement à cause des facteurs climatiques.

Nous avons remarqué sur site une mauvaise conception architecturale avec l'absence de joints de dilatation irrégularité en plan et en élévation, ce qui a augmenté l'endommagement du bâti.

Nous signalons aussi l'occupation irrationnellement des constructions par leurs propriétaires d'où l'existence d'une incommodité définie par l'exiguïté de la surface offerte à chaque famille.

Indice d'endommagement  Période	1	2	3	4	5	Total
1993-2003	00	02	01	00	00	03
1983-1993	00	01	01	02	00	04
1973-1983	00	00	02	02	00	04
1963-1973	01	02	02	00	00	05
1903-1963	04	43	46	100	97	290
Total	05	48	52	104	97	306

Source : DUC –CTC-EST- 2005 - Modifié par l'auteur

Tableau n°37 L'âge du bâti endommagé à la sixième partie  
(Site Blouizded–Kitouni)

A partir des résultats du tableau n°37, on peut dresser le bilan suivant :

Près de 290 constructions soit 94 % du total des constructions avaient été construites durant la période coloniale entre (1903-1962).

En revanche 16 constructions soit près de 6% du total des constructions avaient été érigées après l'indépendance.

L'âge avancé du bâti endommagé constitue un facteur qui va augmenter et accélérer l'endommagement en cas d'une catastrophe naturelle.

Vu l'état des constructions et dans le but d'identifier l'état des constructions, on présente la description de l'endommagement de quelques bâtisses du site Belouizded Kitouni.

#### **-Ilot n°4 : 28 Rue Belakroun**

C'est une construction à usage d'habitation en murs porteurs en pierres, d'un seul niveau d'où l'âge approximatif du bâti est 80 ans.

Sur terrain nous avons remarqué que la construction du bâti repose sur un versant accidenté, ce qui explique l'état dégradé des trottoirs et des rues.

Sur site le réseau d'assainissement est en mauvais état, avec l'absence du drainage et la vétusté de la construction.

D'après le rapport des services techniques de la direction technique et de construction DUC et du contrôle technique de construction de L'Est (CTC-EST), les principaux dommages constatés au niveau de la construction sont :

- De grandes fissures verticales horizontales et inclinées à 45° à travers les murs des façades.
- Un affaissement important au niveau du rez- de- chaussée.
- Des fissures importantes dans les murs porteurs au niveau des faux plafonds
- Une infiltration des eaux à travers les murs.

L'évaluation de la vulnérabilité structurelle par l'utilisation de la matrice d'endommagement nous a permis de réaliser le plan de la vulnérabilité structurelle (fig n°34).

#### **-Ilot n°5 : Avenue Boudjeriou**

L'édifice à usage d'habitation de trois niveaux dont l'âge approximatif du bâti est de 100 ans la construction est en murs porteurs en pierres.

Sur terrain nous avons remarqué des déformations et des affaissements autour de la construction ainsi que les trottoirs et les revêtements des rues sont en mauvais état.

Le rapport réalisé par les services techniques de la direction d'urbanisme et de construction DUC (2004) avec la collaboration du CTC-EST (2004) a mentionné que les désordres constatés au niveau de ce bâti sont multiples :

- Des fissures du 3<sup>ème</sup> degré à travers la façade verticale et horizontale de l'édifice avec une inclinaison de 45°.
- Une corrosion des solives métalliques et un affaissement du dallage.
- Des fissures inclinées et horizontales dans les murs intérieurs.

L'évaluation de la vulnérabilité structurelle par l'utilisation de la matrice d'endommagement nous a permis de réaliser le plan de la vulnérabilité structurelle (fig n°35).

#### **-Ilot n°6 : Avenue Boudjeriou**

Cette construction est d'usage d'habitation constituée d'un seul niveau, elle est en murs porteurs en pierres, l'âge approximatif du bâti est de 100 ans.

Le site est caractérisé par une topographie accidentée avec une circulation anarchique des eaux, cela est dû à l'état dégradé et dénudé du réseau d'assainissement.

Le rapport réalisé par les services techniques de la direction d'urbanisme et de construction DUC (2004) avec la collaboration des services du CTC - EST (2004), a enregistré plusieurs désordres au niveau de la construction :

- Des fissures verticales et anarchiques et même inclinées à 45° dans les murs de la façade principale.
- Un affaissement au niveau du rez -de- chaussée de 3<sup>ème</sup> niveau.





Photo n°3 : Une façade fissurée d'un immeuble.  
Site Belouizded-kitouni (sixième partie)

Source : Mezhoud Lamia (2005)



Photo n°4 : Vue d'une façade principale  
dégradée d'un immeuble.  
Site Belouizded-Kitouni (sixième partie)

Source :Mezhoud Lamia (2005)

- Des grandes fissures inclinées et horizontales dans les murs.
- Un décollement de l'induit sous plafond à la limite de l'effondrement dans les murs intérieurs ; ce qui constitue un risque d'effondrement du faux plafond dû à l'infiltration des eaux pluviales à travers les planchers.

**-Ilot n °6: n°2 Rue Khiat - n°9 Rue Kerrouche**

Il s'agit de construction à usage d'habitation d'un seul niveau, la construction en structure mixte .Les désordres enregistrés par les services techniques sont les suivants :

- Un tassement de la construction en contre pente.
- Des fissures importantes verticales et horizontales et d'inclinaison à 45° dans les murs de la façade principale et latérale.

**-Ilot n °6 : n°6 Rue Khiat Abdesslam**

Le bâti à usage d'habitation, dont l'âge approximatif est de 60 ans de deux niveaux, la construction en murs porteurs en pierres. Sur site nous avons remarqué les désordres suivants :

- La topographie accidentée.
- Le réseau d'assainissement est en mauvais état.
- La vétusté de la construction.

Pour le bâti, le rapport réalisé par les services techniques de la direction d'urbanisme et de construction DUC avec la collaboration des services du CTC – EST, a enregistré les désordres suivants :

- Des fissures inclinées à 45° au niveau des façades postérieures du 2<sup>ème</sup> étage.
- Des fissures dans les murs intérieurs avec une corrosion des solives métalliques.
- L'affaissement des faux plafonds.

**-Ilot n°7:7 Avenue Kitouni Abdelmalek**

Il s'agit d'un immeuble en murs porteurs et en pierres à usage d'habitation, de deux niveaux dont l'âge approximatif de l'édifice est de 70ans.Les causes probables des désordres sont multiples :

- La topographie accidentée du site, ce qui a accentué la dégradation des trottoirs et des rues.
- L'absence du drainage et l'état dégradé du réseau d'assainissement.
- La vétusté de la construction.



Source :Mezhoud Lamia (2005)

Photo n° 5 : Une corrosion d'une solive métallique d'un immeuble  
a la sixième partie- site Belouizded-Kitouni-



Source : DUC (2004)

Photo n°6 Deux constructions inclinées avec la dégradation des façades  
a la sixième partie -Site Belouizded-Kitouni-

D'après le rapport réalisé par les services techniques de la direction d'urbanisme et de construction DUC (2004) avec la collaboration des services du contrôle technique de construction de L'Est CTC- EST a enregistré les principaux désordres dans l'immeuble existant :

- De grandes fissures verticales et horizontales et inclinées à 45° dans les murs de la façade Principale.

- Des fissures importantes dans les murs porteurs au niveau des faux plafonds.

- Une infiltration des eaux à travers les murs

- Un affaissement important au niveau du rez-de-chaussée et du plancher du 2<sup>ème</sup> étage.

Etant donné que le bâti présente beaucoup de désordres, il est concerné par la démolition

L'évaluation de la vulnérabilité structurelle par l'utilisation de la matrice d'endommagement nous a permis de réaliser le plan de la vulnérabilité structurelle (fig n°36)

#### **-Ilot n°11 Avenue Kitouni Abdelmalek**

L'édifice à usage d'habitation d'un seul niveau, l'âge approximatif du bâti est de 65ans, la construction est en murs porteurs en pierres. Nous avons remarqué que le site est caractérisé par : une topographie accidentée avec un affaissement du terrain, avec la dégradation et la vétusté du réseau d'assainissement et l'absence du drainage des eaux pluviales .En revanche le rapport réalisé par les services techniques de la direction d'urbanisme et de construction DUC avec la collaboration des services du contrôle technique de construction de l'Est CTC – EST, a enregistré les principaux désordres concernant les bâtisses :

- Des fissures du 3<sup>ème</sup> degré au niveau du rez-de-chaussée et le sous-sol du bâti.

- Des fissures dans les murs porteurs et au niveau des faux- plafonds.

- Une corrosion des solives métalliques.

- Un affaissement du dallage du sous sol et du plancher avec une mauvaise étanchéité et un tassement de la construction.

#### **-Ilot n°14 : 34 Rue des Maquisards**

Le bâti à usage d'habitation constitué d'un sous-sol et d'un rez de chaussée, le type de construction est en murs porteurs en pierres avec la fondation est superficiel.

Le site est caractérisé par une topographie accidentée, un affaissement autour de la construction, la dégradation des trottoirs et des revêtements des rues.

Les désordres constatés par les services techniques de la direction d'urbanisme et de construction DUC avec la collaboration des services du contrôle technique de construction de l'Est CTC – EST au niveau de l'ouvrage sont multiples :

- Des fissures verticales et horizontales et inclinées à 45° dans la façade latérale.
- Des fissures importantes du 3<sup>ème</sup> degré à travers les murs porteurs et le plancher.
- Une infiltration des eaux pluviales avec une corrosion des poutres métalliques et un éclatement du béton.

#### **-Ilot n°15 Rue des Maquisards**

Les constructions à usage d'habitation de trois niveaux, dont l'âge approximatif est de 20 à 80 ans ; la construction est en murs porteurs avec extension en poteaux poutres. Autour des constructions on n'a remarqué les désordres suivants :

- La présence des eaux cela est dû à la dégradation du réseau d'assainissement.
- Le mauvais état des trottoirs et des rues.
- Une mauvaise conception structurelle et architecturale des constructions.
- La topographie accidentée du site.
- La vétusté des constructions.

Le rapport réalisé par les services techniques de la direction d'urbanisme et de construction DUC avec la collaboration des services du contrôle technique de construction de l'Est CTC – EST a enregistré les principaux désordres pour les ouvrages existants :

- Des fissures verticales importantes à travers les murs de la façade.
- Des fissures inclinées à 45° et horizontales au niveau des poteaux.
- Un affaissement du dallage avec une infiltration des eaux à travers les planchers.

Ces constructions présentent un risque majeur d'effondrement particulièrement sous sollicitation sismique.

Nous signalons ainsi que l'aménagement extérieur : l'évacuation des eaux pluviales et de ruissellement ne sont pas réalisés.

L'évaluation de la vulnérabilité structurelle par l'utilisation de la matrice d'endommagement nous a permis de réaliser le plan de la vulnérabilité structurelle (fig n°37).



Source : Mezhoud Lamia (2005)

Photo n°7 Mur de clôture fissuré et dégradé d'un immeuble  
au site Belouizded-Kitouni  
(sixième partie)



Source : Mezhoud Lamia (2005)

Photo n°8: Mauvais états des solives métalliques d'un immeuble  
au site Belouizded-Kitouni  
(La sixième partie)

### **Ilot n° 17 : n° 35 Rue Bensihamdi**

Les constructions à usage d'habitation de deux niveaux dont l'âge approximatif entre 30 à 50 ans. Le type de construction est en murs porteurs en pierres la fondation est superficielle avec une mauvaise conception structurelle et architecturale.

Les causes de l'instabilité sont multiples : une topographie accidentée et la dégradation du réseau d'assainissement et la vétusté des constructions

Le rapport réalisé par les services techniques de la direction de l'urbanisme et de construction DUC avec la collaboration du CTC-EST a enregistré les principaux désordres concernant les ouvrages existants :

-Les murs intérieurs sont inclinés.

-Des fissures dans les faux-plafonds.

-Un détachement du plâtre avec l'apparition du ferrailage et infiltration des eaux à travers le plancher.

-Les désordres constatés au niveau des murs du rez-de-chaussée sont des fissures verticales et inclinées à 45°.

-Un soulèvement du dallage du 1<sup>er</sup> sous sol et des fissures au niveau des plafonds.

-Une corrosion des solives métalliques avec un effondrement des faux-plafonds

L'évaluation de la vulnérabilité structurelle par l'utilisation de la matrice d'endommagement nous a permis de réaliser le plan de la vulnérabilité structurelle (fig n°38).

### **2-2-2-Site Boudrâa Salah**

La méthode consiste tout d'abord à déterminer l'élément vulnérable, qui peut être endommagé par le phénomène de glissement de terrain, ensuite estimer et évaluer leur réponse probable par l'utilisation de la matrice d'endommagement.

L'application se fait sur le quatrième îlot du site Boudrâa Salah, dont les résultats sont représentés dans le tableau suivant et par la fig n°39, d'où on peut dresser le bilan suivant :

Indice d'endommagement Types de constructions	1	2	3	4	5	Total
Bâtiments habitations	158	265	01	122	28	574
Bâtiments administratifs	00	00	00	00	00	00
Equipements scolaires	00	00	00	00	00	00
Equipements hospitaliers	00	00	00	00	00	00
Equipements culturels et sportifs	00	00	00	00	00	00
Autres	00	00	00	00	00	00
Total	158	265	01	122	28	574
%	27.52	46.16	0.17	21.27	4.87	99.99

Source : DUC- CTC- EST (2005) Modifié par l'auteur

Tableau n°38 Les résultats de l'évaluation de la vulnérabilité structurelle  
au quatrième îlot (Site de Boudrâa-Salah)

- Le nombre de constructions d'où l'indice d'endommagement ID = 5, est 28 constructions ce qui constitue 4.87% du total, elles constituent un grand danger sur les habitants.

-122 constructions soit 21.27% du total des édifices expertisés ont un indice d'endommagement ID= 4.

Elles peuvent être partiellement détruits en revanche un seul édifice dont l'indice d'endommagement ID= 3 , il représente 0.17% du total des édifices expertisés.

-Le nombre de constructions dont l'indice d'endommagement ID=2 est 265 constructions soit 46.16% du total des constructions expertisées.

Ces édifices peuvent être affectés par des fissures. En revanche, la stabilité n'est pas affectée pour 158 constructions, ce qui représente 27.25% du total des constructions expertisées, d'où l'indice d'endommagement ID= 1.

La dernière phase de cette méthode consiste à mettre un plan sur la vulnérabilité structurelle fig n°39. Ce plan peut servir à sensibiliser les décideurs, en revanche les résultats restent trop probabilistes et reposent sur trop d'incertitude.

Sur terrain nous avons remarqué que la nature des constructions informelles non planifiées est anarchique, dont une grande partie de ces édifices ont une profondeur insuffisante.

Ce qui diminue leur résistance surtout que la qualité des matériaux utilisés pour la construction est très mauvaise .La topographie accidentée du site avec le système de collecte des eaux qui n'est pas fonctionnel.



L'eau va venir buter contre les soubassements des constructions et trouvent un cheminement idéal dans les remblais et les sols de faibles caractéristiques mécaniques. Il devient un élément perturbateur du sol argileux par ramollissement et cycle alterné de tassement gonflement cette action va engendrer des dégradations importantes.

L'intervention de l'homme par les travaux de terrassement en vue d'extensions à l'horizontale et en hauteur des édifices, sans prendre en compte les dégradations avancées de la structure des ouvrages. Ainsi que la réalisation des ouvrages sur des remblais mal compacté et insuffisamment tassé, sur des formations argileuses, ce qui provoque un tassement différentiel des constructions, d'où nous avons remarqué plusieurs désordres affectent les constructions :

- Des fissures partielles et totales dans les façades principales et postérieures.
- Des fissures inclinées au niveau des murs et des poteaux.
- Le déplacement et la rotation de quelques constructions.
- Des fissures verticales et obliques au niveau des linteaux.
- Des fissures des allèges, des fenêtres et des murs pignons.
- Des déplacements de constructions au niveau du joint de dilatation.
- Des décollements du béton et des gonflements du dallage.

Le Rapport d'expertise réalisé par les services techniques de la direction de l'urbanisme et de construction DUC, avec la collaboration du CTC-Est a confirmé que cet îlot est le plus touché, dont les dégradations constatées sont localisées principalement dans la zone centrale où passe la conduite principale des eaux usées.



Source : Mezhoud Lamia (2005)

Photo n°9 : Rupture des armatures longitudinales du poteau et dégradation de la plate forme d'une construction au quatrième îlot

-Site Boudrâa Salah-



Photo n°10 : Un mur fissuré d'une construction illicite au quatrième îlot  
-Site Boudrâa Salah -

Source : Mezhoud Lamia (2005)



Photo n°11 : Fissuration dans les cloisons d'une construction au quatrième îlot -Site Boudrâa Salah –

Source : Mezhoud Lamia (2005)

### **2-2-3-Site Bellevue**

L'application de la matrice d'endommagement sera sur les îlots n° (1-32) du site de Bellevue. La méthode consiste tout d'abord à déterminer l'élément vulnérable, qui peut être endommagé.

Ensuite estimer et évaluer leur réponse par l'utilisation de la matrice d'endommagement.

Cette méthode nécessite de mettre des scénarios de risque et de dommage. Les résultats sont représentés dans le tableau n°39.

Classification \ Types de constructions	1	2	3	4	5	total
Bâtiments habitations	51	149	48	8	00	259
Bâtiments Administratifs	00	01	00	00	00	01
Equipements scolaires	00	01	00	00	00	01
Equipements culturelles et sportifs	00	00	00	00	00	00
Autres	00	00	00	00	00	00
total	51	151	48	8	00	261

Source : DUC - CTC-EST (2004) , Modifié par l'auteur

Tableau n°39 Les résultats de l'évaluation de la vulnérabilité structurelle aux différents îlots (Site Bellevue)

D'après les résultats représentés dans le tableau précédent, on peut mettre le bilan suivant :

- Le nombre de constructions dont l'indice d'endommagement ID=4, est 8 constructions elles peuvent être partiellement détruites.
- Le nombre de constructions dont l'indice d'endommagement ID =3 est 48 constructions elles constituent près de 18% du total des édifices expertisés. Elles peuvent être affectés par des fissures et des lézardes, ce qui fait que l'évacuation des habitants est nécessaire.
- Le nombre de constructions dont l'indice d'endommagement ID = 2 est 151 constructions soit 52% du total des constructions expertisées.
- Le nombre de constructions dont l'indice d'endommagement ID=1 est 51 édifices soit près de 19% du total des édifices expertisés.

Ces résultats restent trop probabilistes et reposent sur trop d'incertitude .La dernière phase de cette méthode consiste à mettre un plan sur la vulnérabilité structurelle (fig n°40).

Sur site les désordres qui affectent les constructions sont multiples :

- Des fissures dans les façades principales et postérieures des constructions.
- Un affaissement des trottoirs et des dallages.
- La rotation et le balancement de certaines constructions.
- En plus, l'intervention de l'homme par les travaux de terrassement en vue d'extensions, a augmenté la dégradation de quelques édifices.

#### **2-2-4-Site Boussouf**

Avant l'urbanisation de ce site, il a été classé par les services techniques de l'URBACO comme site non aedificandi figure n°41, dont on peut ressortir la classification suivante :

##### **-Terrain sans Risque**

Cette catégorie comprend d'une part, des terrains dont la valeur des pentes est entre 5 et 15%, les formations géologiques sont essentiellement des argiles limoneuses avec des petits passés de gypses. Ce type de terrain est favorable aux constructions collectives.

Cette catégorie comprend aussi des terrains moins favorables aux constructions dont la valeur des pentes est entre 15 et 25 %.

A part le versant Nord qui est plus froid, ces terrains sont des terrains bien ensoleillés favorables aux constructions individuelles d'un seul niveau au maximum.

##### **-Terrain à Risque Moyen**

Ces terrains sont peu favorables aux constructions dont la valeur de la pente est entre 10- 15%, dont les versants sont ravinés. Les formations lithologiques sont des argiles limoneuses peu plastique de 2 à 3 m d'épaisseur, en revanche au fond ce sont des argiles gypseuses du Miocène.

Les versants sont ensoleillés favorables à la construction d'un seul niveau au maximum après avoir évacuer et drainer les eaux pluviales.

##### **-Terrain à Risque**

Sont des terrains à pente forte supérieure à 25 % en revanche les formations lithologiques sont des formations argileuses limoneuses plastiques.

Les versants sont plus humides et moins ensoleillés exposés à plusieurs glissements de terrain.

Les terrains dont la valeur des pentes et moins de 5% sont des terrains exposés aux inondations, elles sont défavorables à toute construction.

Actuellement, le site est totalement urbanisé, dont cette urbanisation est passée par les phases suivantes :

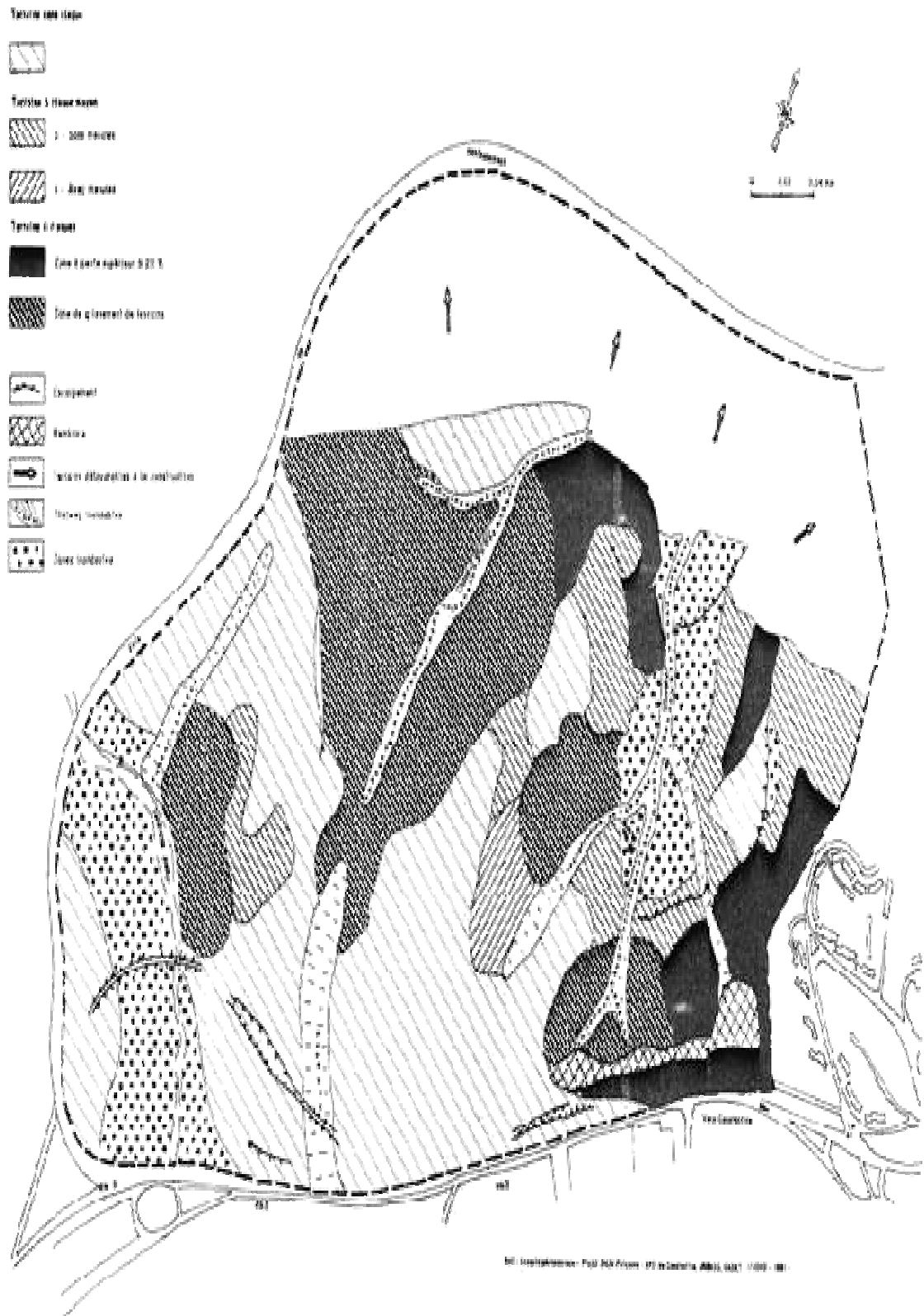
**-La première phase de 1980-1988** : l'urbanisation a occupé les parties hautes les plus stables du site.

**-La deuxième partie de 1995-2002** : l'extension urbaine été sur les terrains les moins favorables à l'urbanisation, par la réalisation des immeubles de quatre à cinq niveaux.

**-La dernière phase de 2002-2006** : l'urbanisation a été sur les terrains les plus vulnérables du site, ce qui a engendré des dégâts importants dans quelques immeubles du site.

FIG. : LES ZONES EXPOSEES AUX RISQUES NATURELS DANS LE QUARTIER

BOUSSOUF



L'application de la méthode d'endommagement pour le site de Boussouf , sera sur la partie intermédiaire située entre le plateau de Boussouf (la cité Abdelhafid Boussouf) et la partie basse (les lotissements de châabet el Mardja) (fig n° 42).

Nous nous intéresserons aux désordres affectant les structures des ouvrages situés sur des versants instables du site. La méthode consiste à déterminer les éléments vulnérables, qui peuvent être endommagés.

Ensuite, estimer et évaluer leurs réponses par l'utilisation de la matrice d'endommagement.

Cette méthode nécessite de bâtir des scénarios d'endommagement dont les résultats de l'évaluation sont représentés dans le tableau n° 40

Indice d'endommagement	1	2	3	4	5	Total
Types de Construction						
Bâtiments habitations	35	02	05	33	56	131
Bâtiments Administratifs	00	00	00	00	00	00
Equipements scolaires	00	00	00	02	02	04
Equipements culturelles et sportifs	00	00	02	01	00	03
Autres	00	00	00	00	00	00
total	35	02	08	35	58	138
%	25	0.01	5.79	25.36	42.02	98.18

Source : plan de masse du site de Boussouf -DUC- CTC-EST- (2005)- Modifié par l'auteur

Tableau n°40 Les résultats de l'évaluation de la vulnérabilité structurelle (Site de Boussouf)

A partir des résultats du tableau précédent, on peut dresser le bilan suivant :

-Le nombre des constructions qui ont été recensées est 138 constructions dont 58 édifices sont classés dans la catégorie d'où l'indice d'endommagement ID=5,elles constituent 42.02 %du total des constructions expertisées, peuvent être totalement détruits lors d'une catastrophe naturelle,ce qui constitue un danger réel sur les habitants.

-La deuxième catégorie dont l'indice d'endommagement ID=4,elle comprend 35 constructions, ce qui constitue 25.36 % du total des constructions recensées.

Ces constructions peuvent être partiellement affectées par des désordres en cas d'une catastrophe naturelle, ce qui constitue un danger sur les habitants.

Seulement 8 constructions peuvent être affectées par des fissures et des lézardes lors d'une catastrophe. ce qui représente 5.79 % du total des constructions expertisées.

En revanche, la stabilité n'est pas affectée pour 35 constructions soit 25% du total des constructions expertisées.

La dernière phase de cette méthode consiste à mettre un plan sur la vulnérabilité structurelle pour ce site (fig n°43).

Indice d'endommagement ID Niveau	1	2	3	4	5	Total
R+2	14	00	00	04	03	21
R+3	11	00	02	01	04	18
R+4	05	00	02	10	19	36
R+5	01	00	01	07	25	34
R+6	00	00	00	02	04	06
R+8	04	02	00	09	00	15
R+11	00	00	03	02	00	05
R+17	00	00	00	00	03	03
total	35	02	08	35	58	138
%	25	0.01	5.79	25.36	42.02	98.18

Source : plan de masse du site de Boussouf DUC- CTC- EST (2005) Modifié par l'auteur

Tableau n°41 La vulnérabilité structurelle et le niveau du bâti  
(Site de Boussouf)

D'après les résultats du (tableau n°41), on peut établir le bilan suivant :

-25 constructions soit 43.10% du total des constructions expertisées d'où l'indice d'endommagement ID= 5 de cinq niveau RDC+5. Elles peuvent être totalement détruites lors d'une catastrophe naturelle.

-32 .75% du total des édifices expertisés dont l'indice d'endommagement ID=5 de quatre niveaux RDC +4.

-10 édifices expertisés ce qui constitue 28.57 % du total des constructions dont l'indice d'endommagement ID= 4 de quatre niveau RDC+4.

Le rapport réalisé par les services techniques de la DUC (2005) avec la collaboration du CTC- EST a enregistré que dans la plupart des cas rencontrés sur terrain que la fissuration est le phénomène courant dans les ouvrages de bâtiments.

Ce type de désordre peut avoir des causes liées à l'environnement et à la conception et à la réalisation et l'exécution du bâti.

Ce désordre peut atteindre l'ensemble de l'ouvrage comme il peut se manifester sur certaines parties de l'édifice.

Sur terrain nous avons remarqué que des immeubles été réalisé sur des pentes importantes et sur les têtes de talus et en bas du versant.

D'autres ouvrages à usages d'habitation été construits sur des remblais récents insuffisamment tassés, ce qui a rendu le terrain instable, dont une zone instable se trouve sur la route principale qui traverse le nouveau quartier de Boussouf, situé près du carrefour à l'Est de l'école Saïd Azabi, dont des soulèvements de la route passe devant cette école et se dirige vers les trois tours.

A 200 m au sud des trois tours, l'évolution d'un glissement a entièrement détruit deux constructions individuelles en phase de construction.

A 120 m au Sud-Ouest des trois tours, un autre glissement de terrain a détruit une route goudronnée. Ce glissement a envahi en hiver 2005 le rez-de-chaussée de deux immeubles situé en contre bas (DUC 2005).

La vitesse de déplacement moyenne de ce glissement de terrain est très élevée, elle atteint 37 mm/mois (DUC 2005).

Actuellement ce glissement est actif, il constitue un danger réels sur les constructions en amont et celles situées en aval.

Au niveau du talus Nord de Boussouf près de l'école Teniou, un autre déplacement vertical respectivement de 9.5 mm et de 14.2 mm /mois, caractérisé par une rupture profonde (DUC 2005).

Les murs de soutènement autour de quelques bâtiments sont généralement fissurés, les travaux de tassements et les tranchées effectués en bordure des bâtiments, lors de la construction des immeubles, ce qui a modifié la stabilité des constructions en provoquant des fissures verticales et horizontales au niveau des murs porteurs et les murs de soutènement.

Un tassement dû à la construction sur des remblais, ce qui a engendré un basculement de quelques ouvrages et une rupture partielle de quelques constructions individuelles.





Source : Mezhoud Lamia (2005)

Photo n°12 : Suintement d'eau et fissuration sur un mur de clôture  
-Site de Boussouf-



Source : Mezhoud Lamia (2005)

Photo n°13 : Dégradation des poteaux d'un lotissement  
-Site de Boussouf-

On constate que les causes de l'instabilité sont multiples, elles relèvent de trois facteurs qui sont comme suit :

- La nature lithologique du site dont la prédominance des formations à consistance meuble du Miocène (marne gypseuse et argile).

Ces formations sont plissées et affectées par un réseau de discontinuités des fractures et diaclases tapissées de gypses formant des plans de faible résistance pour les versants marneux argileux.

- La surcharge des versants par des remblais stockés sur place.

- Les eaux pluviales ne peuvent être évacuées par les talwegs barrés par les constructions.

Cela a engendré une accumulation d'eau dans les points bas des chaussées et les plates formes devant les immeubles et sur les replats, le résultat se traduit par une érosion et un ravinement des versants du site.

- L'état du réseau de collecte des eaux usées, dont les ruptures dues aux glissements de terrain favorisent les injections d'eau dans les sols marneux argileux.

- Nous signalons que le rapport des services techniques de (URBACO 1981) a mentionné que les travaux du terrassement des routes, des immeubles et le déplacement des grands engins de chantier durant la construction du site, ont accéléré l'instabilité des versants du site.



Source : Mezhoud Lamia (2006)

Photo n°14 : fissuration importante dans un mur de clôture d'un immeuble  
-Site de Boussouf-



Source : Mezhoud Lamia (2006)

Photo n°15 : Déplacement d'un mur de soutènement à l'école Azabi  
- Site de Boussouf-



Source : Mezhoud Lamia (2006)

Photo n°16 : Déplacement et Inclinaison d'un mur de clôture d'un immeuble  
-Site de Boussouf-



Source : Mezhoud Lamia (2006)

Photo n°17 : Bossellement du revêtement de la chaussée  
-Site de Boussouf-



Source : Mezhoud Lamia (2006)

Photo n°18 : Rupture des armatures longitudinales  
d'un poteau de l'école Teniou  
-Site de Boussouf-



Source : Mezhoud Lamia (2006)

Photo n°19 : Bousselement et dégradation du revêtement de  
la chaussée près de l'école Azabi  
-Site de Boussouf-

### **Conclusion de la troisième partie**

A partir des résultats du tableau précédent, on peut élaborer le bilan suivant :

Dans l'ensemble, le nombre des constructions expertisées est 1288 constructions avec 183 constructions soit 14.20 % du total des édifices expertisés dont l'indice d'endommagement ID = 5 , ces édifices peuvent être totalement détruits, ils constituent un danger réel sur les habitants.

Les constructions, dont l'indice d'endommagement ID=4 est 274 constructions soit 21.27% du total des édifices expertisés, elles peuvent être partiellement détruites, ce qui nécessite l'évacuation des habitants de ces constructions en urgence.

Les constructions qui peuvent être fissurées et lézardées dont l'indice d'endommagement ID=3 est 111 constructions, ce qui représente 8.61% du total des constructions expertisées 470 constructions soit 36.49% du total des édifices expertisés dont l'indice d'endommagement ID =2, ces constructions peuvent être affectées par des fissures.

En revanche, l'instabilité n'est pas affectée pour 250 constructions soit 19.40 % du total des édifices expertisés.

#### **-L'indice d'endommagement ID =5**

La sixième partie du site Belouizded Kitouni comprend 97 constructions, ce qui représente 58% du total des constructions expertisées.

Le site de Boussouf comprend 58 constructions soit 31.69% du total des édifices expertisés. En revanche, le quatrième îlot du site Boudrâa Salah comprend 28 constructions soit 15.30% du total des édifices expertisés.

#### **-L'indice d'endommagement ID=4**

Le quatrième îlot du site Boudrâa Salah comprend 574 constructions soit 44% du total des édifices expertisés .Pour la sixième partie du site Belouizded-Kitouni, elle comprend 109 constructions, ce qui constitue près de 39 % du total des édifices.

A Boussouf 35 constructions soit 12.55% du total .En revanche, les îlots de Bellevue comprennent seulement 8 constructions, ce qui représente 2.91% du total des constructions expertisées.

#### **-L'indice d'endommagement ID =3**

Le site Belouizded-Kitouni comprend 54 constructions soit 48.64% du total des édifices expertisés. Pour les îlots de Bellevue, ils comprennent 48 constructions, ce qui constitue 43.24% du total des édifices expertisés. Ces constructions peuvent être fissurées et lézardées en cas d'une catastrophe naturelle.

### **-L'indice d'endommagement ID =2**

Le quatrième îlot de Boudrâa Salah comprend 265 constructions soit 56.38 % du total des édifices expertisés. En revanche, le site de Boussouf comprend seulement 2 constructions soit 0.42% du total des édifices expertisés.

### **-L'indice d'endommagement ID =1**

L'instabilité n'est pas affectée pour 158 constructions soit 63.4% du total des constructions expertisées dans le quatrième îlot du site de Boudrâa Salah. En revanche la sixième partie du site de Belouizded-Kitouni, comprend 6 constructions, ce qui représente 2.40 % du total des édifices expertisés.

Indice d'endommagement	1	2	3	4	5	Total
Sites						
Belouizded-kitouni (Partie n°6)	06	52	54	109	97	318
Boudrâa Salah (Ilot n°4)	158	265	01	122	28	574
Bellevue (Ilots n°1-32)	51	151	48	08	00	261
Boussouf (entre la cité A. Boussouf et les lotissements châabet el Mardja)	35	02	08	35	58	138
Total	250	470	111	274	183	1288
%	19.40	36.49	8.61	21.27	14.20	100

Source : DUC –CTC-EST (2004-2005) - Modifié par l'auteur

Tableau n°42 : Les résultats récapitulatifs de la vulnérabilité structurelle dans les différents sites

## **Introduction**

La réduction du risque est une autre manière de limiter ou de maîtriser les conséquences négatives d'une catastrophe.

Dans cette partie, nous nous intéressons à la prévention et la gestion des risques naturels dans le but d'éviter la catastrophe ou réduire ces conséquences.

Dans le premier chapitre nous présentons la cartographie utilisées pour délimiter les zones pouvant être touchées.

A Boussouf les glissements de terrain, sont les plus préoccupants par le volume de terre en mouvement et au tissu urbain dense et récent qui est touché ou menacé.

Dans le deuxième chapitre, nous présentons les solutions structurelles et non structurelles utilisées en matière de prévention et de gestion.

Depuis toujours, les mesures structurelles ont été les seules mesures utilisées dans le domaine de la lutte contre les risques naturels.

En revanche, elles posent plusieurs problèmes par leurs coûts de construction qui est très élevé et l'entretien des ouvrages collectifs.

Actuellement, dans la logique de développement durable, la lutte contre les risques naturels, les mesures de prévention s'orientent de plus en plus vers les mesures dites non structurelles.

Ces mesures désignent tous les types d'actions qui ne relèvent pas du génie civil à usage collectif visant à modifier les pratiques d'usage et d'utilisation du sol, dans le but de réduire les enjeux.

Le troisième chapitre présente les outils réglementaires liés aux risques naturels utilisés en Algérie.

### **1-L'outil cartographique**

La cartographie est un outil qui permet d'estimer la probabilité de survenance d'un phénomène donné en un endroit donné. Elle vise à délimiter les zones pouvant être exposées au risque des glissements de terrain par une approche probabiliste basée sur une analyse fréquentielle de l'aléa.

Nous présentons tout d'abord les différents outils cartographiques utilisés ailleurs pour le zonage des risques naturels liés aux mouvements de terrain en général.

Ensuite, nous proposons un plan de prévention des risques naturels liés au glissement de terrain pour le site de Boussouf, en se basant sur la notion de prédisposition du site à produire l'événement.

## **1-1-Les cartes des zones exposées aux risques des mouvements du sol et du sous-sol type ZERMOS**

Lancées en 1972 en France par le B.R.G.M<sup>5</sup> et les LPC<sup>6</sup> et l'université de Grenoble dont une trentaine ont été publiées entre 1975–1980.

Elle se veut préventive destinée aux aménageurs, dont elle répond à une double finalité informer le plus objectivement possible sur la localisation probable des instabilités et de leur nature.

La localisation probable du mouvement se fonde sur la connaissance des facteurs suivants :

- L'instabilité.
- L'inclinaison du versant.
- Les caractéristiques géotechniques des formations superficielles.
- L'occupation humaine du terrain.

L'accumulation de ces facteurs permanents défavorables conduit à localiser les zones à risques et à hiérarchiser le risque.

Le zonage du risque est en général établi à partir d'une probabilité d'occurrence de survenance du mouvement.

Elle joue un rôle d'alerte en synthétisant et en hiérarchisant les résultats précédents dans un zonage à trois degrés représenté par les trois couleurs, définissent trois catégories de zones :

### **- La première en Rouge:**

Elle présente des facteurs d'instabilité très favorables et inclut les zones soumises à des mouvements actifs.

### **-La seconde en Orange:**

Correspond à des facteurs défavorables des terrains de stabilité incertaine.

### **-La troisième en vert:**

Désigne les zones stables non exposées au phénomène.

La notion de niveau de risque a été parfois complétée par référence à la gravité présumée du mouvement selon sa vitesse, son volume de masse de matériaux mobilisés.

L'inconvénient de ce type de carte :

- La diversité des phénomènes étudiées, ce qui complique la définition du zonage.
- La diversité dans la manière d'évaluer le degré de probabilité d'apparition d'un phénomène et son importance.

5 :Bureau de recherches géologiques et minières.

6 : Laboratoire central des ponts et chaussées.



### **1-2-Le plan d'exposition au risque PER**

Il a été relancé en France, par la loi du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles.

### **1-3-La carte de stabilité des pentes de la région de SAN FRANCISCO**

Elle comporte cinq niveaux chacun représenté par une couleur à plat : stable généralement stable, modérément stable, modérément instable et instable (E Brabb72).

Le zonage a été établi à partir d'un regroupement un peu empirique, une addition des facteurs défavorables, ensuite l'évaluation de l'importance de chacun des facteurs graduée de manière simple arithmétique, à les classer dans des échelles numériques.

Le degré de risque étant déterminé par simple addition des coefficients ou par calcul manuel ou par ordinateur.

### **1-4-Le plan de prévention des risques naturels PPR**

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles a été utilisé par la loi n°95 - 10 du 2 Février 1995, relative au renforcement de la protection de l'environnement.

Ce plan vise à limiter dans une perspective de développement durable, les conséquences humaines et économiques des catastrophes naturelles dont l'objectif :

- Délimiter les zones exposées aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité d'un risque encouru.
- Délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées aux risques.
- Définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doit être prise dans les zones vulnérables.

Le zonage réglementaire du PPR repose sur l'estimation des risques, qui dépend de l'analyse des phénomènes naturels susceptibles de se produire et de leurs conséquences possibles au plan de l'occupation des sols et de la sécurité publique.

L'élaboration du PPR se traduit par quatre étapes principales qui donnent lieu à la rédaction de plusieurs cartes techniques et d'une carte réglementaire qui sont :

#### **-Une carte informative**

C'est une carte descriptive des phénomènes observés ou historiques, elle résulte d'une exploitation minutieuse de toutes les informations disponibles sous formes d'archives, d'études générales ou ponctuelles de rapports de dossier techniques de cartes d'études géomorphologie du site.

### **-Une carte des aléas**

Elle localise et hiérarchise les zones exposées à des phénomènes potentiels, elle classe les aléas en plusieurs niveaux, le plus souvent de trois à quatre classes en tenant compte, si possible à la fois de la nature des phénomènes de leur probabilité d'occurrence et de leur intensité.

Elle synthétise la connaissance des aléas qui sont évalués pour un phénomène de référence à partir des informations disponibles.

### **-Une carte d'évaluation des enjeux**

Elle permet d'évaluer les populations en danger, de recenser les établissements recevant du public et d'identifier les voies de circulation susceptibles d'être coupées ou accessibles pour l'acheminement des secours.

Elle résulte de la superposition de la carte des aléas et des occupations du sol actuelles et projetées.

### **-Le plan de zonage du PPR**

Il délimite les zones dans lesquelles sont définies les interdictions, les prescriptions réglementaires homogènes ou les mesures de prévention de protection et sauvegarde.

Les zones sont délimitées en fonction des objectifs du PPR et des mesures applicables compte tenu de : la nature et l'intensité du risque encouru ou induit.

Le plan de prévention des risques naturels résulte d'une confrontation des cartes d'aléas et de l'appréciation des enjeux.

Ce plan a pour objet de délimiter les zones directement exposées à des risques et d'autres zones non directement exposées ou certaines occupations ou usages du sol pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux .

Il peut également définir des mesures de prévention de protection et de sauvegarde qui doit être prises par les collectivités publiques et par les particuliers.

La délimitation du zonage réglementaire, fondée sur les critères de constructibilité et de sécurité est effectuée principalement à partir du croisement de l'aléa et des enjeux, dont on distingue trois types de zones qui sont :

- Les zones exposées.
- Les zones non directement exposées.
- Les zones protégées ou stabilisées.

## 1-2-Cartographier le risque des glissements de terrain pour le site de Boussouf

C'est un plan de prévention des risques naturels lié au glissement de terrain, il est le résultat d'une confrontation de deux plans le premier désigne le phénomène naturel en revanche, le second désigne la vulnérabilité structurelle.

### 1-2-1-La cartographie du phénomène naturel

Compte tenu de la diversité du phénomène, il est très difficile de traduire directement les caractéristiques physiques en terme d'intensité.

Il faut recourir à des critères qui nous permettent d'estimer l'intensité des glissements de terrain.

Nous tenons la vitesse de déplacement pour qualifier et estimer l'intensité des glissements de terrain au site de Boussouf.

Après avoir défini et hiérarchisé les glissements de terrain en fonction de la vitesse de déplacement tableau n°43 nous avons pu délimiter les zones selon ce facteur dans un zonage à cinq zones (fig n°44).

Couleur ou hachure	Vitesse de déplacement (mm/an)	La qualification du déplacement
Rouge	plus de 400 mm/an	Très fort
Orange	entre 400-186 mm/an	Fort
Jaune	entre 186 -16 mm/an	Moyen
Bleu	16-0 mm/an	Faible
Vert	0 mm/an	Pas de déplacement significatif

Source : DUC (2005) – Modifié par l'auteur

Tableau n°43 La qualification des glissements de terrain  
en fonction de la vitesse de déplacement

### 1-2-2-La cartographie de la vulnérabilité structurelle

A partir des résultats issus de l'utilisation de la matrice d'endommagement, nous avons pu élaborer une hiérarchisation sur l'endommagement du bâti.

La vulnérabilité a été classifiée en cinq classes par la réalisation du plan de vulnérabilité structurelle (partie III chapitre 2 fig n°43).

Couleur ou hachure	Indice d'endommagement ID	Niveau d'endommagement DRM
Rouge	5	Très fort
Orange	4	Fort
Jaune	3	Moyen
Bleu	2	Faible
vert	1	Très faible

Source : Leone et al (1995) - Modifié par l'auteur

Tableau n°44 La classification de la vulnérabilité du bâti  
en fonction de l'indice d'endommagement

### 1-2-3- Le plan de prévention des risques naturels liés aux glissements de terrain

Il est le résultat de la combinaison entre les deux plans précédents, il définit le niveau de risque pour chaque parcelle dont le degré de risque est estimé par l'utilisation de la matrice du risque tableau n°45

Cette matrice est le résultat de la combinaison des deux matrices précédentes, elle est utilisée pour définir et hiérarchiser les zones selon leur degré du risque encouru par les habitants (fig n°45).

Vulnérabilité phénomène	Vulnérabilité très forte	Vulnérabilité forte	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible	Vulnérabilité Très faible
La vitesse très forte	Risque très fort	Risque très fort	Risque fort	Risque fort	Risque fort
La vitesse forte	Risque très fort	Risque fort	Risque fort	Risque fort	Risque fort
la vitesse moyenne	Risque fort	Risque fort	Risque moyen	Risque moyen	Risque moyen
la vitesse faible	Risque moyen	Risque moyen	Risque moyen	Risque moyen	Risque moyen
la vitesse très faible	Risque moyen	Risque faible	Risque faible	Risque faible	Risque très faible

Source : Y- Manche (2002) – Modifié par l'auteur

Tableau n° 45 La Matrice des Risques Naturels des glissements de terrain

## 2- Les Mesures structurelles

Les mesures structurelles ce sont les mesures utilisées en génie civil, pour atténuer l'effet des glissements de terrain.

Dans ce chapitre, nous présentons les techniques utilisées en matière de confortement et d'atténuation d'une part, et d'autre part les techniques proposées par les services techniques de la direction d'urbanisme et de la construction (DUC), qui pourraient être mises en œuvre aux problèmes des glissements de terrain pour le site de Boussouf.

### 2-1-La démolition

D'après les résultats de l'expertise de la direction de l'urbanisme et de construction (DUC 2003) avec la collaboration des services techniques du contrôle technique de constructions de l'Est (CTC-Est).

Cette solution sera envisagée pour les constructions en trop mauvais état classé en rouge, l'opération de démolition a été entamée en 2002, touchant 268 constructions. Nous signalons que la démolition doit prendre en compte la sécurité pour les personnes et pour les structures adjacentes et le coût de l'opération (photos n°20-23).

Les assiettes des bâtisses démolies seront aménagées en placettes et aires de jeux et parkings de stationnement.

Secteurs urbains	Superficie en m <sup>2</sup>
Belouizded – Kitouni	66137
Boudrâa Salah	24880
Belle – vue	3726
Total	94743

Source : DUC (2005)

Tableau n°46 La superficie des immeubles démolis



Source : DUC (2004)

Photo n°20 : Immeuble CADOT

-Site Belouizded-kitouni-

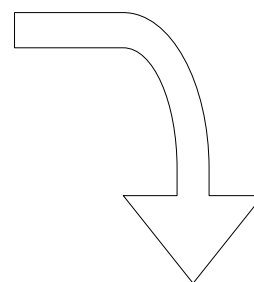


Source : DUC (2004)

Photo n°21 : Travaux de démolition voie

d'achèvement Immeuble CADOT

-Site Belouizded-kitouni-



Source : DUC (2004)

Photo n° 22 : Achèvement des travaux de

démolition Immeuble CADOT

-Site Belouizded-kitouni-



Source : Mezhoud Lamia (2005)

Photo n°23 : L'opération de démolition de l'îlot n°4

-Site Boudrâa Salah-

### **2-2- La substitution**

Substituer totalement ou partiellement le matériau susceptible de glisser par du bon matériau frottant est une solution très efficace pour stabiliser un glissement de terrain.

Pour le site de Boussouf, la profondeur des surfaces de rupture, ne permet pas d'envisager cette solution (DUC 2005).

### **2-3-Le retalutage**

L'adoucissement d'une pente augmente son coefficient de sécurité, cet effet est d'autant plus marqué que la variation est forte.

Le rapport de la Direction de l'urbanisme et de construction (DUC 2005) a démontré que cette solution ne peut avoir qu'un effet limité sur les grands glissements pour le site de Boussouf.

### **2-4-Le soutènement**

L'effet d'un mur de soutènement, ne peut être que limité, l'extension d'un glissement de terrain, il est incapable d'arrêter un glissement de terrain de grande profondeur.

On a remarqué sur terrain, que le terrain en mouvement, peut passer au dessus du mur de soutènement, c'est particulièrement le cas au site de Boussouf (DUC 2005) (photo n°21).

Les services techniques n'ont pas pris en considération, le risque qui est automatiquement associé à l'exécution et la combinaison des travaux d'aménagements : les murs de soutènement, le gabionnage et les travaux de terrassement, ces travaux ont entraîné la reprise des glissements de terrain.

Ainsi que les murs de soutènement ont été réalisés après la construction des immeubles.

La réalisation du confortement devait être avant l'exécution du terrassement, cela s'explique par des raisons économiques, en revanche certains édifices n'ont pas été entourés par des murs de soutènement.



Source : Mezhoud Lamia (2005)

Photo n°24 : Un grand glissement menaçant directement un immeuble  
mur de soutènement inadapté aux personnes en présence sur le versant  
-Site de Boussouf-

### **2-5- Ancrages et clouages**

Ancrées en profondeur dans la partie saine des argiles du Miocène, dont les fondations profondes peuvent garantir la stabilité des constructions fondées. (fig n°46)

Le rapport de la direction de l'urbanisme et de construction (DUC 2005) confirme que le clouage ne peut pas être envisagé pour le site de Boussouf.



FIG. : MURS ANCRÉS

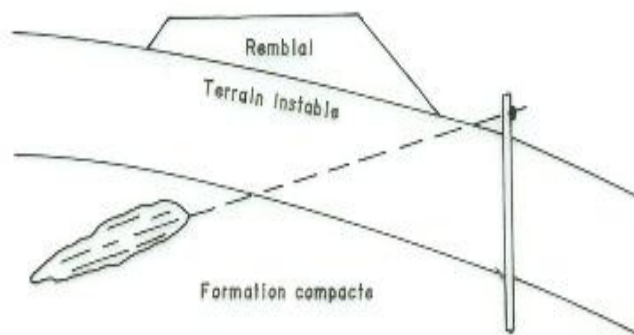
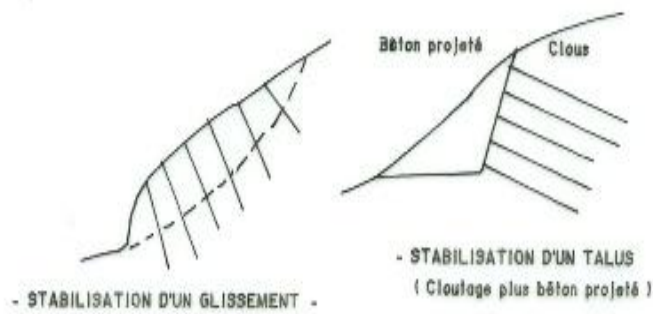
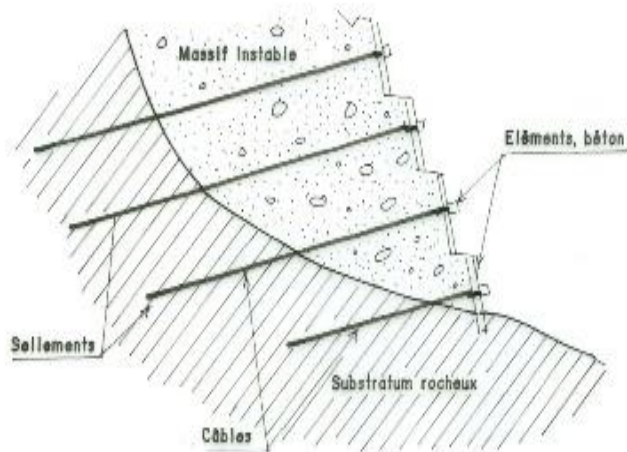


FIG. : RENFORCEMENT PAR PROFILS METALLIQUES

## **2-6-Le drainage**

Le drainage a pour but de diminuer la pression interstitielle dans les talus et d'éviter que la nappe remonte au-dessus d'un niveau prédéfini, dont les différentes techniques du drainage sont les suivantes (fig n° 47)

### **2-6-1-Les drains sub-horizontaux**

L'avantage de ce système réside dans sa souplesse, en revanche ces inconvénients sur terrain instable sont multiples :

- Leur sensibilité aux mouvements de terrain.
- Leur rayon d'action est limité, ce qui oblige à multiplier le nombre de drains.
- Leur profondeur de drainage n'est pas uniforme entre l'extrémité du drain et sa sortie.

### **2-6-2-Eperons drainant de faible profondeur**

Ils sont de 4 à 5 mètres de profondeur associés à des drains subhorizontaux permettant de diminuer localement les pressions interstitielles dans des talus instables tout en apportant un surcroît de résistance au cisaillement.

Leur effet reste limité, ce type de drainage ne peut être utilisé pour le site de Boussouf (DUC 2005).

### **2-6-3-Les tranchées drainants**

Elles présentent de grandes surfaces d'échange avec les terrains encaissants, ceci réduit de façon significative le risque de colmatage.

Elles sont capables de subir des déformations relativement importantes sans perdre leur efficacité

D'après le rapport de la direction de l'urbanisme et de construction (DUC 2005), la réalisation des tranchées profondes dans un terrain instable fortement urbanisé comme le cas du site de Boussouf peut conduire à des effets néfastes sur les constructions.

### **2-6-4-Les galeries drainantes**

Les galeries drainantes prolongées par des drains subhorizontaux permettent un drainage d'autant plus efficace, qu'elle se trouve réalisées en profondeur sous les surfaces de rupture reconnues ou potentielles.

Cette solution semble la mieux adaptée au site de Boussouf, en revanche il faut tenir compte de la nature argileuse du terrain .

Sachant que les calculs de stabilité effectués sur le site de Boussouf confirme que le coefficient de sécurité hors séisme du talus ne dépasse pas la valeur 1.25 ce qui est insuffisant.

Il faut mettre en œuvre un drainage profond supérieur à 8 m qui permette d'atteindre ce coefficient de sécurité

En revanche, les autres solutions : éperons et tranchées peu profondes ne sont pas opérationnels pour le site de Boussouf parce que l'efficacité des drainages sera limitée par le caractère peu perméable des terrains argileux.

Nous présentons quelques solutions techniques qui ont été proposées par le service technique de la direction de l'urbanisme et de construction (DUC 2005) :

-L'évacuation des remblais et adoucissement des pentes.

-La limitation de la régression des glissements de terrain par l'augmentation du coefficient de sécurité.

Il s'agit d'évacuer des remblais et d'adoucir les pentes pour leur faire retrouver une pente voisine de 10°.

-Le clouage de la crête des talus après l'adoucissement de la pente, qui est très efficace où les coefficients de sécurité en cas de séisme est supérieur à 1.5.

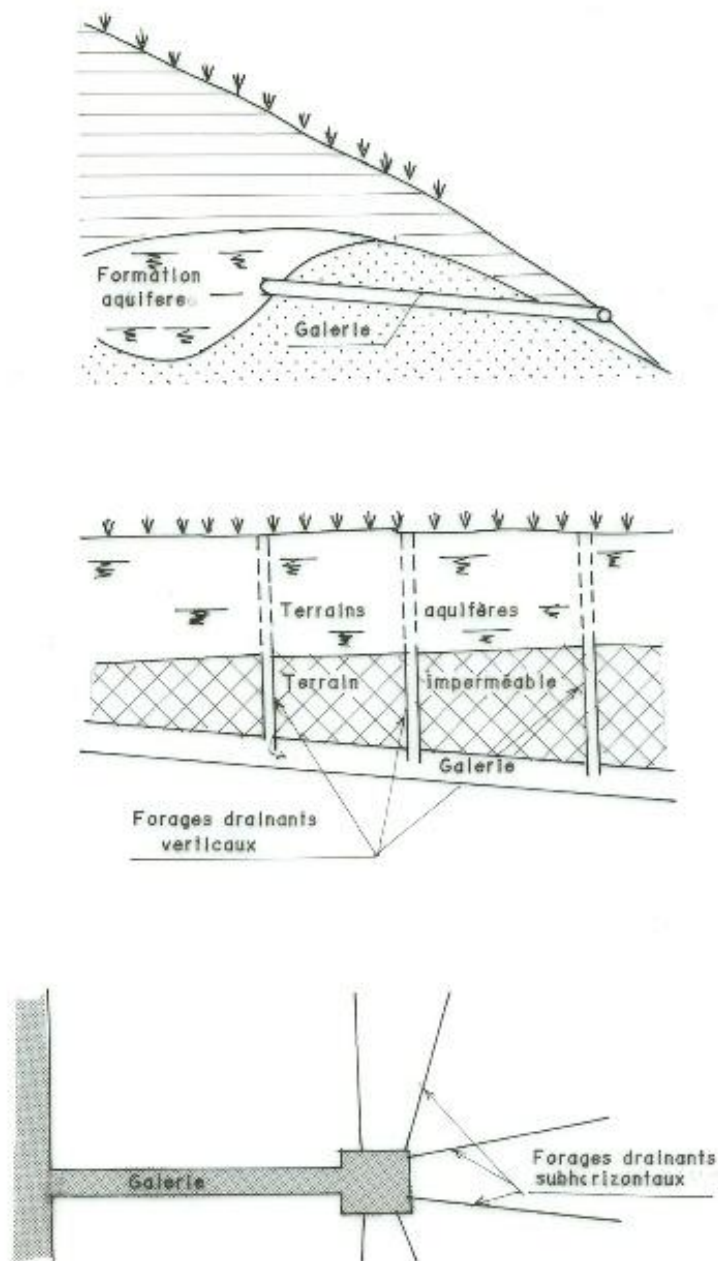
La stabilité est donc assurée même en cas d'un séisme au niveau de la partie supérieure des talus, en revanche elle n'a aucun effet sur les grands glissements de terrain.

Pour le site de Boussouf, il nous semble que la profondeur importante des glissements de terrain en raison des désordres sur les conduites d'eau et d'assainissements, qui se sont rompues en de très nombreux endroits, ce qui a accéléré le phénomène.

Il faut donc refaire tous les systèmes d'amenée d'eau et ceux d'assainissement en employant une solution qui supporte les déplacements du terrain en attendant la stabilité.

Les solutions précédentes sont insuffisantes pour garantir la stabilité complète des versants et des constructions.

FIG. : GALERIES DRAINANTES ASSOCIEES OU NON  
A DES FORAGES DRAINANTS - Exemples



SOURCE : Wilaya de Constantine, DUCH, 2005

3-Les

## **Mesures non structurelles**

### **3 -1-Les travaux d'Aménagement**

Nous proposons comme travaux d'aménagement des talus du site de Boussouf un re profilage du talus situé à l'amont de l'inclinomètre SBO11 en partant du mur de soutènement situé devant le bloc d'immeubles, la dernière partie du talus sera renforcée par 5 rangées de micro- pieux qui comporteront une plaque de tête métallique destinée à soutenir le sol en surface du talus pendant la phase de réalisation (DUC 2005) (fig n°48-49-50)

### **3-2-Le re profilage du talus**

Un re profilage de la partie du talus où est située l'inclinomètre SBO3 et le sondage pénétrométrique PSBO 11 à l'amont et de l'inclinomètre SBO2 et le sondage pénétrométrique PSBO4 à l'aval sur une bande d'environ 420 m de longueur sur 140 à 200 m de largeur. Ces travaux nécessitent la démolition des villas situées à l'aval de la crête ainsi que la chaussée existante, l'école Saïd Azabi située en pied de talus.

Un re profilage du terrain situé entre le talweg Est et Ouest, ce qui nécessite la démolition de l'école Abdallah Teniou et la démolition d'un groupe de trois immeubles en cours de réalisation ainsi que les deux immeubles qui les surplombent.

Un re profilage léger du terrain du talus rive droite du talweg Est, délimité par la route nationale n°5 (DUC 2005).

Ces travaux devront être réalisés par une entreprise spécialisée possédant les moyens adaptés à ce type de travaux en site instable.

### **3-3-Le reboisement**

Il faudra végétaliser les talus créés par des espaces adaptés aux conditions locales de climat et de nature du sol et comprenant des espèces arbustives atteignant à l'âge adulte une hauteur et une extension latérale minimales de 1.5 m avec une densité d'un arbuste minimum pour 15 m<sup>2</sup>, des arbres à haute tige hydrophile Eucalyptus à raison d'un pied pour 250 m (DUC 2005).

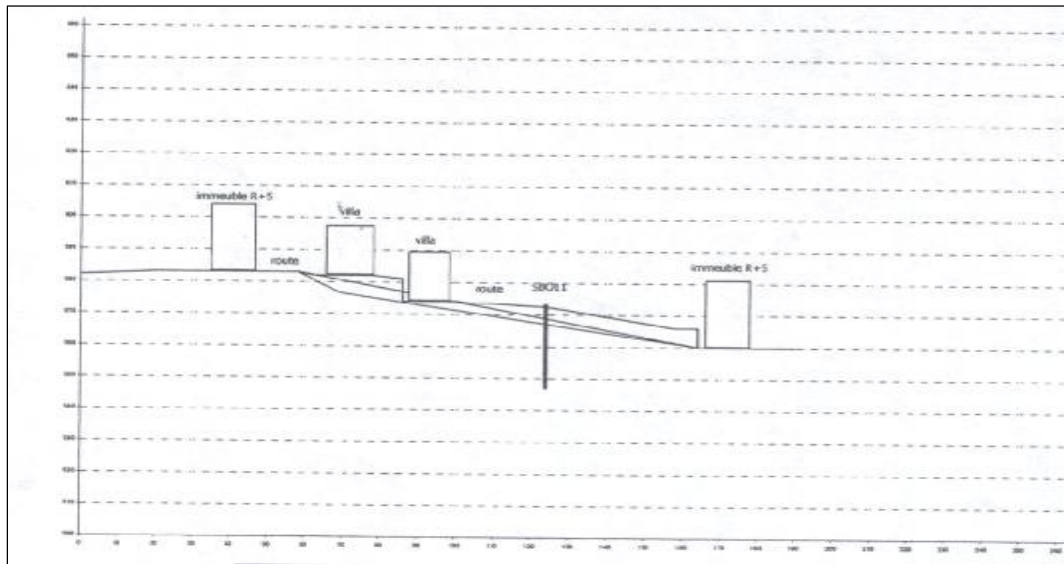


Fig n° 48 Aménagement du talus par Adoucissement de la pente et clouage  
Habitation talus Sud-Ouest -Site de Boussouf-

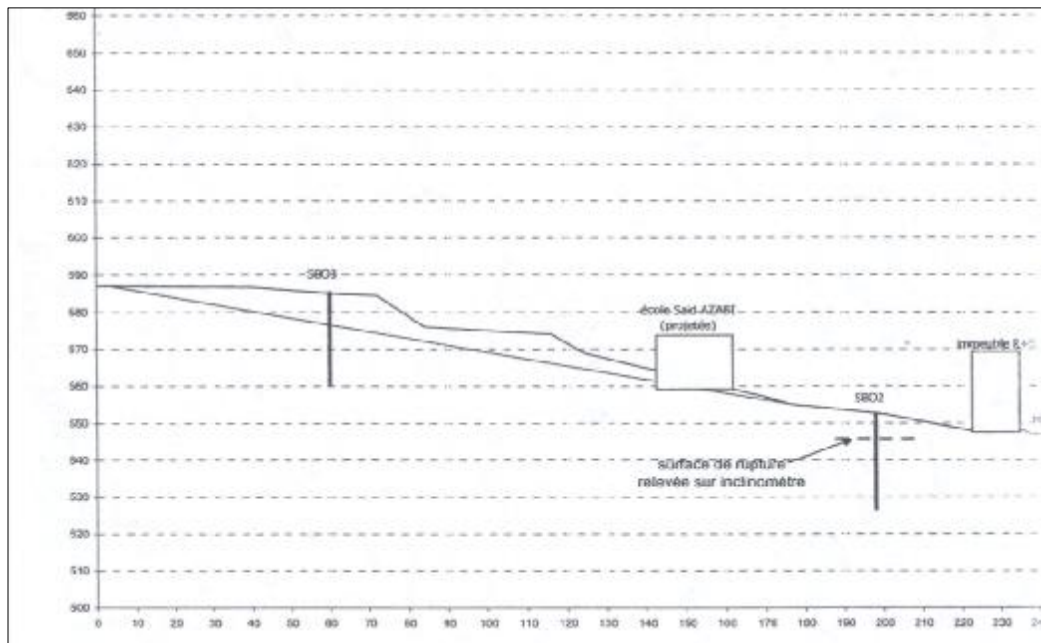


Fig n° 49 Aménagement du talus par Adoucissement de la pente et clouage  
Ecole AZABI Said -Site de Boussouf-

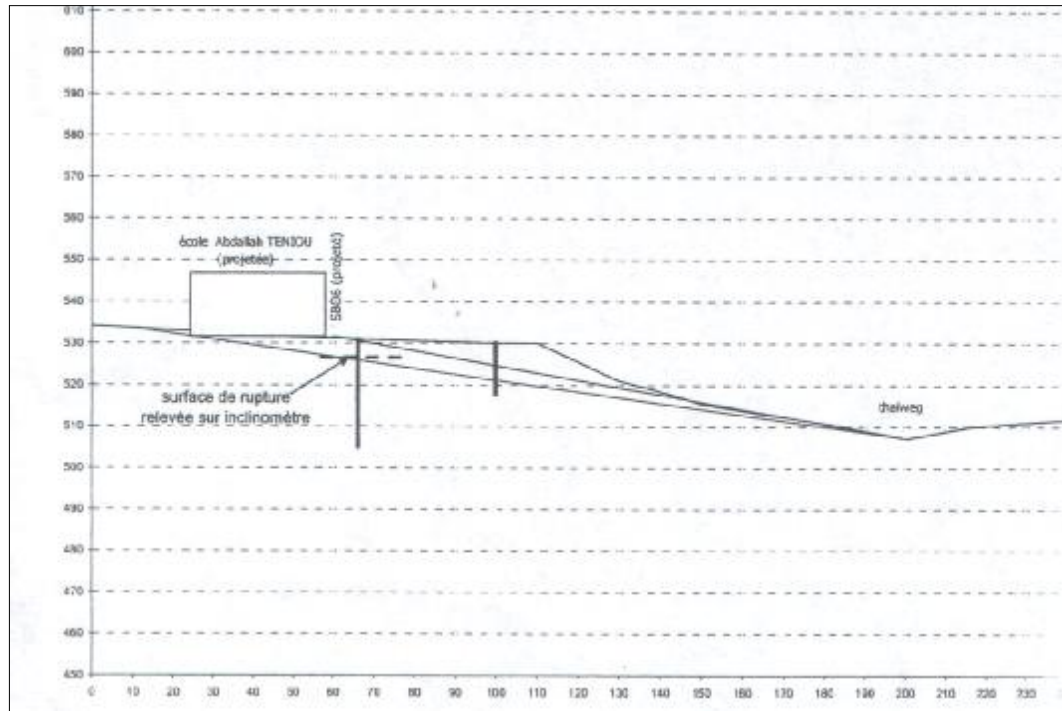


Fig n° 50 Aménagement du talus par Adoucissement de la pente et clouage  
Ecole TENIOU Abdallah -Site de Boussouf-

#### 4-La Surveillance des glissements de terrain

L'objet est la mise en œuvre d'un système de surveillance des mouvements de terrain, ainsi que des déplacements des ouvrages et des bâtiments.

Cet outil de surveillance globale doit également constituer la base d'un plan d'alerte pour les autorités locales (DUC 2005).

##### 4-1-Les mesures par inclinométrie

La mesure des déplacements du terrain en profondeur par inclinomètre est une technique bien connue et très utilisée, elle fait l'objet de normes notamment en France, son intérêt réside surtout dans la mise en évidence des surfaces de rupture de leur profondeur et du déplacement au niveau de la surface de rupture (DUC 2005).

La technique consiste à sceller un tube spécial rainuré dans un forage qui sert de guide à une sonde d'une longueur de 0.75 m diamètre 40mm environ qui mesure l'inclinaison du tube par rapport à la verticale avec une grande précision 10-5 radian, la sonde est remontée dans le tube à partir du fond par pas de 0.5 m les sondes actuelles mesurent en chaque point simultanément l'inclinaison suivant deux directions dont la plus intéressante reste

l'inclinaison dans le sens de la plus grande pente, la profondeur est mesurée à l'aide d'un câble gradué de la sonde l'analyse des variations angulaires des points du forage dans le temps permet de déterminer le déplacement horizontal du tube donc du terrain auquel il est lié par le scellement.

On peut déterminer la position d'une ou de plusieurs surfaces de glissements à partir de mesures en mm du déplacement en profondeur d'une zone fixe de forage, cette information est très importante pour l'analyse de stabilité et le choix de confortements.

La vitesse de déplacement des glissements de terrain est très variable et peut atteindre jusqu'à 37 mm/mois en période sèche.

Généralement, les constructions situées sur les glissements subiront dans le futur de graves désordres.

#### **4-2-Les mesures GPS**

Une mesure précise de  $\pm 5$  mm d'incertitude sur le déplacement adoptée au suivi à long terme sur plusieurs dizaines d'années.

L'objectif est de déterminer le déplacement suivant les trois axes X, Y, Z de points matérialisés sur le terrain, délimiter les zones instables et contrôler leur régression vers l'amont et la stabilité des zones a priori stables. Actuellement, les premières mesures pour le site de Boussouf sont en cours.

#### **4-3-Les mesures topographiques**

L'objectif est de délimiter les zones instables et de contrôler leur régression vers l'amont, c'est une mesure très précise de  $\pm 0.5$  mm d'incertitude sur le déplacement qui permet de détecter très tôt les déplacements.



## **5-Les Outils Réglementaires liés aux Risques Naturels**

La prévention et la gestion ont une importance capitale aussi bien à l'échelle locale que nationale.

L'évolution des textes de lois en Algérie reflète un intérêt grandissant pour les problématiques ayant trait aux thématiques de développement durable , du renouvellement urbain et de la gouvernance territoriale , le législateur algérien a instauré des lois , arrêtés et ordonnances qui permettent une meilleure prévention et gestion des risques

### **5-1-La loi 90-29 du 01-12-1990 relative à l'Aménagement et à l'urbanisme**

A l'échelle du PDAU, elle définit des périmètres de protection au niveau des communes, en revanche à l'échelle du POS, elle définit des conditions d'aménagement et de construction en prévention des risques naturels.

### **5-2-La loi 01-20 du 12-12- 2001 relative à l'Aménagement et au développement durable**

Elle retient comme l'une des finalités de la politique nationale d'aménagement et du développement durable du territoire.

Elle prévoit dans son article n°4, la protection du territoire et des habitations des risques et des aléas naturels et cela pour un développement harmonieux et durable de l'espace pour chaque zone du territoire national.

### **5-3-La loi 03-10 du 29-7- 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable**

L'objet de cette loi est de définir les règles de protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

L'état veille à la protection de la nature, la préservation des espèces animales et végétales et de leurs habitants.

### **5-4- La loi 04-05- du 14-8-2004 relative à l'intégration de la gestion des risques dans les Plans d'urbanisme et d'Aménagement du territoire**

Cette loi contient également des éléments qui visent à intégrer pleinement la gestion du risque dans l'établissement des plans d'urbanisme et d'aménagement du territoire.

On peut lire dans l'article 11 que les terrains exposés aux risques résultant des catastrophes naturelles ou aux glissements de terrain sont identifiés au moment de l'élaboration des instruments d'aménagement et d'urbanisme et font l'objet de mesures de limitation ou d'interdiction de construire qui sont définies par voie réglementaire .

### **5-5-La loi 04-20 du 25-12- 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des Catastrophes dans le cadre du développement durable**

Elle définit le risque majeur comme toute menace probable pour l'homme et son environnement pouvant survenir du fait d'aléas naturels exceptionnels.

L'objet de cette loi est d'édicter les règles de prévention des risques majeurs et de gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.

Les règles de prévention des risques majeurs et de la gestion des catastrophes prend en compte les risques suivants : Les séismes, les risques géologiques, les inondations, les risques climatiques et les feux de forêts.

Le plan général de prévention de risque majeur détermine les zones vulnérables et les mesures de prévention et d'atténuation de la vulnérabilité.

En matière de constructions et d'aménagement et de l'urbanisme, les constructions sont strictement interdites sur les terrains à risque géologique et les zones inondables ainsi dans les terrains d'emprise des canalisations.

Chaque plan général de prévention des risques majeurs fixe les zones frappées de servitude de non aedificandi, pour risque majeur ainsi que les mesures applicables aux constructions existantes.

Les dispositions pénales

Toute infraction aux dispositions la construction dans les zones à risques, le citoyen sera punie d'un emprisonnement de un an à trois ans et d'une amende de trois cent mille dinars 300000 DA à six cent mille dinars 600 000 DA, ou l'une de ces deux peines seulement, en cas de récidive, la peine est portée au double.

### **5-6-Arrête du 11 janvier2 004 relatif aux règles parasismiques Algériens RPA 1999 Version 2003**

Il s'applique à toute nouvelle étude de projet de construction à compter de la date de publication.

Il tient compte essentiellement de la nouvelle classification des zones sismiques, il divise le territoire national en 5 zones de sismicité croissante.

La ville de Constantine fait partie de la zone tellienne, caractérisée par une sismicité moyenne.

Les constructions en béton armé ne doivent pas dépasser les 14 mètres, soit quatre niveaux (R+4).

Les structures en maçonnerie porteuse chaînée et les bâtiments concernés par ce type de système maçonnerie porteuse chaînée.

Les bâtiments concernés par ce type de système constructif sont limités à 4 niveaux ou 14 mètres pour les poteaux circulaires, le diamètre devra être supérieur à 30 cm, ils doivent être coulés sur toutes les hauteurs, les armatures longitudinales doivent être à haute adhérence, droites et sans crochets.

**5-7-Ordonnance n° 03-12 du 26 Août 2003 relative à l'Obligation d'Assurance des catastrophes naturelles et à l'indemnisation des victimes**

Tout propriétaire personne physique ou morale, autre que l'Etat d'un bien immobilier construit situé en Algérie est tenu de souscrire un contrat d'assurance de dommages garantissant ce bien contre les effets des catastrophes naturelles (Article n°1)

Les effets des catastrophes naturelles sont les dommages directs causés aux biens suite à la survenance d'un événement naturel d'une intensité anormale (Article n°2)

### **Conclusion de la quatrième partie**

La stabilité définitive des terrains vulnérables, ne peut être garantie que par la mise en œuvre de solutions confortatives et la mise en place de nouveaux réseaux d'eau potable et d'assainissement.

Il convient d'éviter la régression des instabilités qui menacent des habitations construites par l'adoucissement des pentes et l'amélioration du coefficient de sécurité des pentes. Supprimer les remblais déversés en tête de talus ou dans les pentes. Régulariser et adoucir les pentes en supprimant les escarpements locaux. Rétablir les cheminements d'eaux pluviales (DUC 2005).

Il faut arrêter toute construction en cours sur le site. Une démolition des deux écoles Azabi et Teniou devrait être le plus tôt possible (DUC2005).

Rétablir un lit pour le point de confluence des thalwegs Est Ouest qui forme la source de chaâbet El Merdja (DUC2005).

Les constructions nouvelles sur le site de Boussouf sont interdites, en revanche des projets peuvent être autorisés comme l'implantation d'équipements sportifs, donc toute extension du bâti serait refusée (DUC2005).

La mise en place d'un observatoire des glissements de terrain, par une surveillance des déplacements en surface et en profondeur (DUC2005).

Il est indispensable de mettre des outils de visualisation du risque, fondés sur la technologie (SIG) pour informer la population.

## CONCLUSION GENERALE

Constantine subit depuis plus d'un siècle des dommages, liés au phénomène de glissement de terrain, durant ces dernières décennies le phénomène a pris une grande ampleur entraînant des pertes et des dégâts matériels importants.

L'exemple de la ville de Constantine est intéressant à plus d'un titre dans la mesure où plus de 100 000 habitants et 15 000 constructions, sont directement menacés par les glissements de terrain.

Aujourd'hui, la partie Ouest et Sud-Ouest de la ville, recèle une série de glissements de terrain complexes et circulaires, d'où la vitesse de certains mouvements peut atteindre les dizaines de cm par an.

Ces glissements de terrain sont dus à l'action conjointe des facteurs naturels et anthropiques qui sont comme suit : une topographie accidentée dont les replats est bordée par de fortes pentes aux dénivellations importantes.

La prédominance d'affleurement de consistance meuble du Miocène, qui renferme des interstratifications argileuses, souvent accompagnées par des nappes d'eau, jouent un rôle déterminant dans le comportement hydrodynamique du milieu.

L'irrégularité des précipitations annuelles, saisonnières et mensuelles sont visibles, avec le rythme thermique fragilisent les structures des formations lithologiques surtout argileuses.

Le poids démographique a pesé lourdement sur la croissance de la ville, ce qui a engendré une dégradation du tissu urbain de la ville.

L'extension urbaine post- indépendance qui s'est réalisée sur les terrains les plus vulnérables de la ville. Ces terrains sont généralement instables et offrent des prédispositions au déclenchement des glissements de terrain.

D'autres actions Anthropiques ont augmenté l'instabilité des versants et les sites urbains de la ville tels que l'implantation des surcharges sur les versants de remblais instables.

La dégradation du système de collecte des eaux, ce qui a permis à ces eaux de s'infiltrer dans les remblais et les sols de faibles caractéristiques mécaniques. La construction sur des remblais mal compactés et insuffisamment tassés et sur les formations argileuses, ce qui a provoquée le tassement différentiel de plusieurs constructions.

Donc à Constantine l'urbanisation avec ses outils n'a pas pris en charge les risques naturels ce qui a abouti à une situation contradictoire. En effet, au lieu de protéger l'homme et ses biens elle est devenue source de dangers.

Les conséquences se traduisent par des désordres, qui ont affecté plusieurs constructions localisées dans la partie Ouest et Sud-Ouest de la ville.

Dans le but de déterminer l'état de dégradation de ces édifices affectés par les glissements de terrain, nous avons retenu les résultats d'expertise menée par la direction de l'urbanisme et de la construction DUC, avec la collaboration du contrôle technique de construction de l'Est (CTC-Est).

Le but de ce travail est d'évaluer la vulnérabilité structurelle par l'application de la méthode d'endommagement.

La méthode utilisée consiste à évaluer l'état de dégradation des constructions des éléments exposés aux glissements de terrain, par l'application de la matrice d'endommagement, qui permet de représenter le niveau d'endommagement, en fonction du phénomène naturel.

Les enjeux seront alors mesurés par un **taux d'endommagement** compris **entre 0 et 1**, dont la **valeur 0** représente **un dommage nul** et la **valeur 1** représente un **dommage total**.

Les résultats obtenus indiquent que les sites de Belouizded-Kitouni, Boussouf et Boudrâa Salah semblent représenter les terrains les plus vulnérables.

Pour les sites de Belouizded et Boudrâa Salah, les constructions les plus vulnérables seront détruites.

En revanche, la stabilité définitive des terrains vulnérables à Boussouf, ne peut être garantie par la mise en œuvre des solutions confortatives, le site est affecté par des glissements dont les déplacements sont rapides.

Il constitue un cas d'une grande gravité, il est très difficile de se prononcer face à une dynamique des versants très active.

Pour mieux délimiter les zones les plus exposées au risque dans ce site, nous avons utilisé la cartographie des risques naturels par la réalisation d'un **plan de prévention des risques naturels liés aux glissements de terrain**.

Cette méthode favorise le diagnostic, grâce à une rapide visualisation et permet une meilleure orientation vers les décisions à prendre dans le cadre d'une politique de prévention de risque liée au glissement de terrain.

La démarche consiste à mettre des scénarios de risque sur l'endommagement des constructions, elle repose sur trop d'incertitude. Les difficultés de cette méthode concernent l'élaboration du bilan consolidé de dommages sur une période donnée et de prévoir ce qui pourra être l'effet dommageable.

En revanche, le plan de prévention des risques naturels liés aux glissements de terrain constitue un outil pour aider à gérer une crise, en cas d'une catastrophe, par exemple pour une intervention immédiate des secours.

Cette méthode d'évaluation de la vulnérabilité mise au point pourrait être adaptée pour réduire la vulnérabilité de la population.

Il faut développer une politique hardie audacieuse et suffisamment souple de l'aménagement du territoire et mettre en œuvre une stratégie d'urbanisation rigoureuse s'imposant à tous.

Actualiser les plans des réseaux sous terrains qui sont l'une des raisons contribuant à déstabiliser les sols de la ville.

Il est nécessaire d'établir une cartographie thématique ayant pour priorité la réalisation des Atlas sur les risques naturels.

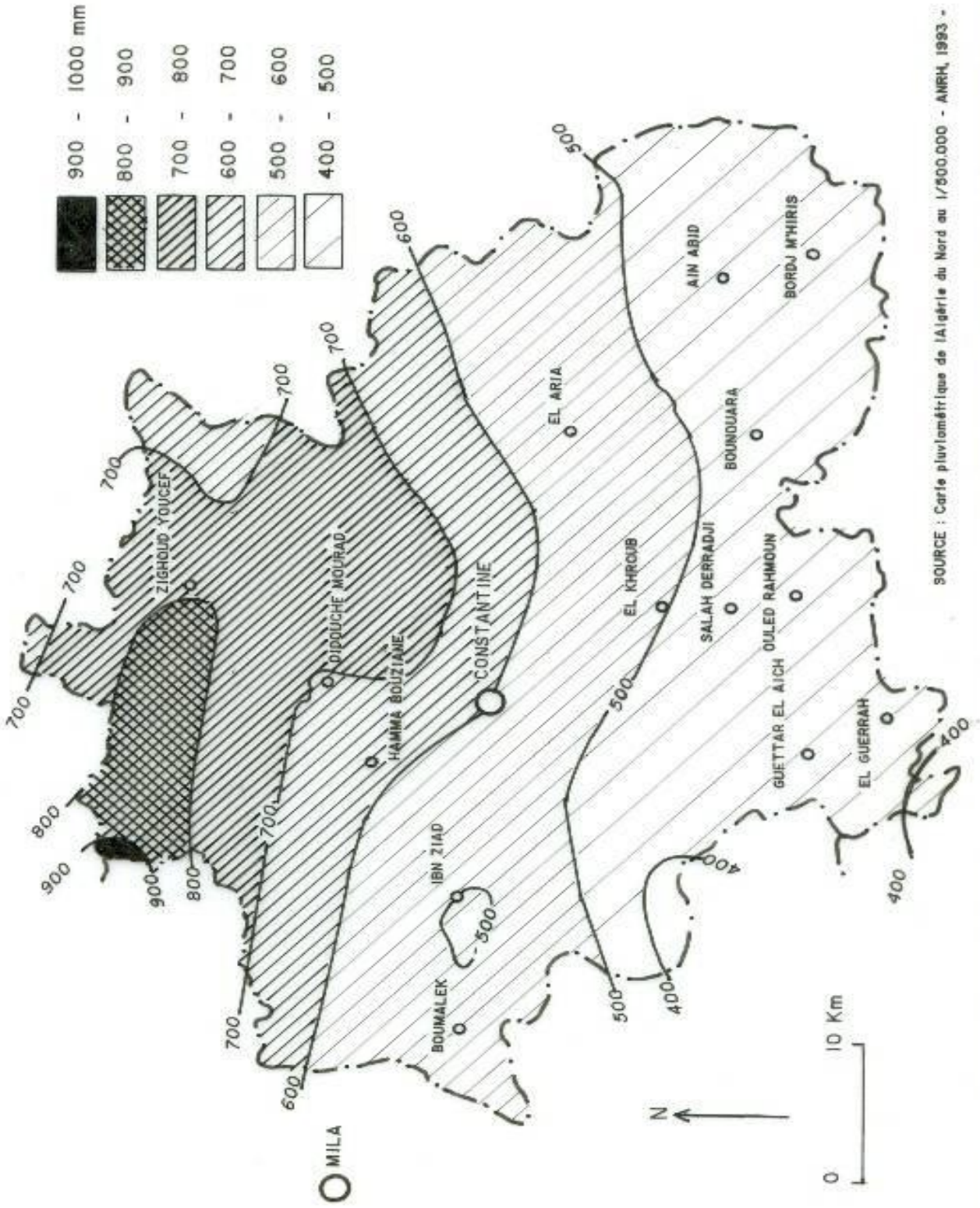
Il est indispensable de mettre une politique nationale de prévention et de gestion des risques d'origine naturels donc une culture générale concernant ces derniers s'imposent.

L'état, les collectivités territoriales, partenaires économiques et sociaux professionnels, bureaux d'études, universités, associations, citoyens doivent former une chaîne organisée pour la maîtrise des risques naturels au plan spatial et temporel.

## ANNEXES

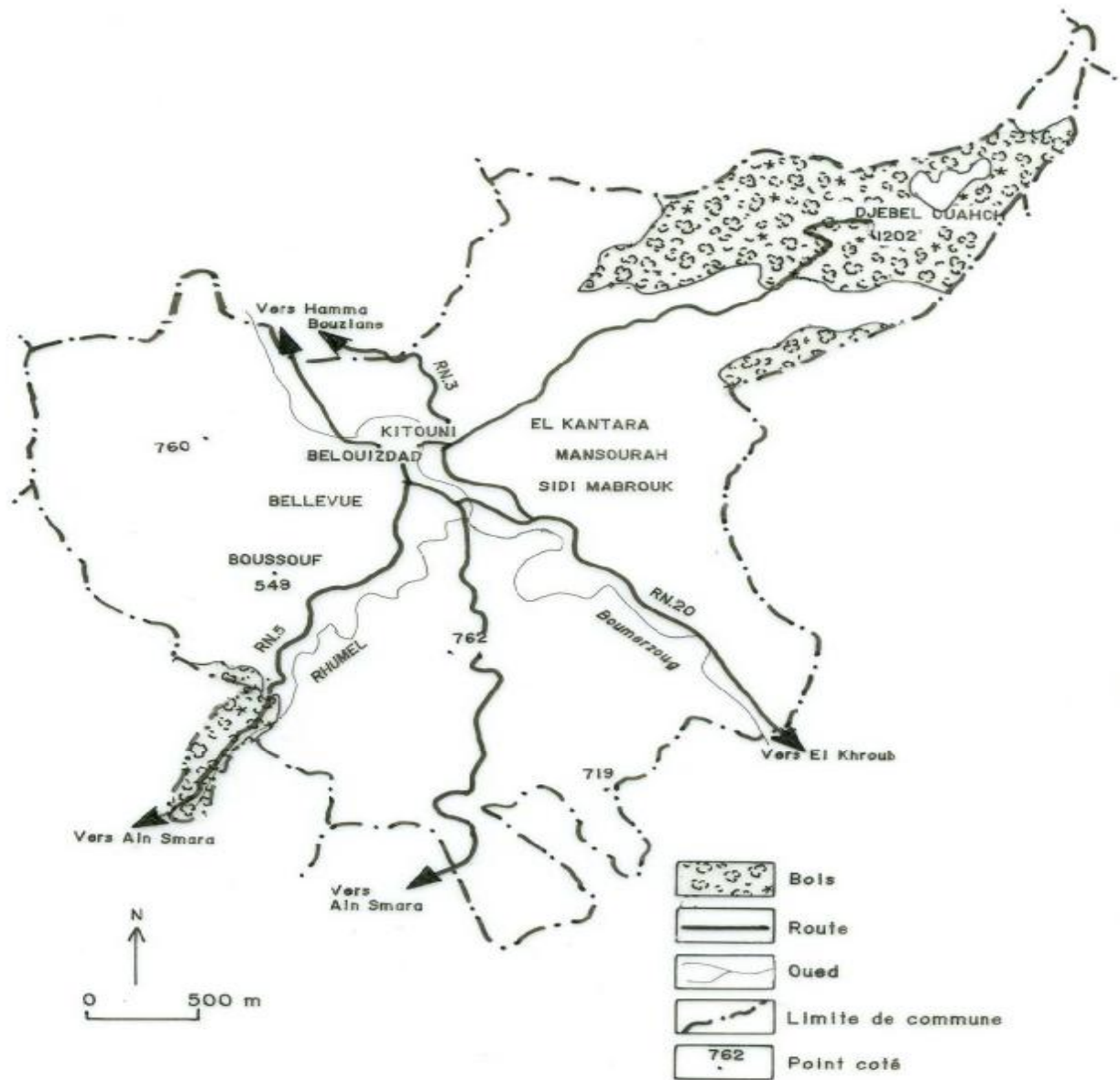


FIG. : WILAYA DE CONSTANTINE : CARTE PLUVIOMETRIQUE



SOURCE : Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord au 1/500.000 - ANRH, 1993 -

FIG. : COMMUNE DE CONSTANTINE : Zones de forêts



SOURCE : Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme, 1998  
wilaya de Constantine.

Edition du 20 November 2006 > Actualite

## Zones constructibles malgré l'interdit à Constantine

Que vaut le rapport Simecsol ?

**Voilà plus d'une année que le bureau d'études français Simecsol a rendu les conclusions de son enquête, commandée par le président de la République, sur le phénomène complexe des glissements de terrain, qui affecte pas moins de 120 ha abritant quelque 15 000 logements à Constantine.**

Plus de trois années d'études et une dépense initiale de 106,6 millions de dinars puisée dans les fonds publics, et malgré cela, aucun impact n'est aujourd'hui ressenti dans la capitale de l'Est, que ce soit dans les pratiques architecturales ou dans la réglementation en vigueur. Le rapport n'a jamais été rendu public mais, ce qui est sûr, c'est que Boussouf, quartier où l'immobilier a atteint des prix prohibitifs et abritant une population importante, figure parmi les sites classés inconstructibles et marqués désormais par la couleur rouge. A contresens, le commun des citoyens peut constater que les chantiers de construction n'ont pas cessé leurs travaux depuis. Il est loisible de remarquer surtout l'érection d'immeubles dans le terrain le plus fragile situé dans le lit de la chaâba. Des cités appartenant à des coopératives de travailleurs y ont vu le jour récemment, et ce qui est d'autant plus étonnant, c'est de voir figurer parmi les noms de ces coopératives, ceux d'entreprises de construction et surtout celui du CTC. Ce dernier n'a-t-il pas vu ce rapport ou alors, plus grave, n'est-il pas d'avis sur ses conclusions et juge ses propres études plus détaillées en partant du principe que tout terrain est constructible ? En somme, 320 logements sont prévus dans les programmes initiaux des huit coopératives. Ceci dit, ces chantiers dont les permis de construire datent du début des années 1990, soit une décennie avant le travail de Simecsol, n'ont pas tous démarré les travaux et certains ont même vendu leurs terrains à d'autres coopératives qui voulaient bénéficier de la formule LSP et construire pour leurs souscripteurs. Ces nouveaux acquéreurs doivent être malheureux puisque la DUC leur a refusé l'autorisation de construire. Cependant, quelques-unes de ces coopératives ont entamé leur chantier bien avant, et aujourd'hui leur situation se trouve en porte-à-faux avec le rapport de classement. C'est-à-dire qu'elles continuent à construire sur un terrain classé inconstructible. Quelques familles ont même habité leurs logements, exposant leur vie à de sérieux risques si l'on considère la chose du point de vue du rapport Simecsol et des avis des services de la DUC et ceux de l'APC. Un véritable imbroglio.

### Quelle solution ?

Cette situation semble indisposer les autorités locales et créer, en tout cas, la gêne chez leurs services dès que nous posons la question. En fait, plusieurs interrogations sont apparues mais là où nous avons frappé, les réactions ont été à chaque fois timides quand elles ne sont pas fuyantes. Au niveau de la DUC, nous avons demandé au chef de service de l'urbanisme, M. Bouderbala, si la direction avait engagé des démarches pour arrêter ces constructions depuis que les conclusions du rapport sont connues. Il nous a répondu qu'effectivement ses services avaient réalisé un recensement de ces cas durant la période août-septembre 2005. Il nous dira aussi que « ce problème requiert une solution politique globale qui doit prendre en considération le dédommagement des familles à déloger, ce qui n'est pas une mince affaire » et que « la responsabilité de démolition de ces constructions relève du président de l'APC ». A cela, l'adjoint au maire chargé de l'urbanisme, M. Benlebdjaoui rétorquera en précisant que la responsabilité revient à l'ensemble des autorités, notamment le ministère, et rappellera que le sujet devait récemment être traité durant la réunion de l'exécutif de wilaya. Nous n'avons pas pu avoir davantage de précision de la part de ces deux responsables, mais au moins nous savons qu'ils sont d'accord sur la nécessité de démolir. Une option que rejette Amar Chanti, chef de l'agence locale du CTC, qui reconnaît ne pas souscrire à l'ensemble des conclusions du rapport en insistant sur l'existence d'autres solutions que la démolition. Il nous citera la possibilité de stabiliser le sol mais là aussi notre interlocuteur manquera de précision, révélant l'absence d'une réponse, dûment élaborée, aux thèses de Simecsol. Dans ce cafouillage qui prolonge les risques d'avant le séisme de Boumerdès, beaucoup se demandent ce qu'a fait le département de Hamimid du travail de Simecsol et quel est l'impact de cette étude sur notre réglementation. Et puis, si ce rapport est validé, ne devrait-il pas être institutionnalisé pour bénéficier de la force de la loi et devenir un règlement applicable pour/par les autorités locales ? Entre-temps, les promoteurs, eux, profitent du vide et choisissent le règlement qui convient à leurs affaires.

*N. Nesrouche*

## Bibliographie

**-Battiau – Queney-Y (2002):**

Géomorphologie et risques naturels ; Géomorphologie : Relief, processus, Environnement n°1 Janvier –Mars, Revue du Groupe Français de Géomorphologie éditeur, Paris.

**- Benazzouz M-T (1987):**

Anthropical effects and landslides in Constantine area, Frist international Congress of geohydrology, Firenze 2-5-December 1987.

**- Benazzouz M-T (1991):**

L'évaluation de l'aléa géomorphologique et des coûts des risques à Constantine.

Z-Geomorph NF supp Bd83-63-70 Berlin Stuttgart August 1991.

**- Benazzouz M-T et al (2003):**

Etude de glissement de terrain et évaluation de leur impact dans la ville de Constantine ; Revue du Laboratoire d'Aménagement du territoire n°1(2003), Université Mentouri Constantine

**-Benouar D et al (2006) :**

Résistance aux séismes des constructions traditionnelles en Algérie; évaluation de la vulnérabilité ,Pathologie; Vies des villes n°4 Février 2006, édition les Alternatives Urbaines Alger.

**-Benouar D et al (2006):**

La crue torrentielle de Bab El Oued, Les effets sur l'environnement; Vies des villes n°4 Février 2006, édition les Alternatives Urbaines, Alger.

**-Beck (2001) :**

La société des risques, Aubier Paris.

**-Billot C et al (2003):**

Elaboration d'un outil d'estimation qualitative du risque naturel à moyenne échelle SIRNAT –JPRN-Orléans.

**- Chesneau E (2004):**

Proposition pour une cartographie du risque ,CFC n°181 Septembre 2004

**-Bureau du coordinateur des nations unies pour les secours en catastrophe,Geneve (1986):**

Prévention et atténuation des catastrophes , Le point des connaissances actuelles, Volume 11 Aspects Relatifs à la Planification Préalable Nations unies New York 1986.

**-Belhanachi Chikhi N (2002):**

Les formations Argileuses de Constantine leurs caractéristiques Physiques et mécaniques, Thèse de Magister en Génie civil, Université Mentouri Constantine.

**- Benaissa A (1989) :**

Contribution à l'étude des mouvements de terrain de la région de Constantine; Doctorat d'état université Fournier Grenoble ; UST Constantine

**- Benaissa A (2003) :**

Glissements de terrain, Calcul de stabilité, Office des publications universitaires.

**-Bezzeghoud M-et al (1994):**

Les séismes en Algérie de 1365 – 1992, Centre de recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique Alger.

**-Boughacha et al (2003):**

Sismicité en Algérie de 1790 à 2000: mécanisme aux foyers et vitesse de rapprochement inter – plaques, Bulletin des services géologique de l'Algérie, Office National de recherche Géologique et Minière Boumerdès Algérie.

**-Bonnard et Gradel (1987):**

Etude et travaux de protection du glissement de terrain de Bellevue, Constantine.

**-Bessat F, Dauphiné A, Moriniaux (2003) :**

Risques. l'éditeur du temps, collection question de géographie. Paris

**-Besancenot J-p (1995) :**

Approche géographique des Risques climatologique ; Annales de géographie n° 584  
Juin – Août 1995.

**-Bouafia A (2002) :**

Mécanique des sols : principes de base exercices résolus ; édition El Maarifa, Alger.

**-Bouadam Ghat R (2002) :**

La particularité et le devenir de la médina de Constantine ; Memoire de magister ; option urbanisme, université Mentouri Constantine.

**-Boudjabi N.A (2005) :**

Les stratégies de la reconstruction de la ville sur la ville : Analyse d'un cas d'étude Constantine. Memoire de magister option urbanisme, Université Mentouri Constantine.

**-Bounif A (1990) :**

Etudes sismotectoniques en Algérie du Nord : Contribution à l'étude d'un tronçon de la chaîne tellienne à partir des Répliques du Séisme de Constantine du 27 Octobre 1985

Thèse de Magistère en science de la terre Géophysique option : Sismologie ; USTHB.

**-Bowyssou. J (1997) :**

Théorie générale du risque, économa imp jouve ; Paris

**-Champetier de Ribes G (1987) :**

La cartographie des mouvements de terrain des ZERMOS aux PER ; Bulletin de liaison des Laboratoires des ponts et chaussées Risques naturels n° 150-151 -Laboratoire Central des ponts et chaussées ; Paris.

**-Cannon T et al (1994):**

At Risk: natural hazards people vulnerability and disasters; Routledge London Great Britain

**- Cherrad F (1980) :**

Une Métropole Saturée : Croissance et Mobilité des populations de Constantine et sa Wilaya, Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> Cycle Université Paul Valery Montpellier III.

**- Crutter S (1993):**

Living with risk, the geography and technological hazards, Edition Arnold Routhdge, Chapman and Hall distributor, London Great Britain.

**- Côte M (1988) :**

L'Algérie ou L'espace retourné, Edition Flammarion Paris.

**- Côte M (2006) :**

Constantine : Cité antique et ville nouvelle, Média plus Constantine

**-Coiffait PE (1992) :**

Un bassin Post nappe dans son cadre structural, l'exemple du bassin de Constantine Algérie du Nord Orientale, Thèse des scienses, Nancy I.

**-Dakhia K (2006) :**

Développement durable et environnement : les nouveaux défis de l'urbanisme en Algérie, Vies des villes n°4 Février 2006, édition les Alternatives Urbaines, Alger.

**-Dauphiné -A-(2001) :**

Risque et Catastrophes : observer spatialiser comprendre gérer par Valérie Novembre.cahier de géographie Québec volume 46 n°127 Avril 2002 université Laval Québec Canada.

**-Delmas PH et al (1987) :**

Méthodes d'analyse des risques liées aux glissements de terrain, Bulletin de Liaison des Laboratoires des ponts et chaussées Risques naturels n° 150-151 - Laboratoire Central des ponts et chaussées Paris.

**- D'école R- Thouret. JC (1995) :**

Croissance urbaine et Risques naturels présentation introductive, Bulletin Association des Géographes français ; Paris.

**-Demangeot J (1995) :**

Les milieux Naturels du globe, collection Géographie, Edition Masson, Paris.

**-Derouiche .A (2001) :**

Phénomène d'urbanisation et politiques environnementales exemple de Constantine

Thèse de magister. Option Urbanisme, Université Mentouri Constantine.

**-Derriau M (1967) :**

Précis de Géomorphologie, édition Masson et Cie, Paris.

**-Direction de l'urbanisme et de la construction - wilaya de Constantine - DUC (2003) :**

Etude des glissements de terrain de la ville de Constantine, site de Belouizded-Kitouni, expertise des constructions endommagées.

**-Direction de l'urbanisme et de la construction - wilaya de Constantine - DUC (2003) :**

Etude des glissements de terrain de la ville de Constantine, site de Belle vue, expertise des constructions endommagées

**-Direction de l'urbanisme et de la construction - wilaya de Constantine - DUC (2003) :**

Etude des glissements de terrain de la ville de Constantine, site de Boudraa Salah, expertise des constructions endommagées.

**-Direction de l'urbanisme et de la construction - wilaya de Constantine - DUC (2005) :**

Etude des glissements de terrain de la ville de Constantine, site de Boussouf.

**-Direction de l'urbanisme et de la construction - wilaya de Constantine - DUC (2003) :**

Etude des glissements de terrain de la ville de Constantine, Géologie de la ville et de ses alentours

**-Direction générale de la protection civile, Service de prévention (2004) :**

Glissement de terrain de la ville de Constantine

**-Dziri F, (2001) :**

Evolution des espaces publics urbains à Constantine, Thèse de magister option urbanisme Université Mentouri Constantine.

**-Dubois J Maury (2002) :**

Risques urbains, Armand Colin, Paris.

**-Dubois J Maury (2001) :**

Risques naturels. La documentation française,

**-Flageollet - Jc (1989) :**

Mouvements de terrain et leur prévention, Collection géographie Masson, Paris.

**-Flageollet – Jc et al (2001) :**

Une approche multidisciplinaire pour la connaissance d'un glissement – coulée dans les marnes noires du Callovien Oxfordien, Revue française de géotechnique n° 95-96.

**-Favre JL (2003) :**

Les trois approches de l'Aléa Mouvement de terrain, Colloque international, 11 et 12 Octobre 2003 Alger.

**-Filliat G (1981) :**

La pratique des sols et fondations, édition du Moniteur Paris.

**-Garry G et al (1987) :**

La représentation cartographique des risques naturels, Bulletin de Liaison des laboratoires des ponts et chaussées Risques naturels n° 150-151 - Laboratoire Central des ponts et chaussées Paris.

**-Garry G et al (1997) :**

Plans de prévention des risques naturels prévisibles PPR. Guide général ; La documentation française

**-Garry G et al (1999) :**

Plans de prévention des risques naturels PPR Risques de Mouvements de terrain, guide méthodologique, la documentation française.

**-Genet J et Malet J p (1997) :**

Détermination de la structure tridimensionnelle du glissement de terrain de Super- Sauze par investigation géochimique Collection Maîtrise Geo. Strasbourg.

**-Guediri K (2002) :**

Croissance démographique et urbanisation : cas de Constantine, Thèse de magister, Option urbanisme ; Université Mentouri Constantine.

**-Guechi FZ et al (2004) :**

Constantine, une ville, des héritages ; Média - Plus Constantine.

**-Grécu F (2002) :**

Carte des aléas géomorphologiques en Roumanie : Représentation à petite, moyenne et grande échelles, Revue de Géomorphologie, relief processus, environnement n°2 (2002) .

**-Grécu F (2002):**

Risk prone Lands in Hilly Regions: Mapping Stages, Applied Geomorphology: Theory and practice, edited by RJ Allison Ltd.

**-Hafiane A (1980) :**

Dynamique urbaine et planification l'habitat légal dans l'évolution de Constantine; Thèse de magister Option urbanisme; Université Mentouri Constantine.

**-La documentation française (2004) :**

Aménagement du territoire aux risques, Datar, Paris



**-Lahondere JC (1987) :**

Les séries ultra telliennes d'Algérie Nord Orientale et les formations environnantes, dans leur cadre structural, Thèse sciences ; Université Paul Sabatier, Toulouse.

**-Lahousse p (1991) :**

Mouvement de terrain ancien et héritages glaciaires sur le versant méridional du Granon Briassonnais, tentative d'établissement d'une chronologie relative ; Méditerranée Tome n° 74

**- Larouk M H (1984) :**

La ville de Constantine étude en géographie urbaine OPU.

**-Leone.F-Asté.JP- Leroi E (1996) :**

Vulnerability assessment of elements exposed to mass – movement: Working toward a better risk perception Landslides, Senneset edition Balkema, Rotterdam.

**- Leone F- Aste JP- Velasquez E (1996) :**

Contribution des constats d'endommagement au développement d'une méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité, appliquée aux phénomènes du mouvements de terrain  
Bulletin Association des géographes français

**- Lezzar S (2001) :**

Fissuration le vieillissement précativité du patrimoine d'habitat construction entretien et législation : étude d'un cas la ville de Constantine ; thèse de magistère ; option Architecture université Mentouri Constantine.

**-Mattauer M (1973) :**

Les déformations des matériaux de l'écorce terrestre, Hermann, éditeurs des sciences et des arts Paris.

**-Manche Y (2000) :**

Analyse spatiale et mise en place de système d'information pour l'évaluation de la vulnérabilité des territoires de Montagnes face aux risques naturels, Thèse de doctorat en géographie, Université J.Fournier Grenoble 1 U.F.R.

**- Masson. M (1993) :**

Après Vaison la Romaine pour une approche pluridisciplinaire de la prévision et de la planification Revue de Géomorphologie dynamique n°2 Paris.

**-Marois. B (1990)**

Risques pays, éditeur presses universitaires de France

**-Masmoudi .T (2001)**

Phénomène de croissance des villes et consommation de l'espace : exemple de constantine  
Option urbanisme Thèse de magistère, Université Constantine

**-Medghoul A, (2004) :**

La ville coloniale et sa réappropriation en Algérie cas de Constantine option urbanisme  
Thèse de magister, Université Constantine

**-Mecheri A (1983) :**

Emprise urbaine autour de Constantine ; DES Institut des sciences de la terre - Constantine.

**-Meghraoui M et al (1987):**

The Constantine (northeast Algeria) earthquake of October 27,1985 surface ruptures and aftershock study . Earth and planetary Science Letters , 85 (1987) 451-460.

Elsevier Science Publishers B.VAmsterdam –Printed in the Netherlands .

**-Meghraoui M (1990) :**

Causes et genèse des séismes dans le Nord de l'Algérie, Revue Science et technique, n°1  
Publitech Alger.

**-Meghraoui M et al (1998):**

Three dimensional velocity structure and relocated aftershocks for the 1985 Constantine, Algeria ( Ms=5.9) earthquake;Annali Di Geofisica, vol.41 N.1.April 1998.

**-Meghraoui M (2001) :**

Failles actives et trace des séismes en surface : l'approche paléosismologie Académie des sciences édition scientifique et médicales Elsevier SAS.

**- Meghraoui N (1985) :**

L'impact de l'urbanisation du bâtiment sur le tissu urbain mémoire de fin d'études, option urbanisme université de Constantine.

**-Meskaldji S et al (1988) :**

Croissance de l'agglomération de Constantine ; centre Inter Universitaire d'études méditerranéenne Poitiers.

**-Meskaldji S et Spiga S (1982):**

Evolution de l'espace urbain, Médina et périphérie de Constantine, 5<sup>ème</sup> colloque maghrébin de Géographie Université de Constantine.

**- Merrouche K et al (1978) :**

L'habitat urbain à Constantine, mémoire de fin d'étude licence en sociologie, Constantine

**-Mezhoud - S (1986) :**

Crise du logement à Constantine, thèse de Magister en géographie en Aménagement  
Constantine

**-Minivielle - E et Souih -S A (2003) :**

Analyse statistique et spatiale statistique, cartographie, télédétection -SIG ; Collection outils et méthodes en géographie.

**-Nicod – J et Julian - M (1990) :**

Catastrophe naturelles et risques offerts aux terrains gypseux Alpes et Provence, Annales de géographie n° 310-311 Armond Colin Paris.

**-Pagand - B (1989) :**

La médina de Constantine de la cité traditionnelle au centre de l'agglomération contemporaine Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Centre universitaire d'étude méditerranéenne Université de Poitiers

**-Pagand- B (1983) :**

Analyse architecturale et urbaine de la médina de Constantine, DEA en géographie de l'aménagement, option Géographie du Monde Arabe, Faculté des sciences Humaines Département de Géographie, Université de poitiers.

**-Paulsen -S et al (1998) :**

Glissements de terrain dans la ville de constantine, Mission des experts Institut Fédéral des Géosciences et des Ressources Naturelles Hnovre

**-Part - c et Sayago -J M (2003) :**

Risques naturels actions anthropiques et enjeux à San Miguel de Tucuman nord ouest de L'Argentine, les cahiers d'outre Mer n° 223 juillet- septembre 2003.

**-Peltre - p (1992) :**

Risque morphoclimatique urbain à Quito équateur 1900- 1988 ; L'espace Géographique, Dion - Paris.

**-Pigeon - p (2002) :**

Réflexion sur les notions et les méthodes en géographie des risques naturels, Annales de Géographie n° 627- 628 ; Armand Colin, Paris.

**-Pivot C – R et Rychen -F (2003) :**

Gestion des risques à l'horizon 2020 ; édition l'aube datar.

**-Roussel J (1973) :**

Les zones actives et la fréquence des séismes en Algérie (1917- 1970) extrait du bulletin de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord tome 64 Fascicule 3-4 impression SNED Alger.

**-Schneider L et al (2002) :**

Les risques naturels majeurs ; édition scientifique GB Science publish

**- Tamine R (1984) :**

L'urbanisation et l'habitat à Constantine mémoire d'architecture option urbanisme université de Constantine.

**-Tricart J (1992) :**

Dangers et risques naturels et technologiques, Annales de Géographie n°565 mai juin 1992  
collection Armond Colin Paris.

**-Veyret. Y et al (2004) :**

Les Risques ; DIEM : Dossier des images économiques du Monde collection SEDES, Paris.

**-Veyret. Y et al (1998) :**

L'érosion entre nature et société ; DIEM : Dossier des images économiques du Monde  
collection SEDES, Paris

**-Wackerman G (2004) :**

Géographie des risques dans le monde, édition ellipses Paris

**-Yelles chaouche K – A Deramchi A Ferkoul et K Aoulaiche (2002) :**

Les séismes en Algérie de 1992- 2001 catalogue publication du Centre de Recherche en  
Astronomie et Géophysique département étude et surveillance sismique CRAAG

## **Liste des tableaux**

Tab -1-	<i>La superficie des pentes dans la partie Ouest de la Constantine.....</i>	P11
Tab -2-	<i>La superficie des formations géologiques dans la partie Ouest de la ville de Constantine.....</i>	P16
Tab -3-	<i>Les précipitations annuelles à Constantine (1975-2004).....</i>	P24
Tab -4-	<i>Les précipitations moyennes saisonnières à Constantine (1975-2004).....</i>	P24
Tab -5-	<i>Les précipitations moyennes mensuelles à Constantine (1975-2004).....</i>	P26
Tab -6-	<i>Les valeurs de l'indice de Peguy pour la période (1975-2004).....</i>	P27
Tab -7-	<i>Les températures Moyennes Mensuelles.....</i>	P28
Tab -8-	<i>Programme du relogement des sinistrés du glissement de terrain Kaidi Abdellah.....</i>	P34
Tab -9-	<i>Le Plan Quadriennal (1974-1977) .....</i>	P35
Tab -10-	<i>Evolution de Population dans la ville de Constantine.....</i>	P36
Tab -11-	<i>La densité du logement dans les secteurs urbains de la ville de Constantine.....</i>	P37
Tab -12-	<i>La densité de population dans les secteurs urbains de la ville de Constantine.....</i>	P39
Tab -13-	<i>Les résultats des essais de cisaillement rectiligne du site de Boussouf.....</i>	P54
Tab -14-	<i>Les résultats des essais triaxiaux du site de Boussouf .....</i>	P54
Tab -15-	<i>Les résultats des mesures inclinométriques du site de Boussouf.....</i>	P56
Tab -16-	<i>Les principaux glissements de terrain dans le périmètre urbain.....</i> <i>de la ville de Constantine</i>	P63
Tab -17-	<i>Les résultats de l'expertise de l'endommagement des constructions .....</i>	P64
Tab -18-	<i>Les résultats de l'expertise de l'endommagement des constructions.....</i> <i>au site Belouizded Kitouni</i>	P68
Tab -19-	<i>La répartition de l'endommagement des constructions dans les différentes.....</i> <i>parties du site Belouizded Kitouni</i>	P68
Tab -20-	<i>Les résultats de l'expertise de l'endommagement des constructions.....</i> <i>à la sixième partie Site Belouizded Kitouni</i>	P71
Tab -21-	<i>Le niveau des constructions expertisées à la sixième partie.....</i> <i>(Site Belouizded-Kitouni)</i>	P72
Tab -22-	<i>L'âge des constructions expertisées à la sixième partie.....</i> <i>(Site Belouizded-Kitouni)</i>	P72
Tab -23-	<i>Les résultats de l'expertise de l'endommagement des constructions.....</i> <i>dans la zone C</i>	P74
Tab -24-	<i>Les résultats de l'expertise de l'endommagement des constructions .....</i> <i>(Site Boudrâa Salah)</i>	P75
Tab -25-	<i>La répartition de l'endommagement des constructions.....</i> <i>dans les différents îlots (Site Boudrâa Salah)</i>	P76
Tab -26-	<i>Les résultats de l'expertise de l'endommagement du bâti .....</i> <i>au premier îlot (Site Boudrâa Salah)</i>	P78
Tab -27-	<i>Les résultats de l'expertise de l'endommagement du bâti.....</i> <i>au quatrième îlot (Site Boudrâa Salah)</i>	P79
Tab -28-	<i>L'âge du bâti au quatrième îlot (Site Boudrâa Salah).....</i>	P79

Tab -29-	<i>Le niveau du bâti expertisé au quatrième îlot (Site Boudrâa Salah).....</i>	<i>P80</i>
Tab -30-	<i>La répartition de l'endommagement des constructions ..... (Site Belle vue)</i>	<i>P83</i>
Tab -31-	<i>Les résultats de l'expertise de l'endommagement du bâti..... (Site Belle vue )</i>	<i>P84</i>
Tab -32-	<i>Les résultats de l'expertise de l'endommagement du bâti des différents îlots..... (Site Belle vue)</i>	<i>P86</i>
Tab -33-	<i>Le niveau du bâti expertisé aux différents îlots..... (Site Belle vue)</i>	<i>P87</i>
Tab -34-	<i>Les résultats récapitulatifs sur l'endommagement du bâti dans les différents sites.....</i>	<i>P89</i>
Tab -35-	<i>La Matrice d'endommagement structurel du bâti.....</i>	<i>P92</i>
Tab -36-	<i>Les résultats de l'évaluation de la vulnérabilité structurelle la sixième partie..... (Site Belouizded Kitoun )</i>	<i>P93</i>
Tab -37-	<i>l'âge du bâti endommagé à la sixième partie site..... (Belouizded -Kitouni)</i>	<i>P96</i>
Tab -38-	<i>Les résultats de l'évaluation de la vulnérabilité structurelle..... au quatrième îlots (Site Boudrâa Salah)</i>	<i>P110</i>
Tab -39-	<i>Les résultats de l'évaluation de la vulnérabilité structurelle..... aux différents îlots</i>	<i>P114</i>
Tab -40-	<i>Les résultats de l'évaluation de la vulnérabilité structurelle..... (site de Boussouf )</i>	<i>P119</i>
Tab -41-	<i>La vulnérabilité structurelle et le niveau du bâti (site de Boussouf).....</i>	<i>P121</i>
Tab -42-	<i>Les résultats récapitulatifs de la vulnérabilité structurelle dans les différents sites.....</i>	<i>P129</i>
Tab -43-	<i>La qualification des glissements de terrain en fonction de la vitesse de déplacement.....</i>	<i>P134</i>
Tab -44-	<i>La classification de la vulnérabilité du bâti en fonction de l'indice d'endommagement.....</i>	<i>P136</i>
Tab -45-	<i>La Matrice des Risques Naturels des glissements de terrain.....</i>	<i>P136</i>
Tab -46-	<i>La superficie des immeubles démolis.....</i>	<i>P138</i>

## Liste des figures

Fig n°1	Wilaya de Constantine limites du secteur urbain .....	P6
Fig n°2	Découpage Administratif de la commune de Constantine.....	P8
Fig n°3	Profil Topographique AB .....	P10
Fig n°4	Profil Topographique CD.....	P10
Fig n°5	Carte des pentes de la commune de Constantine.....	P12
Fig n°6	Carte géologique de la Commune de Constantine.....	P14
Fig n°7	Coupes géologiques interprétatives AA` et BB.....`	P17
Fig n°8	Serie lithostratigraphique Belouizdad Kitouni Benchergui.....	P19
Fig n°9	Serie lithostratigraphique Ciloc Emir Abdelkader Belle vue .....	P19
Fig n°10	Carte des isosésites du séisme du 4Août 1908.....	P22
Fig n°11	Carte des isosésites du séisme du 6Août 1947 .....	P22
Fig n°12	Carte des isosésites du séisme du 5Octobre 1985.....	P23
Fig n°13	Variations des précipitations Annuelles à Constantine (1975-2004).....	P25
Fig n°14	Variations saisonnières des précipitations à Constantine (1975-2004).....	P25
Fig n°15	Variations Mensuelles des précipitations à Constantine (1975-2004).....	P26
Fig n°16	Régime thermique (1980-2004).....	P28
Fig n°17	Evolution de la ville de Constantine (1837-2003).....	P31
Fig n°18	La densité du logement dans les secteurs urbains de la ville de Constantine.....	P38
Fig n°19	La densité de population dans les secteurs urbains de la ville de Constantine.....	P41
Fig n°20	Les différents types de glissement de terrain.....	P45
Fig n°21	Carte Geomorphologique de Constantine.....	P48
Fig n°22	Diagramme de Casagrande des sols du site de Boussouf .....	P53
Fig n°23	Plan d'implantation des sondages au pénétromètre statique.....	P55
	-Site de Boussouf-	
Fig n°24	Plan d'implantation des sondages carotés équipé d'inclinoètre.....	P57
	-Site de Boussouf-	
Fig n°25	Les composants de la vulnérabilité .....	P62
Fig n°26	Ville de Constantine Zones de glissements.....	P66
Fig n°27	Carte de répartition des différentes parties du site Belouizded Kitouni .....	P70
Fig n°28	Plan de l'endommagement du site Belouizded Kitouni.....	P73
Fig n°29	Carte de répartition des différents îlots du site Boudrâa Salah.....	P77
Fig n°30	Plan de l'endommagement de l'îlot n°4 –Site Boudrâa Salah.....	P82
Fig n°31	Carte de répartition des différents îlots du site –Belle vue-.....	P85
Fig n°32	Plan de l'endommagement des îlots.....	P88
	-Site Belle vue-	
Fig n°33	Le plan de la vulnérabilité structurelle du site.....	P95
	Belouizded Kitouni (Partie n°06)	
Fig n°34	Plan de vulnérabilité structurelle de l'îlot n°4.....	P98
	-Site Belouizded-Kitouni-	
Fig n°35	Plan de vulnérabilité structurelle de l'îlot n°5.....	P100
	-Site Belouizded-Kitouni-	
Fig n°36	Plan de vulnérabilité structurelle de l'îlot n° 5- Site Belouizded Kitouni- .....	P104
Fig n°37	Plan de vulnérabilité structurelle de l'îlot n°15 - Site Belouizdad Kitouni -.....	P106

<i>Fig n°38</i>	<i>Plan de vulnérabilité structurelle de l'ilot n° 17- Site Belouizdad Kitouni-.....</i>	<i>P109</i>
<i>Fig n°39</i>	<i>Le plan de vulnérabilité structurelle de l'ilot n°4 Boudrâa Salah-.....</i>	<i>P113</i>
<i>Fig n°40</i>	<i>Plan de la vulnérabilité structurelle des îlots –Site Belle vue-.....</i>	<i>P116</i>
<i>Fig n°41</i>	<i>Les zones exposées aux risques naturels dans le quartier Boussouf .....</i>	<i>P118</i>
<i>Fig n°42</i>	<i>Délimitation de la zone d'étude du site de Boussouf .....</i>	<i>P120</i>
<i>Fig n°43</i>	<i>Plan de Vulnérabilité structurelle Site de Boussouf .....</i>	<i>P122</i>
<i>Fig n°44</i>	<i>La surveillance des glissements de terrain en fonction de la vitesse de déplacement....</i>	<i>P135</i>
<i>Fig n°45</i>	<i>Plan de prévention des Risques Naturels liés aux glissements de terrain.....</i> <i>-Site de Boussouf-</i>	<i>P137</i>
<i>Fig n°46</i>	<i>Murs Ancres.....</i>	<i>P142</i>
<i>Fig n°47</i>	<i>Galleries Drainantes Associées ou non a des Forages Drainants.....</i>	<i>P145</i>
<i>Fig n°48</i>	<i>Aménagement du talus par Adoucissement de la pente et clouage.....</i> <i>Habitation talus Sud-Ouest -Site de Boussouf-</i>	<i>P147</i>
<i>Fig n°49</i>	<i>Aménagement du talus par Adoucissement de la pente et clouage.....</i> <i>Ecole AZABI Said -Site de Boussouf-</i>	<i>P147</i>
<i>Fig n°50</i>	<i>Aménagement du talus par Adoucissement de la pente et clouage.....</i> <i>Ecole TENIOU Abdellah -Site de Boussouf-</i>	<i>P148</i>



## Liste des photographies

1-Vue générale d'un glissement de terrain, Site de Boussouf.....	50
2-Vue générale d'un glissement d'un versant instable .....	50
Site de Boussouf	
3-Une façade fissurée d'un immeuble Site Blouizded Kitouni.....	99
Sixième partie	
4-Vue d'une façade principale dégradée d'un immeuble.....	99
Site Belouizdad Kitouni Sixième partie	
5-Une corrosion d'une solive métallique d'un immeuble .....	102
au site Belouizded Kitouni.	
6-Deux constructions inclinées avec la dégradation des façades .....	102
au site Belouizded Kitouni	
7-Mur de clôture fissuré et dégradé d'un immeuble .....	107
au site Belouizded Kitouni	
8-Mauvais états des solives métalliques d'un immeuble.....	107
au site Belouizded Kitouni	
9-Rupture des armatures longitudinales du poteau et dégradation .....	112
de la plate forme d'une construction Site Boudrâa Salah	
10-Un mur fissuré d'une construction illicite Site Boudrâa Salah.....	112
11-Fissuration dans les cloisons d'une construction Site Boudrâa Salah.....	112
12-Suintement d'eau et fissuration sur un mur de clôture .....	124
Site de Boussouf	
13-Dégradation des poteaux d'un lotissement.....	124
Site de Boussouf	
14-Fissuration importante dans un mur de clôture d'un immeuble.....	125
Site de Boussouf	
15-Déplacement d'un mur de soutènement à l'école Azabi Site de Boussouf.....	126
16-Déplacement et inclinaison d'un mur de clôture d'un immeuble .....	126
17-Bossellement du revêtement de la chaussée Site de Boussouf.....	127
18-Rupture des armatures longitudinales d'un poteau de l'école Teniou .....	127
19-Bosselement et dégradation du revêtement de la chaussée .....	127
20-Immeuble CADOT. Site Belouizded Kitouni .....	139
21-Travaux de démolition en voie d'achèvement immeuble CADOT .....	139
22-Achèvement des travaux de démolition-Immeuble CADOT .....	139
23-L'opération de démolition au ilot n°4 Site Boudraa Salah .....	140
24-Un grand glissement menaçant directement un Immeuble .....	141

**Site Internet:**

[www.Constanine.free.fr/](http://www.Constanine.free.fr/)

[www.hubertpeak.com/harrere/fractal.htm](http://www.hubertpeak.com/harrere/fractal.htm)

[www.msp.gouv.qc.ca/secivile](http://www.msp.gouv.qc.ca/secivile)

[http://www.mtq.gov.qc.ca/fr/publications/reseau/geotechnique/gli\\_chap1.pdf](http://www.mtq.gov.qc.ca/fr/publications/reseau/geotechnique/gli_chap1.pdf)

[sst.mcan.gc/rran/proj1-fr](http://sst.mcan.gc/rran/proj1-fr).

[www.urbanisme.equipement.gouv.fr/](http://www.urbanisme.equipement.gouv.fr/)

[www.univ.Lemans.fr](http://www.univ.Lemans.fr)

[edgtem.univ-Savoie.fr/archives/lgham](http://edgtem.univ-Savoie.fr/archives/lgham)

## **THE VULNERABILITY TO LANDSLIDES AND THE STAKES IN WEST AND SOUTH WEST OF CONSTANTINE**

### **Abstract**

The city of Constantine is characterized by the numerous unstable areas that affect dangerously many districts with high density of population. These sites affected by important landslides display a strong vulnerability for a population of 100 000 inhabitants, but as not less than 15 000 constructions threatened of ruins: regarding the spectacular damage to constructions the city of Constantine offers all conditions of high potential of unique catastrophic landslide in Algeria .

For lack of stable sites proven to be through the city the different extensions of the city since the independence are localized on the worst lands subject to strong instability.

The present survey concerns the impact of landslides on the structure, what is the proportion of constructions affected by landslides, and what are the causes?

It is about applying a new approach of damage assessment caused by landslides in the city of Constantine that defines then, the notion of vulnerability.

The vulnerability means in fact, two aspects:

to know the structural vulnerability that describes the state of constructions and the bodily vulnerability, and injured people. The analysis of the vulnerability is realised by the use of an applied damage matrix from investigations on the land through several districts in Constantine city affected by landslides. Finally, at the end of these investigations, stakes will be able to be identified on the studied sites.

In light of these results, some proposal for the prevention and management of the natural risk in Constantine city will be formulated.

### **Key words:**

Natural risks, landslids, Constantine, hazard, Vulnerability, Stakes, Damage.

# **LA VULNERABILITE AUX GLISSEMENTS DE TERRAIN ET LES ENJEUX DANS LA PARTIE OUEST ET SUD OUEST DE LA VILLE DE CONSTANTINE**

## **Résumé**

La ville de Constantine est caractérisée par la fréquence des zones instables qui affectent dangereusement de nombreux quartiers à forte densité de population. Ces sites affectés par d'importants glissements affichent une grande vulnérabilité pour une population de 100 000 habitants, mais aussi pas moins de 15 000 constructions menacées de ruines : par l'ampleur des dommages spectaculaires aux constructions, la ville de Constantine offre toutes les conditions de potentiel élevé de glissements catastrophiques unique en Algérie.

Par manque de sites à stabilité avérée à travers la ville, les différentes extensions de la ville depuis l'indépendance sont localisées sur les plus mauvais terrains à forte instabilité.

L'étude concerne l'impact des glissements de terrain sur le bâti, quelle est la proportion des constructions affectées par les glissements, et quelles sont les causes ?

Il s'agit d'appliquer une nouvelle approche d'évaluation des dégâts causés par les glissements de terrain dans la ville de Constantine qui définit alors, la notion de vulnérabilité recouvre en fait, deux aspects :

à savoir la vulnérabilité structurelle qui décrit l'état des constructions et la vulnérabilité corporelle, les dommages aux personnes. L'analyse de la vulnérabilité est réalisée par l'utilisation d'une matrice d'endommagement appliquée à partir d'enquêtes sur le terrain à travers plusieurs quartiers de Constantine affectés par les glissements de terrain. Au terme de ces enquêtes, les enjeux pourront être identifiés sur les sites étudiés.

À la lumière de ces résultats, des propositions pour la prévention et la gestion des risques naturels à Constantine seront formulées.

## **Mots clés :**

Risques Naturels, Glissement de terrain, Constantine, Aléa ,Vulnérabilité,Enjeux Endommagement .

## الأرضية في مدينة قسنطينة

### ملخص:

تعتبر مدينة قسنطينة من بين المدن الجزائرية الأكثر تعرضا لخطر الانزلاقات الأرضية ، هذه الأخيرة تنشط و تهدد الأحياء الأكثر كثافة سكانية ، الدراسات أثبتت أنه حوالي 100.000 ساكن و 15.000 بناية مهددون بهذا الخطر ، إذن المدينة بحجم و أهمية الخسائر هي أفضل مثال عن خطر الانزلاقات الكارثية في الجزائر ، خاصة و أن توسع المدينة بعد الاستقلال، كان على الأراضي الأكثر حساسية و الأقل تكلفة.

هذه الدراسة تهتم بتأثير الانزلاقات على المباني ، ما هو حجم المباني المتضررة و المهددة بالخطر ؟ و ماهي أسباب هذه الأضرار ؟ للإجابة عن هذه التساؤلات تم تطبيق مقارنة حديثة لتحديد الأخطار الناتجة عن الإنزلاقات الأرضية ، هذه المقاربة تعتمد أساسا على مبدأ الحساسية مع العلم أن هذه الأخيرة لها مظهرين :

- حساسية بنائية التي تحدد و تصف حالة المباني.
  - حساسية بشرية تحدد الخسائر الخاصة بالأشخاص
- تحليل الحساسية يتم بتطبيق مصفوفة الأضرار، بالاعتماد على العمل الميداني في العديد من الأحياء المتضررة و هذا من أجل تحديد الخسائر المحتملة.
- اعتمادا على الخسائر تم اقتراح الحلول المختلفة من أجل الوقاية و تسيير الأخطار الطبيعية في مدينة قسنطينة .

### الكلمات المفتاحية :

-الأخطار الطبيعية ، قسنطينة ، الإنزلاقات الأرضية ، الخطر ، الحساسية ، الخسائر ، الأضرار.