

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République algérienne démocratique et populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
المركز الجامعي لعين تموشنت  
Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain-Temouchent  
Institut de Technologie  
Département de Génie Civil



Projet de fin d'études  
Pour l'obtention du diplôme de Master en :  
Domaine : SCIENCE ET TECHNOLOGIE  
Filière: GENIE CIVIL  
Spécialité: Travaux public  
**Thème**

**Etude d'expertise de la route d'accès au port d'Oran par le ravin blanc**

**Présenté Par:**

- M<sup>ELLE</sup> MECHERNENE KHEIRA
- BEN AFFANE TARIK KHELIFA

**Devant le jury composé de :**

.....	(Ain Témouchent)	Président
HOUMADI YUCEF	(Ain Témouchent)	Encadreur
.....	(Ain Témouchent)	Examineur
.....	(Ain Témouchent)	Examineur

***Année universitaire 2016/2017***

## Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail aux être qui me sont les plus chers au monde*

*A ma mère Fatiha : tu représente pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n a pas cesse de m encourager tu as fait plus que une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leur études*

*A mon tre cher père Ben Slimane qui il a sue se fair sentir dans les moments difficiles ainsi que chaque instante de bonheur qu'il m a procure*

*A mes sœurs Hafida et Abir et ikrem : c'est grâce a leur soutient que j ai pu arriver a ce stade*

*A tous mes amis de la promotion M2 travaux public 2016/2017*

Mechernene kheira

## **RESUME**

Le présent Projet comporte une étude d'expertise sur un sujet d'actualité, qui consiste à traiter une cause pathologique qui est due aux désordres de la route d'accès au port d'Oran, ces derniers qui, en s'aggravant, donnent lieu à des sinistres qui peuvent conduire à la ruine.

Ce mémoire s'intéresse plus particulièrement à l'effet de l'eau et de l'état de compacité sur le comportement des remblais et elle se devise en deux parties :

La première partie est une synthèse bibliographique consacrer aux descriptions des cas pathologiques fréquents dans le domaine du génie civil et des travaux publics.

La deuxième partie est une étude de cas concernant la route d'accès au port d'Oran par le ravin blanc, pour but de préconiser une solution adéquate au traitement définitif des différentes dégradations, fondée sur la détermination des causes réelles d'apparition des désordres.

L'objectif de ce projet est de solutionner la pathologie d'une manière radicale, une solution a été propose qui se devise en deux partie:

Partie 01 A court terme qui consiste au traitement du problème dans son ensemble des travaux d'urgence et de réhabilitations des réseaux des eaux pluviales et souterraines et pour éviter les infiltrations de ces eaux a travers les fissures apparus en surface de la route, des injections en coulé de béton et la reconstruction de la route.

Partie 02 A long terme qui consiste a assuré le traitement de l'ensemble des réseaux des eaux pluviales de la ville d'Oran et rentabiliser les couts engendrés par un système de traitement de l'eau containérisés afin d'empêcher toute infiltrations d'eau a long terme et d'éliminer toute menace de ruine (mouvement de sol) sur la route.

Les mots clés : pathologie, affaissement, désordre, ravin blanc, infiltration

### **Abstract:**

The présent Project includes a study of expertise on a topical issue, which is to treat a pathological cause which is due to the disorder of the access road to the port of Oran, the latter which, worsening, give rise to losses which May lead to ruin.

This project is particularly interested in the effect of the water and the state of Compactness on the behavior of embankments and it is currency in two parts:

The first part is à synthesis of the literature to dévoter to the descriptions of the pathological cases frequent in the field of Civil Engineering and Public Works.

The second part is a study of cases concerning the Access road to the port of Oran by the ravine white, for the purpose of advocating an adéquate solution to the définitive treatment of the various degradation, based on the détermination of the actual causes of the appearance of the disorder

Finally, for the goal of the radical pathology resolving, a solution has been propounded .It is divided into two sections: . :

In the short term which consists of problem's treatment of the emergency Works as a whole and the rehabilitations of underground and storm water. Also to avoid water's seepage through the cracks that has been appeared on the surface of the road

In the long term, which consists in treating all the rainwater networks in the city of Oran and making the costs generated by a containerized water treatment system profitable in order to prevent any infiltration of water In the long term and to eliminate any threat of ruin (ground motion ) on the road

The Key Word : Pathology, subsidence, disorder, white ravine, infiltration

## الملخص

إن هذا المشروع عبارة علي دراسة مختصة بموضوع الساعة حيث يهتم بمعالجة أسباب الحالة المرضية الناجم عنها وقوع اضطرابات في الطريق المؤدي إلي ميناء وهران وهذه الأخيرة تتفاقم لتسبب في حدوث خسائر التي يمكن أن تؤدي إلى انهيار

هذه المذكرة تهتم بشكل خاص بأثر الماء وحالة الضغط علي خصائص تربة الردم (فائض من التربة) وتنقسم إلي جزئين الجزء الأول يتمثل في ملخص لمؤلفات حيث تهدف إلي وصف الحالة المرضية المتكررة في ميدان الهندسة المدنية والأشغال العمومية

الجزء الثاني هو عبارة عن دراسة الحالة و يتعلق الأمر بالطريق المؤدي إلى ميناء وهران عبر الوادي الأبيض, بهدف إيجاد حل مناسب لمعالجة مختلف الأضرار بصفة نهائية على أساس تحديد الأسباب الحقيقية لظهور هذه الأخيرة

وأخيرا بهدف حل هذه الحالة المرضية بشكل جذري تم اقتراح حل و الذي انقسم إلي جزئين أيضا

الجزء 01 علي المدى القصير الذي يتمثل في معالجة هذه المشكلة عن طريق الأعمال الطارئة وإعادة تهيئة شبكات مياه الأمطار والمياه الجوفية, و لمنع تسلل هذه المياه عبر تشققات الظاهرة على سطح الطريق نقوم بصب الخرسانة لملأ التشققات وإعادة بناء الطريق.

الجزء 02 فهو علي المدى الطويل فيتمثل في ضمان معالجة جميع شبكات مياه الأمطار في مدينة وهران وتعويض المصاريف الناجمة عن نظام معالجة المياه من أجل منع أي تسرب المياه علي المدى الطويل, وإزالة أي خطر انهيار (حركة الأرض) على الطريق.

كلمة البحث

حالات مرضية ، الاضطرابات. الوادي الأبيض, تسلل .

## Table des matières

<b>Liste des Figures</b>	<b>VII</b>
<b>Liste des Tableaux</b>	<b>XII</b>
<b>Liste des Signes</b>	<b>XII</b>
<b>Introduction Générale</b>	<b>2</b>
<b>1. Recherches Bibliographique</b>	
<b>1 Présentation général.....</b>	<b>4</b>
1. 1 Introduction .....	4
1. 2 Définition de terme pathologie.....	4
1 .3 Pathologie des fondations	
1. 3 .1 Une reconnaissance sol incomplète et donc souvent un sol mal adapte.....	4
1. 3. 2 Une erreur de calcul ou de conception.....	7
1. 3 .3 Une mauvaise exécution.....	9
1. 3. 4 Une cause extérieur.....	9
1. 3 .5 Une modification des conditions existantes.....	10
1. 4 Pathologie des Murs de soutènements.....	10
1. 4. 1 Murs poids.....	11
1. 4. 2 Murs consol.....	12
1. 4 .3 Mur à contrefort.....	12
1. 4. 4 Les causes de sinistres des murs de soutènement.....	12
1. 4 .4 1 Sinistres Causes par Léau.....	13
1. 4 .4 2 Sinistres dans l ouvrage .....	13
1. 4. 4. 3 Sinistres dus a une faute dans le déroulement des travaux 10 a 15% sont des sinistres causes par des imprudences dans la conduite du chantier.....	13
1. 4 .4. 4 Causes diverses.....	13
1. 4 .4 .5 Evolution des équilibres en cours des travaux.....	14
1. 5 1 Tassement de sol.....	14
1 5 1 1 Définitions.....	14
1 5 2 1 Tassements uniformes .....	14

# TABLE DES MATIERS

---

1 5 3 2 Tassements différentiel.....	15
1 .5. 2. 3 Parmi les causes des tassements il y a.....	15
1 .5. 3 Tassement d ouvrage.....	16.
1 .5 .3. 1 Définition.....	16
1. 5 .3 .2 Tassement admissible.....	17
1. 5. 3. 3Tassement différentiel.....	17
1. 5. 3 .4 Tassomètre.....	17
1 .5. 3. 5 Causes des tassements différentiels.....	17
1. 5 .3. 6 Phénomènes pathologique engendrées .....	18
1. 5. 4 Problème de tassement dallage.....	19
1 .5 .4. 1 Description .....	19.
1. 5 .4. 2 Cause 1 problème de terrain.....	19
1 .5. 4 .3 Cause 2 problème de la forme.....	20
1. 6 Conclusion.....	20
<b>2 Mouvement et glissement de terrain</b>	<b>21</b>
2 1 Introduction.....	21
2.2 Qu'est ce Qu' Un Mouvement De terrain.....	22
2.3 Origine de Mouvement de terrain.....	22
2.4 Causes des Mouvement de terrain.....	22
2. 4 .1 Les facteurs permanents.....	22
2.4.2 Les facteurs Variables.....	22
2 .5 Description.....	22
2 .6 Comment se manifeste- t- il.....	23
2 .6. 1 Le mouvement lent.....	23
2. 6. 1 .1 Les affaissements.....	23
2. 6.1.1.1 Les paramètres naturel influençant l'alea (pour affaissement et effondrement).....	24
2. 6.1.1.2 Les paramètres anthropique influençant l alea.....	24
2.6.1.2 Le fluage.....	25
2. 6. 1 3 Le retrait-gonflement des argiles.....	25
2. 6. 1. 3. 1 Paramètres naturel influençant l'aléa.....	26
2 .6. 1 .3. 2 Les paramètres anthropiques influençant l'aléa.....	26
2 .6. 1. 4.Les glissements de terrain	

## TABLE DES MATIERS

---

2. 6. 2 Les mouvements Rapides.....	26
2. 6. 2 .1 Les effondrement.....	27.
2 .6. 2. 2 Les écoulements et les éboulements.....	27
2 .6 .2 .2 .1 Chutes de pierres et de bloc: Les chutes de pierres et de blocs.....	28.
2 .6 .2 .2 .2 Eboulement.....	28
2 .6.2 .2 .3 Ecoulement.....	29
2 .6.2 .2 .4 Les Paramètres naturels influençant l alea.....	29
2 .6 .2 .2. 5 Les paramètres anthropiques influençant.....	30
2 .6 .2 .2 .6 Les effets dommageables possibles (processus d éboulement).....	31
2.6. 2 .3Solifluxion coulées boueuses.....	32
2 .6 .2 .3 .1 Les effets dommageables possibles coulées de boue.....	33
2 .6 .2 .4 .Les glissements.....	34.
2 .6 .2 .4 .1 Les glissements type plan.....	34
2 .6 .2 .4 .2 Les glissements de type rotationnel.....	34.
2 .6 .2 .4 .3 Les glissements quelconques.....	35
2 .6 .2 .4 .4 Les indices, Les manifestation et les phénomènes induits par.....	35
Les glissements.....	36
2 .6 .2 .4 .5 Comment se forme un glissement de terrain.....	36
2 .6 .2 .4 .6 Les causes de glissements.....	36
2 .6 .2 .4 .6 .1 Nature des terrains constituant le versant.....	37
2 .6 .2 .4 .6 .2 Les diverses formes d'actions de l'eau.....	37
2 .6 .2 .4 .6 .3 Action rhéologie de l'eau.....	37
2 .6 .2 .4 .3 .4 Effets de pression interstitielle.....	37
2 .6 .2 .4 .3 .5 Les facteurs mécaniques externes.....	38
2 .6 .2 .4 .3 .7 Vitesse moyenne de mouvement des glissements.....	38
2 .6 .2 .4 .3 .8 Classification.....	39
2 .6 .2 .4 .9 L'eau et le risque de glissement de terrain.....	40
2 .6 .2 .4 .10 Identification de danger de glissement.....	40
2 .6 .2 .4 .10 .1Documents de base.....	41
2 .6.2.4.10.2 Documentation des événements.....	41
2 .6 .2 .4 .10.3Carte des phénomènes.....	42
2.6 .2 .4 .11 Les effets dommageables possibles (glissement de terrain).....	42
2 .6 .2 .5 Etudes pathologique de la stabilité des talus.....	42
2.6 .2 .5 .1 En Algérie.....	43

# TABLE DES MATIERS

---

2.6.2.5.2 .En Europe.....	45
2.6.2.5.3 .En Asie.....	47.
2.6.2.5.4 En Amérique.....	48
2.7 Conclusion.....	49
<b>II. Etude de cas</b>	<b>50</b>
<b>3. Présentation de site diagnostique.....</b>	<b>51</b>
3.1 Introduction.....	51
3.2 Interprétation Des Désordres Sur Les ouvrages.....	51
3.2.1 Affaissement de la route du port .....	51
3.2.2 Fissure du sol.....	51
3.2.2 Fissure de la route coutant.....	52
3.3 Site de l'étude.....	54
3.3.1 Plan de situation de site de l'étude.....	55
3.3.2 Situation de la zone d'étude.....	56
3.4 Histoire et photos d'illustrations du port d'Oran.....	62
3.5 Considération générales.....	62
3.5.1 Cadre géologique générale de la région d'Oran.....	64
3.5.2 Les risques géologiques de la région d'Oran.....	65
3.5.2.1 Impact de l'écroulement souterrain sur la stabilité de bâti.....	66
3.5.2.2 Impact du phénomène de dissolution des formations géologique.....	67
3.5.3 Cadre hydro climatologie.....	67
3.5.3.1 Les températures.....	68
3.5.3.2 La pluviométrie.....	69
3.5.4.1 Bassin versant de ras al Ain.....	69
3.5.4.2 Bassin versant de la baie de sainte Thérèse.....	69
3.5.5 Drainage des bassins versant de la baie de Ste Thérèse.....	71
3.5.6 .Hydrogéologie du ravin blanc.....	73
3.5.6.1 Coupe de Failse de Gambetta.....	73
3.5.7 Caractéristique hydrogéologique des formations du ravin blanc.....	74
3.5.8 Cartographie des eaux souterraines du plateau d'Oran.....	74
3.5.9 Carte piézométrique au droit du ravin blanc.....	76

## TABLE DES MATIERS

---

3.6 Organisation de la Reconnaissance.....	78.
3.6.1 Investigation géotechnique par l TPO.....	78
3.6.1 Investigation hydrogéologique.....	79
3.6.2 Résultat des investigations Réalisées.....	79
3.6.3.1 Sondages carotte.....	79
3.6.3.2 Investigations “In situ” prévu.....	81
3.6.3.2.1 Essais pressiometriques.....	81
3.6.3.3 Analyse Chimique d eau.....	84
3.6.3.4 Hydrochimie de la nappe du ravin blanc.....	87
3.7 Systèmes d assainissement Et de Drainage Des Ravins.....	89
3.7.1 Ravin Principale.....	89
3.7.2 Ravin Secondaire.....	92
3.7.2.1 Réseau d assainissement des eaux usées et pluviales.....	92
3.7.2.2 Réseau de drainage des eaux de sources et pluviales.....	92
3.7.3 Exutoire de Ravin.....	93
3.7.3.1 Réseau d’assainissement des eaux usées.....	94
3.7.3.2 Réseaux d’assainissement des eaux pluviales.....	94
3.8 Découpage de la zone.....	94
3.8.1 Eta actuel des réseaux D’assainissement de drainage.....	94
3.8.1.1 Zone « A ».....	94
3.8.1.1.1 Eaux usées.....	95
3.8.1.1.2 Eaux pluviales.....	96
3.8.1.1.3 Eaux de source.....	97
3.8.1.2 Zone« B ».....	99
3.8.1.2.1 Eaux usées.....	99
3.8.1.2.2 Eaux pluviales.....	99
3.8.1.2.2.3 Eaux de sources.....	101
3.8.1.3 Zone « c ».....	101
3.8.1.3.1 Eaux pluviales.....	101
3.8.1.3.1 Eaux de source.....	102
3.9 Conclusion.....	102

# TABLE DES MATIERS

---

<b>4. Solutions&amp; Perspective.....</b>	<b>103</b>
4 .1	
Introduction.....	103.
4 .2 Traitement Du problème dans Son Ensemble (A court Terme).....	104
4 .2 .1 Drainage des Eaux Superficielle.....	104
4 .2 .1 .1 Zone « A ».....	105.
4 .2 .1 .2 Zone« B ».....	105.
4 .2 .1 .3 Zone « C » a route du port.....	106
4 .2 .1 .4 Zone « C ».....	107
4 .2.2 Drainage des Eaux souterraines.....	110
4 .2 .2 .1 Zone «A» et Zone «B» .....	110
4 .3 Perspectives Et Solution Final A Long Terme.....	111
4.3 .1 Stations d épuration conteneur.....	112
4 .3 .1 .1 Secteurs d activités.....	112
4 .3 .1 .1 Facile a transporté .....	113
4 .3 .1 .2 Taille des Systèmes.....	116
4 .3 .1 .4 Facile a installé.....	117
4 .3 .1 .5 Traiter l eau pour Votre environnement .....	117
4 .3 Conclusion	
Bibiographie.....	119

## List des Figures

---

Fig. 1 .1 Sols différents sous un même bâtiment.....	5
Fig. 1.2 point dur sous un radier.....	5
Fig. 1.3 terrain d'assise non homogène.....	6
Fig. 1.4 sol gorge d'eau puis assèche.....	6
Fig. 1.5 sol compressible d'épaisseur variable sous radier.....	7
Fig. 1 6 sous sol partiel: charge non uniforme .....	7
Fig. 1.7 fondations différentes sous un même ouvrage.....	8
Fig. 1.8 Radier chargé inégalement.....	8
Fig. 1.9 chargement dissymétrique de l'ouvrage.....	8
Fig. 1 10 fondations sur un remblai récent non stabilisé.....	9
Fig. 1.11 charges différentes et actions du sol différentes.....	9
Fig. 1.12 incident de pitonnage sur pieu.....	10
Fig. 1.13 Flexion du pieu due à une fondation superficielle à proximité.....	10
Fig. 1.14 cas de figure des pathologies d'un mur de soutènement.....	11
Fig. I.15 mur poids.....	12
Fig. 1 16 mur consol.....	12
Fig. 1.17 mur à contrefort.....	14
Fig. 1.18 Tassement uniforme.....	15
Fig. 1.19 Tassement différentiel.....	18
Fig. 1.18 schéma de transmission des charges (q) d'un pavillon au sol.....	18
Fig. 1.19 exemple de dallage d'habitations en béton armé sur terrain plein .....	19
Fig.2.1 l'alea, enjeux, risque.....	21
Fig.2.2 diagramme d'un glissement de terrain .....	23
Fig.2.3 Schéma d'un affaissement de sol.....	24
Fig.2.4 Le phénomène de fluage.....	25
Fig.2.5 Le phénomène de retrait gonflement .....	26

## List des Figures

---

Fig.2.6. Exemple le glissement de Monestiés du Percy (Isère) du 9 avril 1978.....	27.
Fig.2.7 Effondrement de cavités naturelles ou artificielles (graphies / medd-dppr.....	28
Fig.2.8:Chutes de pierres et de blocs.....	28
Fig.2.10:Liaison entre les éboulements et les chutes de blocs .....	29
Fig.2.11:Un écroulement .....	30
Fig.2.12:Une coulée boueuse.....	32
Fig.2.13:Un glissement.....	34
Fig.2 .14 Les types de glissement (plan (a) et rotationnel (b)).....	35
Fig.2.15 Glissement quelconque.....	35
Fig.2 16 Indice caractéristique d'activité d un glissement.....	36
Fig.2.17:Fissures longitudinales dans la routé affecté par le glissement.....	43
Fig.2.18 Cinématique du glissement.....	43
Fig.2.20 Affaissement de plus de 50cm du glissement en bas du talus (Les Abattoirs Ténès .....	45
Fig.2 .21 les modifications géomorphologiques de la surface du glissement de la Clapiers. Cas de Ruin de Sechilienne.....	46
Fig.2 22 L'éboulement des Ruines de Sechilienne.....	46
Fig.2.23 Une coulée de boue a frappé le nord de l'Indonésie.....	47
Fig.2 .24 Le village de Guinsuagon enseveli sous la boue.....	48
Fig.2.25 Glissements de La Leona près de San Vicente(a) et de Las Collinas (b).....	48
Fig.2.26 Morphologie de la zone de glissement de Villatina Medellin en Colombie .....	49
Fig.3 1 Affaissement de la route.....	51
Fig.3 2 Fissure profonde du talus en remblai.....	52
Fig.3 3 Fissure profonde de la route COUTANT.....	53
Fig.3 4 Trace de l'axe de l'ancien Ravin Blanc.....	53
Fig.3 5 Saturation du lit du Ravin.....	54
Fig.3 6 Carte de localisation du secteur d'étude	

## List des Figures

---

(Extrait de la carte topographique au 1/50.000 <sup>ème</sup> , INC version 1999) .....	55
Fig.3 7 Situation de la zone d'étude .....	55
Fig.3 8 .le ravin de la cressonnière dans son état d'origines.....	56
Fig. 3 9 Le mouillage d'Oran était précaire (Mers el-Sgheir, le petit port, opposé à Mers el-kebir, le grand port), comme le note déjà El Edrissi au xii <sup>e</sup> siècle.....	57
Fig.3 10 (Mers el-Sgheir, le petit port, opposé à Mers el-Kebir, le grand port),( vue chemin de fer).....	57
Fig.3 11 Oran Vue sur le chemin de fer port.....	58
Fig.3 12 Oran Nouvelle route du port Anne 1911.....	58
Fig. 3 13 Oran Nouvelle route de mer 1966.....	59
Fig. 3 14 Photos de la localisation du ravin-blanc par rapport à la route du port:.....	60
Fig. 3 15 photos de la localisation du ravin-blanc par rapport cheminee de l usine thermique	61
Fig. 3 16 photos de la localisation du ravin-blanc par rapport au pont zabana.....	61
Fig. 3 17 Vue spatiale de la Ville d'Oran-Ouest (image Landsat, 1990).....	62
Fig. 3 18 Vue spatiale de la Ville d'Oran-Est (image Landsat, 1990).....	63
Fig. 3 19 Extrait de la carte géologique de la région d'Oran au 1/50.000 <sup>e</sup> (Golurinard, 1952.	64
Fig. 3 20 Affaissement des calcaires gréseux Pliocènes de la falaise de Canastel.....	65
Fig. 3 21 Série géologique et phénomène de dissolution donnant le karst (falaise de la carrière de Carteaux, rive gauche du ravin blanc).....	67
Fig. 3 22 Carte pluviométrique de la région d'Oran (ANRH – 1963-2002).....	68
Fig. 3 23 Paléo hydrographie de la ville d'Oran.....	69
Fig. 3 24 Substratum dolomitique faisant office de ligne de partage des eaux entre les bassins versants de Ras El Ain et celui de la baie de Sainte Thérèse.....	70
Fig. 3 25 Reconstitution de la paléo hydrographie du versant Nord d'Oran (Somatre, 2005)	71
Fig. 3 26 Vue panoramique de la ville d Oran vu de la mer .....	72
Fig. 3 27 Drainage par collecteurs (ovoïdes) des eaux superficielles et souterraines des ravins de la baie de Ste Thérèse vers l'Est d'Oran (Somatre, 2005).....	72

## List des Figures

---

Fig. 3 28 Coupe de la falaise de Gambetta.....	73
Fig. 3 29 Caret piézométrie de plateau de Oran nord université d Oran juillet 1999.....	75
Fig. 3 30 Affleurement de la nappe par remontée capillaire sur la rive gauche du ravin blanc entre la RN11 et la rue Passeti (mise à jour par les travaux d'excavation pour un complexe immobilier, avril 2007).....	77
Fig. 3 31 Fissure affectant la chaussée menant au port à conteneurs.....	78
Fig. 3.32 Terminologie de l'essai.....	81
Fig. 3.33 Vue vers l'est sur la route d'accès au port d'Oran.....	83
Fig. 3 34 Carte piézométrique au droit du ravin blanc (avril, 2007).....	86
Fig. 3 35 Représentation graphique des eaux souterraines de la nappe du plateau Nord d'Oran selon la classification de Schoellere et PIPER.....	88
Fig. 3 36 Du profil zéro (pont Zabana) au profil P 650: 650 m Réseau de drainage des eaux de sources:.....	89
Fig. 3 37 Réseau de drainage des eaux de sources.....	91
Fig. 3 38 Vue de la chute des chemins de fer.....	93
Fig. 3 39 L'ancien exutoire de ce ravin est compris entre le pont Zabana et les terre pleins portuaires. Il se trouve actuellement remblayé par les travaux de réalisation de la route COUTANT. ....	93
Fig. 3 40 Raccordements particuliers totalement bouchés.....	95
Fig. 3 41 Buse Ø 1000 mm totalement bouchée.....	95
Fig. 3 42 Débordement des eaux par le tampon du regard.....	96
Fig. 3 43 l'éclatements des parois .....	96
Fig. 3 44 regards sous revêtement.....	97
Fig. 3 45 Quelques position de regard.....	97
Fig. 3 46 Inondation de la route du port.....	98
Fig. 3 47 Avaloirs complètement cimentés.....	98
Fig. 3 48 le ravin secondaire (chemin de fer).....	98
Fig. 3 49 Infiltrations des eaux de sources avec coulées de calcaire.....	100

## List des Figures

---

Fig. 3 50 Exemple d'avaloir et cunette bouchée.....	101
Fig 4.1 Stagnation des eaux superficielles sur le côté droit de la chaussée uniquement.....	104
Fig 4.2 Curage des canaux latéraux à la voie des chemins de fer.....	105
Fig 4.3 Injection de coulis par trous de forage.....	106
Fig 4.4 Remplissage au béton à grave concassée.....	106
Fig. 4.5 Curage d'un regard de la route du port.....	107
Fig. 4.6 position schématique du drain.....	108
Fig. 4.7 Coupe transversale au droite de l'affaissement avec l implantation d un drain.....	108
Fig. 4.8 Type De Drain a installe.....	109
Fig. 4.9 Fissure profonde sur la rive gauche du ravin.....	109
Fig. 4.10 Réseau local d'assainissement du talus de la rive sud.....	110
Fig. 4.11 Type de barbacanes a installé.....	111
Fig. 4.12 Systèmes d'osmose inverse containérisée.....	112
Fig. 4.13 Unité de traitement d'eau de surface (ultrafiltration/osmose inverse).....	113
Fig. 4.14 Unité d'osmose inverse containérisée.....	113
Fig. 4.15 Container de 40 pieds avec des portes latérales.....	116
Fig. 4.16 Container de 20 pieds avec portes latérales et fenêtre.....	116
Fig. 4.17 schéma d'installation système de traitements de l'eau containérisés.....	117

## Liste des tableaux

---

Tableau 2. 1 Classification selon la taille des composants, les volumes et les vitesses.....	30
Tableau 2.2 Classification selon l'activité en fonction de l'évaluation de la vitesse moyenne de glissement à long terme.....	38
Tableau 2.3 Classification selon la profondeur de la surface de Glissement (En m sous la surface du sol.....	39
Tableau 3 1: Températures moyennes mensuelles .....	67
Tableau 3 2: Répartition mensuelle des précipitations.....	68
Tableau 3 3: points d'eau inventoriés le 08/04/2007.....	76
Tableau 3.4 les résultats des essais .....	79
Tableau 3.5 Résultats des analyses chimiques d'eau Source du ravin blanc (Voie ferrée) à coté de MOBILART.....	84
Tableau 3.6 Résultats des analyses chimiques d'eau Source du ravin blanc (Voie ferrée) à coté de la fuite de la conduite d'eau de l'EPEOR.....	85
Tableau 3.7 Autre Détermination.....	86
Tableau 3 8 résultats des analyses d'échantillons d'eau de la nappe du ravin blanc.....	87

## Liste des signes

---

T action des terres à soutenir

P poids du mur

S réaction du sol d assise

SHc+SH la capacité de réaction horizontale

TD Tassement Différentiel

∅ Diamètre

°C Degré Celsius

PI pression limite

EM Module préssiométrique

Pf pression de fluage

Ca Calcium

Mg Magnesium

Na sodium

K Potassium

Cl Chlorures

SO<sub>4</sub> Sulfats

CO<sub>3</sub> Carbonates

HCO<sub>3</sub> Bicarbonates

NO<sub>3</sub> Carbonates

TH Titres hydrotimétrique

Tca Titres calcique

TA Titre alcalimétrique

Ft Pied long

## Introduction Général

Les dégradations qui affectent les infrastructures routières dans notre pays s'observent de jour en jour au niveau des différents ouvrages en cours de réalisation ou déjà achevés ; ce qui revient à dire que le phénomène signalé s'accroît de plus en plus durant ces dernières années pour devenir un fait réel, Le présent travail d'expertise englobe tous les résultats et commentaires des investigations réalisées avec exploitation de toutes les études faites dans les environs immédiats de la route d'accès au port d'Oran. Pour but de déterminer les causes des dégradations de toute sorte et les conclusions dégagées des analyses menées avec les préconisations à adopter pour la stabilité immédiate et de long terme du phénomène de dégradation.

Sur le plan géologique nous constatons que le sol sur lequel a été fondée la ville d'Oran depuis onze siècles (en 902) est composé essentiellement d'une importante formation marneuse compacte et imperméable recouverte par une couche superficielle d'épaisseur variable et de différentes constitutions.

Sur le plan hydrologique, le relief est divisé en trois bassins versants.

Le premier de ces bassins versants de 200 hectares de superficie, situé à l'Ouest de cette barre rocheuse (quartier de Sidi Lhouari)

Le second bassin versant d'environ 800 hectares à l'Est de cette barre rocheuse s'étale jusqu'à la falaise de Gambetta.

Le troisième bassin versant, situé au Sud de la ville englobe tout le plateau de la Sénia avec un pendage vers la plaine de la Sebkha.

Notre mémoire s'articule autour de deux parties :

- La partie I est une présentation générale subdivisée en deux chapitres :

Le chapitre 1 : est une présentation de différentes pathologies observées dans les ouvrages.

Le chapitre 2 : portera sur les définitions de différents types de mouvements des terrains et leurs causes.

- La partie II est l'étude de cas la route COUTANT par le ravin blanc, elle est subdivisée en deux chapitres

Le chapitre 3 : est une présentation du site et aussi les différentes pathologies constatées.

Le chapitre 4 : présente des solutions et des perspectives qui permettent d'éliminer les désordres apparus sur la route en question.

Premier partie  
Recherche Bibliographique

## Présentation générale

### 1.1 Introduction

Expertise des bâtiments ayant des pathologies dont les causes diverse (séisme, infiltration d'eau, tassement, retrait-gonflement) est une tache complexe. C'est dans cette optique que s'inscrit le diagnostic d'un ouvrage. A partir du moment où une pathologie est apparue, même si cela ne remet pas en cause la stabilité de l'ouvrage il est important de diagnostiquer d'une part d'ou vient le problème, mais a quel degré il affecte l'édifice. Dans un second temps, il est nécessaire de supprimer le problème à la source et de réparer l'ouvrage.

### 1.2 Définition de terme pathologie:

La signification de ce terme issu de la science médicale est la suivante «Science qui a pour objet l'étude et la connaissance des causes et symptômes des maladies». Si l'on applique cette définition au Domain génie civil, les maladies seraient les désordres qui, en s'aggravant, donnent lieu à des sinistres; ces derniers pouvant conduire à la ruine des ouvrages [1]

### 1.3 Pathologie des fondations:

En général, les désordres dus à des problèmes de fondation entraînent des frais importants. Ils sont Très variés et d'origines diverses. Leurs effets peuvent aller de la fissuration de la structure du Bâtiment jusqu'à sa mise en péril, c'est à dire son abandon pur et simple, la **construction devenant Impropre à sa destination initiale.**

Les désordres peuvent être dus à [2] :

#### 1.3.1 une reconnaissance de sol incomplète et donc souvent un sol mal adapté

- profondeur insuffisante des sondages.
- présence de cavités non détectées.
- nappe d'eau insoupçonnée.
- agressivité de l'eau.

## Chapiter1 présentation Générale

---

- point dur sous un radier.
- terrain d'assise non homogène ou peu résistant et très compressible.
- sol compressible d'épaisseur variable sous radier.
- sols différents sous un même bâtiment [2]

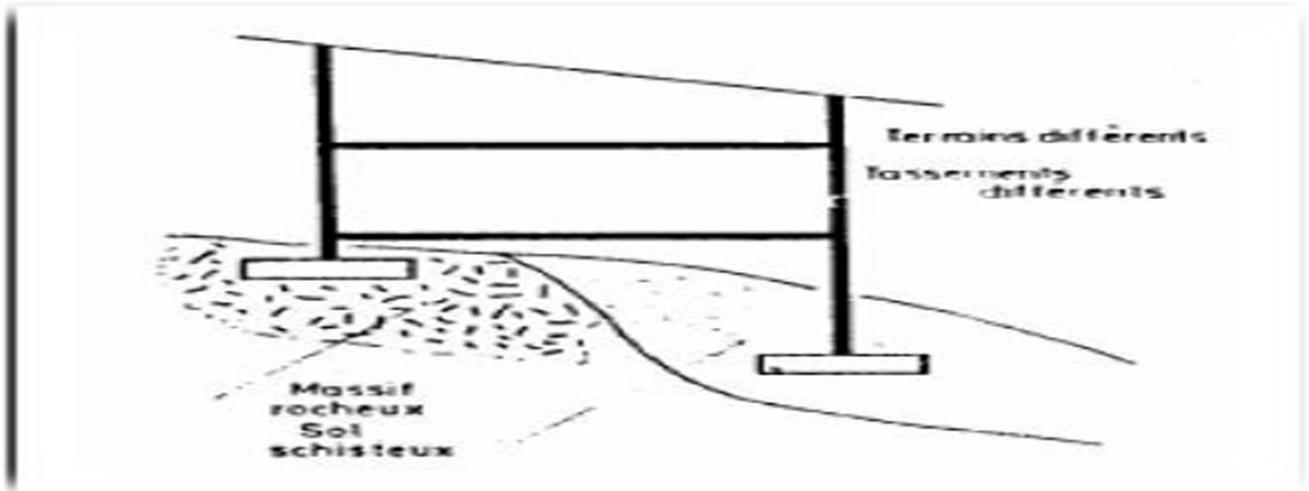


Fig. 1 1 Sols différents sous un même bâtiment [2]

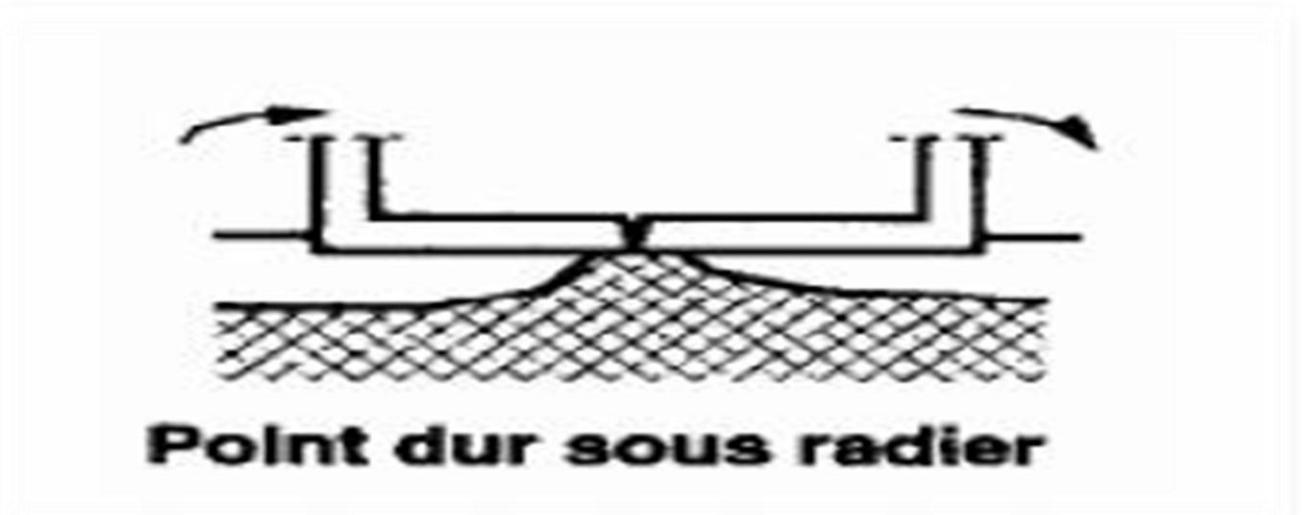


Fig. 1.2 point dur sous un radier [2]



Fig. 1.3 terrain d'assise non homogène [2]

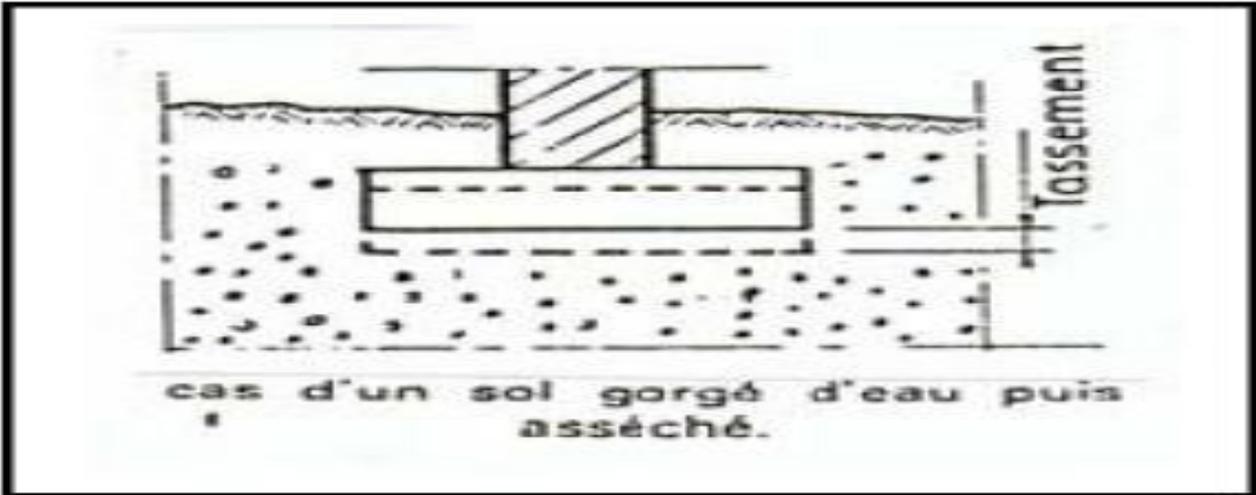


Fig. 1.4 sol gorge d'eau puis assèche [2]

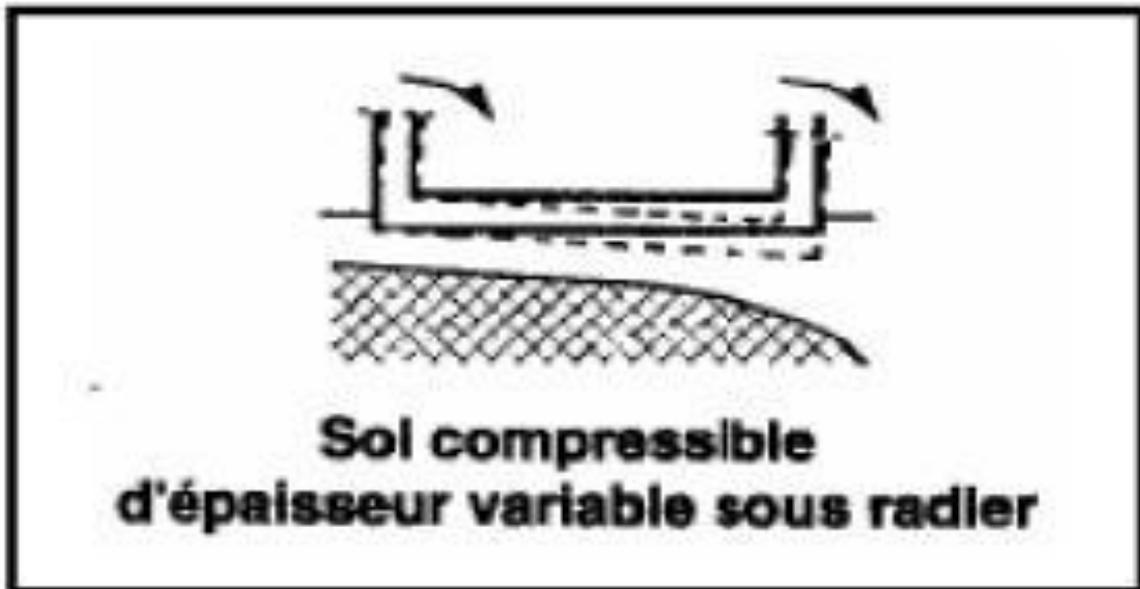


Fig. 1.5 sol compressible d'épaisseur variable sous radier, [2]

**1.3.2 Une erreur de calcul ou de conception :**

- fondations inadaptées ou mal calculées.
- fondations différentes sous un même ouvrage.
- radier chargé inégalement.
- fondations sur un remblai récent non stabilisé.
- chargement dissymétrique de l'ouvrage. [2]

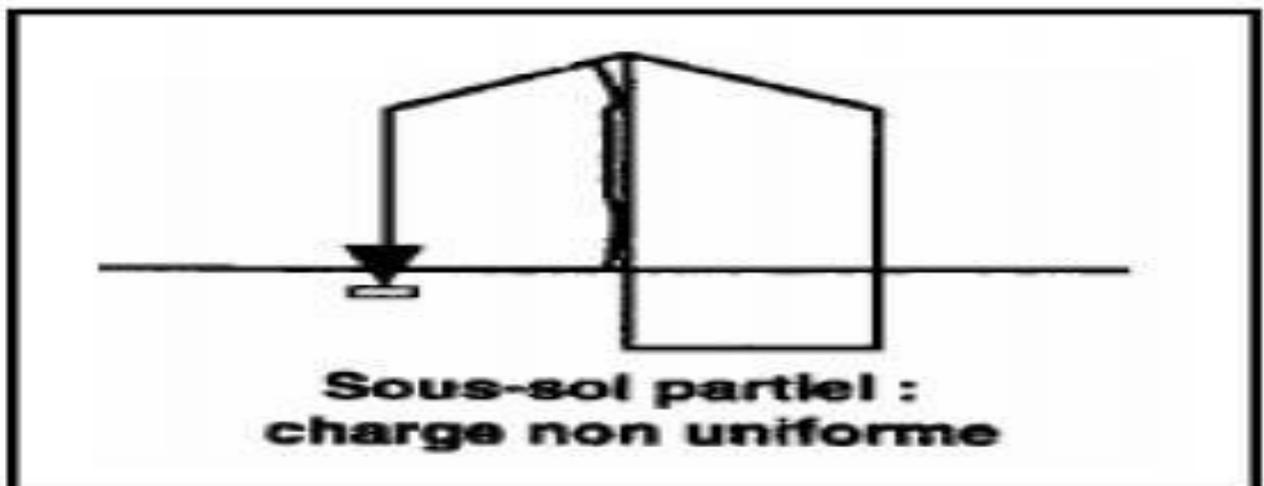


Fig. 1 6 sous sol partiel: charge non uniforme [2]

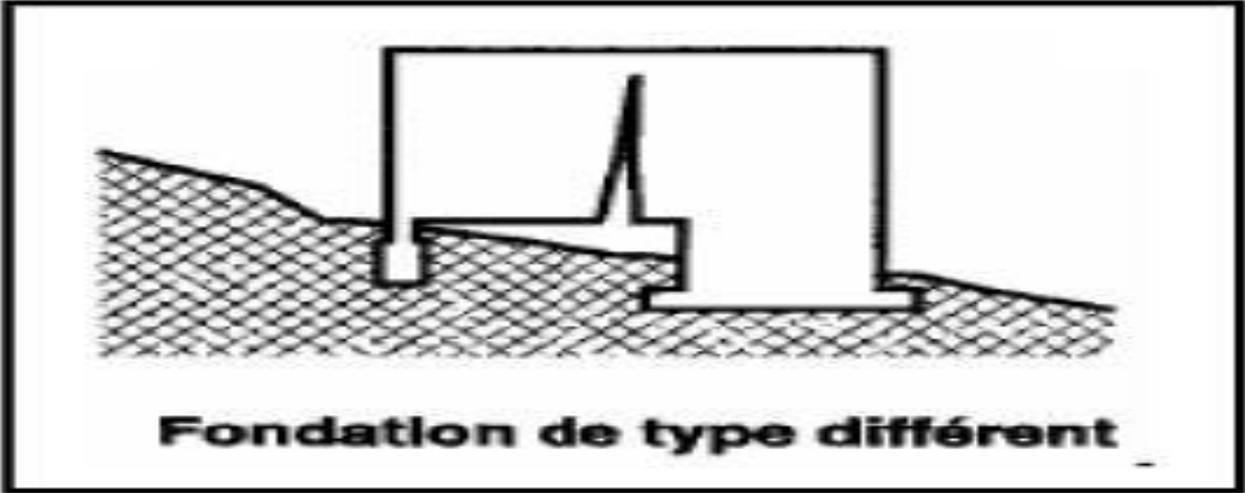


Fig. 1.7 fondations différentes sous un même ouvrage[2]

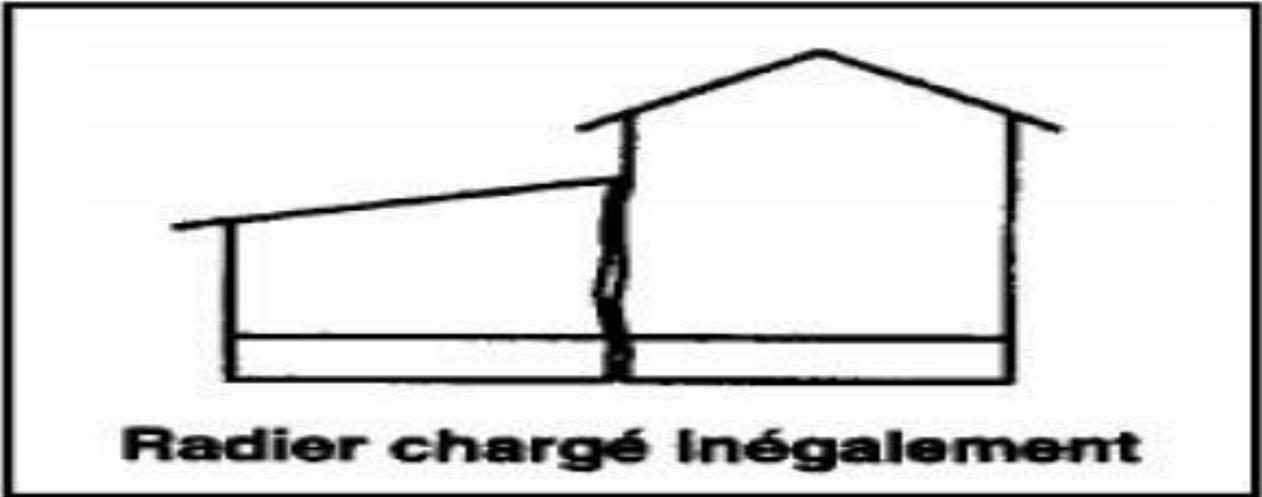


Fig. 1.8 Radier chargé inégalement [2]

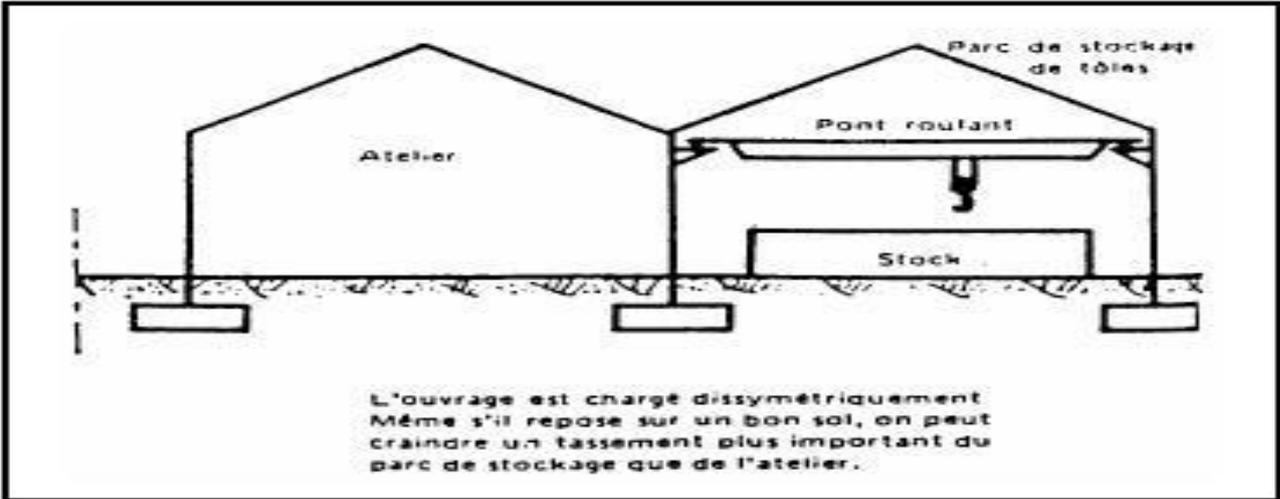
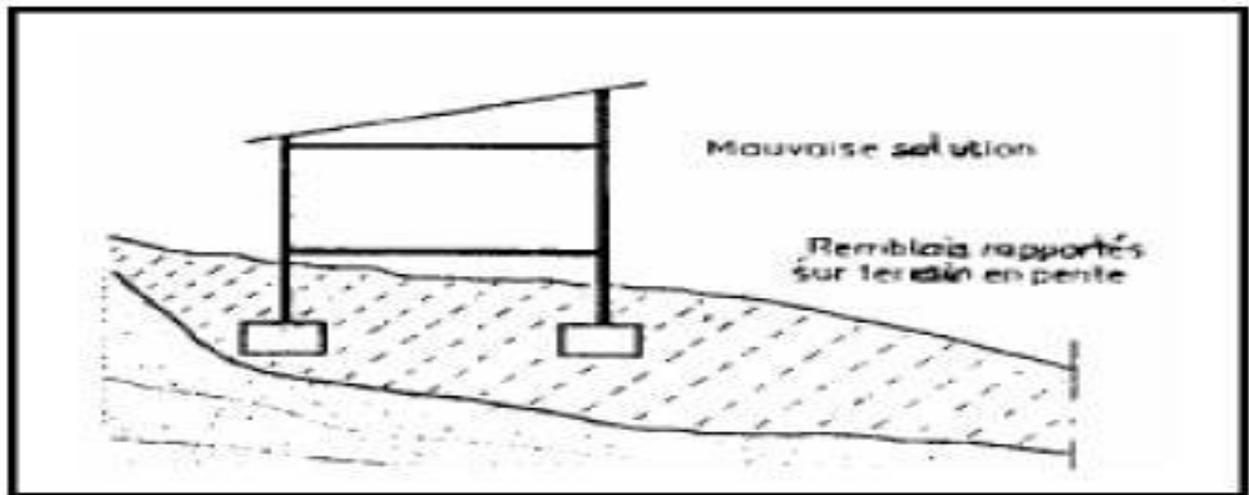
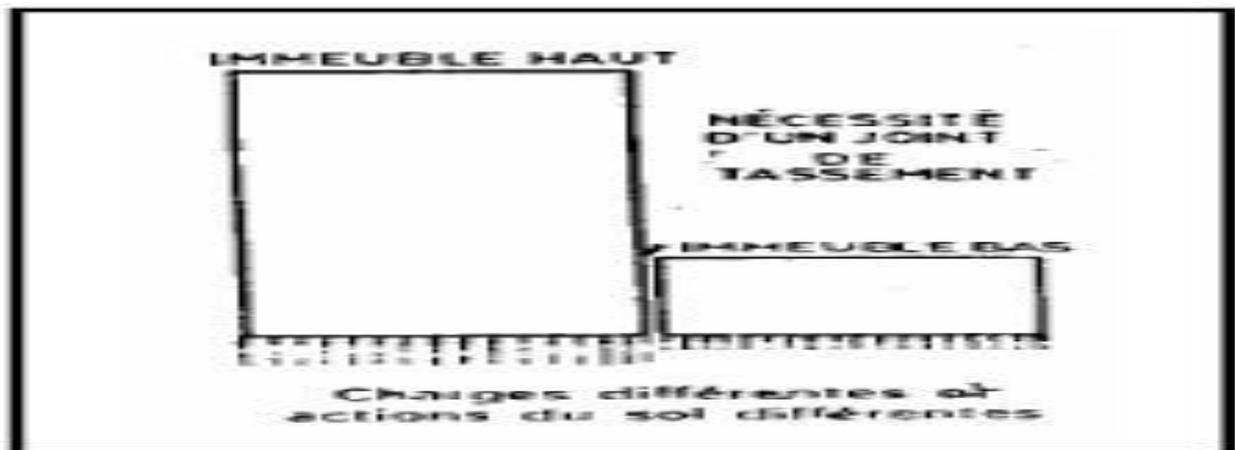


Fig. 1.9 chargement dissymétrique de l'ouvrage [2]



**Fig. 1 10 fondations sur un remblai récent non stabilisé**



**Fig. 1.11 charges différentes et actions du sol différentes [2]**

### 1.3.3 Une mauvaise exécution :

- fondation non mise hors gel car profondeur trop faible.
- ferrailage de la fondation mal positionné.
- bétonnage des pieux mal surveillé.
- oubli du drainage.
- présence de terre dans le béton des fondations [2]

### 1.3.4 Une cause extérieure:

- vibrations importantes lors du battage des Pieux d'une construction voisine,
- pieux pouvant être endommagés par les Charges apportées par une fondation

Superficielle à proximité,



Fig.1.12 incident de bétonnage [2]

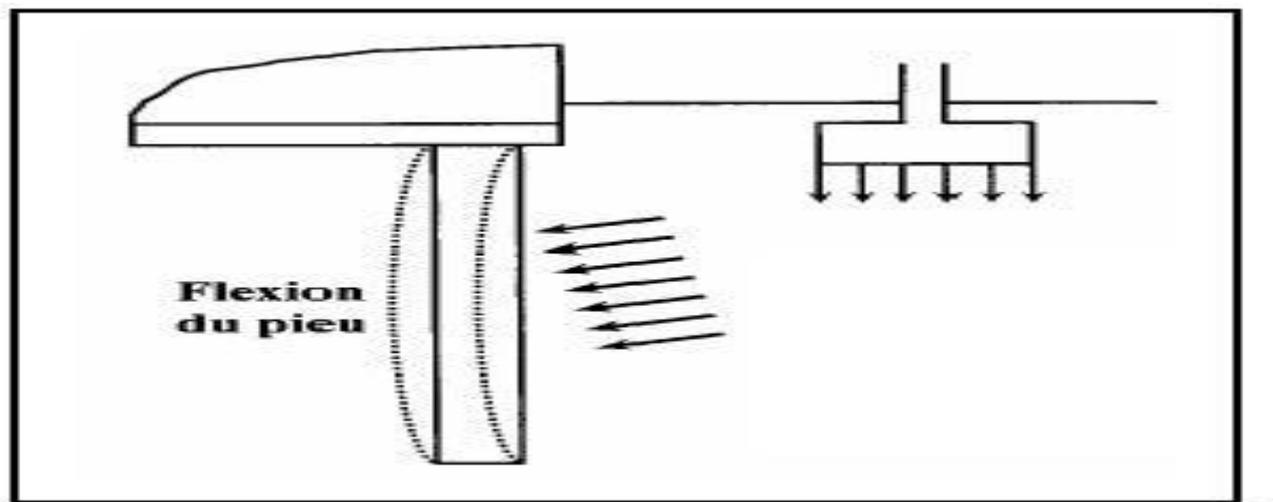


Fig.1.13 Flexion du pieu due a une fondation Superficielle à proximité [2]

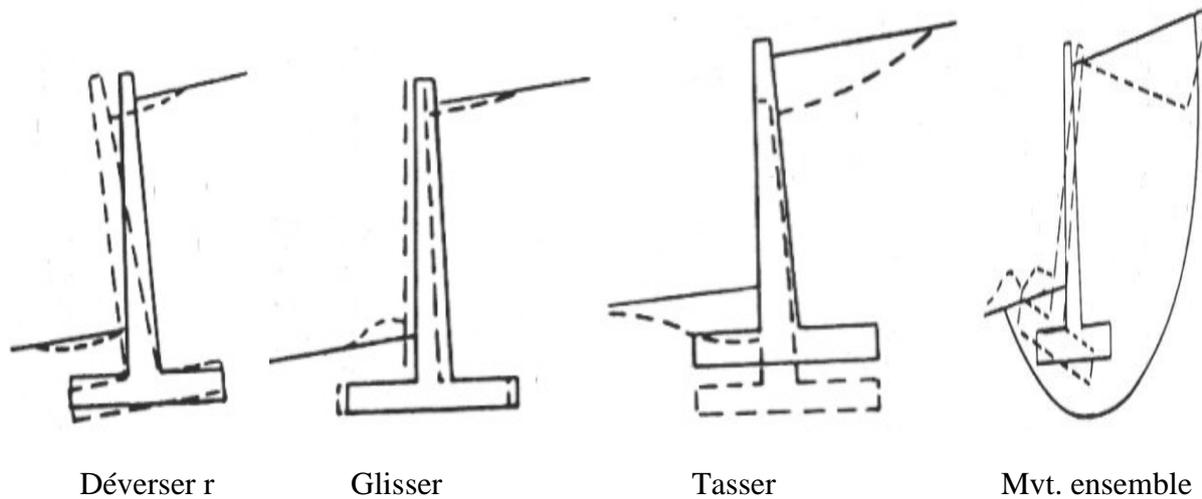
I.3.5 Une modification des conditions existantes :

Reprises en sous-œuvre mal exécutées. Il en résulte un tassement plus ou moins uniforme de la Construction, des tassements différentiels occasionnant Des désordres dans la structure et dans le second œuvre Ou des désordres dans les constructions existantes Voisines.

### 1.4 PATHOLOGIE DES MURS DE SOUTÈNEMENTS.

Un mur de soutènement est un solide quasiment indéformable, souvent fragile, qui cherche son équilibre, tel un corps étranger dans un milieu plus ou moins mou et hétérogène, qui est le sol. Il peut comme un bateau rouler, dériver et parfois craquer.

Rouler, dériver, craquer: ce sont bien trois phénomènes dont peuvent être victimes les murs de soutènement. Etant donné leur faible amplitude, on dira : se déverser, glisser, se fissurer. [[3]



**Fig. 1.14 cas de figure des pathologies d'un mur de soutènement [3]**

A l'équilibre, les forces en présence dans un mur de soutènement doivent concourir et l'on a :

T : action des terres à soutenir

P : poids du mur

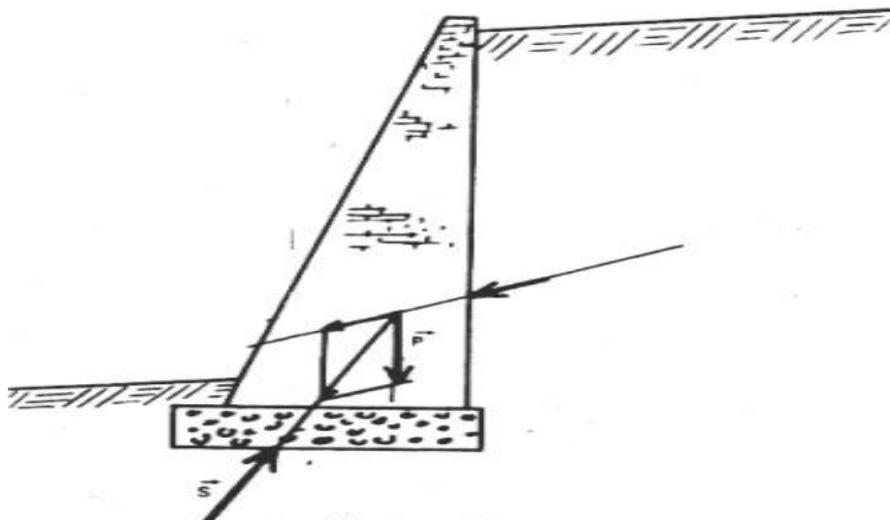
S : réaction du sol d'assise

$$T + P + S = 0$$

Les murs de soutènement se distinguent de la manière suivante [3]

### 1.3. Mur poids

Dans ce cas, l'action du poids est prépondérante. L'association (T + P) donne une résultante qui traverse la Semelle et équilibre la force S qui lui est égale et opposée.



**Fig. 1.15 mur poids [3]**

### 1.4.2 Mur console :

Les terres à soutenir, avec les murs consoles, agissent à la fois sur la paroi amont où elles exercent une poussée, et sur la surface de la semelle qu'elles chargent de leur poids.

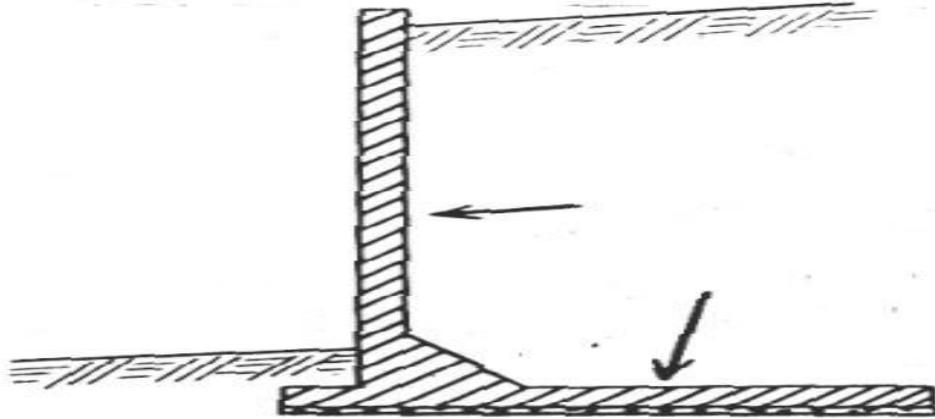


Fig. 1 16 mur consol [3]

### 1.4.3 Mur à contrefort :

Les contreforts peuvent être extérieurs ou noyés. Les contreforts noyés sont leur semelle chargée par le terrain.

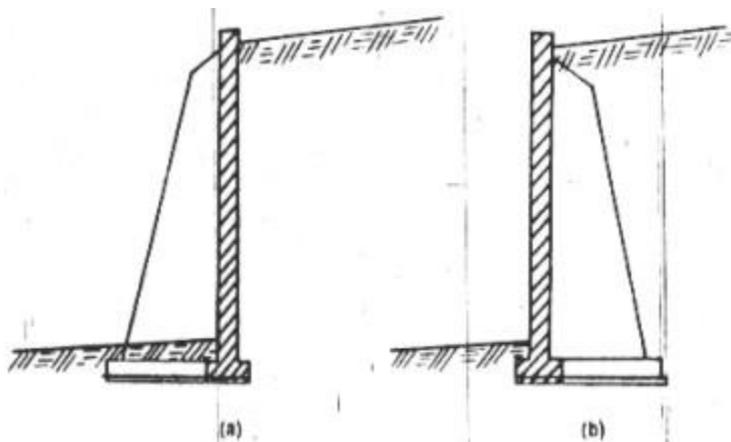


Fig. 1.17 mur à contrefort [3]

### 1.4.4 Les Caus de sinistres des murs d soutènement:

Si l'on classe les sinistres des murs de soutènement soit par rapport à leur fréquence, soit par rapport aux coûts des travaux de réfection engagés, on trouve les mêmes pourcentages qui sont les suivants, par ordre d'importance décroissante :

# Chapiter1 présentation Générale

---

## **1 4.4.1 Sinistres causés par l'eau :**

Un sinistre sur trois est dû à une mauvaise évacuation des eaux. Le plus souvent, une absence de drainage à l'arrière permet la montée de la nappe et l'accroissement important de la poussée qui en découle. l'importance du soin à apporter au bon fonctionnement du dispositif d'assèchement : drain et son exutoire ou simples barbacanes.

La présence de l'eau provoque la dégradation des qualités mécaniques du sol ( $c$  et  $\phi$ ) d'où il résulte une aggravation De la poussée T. a. sous la semelle, la détérioration de  $c$  produit à la fois :

Une réduction de la force portante et par la suit, une augmentation des tassements et un risque accru de déversement, une réduction de la capacité de réaction horizontale  $SH_c + SH_\phi$  et un risque accru de glissement

## **14.4.2 Sinistres dans l'ouvrage**

Un sinistre sur quatre est dû aux fautes de conception ou d'exécution du mur :

- Rupture à la jonction entre la paroi verticale et la semelle
- Fissuration de la poutre de couronnement quand elle existe
- Décrochement entre paroi et contrefort.

Ce sont là des sinistres spécifiques à la maçonnerie ou au Béton armé

## **1.3.4.3 Sinistres dus à une faute dans le déroulement des travaux 10 à 15% sont des sinistres causés par des imprudences dans la conduite du chantier :**

- Fouille taillée trop raide et qui s'éboule
- Remblaiement prématuré quand le béton ou les joints de maçonnerie 'ont pas encore durci
- Compactage excessif du remblai

Chocs d'engins ou de matériels

## **1.4.4.4 Causes diverses :**

Les quelques 5% de sinistres restants sont dus à des causes diverses

- Eaux agressives : les eaux séléniteuses sont fréquentes en Présence de certaines couches de sol (sols gypseux ou encore urbaine,

# Chapiter1 présentation Générale

---

- Détérioration du parement extérieur du mur, par suite de l'humidité ambiante,
- Détérioration des joints de dilatation,
- Fissurations mineures

## 1.4.4.5 Evolution des équilibres en cours des travaux

Pour construire un mur de soutènement, on doit le plus souvent effectuer dans le terrain une opération qui rompt temporairement son équilibre : c'est l'ouverture de la fouille.

## 1 5 Tassement

### 1.5.1 Tassement de sol

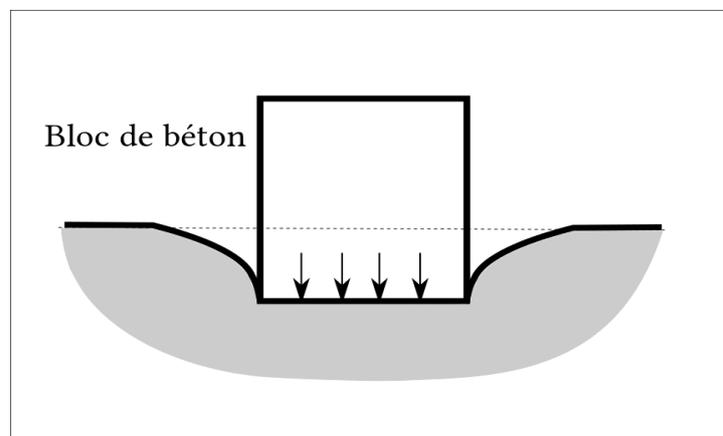
#### 1.5.1.1 Définitions

Le tassement du sol est sa déformation verticale due à l'application des contraintes extérieures telles que les remblais, les fondations ou son propre poids. Les tassements peuvent être uniformes ou différents d'un point à l'autre selon la nature du sol en place. Dans les sols non saturés les tassements sont presque instantanés mais dans les sols saturés, ils peuvent s'étendre sur quelques secondes dans les sols sableux-graveleux, jusqu'à plusieurs dizaines d'années dans les argiles peu perméables. Pour vérifier la conformité des structures vis-à-vis des conditions de sécurité et de service on doit faire un calcul de tassement

#### 1.5.2.2 Conséquences sur les structures

##### 1.5.2.1 Tassements uniformes

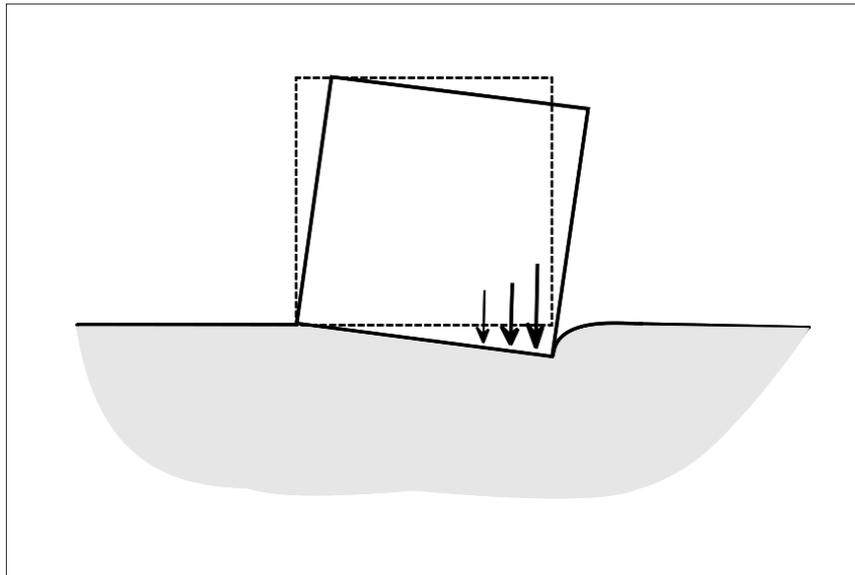
Les tassements uniformément repartis affectent peu la structure les mouvements qui en résultent peuvent cependant en dommage les services et accessoires tels les conduites d'eau et les passages souterrains.



**Fig.1.18 Tassement uniforme**

## 1.5.2.2 Tassements différentiel

Un tassement différentiel est un mouvement d'enfoncement du sol qui n'est pas uniforme. Il peut de ce fait provoquer des dislocations des maçonneries comme l'apparition de fissures. C'est un grave facteur de désordre qui est la plupart du temps irrémédiable. Même lorsque le sous-sol est assez uniforme, les charges unitaires différentes sur les fondations peuvent provoquer un tassement différentiel très important.



**Fig. I.19 Tassement différentiel**

### 1.5.3 Parmi les causes des tassements il y a :

.La dessiccation des couches superficielles: Les périodes de sécheresse font évaporer l'eau naturellement présente dans les sols entraînant, dans certains cas, une réduction de leur volume. Cette réduction n'est jamais uniforme et ce pour diverses raisons telles que : l'hétérogénéité du sol d'assise des fondations, les différences d'ensoleillement selon les façades du bâtiment, la présence de terrasses ou d'ouvrages annexes etc. Le phénomène de dessiccation entraîne un retrait du sol sous l'assise de l'édifice, qui se manifeste par des désordres plus ou moins importants.

.Des désordres analogues peuvent être provoqués par la présence au voisinage immédiat du bâtiment d'arbres dont les racines pompent l'eau jusque sous les fondations, ou par des variations du niveau de la nappe le cas échéant.

.Dans de nombreux cas, l'effet de ces différents facteurs se manifeste sur de longues périodes, rendant difficile la détermination des causes réelles.

.L'affouillement du sol de fondation consécutif à la rupture de réseaux enterrés.

# Chapiter1 présentation Générale

---

L'apport de liquides dans les zones au voisinage immédiat du bâtiment agit également sur l'assise des fondations, le sol devient saturé et perd une grande partie de sa résistance mécanique: la reprise des charges n'est plus uniforme et entraîne des tassements différentiels.

.Fondations inadaptées: Le rapport inadéquat entre la pression exercée sur le sol d'assise et la portance du terrain est une cause fréquente de tassement structurel. La présence de sols compressibles ou sous-consolidés est également une cause de graves désordres. Les tassements ne sont pas immédiats et s'opèrent lentement sous l'effet de la descente de charge du bâtiment. La stabilisation des tassements peut prendre de nombreuses années, voire des décennies, pour les sols organiques compressibles.

.Remblais

Les terrains remaniés ou rapportés perdent leur capacité portante ; les tassements différentiels qui en résultent peuvent causer des désordres importants à moyen ou à long terme.

.De nombreuses autres causes peuvent entraîner des désordres aux bâtiments tels que les éboulements et glissements de terrain, la modification des niveaux hydriques dus par exemple à la réalisation d'ouvrages voisins, de drains, de rabattement de nappe etc., la cohabitation de modes de fondation différents, cas d'un bâtiment sur sous-sol et d'un agrandissement sur vide sanitaire,

.L'absence de fondations, cas de certains bâtiments anciens.

.La surcharge de remblais en limite d'une construction, cas d'un rez-de-chaussée surélevé où l'on crée un talus pour porter une terrasse.

.Les vibrations produites par le trafic routier ou par des machines.

.L'hétérogénéité du niveau de consolidation des différents sols constituant l'assise d'un même bâtiment

## **1.5.2 Tassement d ouvrage**

### **1.5.2.1 Définition**

Enfoncement d'un ouvrage sous l'effet de la compression et de la déformation du sol qui supporte.

### 1.5.2.2 Tassement admissible:

Valeur max du tassement d'un ouvrage telle qu'il n'en résulte ni déformation de la structure sup., ni désordres sensibles dans le second œuvre et les organes d'équipement, ni incidence Notable sur les ouvrages voisins. [4]

### 1.5.2.3 Tassement différentiel

Différence de tassement entre fondations ou entre points de la fondation

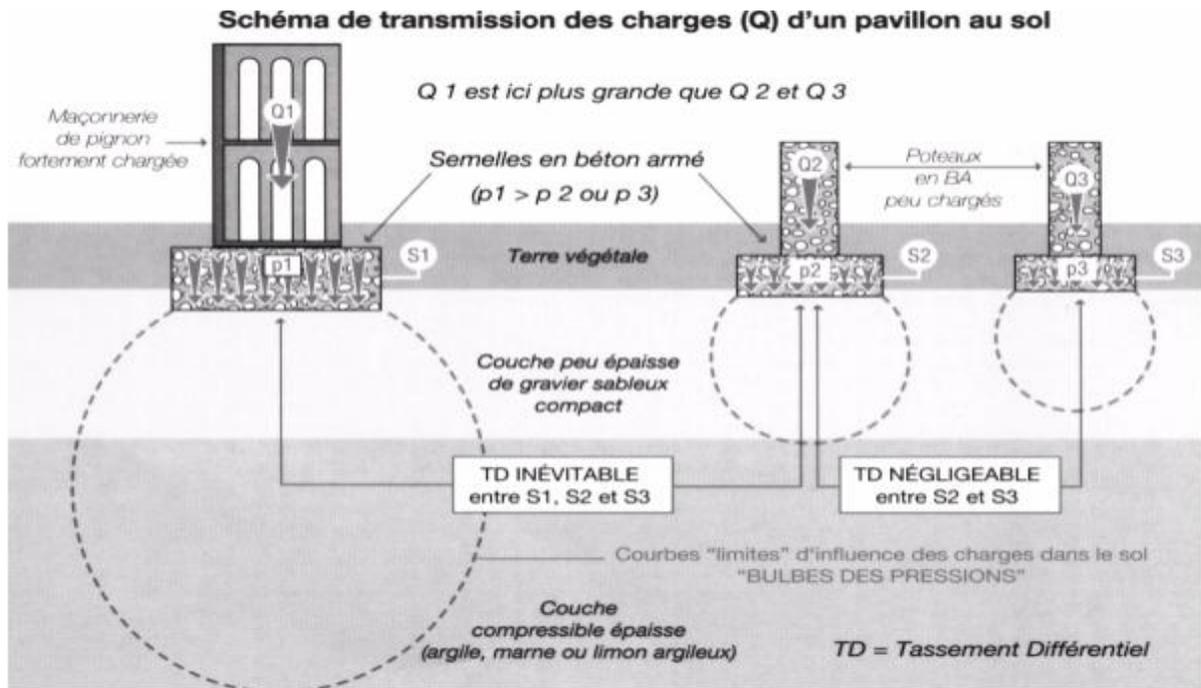
Un tassement est un mouvement d'enfoncement du sol qui n'est pas uniforme. Il peut de ce fait provoquer des dislocations des maçonneries comme l'apparition de fissures. C'est un grave facteur de désordre qui est la plupart du temps irrémédiable..

### 1.5.2.4 Tassomètre :

Appareil de mesure de l'amplitude des tassements dans, derrière ou sous un ouvrage [4]

### 1.5. 2.5 Causes des tassements différentiels

- 1) Lorsque les fondations sont de nature différente sous un même ouvrage (profondes et superficielles).
- 2) Lorsque l'ouvrage repose sur des sols de nature différente (terre stabilisé et remblai récent)
- 3) Lorsque l'ouvrage est chargé dis symétriquement soit par sa superstructure, soit par des stocks .
- 4) Lorsque deux bâtiments mitoyens sont construits à des époques différentes.
- 5) Présence de l'eau dans le terrain
- 6) l'implantation de la maison directement sur la terre végétale de surface ou à une si faible profondeur que le sol n'est pas à l'abri du gel ;
- 7) la création ultérieure d'une plate-forme contre une façade du pavillon. Elle crée une surcharge parasite excessive au droit de la semelle de ce mur



**Fig. 1.18 [4] schéma de transmission des charges (q) d un pavillon au sol**

### 1.5.3 Phénomènes pathologiques engendrés :

Effondrement partiel ou total,

Basculement – enfoncement,

Fissuration :

- Principalement en diagonale ou à  $45^\circ$  et pouvant être accompagnée par des

fissures horizontales sous les chaînages de planchers voire des fissure verticales au droit de changement de matériaux.

Allure d'une fissure due à un mouvement de sol est fct de:

Nature de la paroi (maçonnerie, béton,...),

Situation, longueur, homogénéité et ampleur du tassement,

Répartition des zones faibles (joints, ouvertures) et des éléments rigides (linteau,

Chaînage)

# Chapiter1 présentation Générale

## Problème de tassement de dallage:

### Description :

Affaissement ponctuel ou linéaire du plancher bas, accompagné de petites fissures dans les cloisons, les revêtements de sols et de désordres dans les canalisations encastrées.

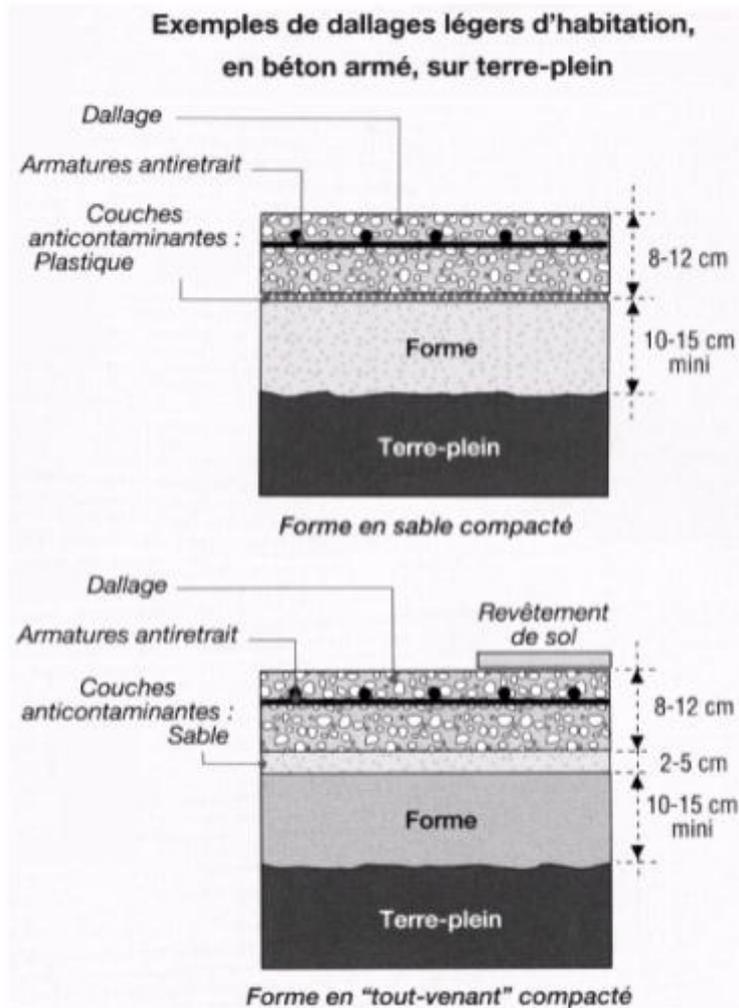


Fig. 1.19 exemple de dallage d habitation en béton arme sur terrain plein [4]

### Cause 1 Problème de terrain

Sol meuble,

Sol hétérogène,

Sol constitué de remblais non contrôlés,

Sol gonflant,

# Chapiter1 présentation Générale

---

Variation du niveau d'une nappe phréatique provoquant tassement ou gonflement, voire des poussées directes sous le dallage.

## **Cause 2 Problème de la forme**

1. Forme réalisée à partir de matériaux inadaptés (contenant des impuretés argileuses),

2 Forme mal compactée

→ Couche compactée trop épaisses (20 cm max),

→ Nombre insuffisant de passage du rouleau,

→ Teneur en eau optimale non déterminée au labo ...

Tassement  $\neq$  dû à un mauvais dimensionnement de semelles.

Remède: reprises-en sous-œuvre

## **1.6 Conclusion**

Dans cette étude a partir de désordres dont nous avons eu connaissance nous avons tente de classer par origine technique les différentes pathologies affectant différents constructions exercice difficile parfois délicat, les causes étant souvent multiples, et la part de chacune parfois incertaine.

Un diagnostic d ouvrage a pour but de prédire a court moyen et long terme ce que les désordres observes impliquent pour la sécurité des personnes et des bien.

Toutefois en conclusion, nous retiendrons au titre de causes les plus fréquentes

L eau, véritable ennemi n01 des ouvrages en génie civil ou en travaux publics

L absences: d études, ou des erreurs sur les données lors de conception en particulier a l absence ou l insuffisance de reconnaissance de sol

# Mouvement et glissement de terrain

### 2.1 INTRODUCTION:

Les mouvements de terrain sont des phénomènes naturels d'origines très diverses, résultant de la déformation, de la rupture et de déplacement du sol. Ils provoquent mondialement la mort de 800 à 1 000 personnes par an, mais ce chiffre ne prend pas en compte les glissements dus aux séismes, probablement les plus meurtriers. Les risques liés aux mines n'entrent pas dans cette catégorie et ne sont pas traités dans ce dossier. Les mouvements de terrain constituent généralement des phénomènes Ponctuels, de faible ampleur et d'effets limités. Mais par leur diversité et leur fréquence, ils sont néanmoins responsables de dommages et de préjudices importants et coûteux. De nombreux paramètres, naturels ou anthropiques, conditionnent l'apparition et le développement des mouvements de terrain (géologie, hydrogéologie, urbanisation, etc.). Les mouvements de terrain engendrent des risques pour les personnes, mais également pour les biens et l'économie. Il est possible d'agir sur ces risques de deux manières, en intervenant sur l'aléa ou sur les enjeux. Les mesures de protection mises en place visent à réduire au maximum l'aléa dans les zones menacées. La prévention permet de réduire la vulnérabilité au sein de ces secteurs, par l'information des populations, l'adoption de mesures d'urbanisme ou de mesures constructives, l'étude et la surveillance de mouvements actifs.

[5]

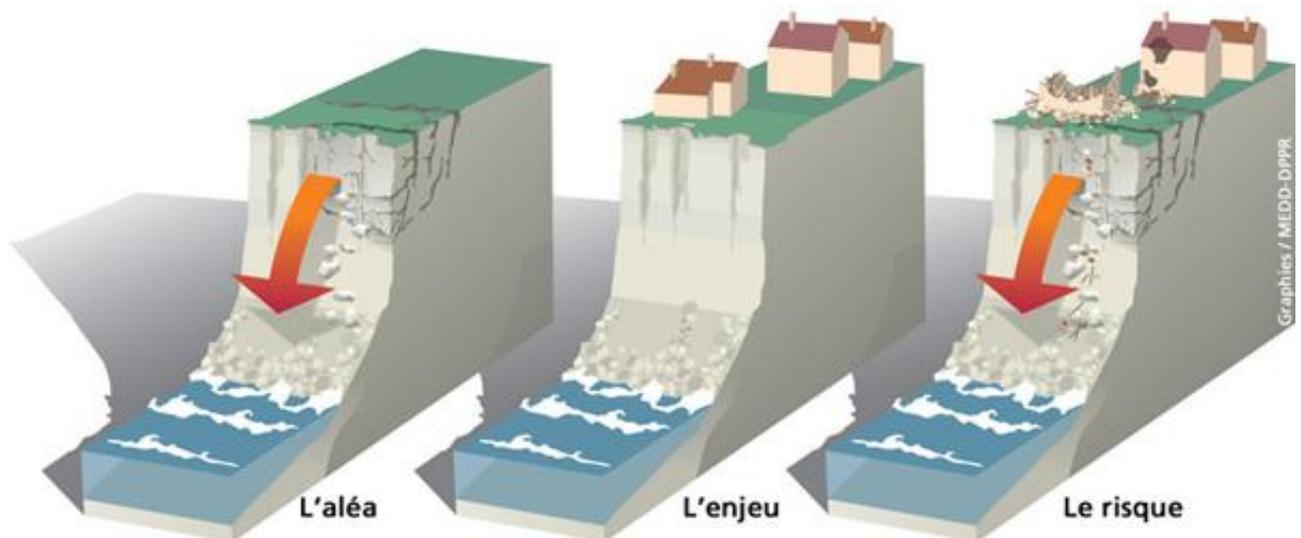


Fig. 2.1 | alea, enjeux, risque[5]

## CHAPITER 2 MOUVEMENT & GLISSEMENT DE TERRAIN

---

- a) **L'aléa**: est la manifestation d'un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité donnée.
- b) **L'enjeu**: est l'ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affecté par un phénomène naturel.
- c) **Le risque majeur**: est la conséquence d'un aléa d'origine naturelle ou humaine, dont les effets peuvent mettre en jeu grand nombre de personnes, Occasionner des dégâts importants dépassés les capacités de réaction des instances directement concernées

### 2.2 QU'EST-CE QU'UN MOUVEMENT DE TERRAIN

Un mouvement de terrain est un déplacement, plus ou moins brutal, du sol ou du sous-sol sous l'effet d'influences naturelles (agent d'érosion, pesanteur, séisme, etc.) Ou anthropiques (exploitation de matériaux, déboisement, terrassement, etc.)[6]. Les volumes enjeu sont compris entre quelques mètres cubes et quelques millions de mètres cubes. Ce phénomène comprend diverses manifestations, lentes (quelque millimètres par ans) ou rapides (quelques centaine de mètres en quelque secondes), en fonction des mécanismes initiateurs, des matériaux considérés et de leur structure.

### 2.3 Origine de mouvement de terrain:

Les actions météorologiques (vent, pluie, gel, etc.), l'augmentation des infiltrations, la modification des circulations souterraines, liée ou non à des travaux sont donc à l'origine de nombreux glissements Un séisme, même de faible magnitude peut parfois déclencher le phénomène

### 2.4 Causes des mouvements de terrain:

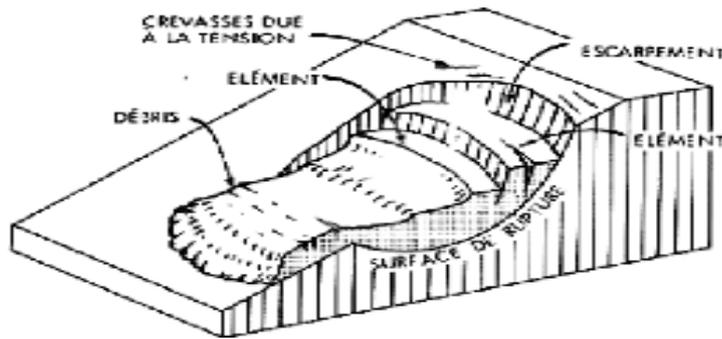
L'analyse des mouvements de terrain permet de mettre en évidence certaine condition de site favorable à l'apparition de tel ou tel phénomène d'instabilités on peut classer ces facteurs d'instabilité en deux catégories :

**2.4.1 Les facteurs permanents:** ou très lentement variables, caractérisant la prédisposition d'un site aux instabilités (relief, nature géologie ...)

**2.4.2 Les facteurs variables:** dans le temps (séismes, modifications, anthropique) peuvent jouer le rôle déclencheur des mouvements[7]

### 2.5 DESCRIPTION

Il existe de nombreuses classifications des, Cinématique du mouvement, vitesse du mouvement, morphologie de la rupture. [8]



**Fig. 2.2: diagramme d'un glissement de terrain**

### 2.6 Comment se manifeste-t-ils?

**On différencie:**

#### 2.6.1 Les mouvements lents

Entraînent une déformation progressive des terrains, pas toujours perceptible par l'homme. Ils regroupent les affaissements, les tassements, les glissements, la solifluxion, le fluage, le retrait-gonflement. Les désordres peuvent se révéler si graves pour la sécurité des occupants que la démolition des bâtiments s'impose. Ils touchent majoritairement les biens [6]

##### 2.6.1.1 Les affaissements:

Les affaissements, sont des dépressions topographiques en forme de cuvette plus ou moins profonde dues au fléchissement lent et progressif des terrains de couverture, avec ou sans fractures ouvertes, consécutif à l'évolution d'une cavité souterraine. Il n'y a pas de rupture en surface. Des efforts de flexion, de traction et de cisaillement, et des tassements différentiels peuvent se manifester dans les zones de bordure. Dans certains cas, les affaissements peuvent être le signe annonciateur d'effondrements.

Alors les deux phénomènes (affaissement et effondrements) sont liés à la présence de cavités souterraines d'origine naturelle (phénomène de dissolution ou de suffosion) ou anthropique (exploitation souterraine, sape de guerre)

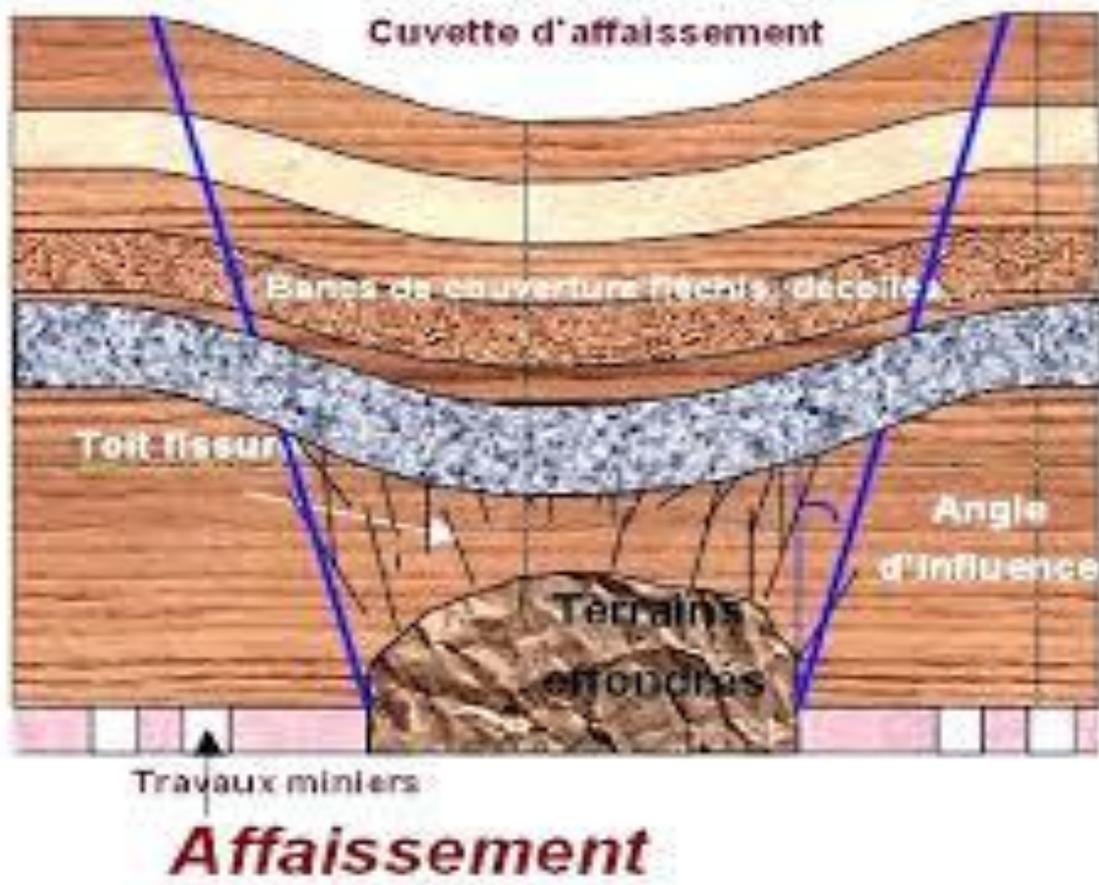


Fig. 2.3

### 2.6.1.1.1 Les paramètres naturels influençant l'aléa (pour affaissement et effondrement)

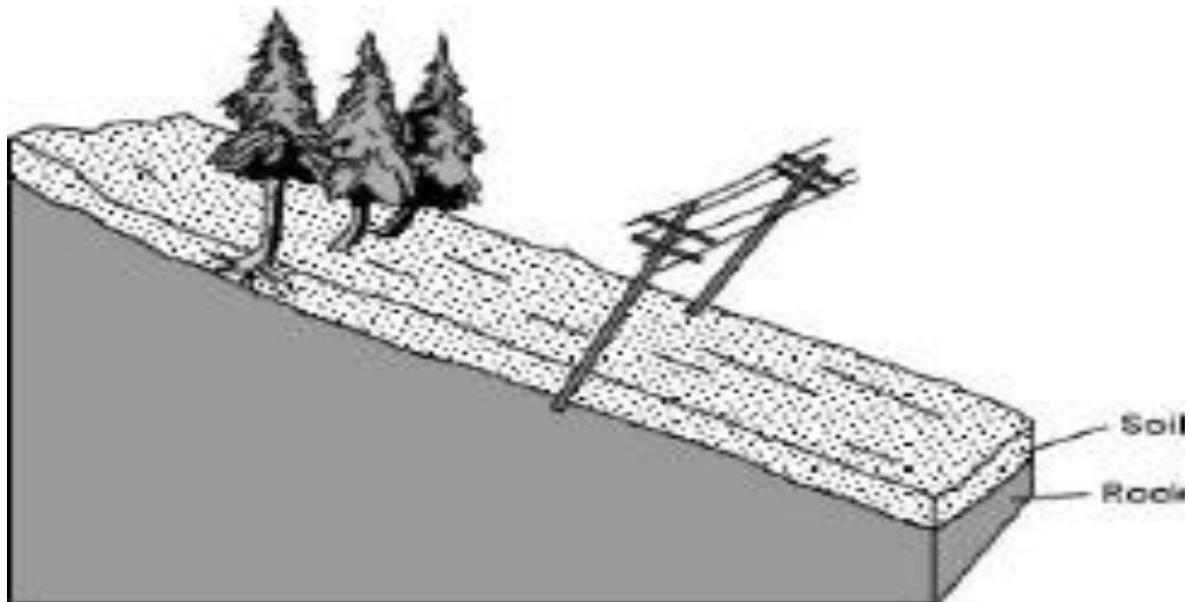
- a) La géologie : les matériaux ont une influence déterminante sur le déclenchement et l'évolution de ces phénomènes. Ils doivent être favorables à la création et au développement de cavités. La nature des terrains surmontant les cavités conditionne également le développement en surface du mouvement.
- b) L'hydrogéologie : la création de cavités naturelles dans le sous-sol est liée aux circulations souterraines d'eau qui entraînent des phénomènes d'érosion et d'altération dans les formations traversées. Dans les matériaux solubles tels le calcaire – formation de réseaux karstiques – ou le gypse, les écoulements souterrains d'eau dissolvent et entraînent les matériaux, formant ainsi ces cavités.

### 2.6.1.1.2 Les paramètres anthropiques influençant l'aléa

**Les cavités souterraines** : l'exploitation de matériaux du sous-sol dans des carrières, des mines, puis l'abandon de ces structures peuvent entraîner des affaissements ou des effondrements. Le creusement de sapes de guerre durant la Première Guerre mondiale est également à l'origine de cavités, mal localisées

### 2.6.1.2 Le fluage:

Le fluage est caractérisé par des mouvements lents et continus, mais à des vitesses faibles. Dans le cas de fluage, il est difficile de mettre en évidence une surface de rupture. Le mouvement se produit généralement sans modification des efforts appliqués (contrairement aux glissements) : en fait le matériau est sollicité à un état proche de la rupture. Ce type de mouvement peut soit se stabiliser, soit évoluer vers une rupture



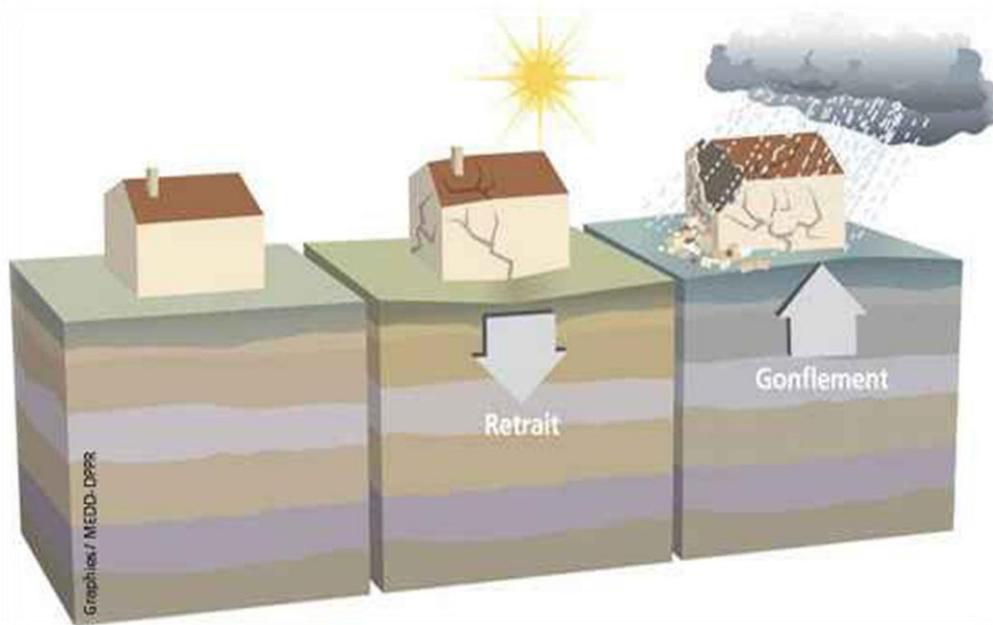
**Fig. 2.4:Le phénomène de fluage**

**On distingue deux grandes catégories de déformation de fluage :**

- a) La déformation volumique ;
- b) La déformation de cisaillement

### 2.6.1.3 Le retrait-gonflement des argiles:

Il se manifeste dans les sols argileux et est lié aux variations en eau du terrain. Lors des périodes de sécheresse, le manque d'eau entraîne un tassement irrégulier du sol en surface : on parle de retrait. À l'inverse, un nouvel apport d'eau dans ces terrains produit un phénomène de gonflement. Des tassements peuvent également être observés dans d'autres types de sols (tourbe, vase, lœss, sables Liquéfiabiles, etc.) En cas de variations de leur teneur en eau.[6]



**Fig. 2.5 Le phénomène de retrait gonflement [6]**

### 2.6.1.3.1 Les paramètres naturels influençant l'aléa

- La géologie** : les retraits-gonflements se développent dans les argiles, de manière plus ou moins conséquente suivant le type d'argile. On retrouve particulièrement ce phénomène dans les smectites et les interstratifiés.
- L'hydrogéologie et la météorologie** : les variations de teneur en eau des terrains sont un paramètre essentiel conditionnant l'intensité de ce phénomène. La fluctuation des nappes souterraines due aux précipitations constitue un facteur aggravant.
- La végétation** : la présence d'arbres ou d'arbustes augmente l'intensité du phénomène, par l'action de pompage par ces végétaux de l'eau contenue dans le sous-sol.

### 2.6.1.3.2 Les paramètres anthropiques influençant l'aléa

La modification de l'hydrologie : les variations de la teneur en eau dans les sols, suite à une activité humaine, peuvent accentuer l'intensité du phénomène de retrait-gonflement.

### 2.6.1.4 Le glissement de terrain:

Ils se produisent généralement en situation de forte saturation des sols en eau ils peuvent mobiliser des volumes considérables de terre qui se déplacent le long d'une pente [7]

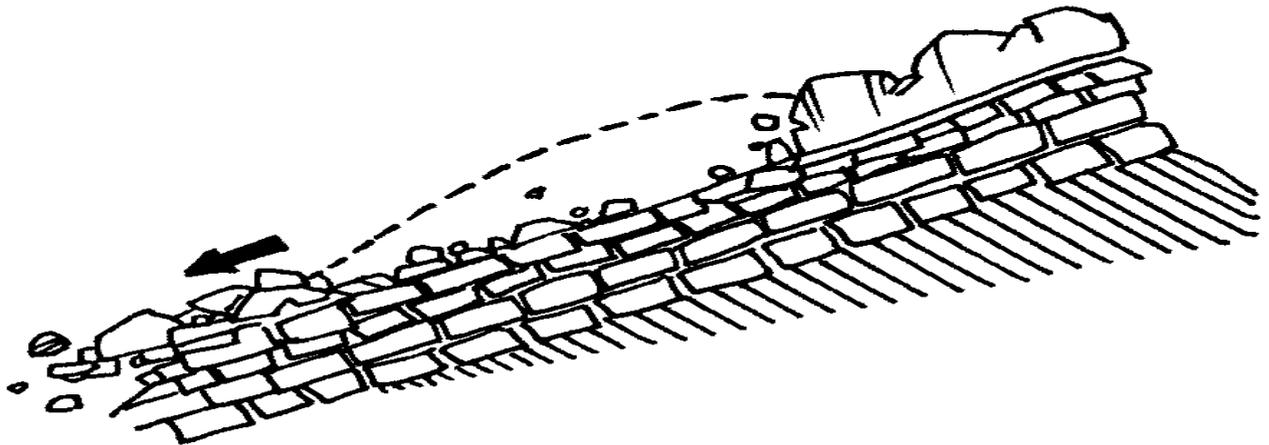


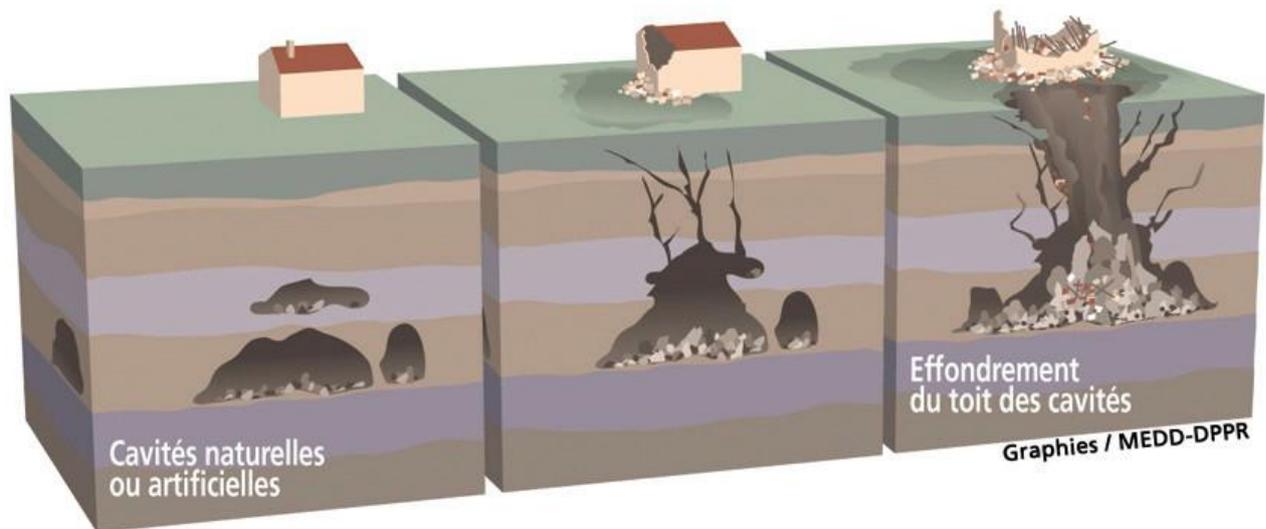
Fig. (2.6.) Exemple le glissement de Monestiés du Percy (Isère) du 9 avril 1978.[6]

### 2.6.2 Les mouvements rapides:

Se propagent de manière brutale et soudaine. Ils regroupent les effondrements, les chutes de pierres et de blocs, les éboulements et les coulées boueuses. Les mouvements de terrain, qu'ils soient lents ou rapides, peuvent entraîner un remodelage des paysages. Celui-ci peut se traduire par la destruction de zones boisées, la déstabilisation de versants ou la réorganisation de cours d'eau [6]

#### 2.6.2.1 Les effondrements:

Résultent de la rupture des appuis ou du toit d'une cavité souterraine, rupture qui se propage jusqu'en surface de manière plus ou moins brutale, et qui détermine l'ouverture d'une excavation grossièrement cylindrique. Les dimensions de cette excavation dépendent des conditions géologiques, de la taille et de la profondeur de la cavité ainsi que du mode de rupture. Ce phénomène peut être ponctuel ou généralisé et dans ce cas concerner des superficies de plusieurs hectares. S'il est ponctuel, il se traduit par la création de fontis plus ou moins importants, dont le diamètre est généralement inférieur à cinquante mètres [5]



**Fig. (2.7) Effondrement de cavités naturelles ou artificielles (graphies / medd-dppr)[5]**

### 2.6.2.2 Les écroulements et les éboulements :

Les éboulements au sens large (phénomènes de chute) sont des mouvements rapides de masses. Le matériel éboulé, qui s'est détaché du massif rocheux selon des surfaces de discontinuité (pendage, schistosité, fissures ou fractures), parcourt la plus grande partie de son déplacement dans l'air.[8]

Ces phénomènes peuvent être classés en trois catégories: chutes de pierres et de blocs, éboulements (au sens strict) et écroulements. En général, on peut les subdiviser en trois domaines: la zone d'arrachement, la zone de transit et la zone de dépôt.

**2.6.2.2.1 Chutes de pierres et de blocs:** Les chutes de pierres et de blocs sont caractérisées par la chute sporadique de blocs plus ou moins isolés (pierre:  $\varnothing < 50\text{cm}$ ; bloc:  $\varnothing > 50\text{cm}$ ) Ce processus, répété ou soumis à des pointes saisonnières, caractérise la désagrégation continue d'une falaise rocheuse, déterminée par ses conditions géologiques, son exposition et son altération. L'estimation du volume des matériaux rocheux qui présente un danger potentiel de chute n'est possible qu'au moyen d'études détaillées de la roche. [7]

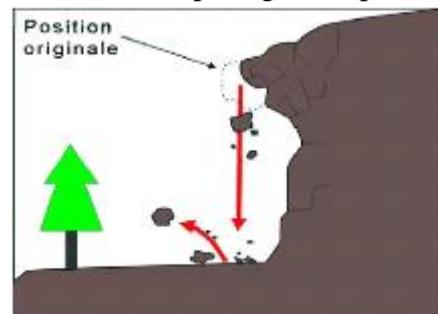


**Fig. 2.8: Chutes de pierres et de blocs.[8]**

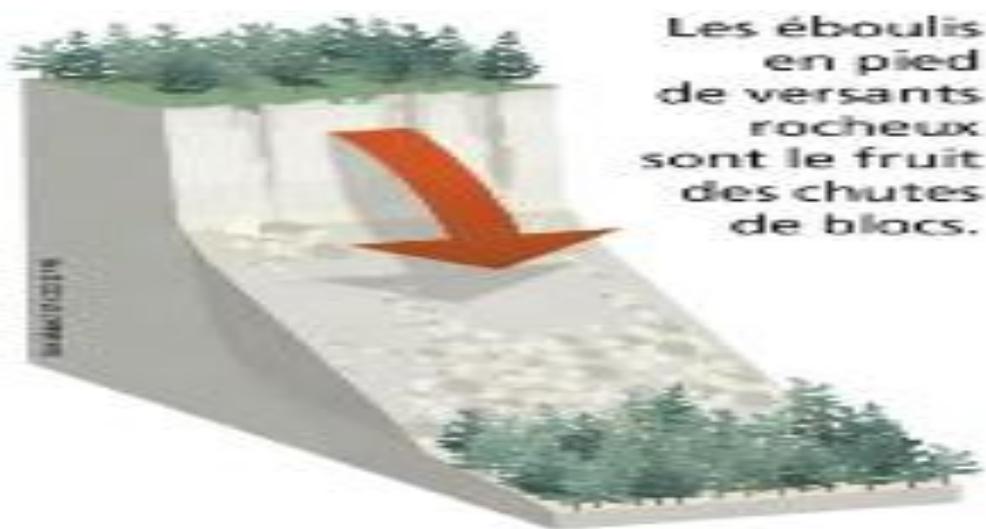
## CHAPITER 2 MOUVEMENT & GLISSEMENT DE TERRAIN

Le mode de rupture au sein du massif a en général peu d'influence sur le déroulement de l'événement. En comparaison avec le phénomène d'éroulement, les interactions entre les éléments de roche formant l'éboulement et l'énergie mise en œuvre sont relativement limitées. Les vitesses de transport se situent principalement entre 10 et 40m/s.

**2.6.2.2.2 Eboulement** : Lors d'un éboulement (au sens strict), un volume de roche important, se volume Dans de fragmentant plus ou moins intensément, se détache en bloc du massif rocheux et s'éboule, les matériaux concernés est en général compris entre 100 et 100000m<sup>3</sup> par événement. Dans le cas exceptionnels, des volumes sensiblement plus grands peuvent s'ébouler. Dans la pratique, l'estimation d'un volume de roche qui présente un danger d'éboulement exige des études détaillées du massif rocheux, comprenant une approfondie de l'orientation spatiale des surfaces de discontinuité.



**FIG 2.9 Un Eboulement** [8]



**Fig. (2.10):Liaison entre les éboulements et les chutes de blocs** [8]

**2.6.2.2 3 Eroulement** : Lors d'un éroulement, un grand volume du massif rocheux (un à plusieurs millions de m<sup>3</sup>) se détache soudainement, sans que le mode de rupture correspondant ne soit déterminant. Le mécanisme initial peut par exemple s'expliquer par le développement d'une surface de glissement inclinée. Le mécanisme de mouvement de l'éroulement est déterminé par la topographie, de même que par l'interaction marquée entre les composants de la masse éroulée et par leur fragmentation intense. Les caractéristiques particulières de ce phénomène sont des vitesses de chute élevées (de plus de 40m/s) et de très

## CHAPITER 2 MOUVEMENT & GLISSEMENT DE TERRAIN

grandes distances de transport (Pouvant souvent atteindre plusieurs kilomètres). Compte tenu des grands volumes concernés, les écroulements peuvent modifier le paysage de façon durable. Les énormes masses écroulées forment souvent des barrages naturels dans les vallées de montagne, obstruant les cours d'eau et créant des retenues; en cas de rupture catastrophique du barrage, elles entraînent un danger d'inondation pour les régions en aval.



**Fig. 2.11: Un écroulement [8]**

Le tableau ci-dessous résume les principales caractéristiques qui nous permettent de différencier entre ces phénomènes.

$\varnothing < 50\text{cm}$	Chute de pierres
$\varnothing > 50\text{cm}$	Chute de blocs
volume 100 -100000m <sup>3</sup> Vitesse 10 - 40m/s	Eboulement
volume > 1 mio.m <sup>3</sup> vitesse > 40m/s	Ecroulement

**Tableau (2.1): Classification selon la taille des composants, les volumes et les vitesses. [8]**

### 2.6.2.2.4 Les paramètres naturels influençant l'aléa

- La géologie** : le pendage des couches géologiques, leur état de fracturation, d'altération, leur perméabilité sont autant de paramètres conditionnant l'occurrence et l'intensité des chutes de blocs et des éboulements.
- L'hydrogéologie** : les circulations et la rétention d'eau au sein des formations entraînent des phénomènes d'érosion et d'altération, ainsi qu'une augmentation des

pressions interstitielles. L'alternance du gel et du dégel de l'eau présente dans les terrains participe également à cette altération

- c) **Les séismes** font vibrer les éléments du sol, modifient les conditions de pesanteur et donc l'équilibre des masses en place. Ils peuvent être à l'origine de chutes de blocs ou d'éboulements.

### 2.6.2.2.5 Les paramètres anthropiques influençant l'aléa

**La modification de l'hydrologie** : le développement des activités humaines (habitations, parkings, voiries, etc.) entraîne une imperméabilisation du sol. Ceci peut conduire à une concentration des écoulements d'eau dans des zones sensibles. Les rejets d'eau, le rabattement des nappes par pompage, ainsi que les canalisations Souterraines cassées sont également des facteurs aggravants. Les conséquences sont ici semblables à celles résultant des circulations naturelles, mais sur des sites qui n'étaient, à l'origine, pas concernés par ces phénomènes.

L'influence des travaux : les opérations de tracé des routes en montagne peuvent entraîner un raidissement de la pente conduisant à l'apparition de chutes de pierre. Dans le cas d'utilisation d'explosifs pour les travaux, les vibrations occasionnées peuvent déstabiliser des ensembles de blocs.

### 2.6.2.2 6. Les effets dommageables possibles (Processus d'éboulement)

**a-Intensité forte** : L'impact de pierres et de blocs conduit à de graves dommages. De grosses fissures dans les murs porteurs de l'immeuble et des trous dans les parois ou le toit peuvent conduire à une destruction partielle ou totale. Les hommes et les animaux sont fortement menacés, même à l'intérieur des bâtiments. En cas d'écroulement de la maison, il y a danger de mort. Des réparations ne peuvent être réalisées qu'à grands frais. Souvent les dommages structurels sont si graves qu'une évacuation et la destruction du bâtiment sont inévitables. L'accumulation des matériaux éboulés peut former un barrage de retenue d'un cours d'eau (risque de rupture de ce barrage). Les infrastructures superficielles peuvent être fortement endommagées et coupées (par. Exemple. routes, lignes de transmission).

**b-Intensité moyenne**: L'impact des pierres cause des dommages plus ou moins grands aux parois selon les caractéristiques de la construction, mais ne met pas en cause la stabilité du bâtiment (à condition que l'immeuble ait été adéquatement conçu et testé en conséquence). Les portes sont fortement endommagées ou détruites. Les hommes et les animaux sont mis en danger dans les bâtiments. Les dommages affectent la qualité de l'habitat. En général, des

## CHAPITRE 2 MOUVEMENT & GLISSEMENT DE TERRAIN

---

réparations sont réalisables avec des moyens raisonnables. L'accumulation des matériaux éboulés peut former un barrage de retenue sur de petits ruisseaux. Les routes et les conduites superficielles peuvent être endommagées et momentanément coupées.

**c-Intensité faible:** En cas de chutes de blocs, les parois peuvent être perforées. Les hommes et les animaux ne sont en général pratiquement pas mis en danger dans les bâtiments (une note de calcul justificative est nécessaire).

### 2.6.2.3 Solifluxion coulées boueuses:

D'une manière générale, la solifluxion et les coulées de boue désignent tous les mouvements de sols ou formations superficielles, en relation directe avec le franchissement des limites de liquidité. Les coulées ont lieu dans des formations argileuses, ou à granulométrie très fine, (argilite normalement consolidée à sur consolidée, marnes, schiste argileux, flysch argileux...) fissurées et saturées à plasticité moyenne.[9]



**Fig. 2.12:une coulée boueuse [9]**

Etant donné le caractère très particulier des formations argileuses (présence d'argiles gonflantes, forte sensibilité des caractéristiques mécaniques aux conditions hydriques, ...), les processus d'altération mécanique et chimique prennent une importance considérable dans les processus de déclenchement des coulées boueuses. Les conditions Climatiques, les apports d'eau superficiels et les nappes souterraines jouent un rôle important. Sur le terrain, et d'un point de vue morphologique, les mouvements de solifluxion, ou d'anciennes coulées encore actives peuvent se repérer de plusieurs manières : traces de mouvements, présence de bourrelets, présence de petites marches d'escaliers, mais aussi grâce à la courbure des troncs

## CHAPITRE 2 MOUVEMENT & GLISSEMENT DE TERRAIN

---

des arbres présents. Une coulée active présente, comme un glissement, une morphologie particulière qui peut se décomposer en trois grandes parties :

- une zone source : zone en forme de cuvette ;
- une zone de transition : chenal, limité par des levées latérales, assez long ou lobé, et alimenté par la zone source où transite les matériaux mobilisés ;
- une zone d'accumulation ou lobe : zone de faible pente où les matériaux ont tendance à s'accumuler.[9]

### 2.6.2.3.1 Les effets dommageables possibles Coulées de boue:

**a-Intensité forte** : L'impact de grandes masses de graviers, de boue et de bois, mêlés à de l'eau, sur les structures porteuses des bâtiments, peut conduire à de graves dommages structurels ou à une destruction soudaine. Les hommes et les animaux sont fortement menacés suite aux dangers d'irruption de la coulée et d'inondation.

Les réparations impliquent souvent de grands frais. Les modifications substantielles du terrain avec de grandes zones d'érosion, des dépôts de graviers et des inondations conduisent à l'interruption, l'endommagement ou la destruction des infrastructures (p.ex. routes, conduites).

**b-Intensité moyenne** : Malgré leur faible épaisseur, les coulées de boue sont dangereuses à cause des blocs et graviers transportés. L'impact des pierres et des blocs et l'irruption de l'eau peuvent causer des dommages à l'enveloppe du bâtiment et à l'intérieur, sans toutefois mettre en cause la stabilité du bâtiment. Les hommes et les animaux sont mis en danger à l'extérieur. La qualité de l'habitat peut être sérieusement affectée. Des réparations sont en général réalisables à des coûts raisonnables. Le dépôt de graviers, de boue et de bois peut endommager et interrompre les infrastructures superficielles (par. exemple. routes). Les écoulements, les conduites et les drainages peuvent être bouchés.

**c-Intensité faible** : Ne s'applique pratiquement, dans le périmètre d'écoulement des coulées de boue, que dans le cas de masses de matériaux d'épaisseur réduite ou dont le mouvement a été freiné, ou encore dans le cas d'une irruption d'eau. Dommages modestes à l'enveloppe du bâtiment ou à l'intérieur. La stabilité du bâtiment n'est affectée en aucune manière. Les personnes et les animaux sont peu menacés à l'extérieur.

Toutes ces informations ne présentes qu'un outil d'alerte pour sélectionner les zones qui porte un risque probable de glissement, mais ne sont jamais suffisantes pour identifier le danger

## CHAPITER 2 MOUVEMENT & GLISSEMENT DE TERRAIN

---

d'une manière fiable. Pour cela elles doivent être complétées par d'autres informations (essai in situ et au laboratoire) approfondies permetts d'identifier le danger plus précisément.[10]

### 2.6.2.4 Les glissements :

Il s'agit du déplacement lent d'une masse de terrain cohérente long d'une surface de rupture. Cette surface a une profondeur qui varie de l'ordre du mètre à quelques dizaines voire quelques centaines de mètres dans des cas exceptionnels. Les volumes de terrain mis en jeu sont alors considérables. Les vitesses d'avancement du terrain peuvent varier jusqu'à atteindre quelques décimètres par an. Lorsqu'il y a rupture, ces vitesses peuvent atteindre quelques mètres par jour durant la période la plus active.[10]



**Fig. 2.13:Un glissement [10]**

**On peut distinguer trois types de glissements:**

**2.6.2.4.1 Les glissements type plan:** Lors de glissements plan les couches de ou les ensembles de couches stratifiées glissent sur une zone de faiblesse existante (souvent pendage stratigraphique, discontinuité stratigraphique, schistosité, plan de fissure ou de rupture). En plan, la taille de tels glissements est très variable et peut comprendre des surfaces allant de quelques mètres carrés à plusieurs kilomètres carrés. L'épaisseur des masses en mouvement atteint fréquemment plusieurs dizaines de mètres. Les zones de flysch, les schistes marno-calcaires ou les schistes métamorphiques sont les formations les plus sujettes à ce genre de glissement.

**2.6.2.4.2 Les glissements de type rotationnel :** Sont en général de volume limité. Ils se produisent principalement dans des terrains meubles homogènes surtout argileux et silteux. Dans une coupe verticale, la surface de glissement est circulaire et plonge presque

verticalement dans la niche d'arrachement. En règle générale, le mécanisme du glissement ne provoque qu'un faible remaniement interne du matériel glissé.

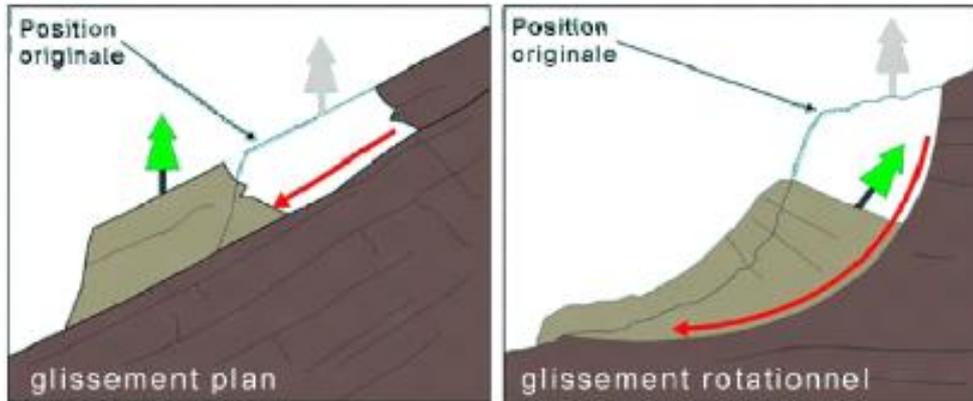


Fig. 2 .14 les types de glissement (plan (a) et rotationnel (b))[10]

2.6.2.4.3 Le glissement quelconque est une combinaison des deux cas précédents

Fig.2.15 glissement quelconque

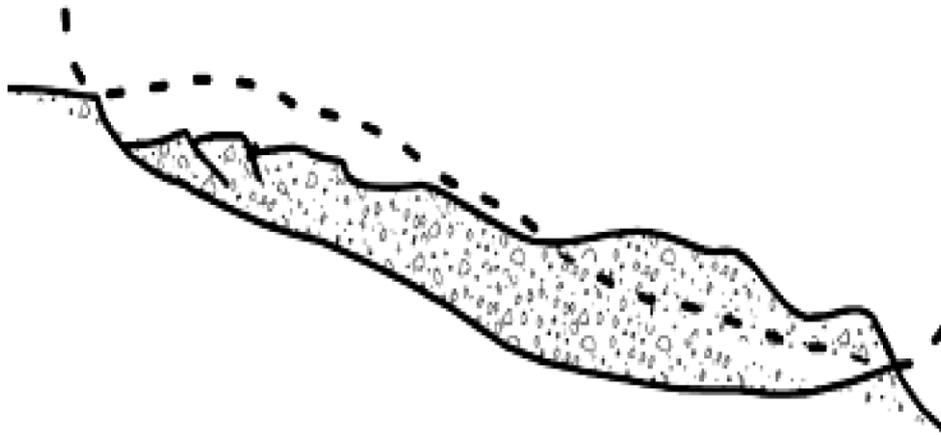


Fig. 2 .15 Glissement quelconque

2.6.2.4.4 Les indices, les manifestations et les phénomènes induits par les glissements

Indices caractéristiques d'activité d'un glissement : niche d'arrachement, fissures, bourrelets, arbres basculés, zone de rétention d'eau, fissuration des bâtiments, déformation des routes, etc.



**FIG. 2 16 indice caractéristique d'activité d un glissement**

### 2.6.2.4.5 Comment se forme un glissement de terrain ?

Lorsque les forces s'exerçant sur une pente (forces motrices) dépassent la résistance des matériaux constitutifs de cette pente (forces résistantes), celle-ci subit une rupture et un glissement de terrain se produit. La rupture de l'équilibre a pour origine soit l'augmentation des forces déstabilisantes, liées à la gravité, soit la diminution des forces résistantes (ou stabilisantes).

### 2.6.2.4.6 Les causes de glissements:

Les causes envisageables dans l'étude d un glissement de terrain Peuvent se rattacher à trois catégories:

#### 2.6.2.4.6.1 Nature des terrains constituant le versant

Les terrains vulnérables au glissement certains terrains sont prédisposés au glissement. il s agit:

- a) Des terrains à granulométries fines (silts, limons)
- b) Des argiles, surtout celles constituées de montmorillonite

Ces matériaux peuvent se présenter comme des couvertures meubles plaquées sur un substratum; où il être disposés entre deux couches compactes. Tout fois des glissements peuvent se produire dans des milieux pulvérulents grossiers la perte résistance par remaniement des sols rencontre dans les versants naturels joue un rôle très important dans le glissement de terrain. En effet un milieu remanié a de fortes chances de devenir

## CHAPITRE 2 MOUVEMENT & GLISSEMENT DE TERRAIN

---

endémique. Les apports d'eau dans la masse remaniée vont d'ailleurs sous un autre angle aggraver la situation

### 2.6.2.4.6.2 Les diverses formes d'action de l'eau

Avant d'examiner les diverses actions de l'eau, il est utile de rappeler les principales provenances envisageables lors de l'étude d'un site instable, ainsi que toutes les ouvertures qui favorisent la pénétration des eaux superficielles dans la masse du terrain (fissuration naturelle, tranchées...) et qui jouent un rôle négatif

### 2.6.2.4.6.3 Action rhéologique

Pour beaucoup de sols, surtout pour les sols fins et argileux, l'apport d'eau entraîne

- a) Une réduction de résistance au cisaillement du milieu
- b) Une réduction des caractéristiques mécaniques. La valeur de l'angle de frottement d'un milieu pulvérulent  $n$  est pratiquement pas modifiée par l'accroissement induit systématiquement une réduction des caractéristiques  $\phi$  et  $c$  de la résistance au cisaillement  $d$  ou l'apparition du glissement

-Une réduction de la consistance. Lorsque la teneur en eau du milieu se rapproche de la limite de liquidité  $WL$ , celui-ci passe de l'état plastique à l'état liquide (écoulement)

-Chimiquement, l'eau peut par action électrolytique modifier la structure de certains argiles

### 2.6.2.4.6.4 Effets de pression interstitielle

La pression interstitielle peut trouver son origine

-Dans une simple accumulation d'eau à l'arrière d'une structure imperméable

-Dans une nappe aquifère qui filtre dans le terrain

-Dans l'application brutale d'une surcharge ou l'effet d'un milieu saturé (vibration, séisme)

### 2.6.2.4.6.5 Les facteurs mécaniques externes

La pente d'un talus représente un paramètre qui conditionne sa stabilité, on observe en générale des glissements importants pour de fortes pentes et sont d'intensité moindre pour de faible pente. Pour un talus en déblais de hauteur et de caractéristique géotechnique donnée, il existe une pente limite au-delà de laquelle la rupture est inévitable, cette pente limite est définie par le risque du glissement de masse de terrain

-Suppression de la butée de pied d'un versant

## CHAPITER 2 MOUVEMENT & GLISSEMENT DE TERRAIN

---

-Implantation de surcharge sur versant

-Effet de déboisement

-Les séismes et la vibration

**2.6.2.4.7 Vitesse moyenne de mouvement des glissements:** La vitesse moyenne de mouvement des glissements atteint le plus souvent quelques millimètres par an pour un glissement su stabiliser, très lent, et quelques centimètres à quelques décimètres par an pour un glissement actif. Il existe quelques cas exceptionnels où le glissement peut être bien plus rapide et où la masse en mouvement, sans perdre sa compacité, peut atteindre plusieurs décimètres par jour. Exceptionnellement, des mouvements très rapides peuvent se produire

Vitesse de glissement	Glissement
0 - 2 cm /an	Substabilise, tre lent
2 - 10 cm /an	Peu actif, lent
> 10 cm /an	Actif(ou lent avec phases Rapids)

**Tableau (2.2): Classification selon l'activité en fonction de l'évaluation de la vitesse moyenne de glissement à long terme. [10]**

### 2.6.2.4.8 CLASSIFICATION:

Les glissements peuvent être classés selon la profondeur estimée de la surface de glissement et selon la vitesse moyenne à long terme des mouvements (comme mesure de leur activité). Lors de l'évaluation du danger potentiel que représente un glissement, on ne doit pas seulement considérer le volume ou la vitesse du glissement. il faut aussi tenir compte des mouvements différentiels qui se manifestent et qui peuvent conduire au basculement des bâtiments ou à la formation de fissures. Les glissements peuvent aussi se transformer en glissements coulée (coulées de terre) et atteindre des zones très étendues. Il faut enfin prendre garde aux interactions entre glissements de terrain et cours d'eau, par lesquelles de grandes masses de matériaux alluvionnaires peuvent être mobilisées. Ce phénomène peut conduire à la formation d'une retenue sur un cours d'eau, puis entraîner des débâcles (laves torrentielles) qui mettent en danger les zones situées en aval.

Surface de glissement	glissement
0 - 2m	Superficiel
2 - 10m	semi profond
>10m	Profond

**Tableau (2 -3): Classification selon la profondeur de la surface de Glissement (En m sous la surface du sol). [10]**

### 2.6.2.4.9 L'eau et les risques de glissements de terrain:

Les eaux souterraines et de surface jouent un rôle déstabilisant sur les sols et les massifs rocheux avec des manifestations qui peuvent être extrêmes comme les glissements de terrain ou les éboulements de roches. Pour prévenir ces risques, la modélisation hydromécanique et hydrogéologique doit aller de pair avec des opérations de drainage des eaux et une surveillance. Les nappes souterraines, et plus exactement leurs fluctuations liées aux conditions météorologiques ou parfois aux actions humaines, sont très souvent à l'origine de déclenchements des mouvements de versants: glissements, éboulements, coulées ou laves torrentielles. Sur les pentes l'action déstabilisatrice de l'eau infiltrée dans le sol est triple:

Accroissement du poids volumique des sols par augmentation de la teneur en eau: cet effet est le plus souvent mineur.

Changement de comportement rhéologique: le sol passe de l'état solide à l'état de fluide visqueux; certaines coulées de boue ou laves torrentielles sont ainsi engendrées par l'imbibition d'une masse de sol. On peut aussi évoquer, lors d'un séisme, la liquéfaction des sables sous nappe qui est à l'origine de nombreux glissements sur très faible pente. Par ailleurs, des circulations d'eau souterraine peuvent engendrer sur le long terme une altération progressive des terrains encaissants, avec dégradation de leurs caractéristiques mécaniques ;

Action mécanique défavorable des pressions d'eau souterraine. La lutte contre l'eau est une des actions les plus efficaces pour prévenir, stabiliser ou ralentir un glissement de terrain. La connaissance du mode d'alimentation de la nappe est indispensable pour intervenir efficacement. Cela démontre toute l'importance de l'étude hydrogéologique pour la compréhension de l'évolution des glissements de terrain, mais aussi pour la maîtrise du risque

## CHAPITRE 2 MOUVEMENT & GLISSEMENT DE TERRAIN

---

correspondant. Reposant sur les observations de terrain ou la pose de piézomètres, cette étude doit être menée sur une durée suffisante pour apprécier les fluctuations saisonnières ou annuelles des nappes. L'introduction d'un modèle hydrogéologique dans l'étude de stabilité permet d'évaluer l'influence des eaux souterraines sur la stabilité et de tester l'efficacité d'un traitement par drainage. Il apparaît cependant que le couplage hydraulique/mécanique est parfois complexe. Pour de grands versants rocheux, la compréhension du rôle de l'eau dans la déformation et le mouvement est donc encore très imparfaite.

### **2.6.2.4.10 Identification de danger de glissement :**

L'identification des dangers dus aux mouvements de terrain repose sur une documentation objective de diverses observations et mesures impliquant un danger donné. Il faut s'assurer de prendre en compte les différentes observations sur le site ainsi que les relevés inclinométriques en essayant de bien les interpréter.

#### **2.6.2.4.10.1 Documents de base :**

**a)-Cartes topographique:** La carte topographique est le document de base pour toute analyse de stabilité. Elle contient nombre d'informations pertinentes pour l'identification des dangers sous forme de symboles, de signes et d'autres éléments graphiques. Ainsi, par exemple, la morphologie des zones en glissement est souvent visible par le bombement des courbes de niveau; des symboles de blocs éboulés au pied d'une falaise peuvent laisser présager une production notable d'éboulis. Le levé topographique se fait à l'échelle locale directement sur la zone concernée par le glissement, nous permet de bien tracer le profil en travers du site et de bien décrire les différentes couches des sols ainsi que leurs caractéristiques physico - mécaniques pris en compte pour l'évaluation de la stabilité du site.

**b)-Cartes géologiques:** La carte géologique donne des renseignements utiles sur la lithologie, sur l'agencement structural (orientation et pendage des couches et des discontinuités) et sur la couverture quaternaire (moraine, éboulis ou glissement de terrain, par exemple). Elle donne encore des indications sur les circulations d'eau souterraine en milieu poreux et fissuré. Sur la base de ces données cartographiques, on peut reconstituer la structure tridimensionnelle des unités géologiques et évaluer le contexte de formation de possibles mouvements de terrain. Les différents phénomènes d'instabilité de pente, comme les glissements ou les éboulements généralisés sont représentés en général sur une carte géologique au 1:25000 par leur périmètre. Il n'est pas fait mention de l'intensité ou de la fréquence de ces divers phénomènes.

## CHAPITER 2 MOUVEMENT & GLISSEMENT DE TERRAIN

---

Ces informations permettent toutefois de localiser les zones sensibles aux mouvements de terrain, qui devront faire l'objet d'études plus poussées.

### **2.6.2.4.10.2 Documentation des événements :**

La documentation des événements correspond à une liste d'événements observés. Cette documentation comprend des données descriptives sur les processus déterminants, les dommages constatés, la zone affectée, les facteurs déclenchant (en particulier les conditions météorologiques), de même que d'autres données concernant le déroulement de l'événement. La description d'un événement peut être faite avec plus ou moins de détails selon son importance et selon les dommages causés. Dans chaque cas, la documentation des événements donne au moins une réponse à la question «Que s'est-il passé, quand, où et avec quelle ampleur?». La documentation détaillée des événements doit en outre répondre aux questions: «Comment l'événement en cause s'est-il déroulé?» et «Pourquoi y a-t-il eu des dégâts?». Elle joue un grand rôle lors de phénomènes ayant des effets considérables et devrait être bien étayée.

### **2.6.2.4.10.3. Carte des phénomènes :**

La carte des phénomènes et le texte qui l'accompagne recensent les signes et indicateurs observés sur le terrain et procède à leur interprétation objective. Elle représente les phénomènes liés à des processus dangereux et décrit les secteurs exposés indépendamment du degré de danger. L'analyse de terrain contribue à l'établissement de la carte des phénomènes; elle est un complément important de la documentation de l'événement et sert à la reconnaissance et à l'estimation des types de danger possibles (configuration, mécanisme de déclenchement, genre d'effets). Le relevé de terrain s'appuie d'une part sur l'observation et l'interprétation des formes du terrain (par. exemple. les endroits critiques), sur les propriétés structurales et géo- mécaniques des surfaces de discontinuité dans la zone de départ des processus d'éboulement, et d'autre part sur des informations relevés sur place , (par. exemple. blocs éboulés) résultant des événements dangereux antérieurs et actuels. Elle permet aussi de tirer au clair les causes, les probabilités d'occurrence et d'autres facteurs importants ou symptômes concomitants relatifs aux événements qui se sont produits. Afin de cartographier les dangers de manière précise, il est essentiel de connaître à fond l'état passé et actuel du terrain et d'évaluer quelle peut être son évolution possible. Dans le cas des phénomènes de falaise (éboulement et écoulement), la simple représentation des dépôts récents observés au pied des parois rocheuses ne suffit pas.[7]

### 2.6.2.4.11 Les effets dommageables possibles (Glissement de terrain):

a-Intensité forte: Les modifications importantes affectant le terrain conduisent à des mouvements différentiels notables du sous-sol et portent un sérieux préjudice à la stabilité des bâtiments. Suite aux fissures qui se développent dans les éléments de structure du bâtiment, aux tassements qu'ils subissent et à leur basculement, une destruction partielle ou totale des bâtiments est possible. Les portes et les fenêtres ne peuvent plus être utilisées. Les hommes et les animaux sont mis en danger dans les bâtiments. En cas d'écroulement, il y a danger de mort. Des réparations ne peuvent être réalisées qu'à grands frais. La plupart du temps, toutefois, les dommages structurels sont si graves qu'une évacuation et la destruction du bâtiment sont inévitables. Les infrastructures sont fortement affectées (par. Exemple. Routes coupées). Il se produit des ruptures de conduites.

**b-Intensité moyenne:** Les mouvements de terrain causent des fissures dans les murs, mais cependant pas aux éléments de la structure qui garantissent la stabilité du bâtiment. L'étanchéité des joints et les liaisons entre les différentes parties du bâtiment sont endommagées. Les portes et les fenêtres coïncent. Les hommes et les animaux ne sont pas immédiatement mis en danger dans les bâtiments. Les dommages concernent cependant la qualité de l'habitat. En général, des réparations sont réalisables avec des moyens raisonnables. Les infrastructures subissent des dommages (par. Exemple. Déformations des routes et des conduites superficielles et souterraines). Les drainages peuvent se boucher.

c-Intensité faible: De petits mouvements de terrain conduisent à des dommages légers (petites fissures, dégâts aux crépis). La stabilité du bâtiment n'est en aucune manière affectée. Les bâtiments rigides de grande taille ne sont en général pas touchés. Les hommes et les animaux ne sont pas mis en danger. Les routes peuvent présenter des dommages insignifiants.

### 2.6.2.5 Etude Pathologiques de la stabilité des talus :

Les glissements de terrain sont des déplacements lents (quelques millimètres par an à quelques mètres par jour) d'une masse de terrain cohérente le long d'une surface de rupture généralement courbe ou plane. L'extension des glissements de terrain est variable, allant du simple glissement de talus très localisé au mouvement de grande pouvant concerner l'ensemble d'un versant Nous allons représenter quelques cas pathologiques dus aux glissements des terrains, et qui représentent plusieurs cas de glissement de terrain soit en Algérie, en Europe, en Asie ou en Amérique.[7]

### 2.6.2.5 1 En Algérie :

On peut citer plusieurs cas de glissement de terrain survenus en Algérie, plus particulièrement celui de Bedjaia et des Abattoirs à Ténès (Chlef).

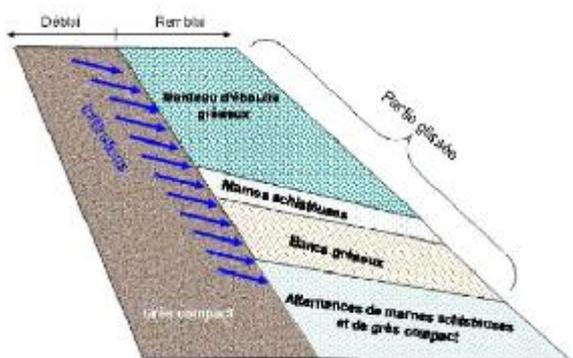
#### Cas de Bejaia

Comme le montre la figure 2-17, le terrain concerné par le glissement de terrain présente une forte pente supérieure à  $60^\circ$  et qui est sujette à un glissement certain, compte tenu de la forte pluviométrie affectant la région de Bedjaia. Il a concerné une route avec un profil mixte déblai-remblai dans une zone montagneuse. La zone s'étend sur une longueur de 80m. Les investigations géotechniques ont mis en évidence depuis la surface, des éboulis gréseux, des bancs gréseux et des alternances de marnes schisteuses et de grés.



**Fig. (2.17): Fissures longitudinales dans la route affecté par le glissement.**

La figure (2.18) présente un schéma global du glissement survenu à Bedjaia où des infiltrations d'eau du côté amont et l'absence totale de drainage ont favorisé l'évolution du glissement. Les couches supérieures ont glissé sur la couche de marne d'épaisseur limitée et la couche de grés altérés.



**Fig. 2.18 Cinématique du glissement**

## CHAPITRE 2 MOUVEMENT & GLISSEMENT DE TERRAIN

---

Plusieurs propositions techniques de traitement du glissement et de la reconstruction de la chaussée ont été présentées. La solution retenue est celle d'un massif renforcé par géotextiles avec un parement à face enveloppée en couche végétale (Voir Fig. 2.19).



**Fig. (2.19): Construction de l'ouvrage par couches**

Les géo synthétiques de renforcement et de drainage ont été utilisés avec succès pour traiter le glissement et reconstruire la chaussée.

### **Cas de Routes des Abattoirs Ténès (Chlef):**

Le glissement des abattoirs Ténès, se trouvant sur un talus de 10m environ de hauteur (D'après des informations recueillies par la DTP de Chlef agissant comme maître de l'ouvrage). Ce glissement a été provoqué dans les années 80 sous l'effet des infiltrations souterraines ayant fait déplacer la masse de remblai composée d'alluvions récentes. L'étude a été réalisée par le laboratoire des travaux publics du centre (Antenne de Chlef), où une solution a été dégagée consistant à recharger le pied du talus tout en proposant des murs de soutènement reposant sur des pieux ancrés à plus de 25 m de profondeur. Cette solution a été en quelques sortes très onéreuse pour le maître de l'ouvrage à l'époque et le projet n'a pas été entamé pour sa réalisation. Dans ce but depuis 1982 à 2006 de graves préjudices ont été observés sur le terrain (voir Fig. 2.20), dont la partie se trouvant en haut du talus a été complètement déplacée et touchant même les fondations des bâtiments se trouvant à côté de l'emprise. De ce fait, compte tenu des dégâts observés sur les lieux, les parties concernées ont pris au sérieux ce problème pathologique et ont refait une deuxième fois l'étude par le laboratoire cité ci-dessus et ce pour aboutir aux solutions du mur de soutènement et dont les travaux ont repris incessamment.[8]



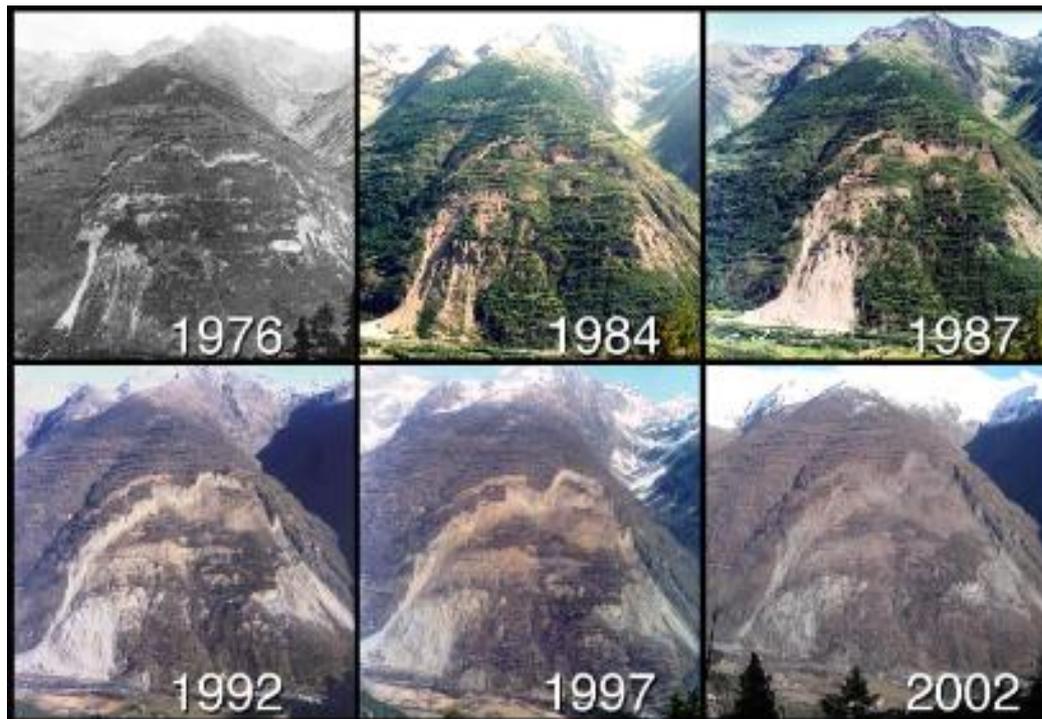
**Fig. 2.20: Affaissement de plus de 50cm du glissement en bas du talus  
(Les Abattoirs Ténès [8])**

### **2.6.2.5 2. En Europe:**

#### **Cas de La Clapiere (France)**

On cite le glissement de terrain survenu au Sud de la France dans une région dénommée la Clapiers en rive gauche de la vallée de la Tinée, au cœur du massif cristallin du Mercantour et à seulement 50 kilomètres de Nice. Dont la constitution géologique du terrain est composée de gneiss plus ou moins altéré. La comparaison des photographies prises entre 1952 et 2002 permet de suivre les modifications géomorphologiques de la surface du glissement (Voir Fig 2-21). dont nous montrons ci-dessous des photos prises de 1976 à 2002.

La figure 2-21 présente une série photographique des années (1976), (1984), (1987), (1992), (1997) et (2002) ci-dessous, montrent l'évolution des différentes instabilités du site de la région concernée.



**Fig. 2 .21 les modifications géomorphologiques de la surface du glissement de la Clapiers**

### **Cas de Ruines de Séchilienne en Isère (France) :**

Ce cas concerne un glissement de terrain survenu à l'Ouest de la France, plus exactement dans une région appelée Ruines de Séchilienne comme le montre la figure 2-22 ci-après. Le risque d'éboulement des Ruines de Séchilienne, dans l'Isère, est connu de longue date et suivi avec une attention particulière de l'Etat depuis 1985. Il affecte le versant sud du Mont Sec, en rive droite de la Romanche à une quinzaine de kilomètres en amont de Grenoble. L'éboulement est susceptible de couper la Route Nationale 91, située en fond de vallée, et surtout de barrer la vallée sur une hauteur importante.[7]



**Fig. 2 22:L'éboulement des Ruines de Séchilienne**

### 2.6.2.5 3En Asie:

#### Cas de l'Indonésie :

La figure 2-23 ci-dessous montre un cas pathologique très concret de catastrophes survenues lors d'un glissement de terrain en Indonésie (île de Java) Au moins 30 personnes sont mortes dans un glissement de terrain provoqué par de fortes pluies. Quelques maisons ont été recouvertes par une coulée de boue, alors que des résidents se trouvaient à l'intérieur. Les glissements de terrain sont fréquents en Indonésie à ce temps-ci de l'année (Hiver). Plus de 150 Indonésiens sont décédés, début janvier, dans des glissements de terrain sur l'île de Java.



**Fig. 2.23:Une coulée de boue a frappé le nord de l'Indonésie**

#### Cas de Philippines:

Comme le montre la figure 2-24ci-dessous, le glissement de terrain a eu lieu dans une région très peuplée et dont la catastrophe a été causée par une forte pluviométrie dépassant une dizaine de jour et provoquant des coulées boueuses. Le glissement de terrain a touché le village de Guinsaugon, dans le sud de l'île de Leyte. Selon la Société nationale philippine de la Croix-Rouge il y a 200 morts et 1 500 personnes disparues. Sur les 300 maisons du village, il n'en reste plus que 3 qui sont encore debout. L'école primaire a aussi disparu sous la boue.[8]



**Fig. 2 .24: Le village de Guinsuagon enseveli sous la boue [8]**

### 2.6.2.5 4 EN Amérique:

#### Cas de Salvador:

A la suite d'un tremblement de terre de magnitude 7.6 à l'échelle Richter survenu en 2001 au large des cotes du Salvador, deux glissements de terrain se sont produit le glissement de La Leona près de San Vicente et le glissement de Las Collinas.

a/ La Leona



b/ Las Collinas



**Fig. 2.25: Glissements de La Leona près de San Vicente(a) et de Las Collinas (b).**

#### Cas de Colombie:

Le glissement a eu lieu en 1987 au quartier de Villatina Medellin qui est localisé sur le flanc oriental de l'aval du Rio Medellin. Il est l'une des grandes catastrophes naturelles qui ont eu lieu en Colombie dans une zone urbaine. Le nombre des victimes a été entre 450 et 500, avec plus de 120 maisons détruites. Le glissement est parti de la zone de d unités (roches argileuses

## CHAPITER 2 MOUVEMENT & GLISSEMENT DE TERRAIN

---

fracturées) qui a une pente supérieure à 20%, il est descendu en suivant la ligne de plus forte pente **Figure 2.26**. [8]



**Fig. 2.26: Morphologie de la zone de glissement de Villatina Medellin en Colombie [8]**

### **2.7 Conclusion:**

Dans ce chapitre nous avons montré les différents types de glissements qui existent dans la nature.

Le traitement et l'étude de ces différents cas, nécessite quelques documentations à savoir les cartes: topographiques, géologiques, hydrogéologique, en vue de procéder à une étude détaillée du site instable.

Les cas pathologiques cités précédemment montrent l'importance des effets de glissement pouvant engendrer des dégâts humains et matériels pouvant se chiffrer en plusieurs millions de Dinars dont les gouvernements doivent prêter beaucoup d'attention.

Les photos visualisées ci-dessus montrent les dangers permanents rencontrés dans tous les pays du monde dues aux glissements de terrain.

Pour cela, il faut compte tenu de ces phénomènes et de leurs dangers, et de prendre les précautions convenable pour détecter les zones instables afin de trouver les meilleurs solutions de protections ou de traitements.

Deuxième partie  
Etude de cas

# Présentation de site et diagnostique

### 3.1 Introduction

Prenant acte de l'apparition et l'appréciation des dégradations (fissurations et affaissements à caractère répétitif constatés sur le corps de chaussée de la route portuaire d'Oran située en zone dite du ravin blanc ainsi qu'au niveau des talus riverains s'y trouvant en amont,

### 3.2 INTERPRETATION DES DESORDRES SUR LES OUVRAGE:

#### 3.2.1. Affaissement de la route du port:

L'affaissement de la route du port (route COUTANT) est apparu pour la première fois en 1985, autrement dit lors de l'achèvement des travaux de mise en place du remblai. Depuis cette date le talus de remblai de cette zone se trouve constamment en mouvement malgré tous les travaux de réparation par rechargement de chaussée. Selon un rapport de l'époque cette fissure est apparue suite aux fortes intempéries ayant entraîné des inondations des terre pleins portuaires et des stagnations des eaux superficielles à cet endroit précis.



**Fig. 3 1 Affaissement de la route**

#### 3.2.2 Fissure du sol:

Il est à rappeler que lors des travaux de réalisation par la SEROR de la culée Sud de l'ouvrage d'art de la bretelle en terre armée, nous avons constaté l'apparition d'une fissure

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

---

Tre Profonde longeant toute la masse de remblai sur une longueur d'environ 120 mètres. Il est à préciser que cette fissure est apparue juste après de fortes intempéries.

Les recommandations préconisées à l'époque par l'expertise du LTPO et la SOMATRE se résument à l'enlèvement total de cette culée de douze ( 12) mètres de hauteur en remblai et son remplacement par une autre conception en structure légère.



**Fig. 3 2 Fissure profonde du talus en remblai**

### **3.2.3 Fissure de la route COUTANT:**

Cette fissure profonde est apparue relativement récemment suite aux fortes intempéries qui l'ont précédé durant toute la semaine d'avant et aux infiltrations et stagnations des eaux au niveau de la voie de chemin de fer.



Fig. 3.3 Fissure profonde de la route COUTANT.



Fig. 3.4 Trace de l'axe de l'ancien Ravin Blanc

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

---

Les deux fissures sont apparues symétriquement par rapport à l'axe du ravin autrement dit sur les remblais des ouvrages réalisés sur les deux rives. Or le terrain naturel du lit du ravin est constitué par un dépôt de marne blanchâtre (argile) sur une hauteur assez importante jouant le rôle de butée pour ces ouvrages. Evidemment, cette butée disparaît après saturation totale de ce dépôt de marne par les eaux superficielles et souterraines notamment en lors des précipitations, laissant apparaître des fissures importante par mouvement des masses de remblai vers le lit du ravin.



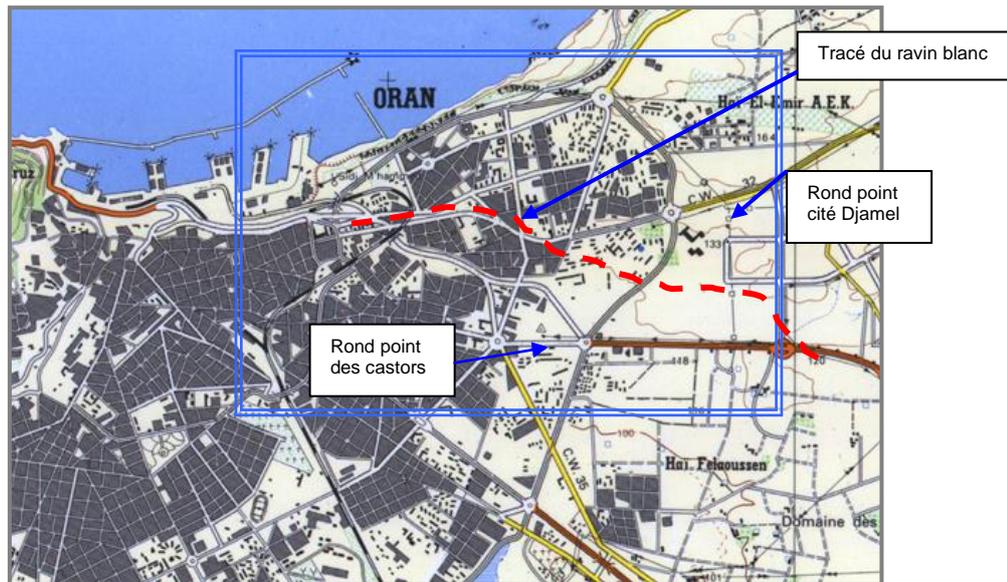
**Fig. 3-5 Saturation du lit du Ravin**

### **3.3 Site de l'étude:**

#### **3.3.1 Plan de situation du site de l'étude:**

La zone concernée est connue communément sous le nom du Ravin Blanc par référence aux formations géologiques représentées par les Tripolis au niveau lesquelles étaient exploitées des carrières ( $X = 200,22$  ;  $Y = 272,278$ ) du même nom. Le tracé de l'oued prend naissance juste après le rond point actuel de la cité Djamel. Il se dirige vers la route du port en passant entre les quartiers de Cartaux-Gambetta à droite et de Saint Eugène à gauche.

Au droit de la clinique Chelia, il reçoit sur sa droite un petit confluent venant de la place Gambetta et qui fait office d'assise et de tracé à la ligne de chemin de fer qui va au port.



**Fig. 3.6** Carte de localisation du secteur d'étude  
(Extrait de la carte topographique au 1/50.000<sup>ème</sup>, INC version 1999)

### 3.3.2 Situation de la zone d'étude

L'affaissement se trouve à l'entrée N°3, pas loin du pont zabana.



**Fig. 3.7** Situation de la zone d'étude

### 3.4 Histoire et photo d'illustration du Port d'Oran:

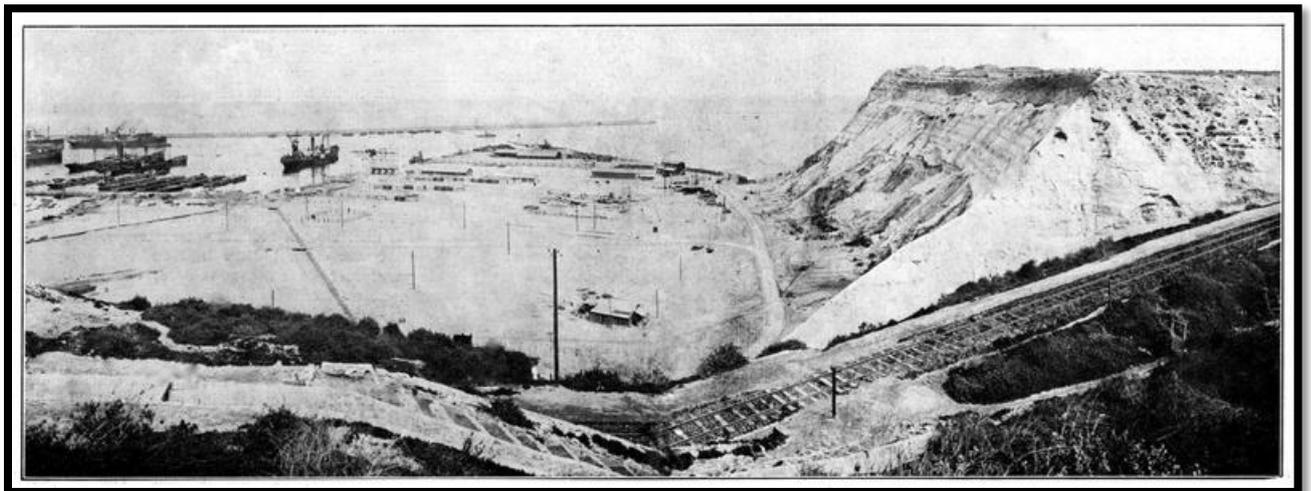
Le port d'Oran est une création moderne. Sa construction commença par des travaux entrepris tardivement par les Espagnols à la veille de leur départ définitif d'Oran en 1792. À l'arrivée des Français en 1831, tout était à refaire, pour doter une ville naturellement appelée à redevenir, comme au temps des Zianides, la porte d'entrée et le débouché de l'Algérie Occidentale . Il était clair que, tôt ou tard, on serait amené à la doter d'un établissement maritime proportionnel à son importance commerciale. Les premiers travaux d'envergure commencèrent en 1848 et ne finiront qu'en 1962 pour donner l'aspect actuel du port.



Fig. 3.8 1.LE Ravin De La cressonnier Dans son état Origine 1935



**Fig. 3.9 Le mouillage d'Oran était précaire (Mers el-Sgheir, le petit port, opposé à Mers el-Kebir, le grand port), comme le note déjà El Edrissi au XIIe siècle.**

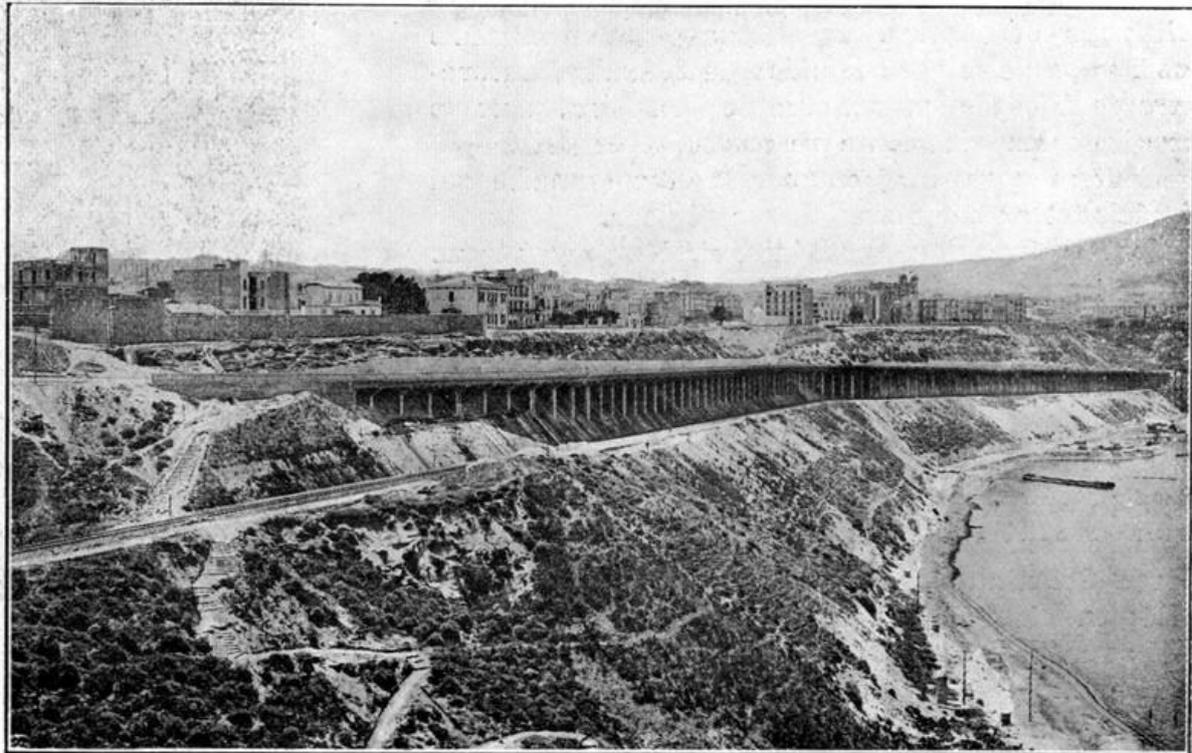


**Fig. 3.10 Le mouillage d'Oran était précaire (Mers el-Sgheir, le petit port, opposé à Mers el-Kebir, le grand port), comme le note déjà El Edrissi au XIIe siècle.(vue en haut)**

C'est seulement en 1736 que les Espagnols se préoccupèrent de créer un abri aux embarcations qui faisaient la navette entre Oran et Mers el Kebir. Ils établirent une jetée enracinée un peu au sud du fort de La Mona; une première fois détruite par la mer en 1738 alors que 42 m en avaient été construits, elle fut mal entretenue par les Turcs, et s'étant affaissée elle formait en 1833 une série d'écueils sous le niveau de la mer. Les Espagnols

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

avaient complété leur ouvrage d'un quai nord-sud prenant appui à la racine de la jetée, et un autre perpendiculaire (futur quai Ste-Marie) qui seul subsistait en 1837.



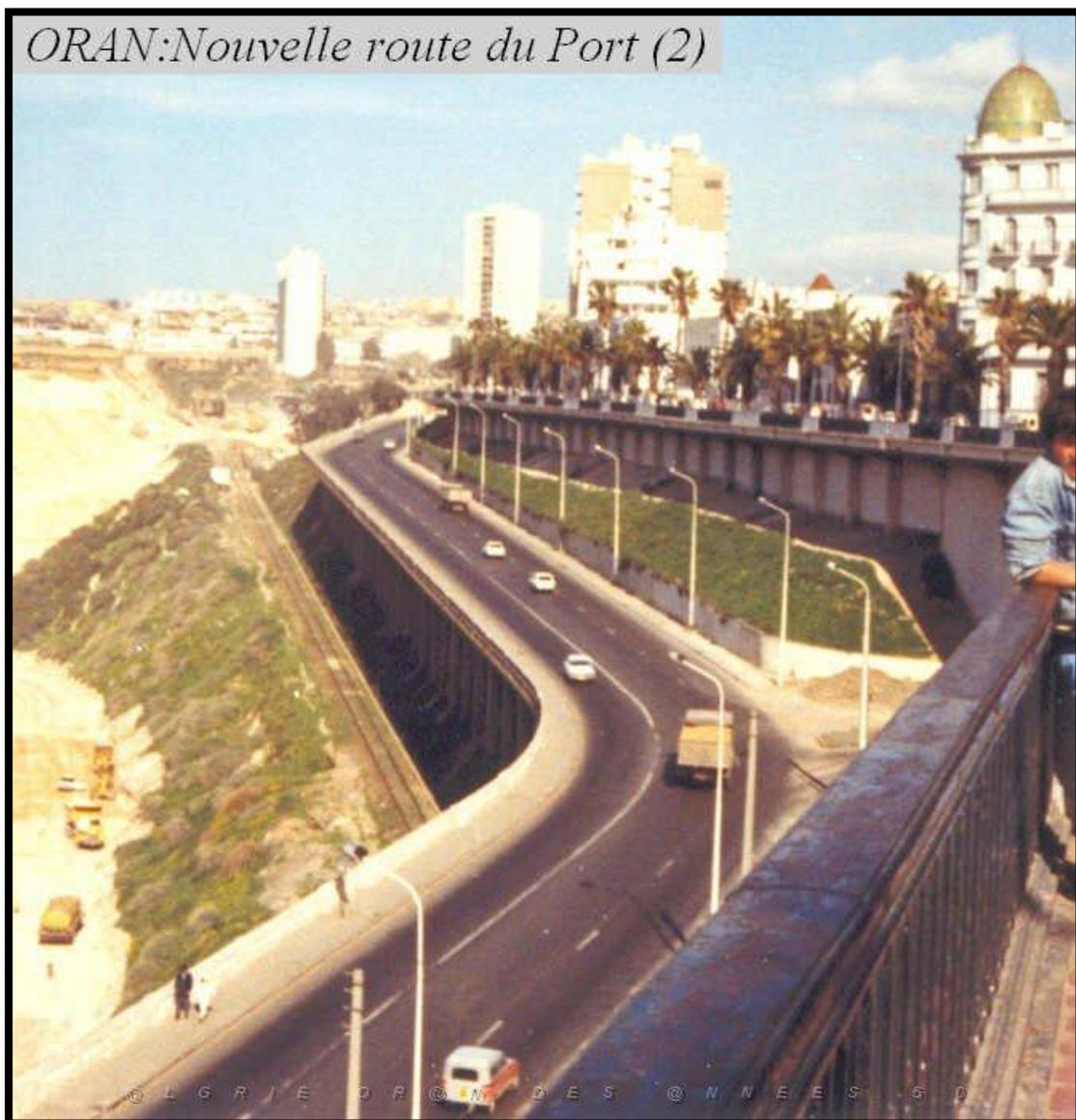
**Fig. 3.11 Oran vue sur le chemin de fer de port 1930**



**Fig. 3.12 Oran nouvelle route du port 191**

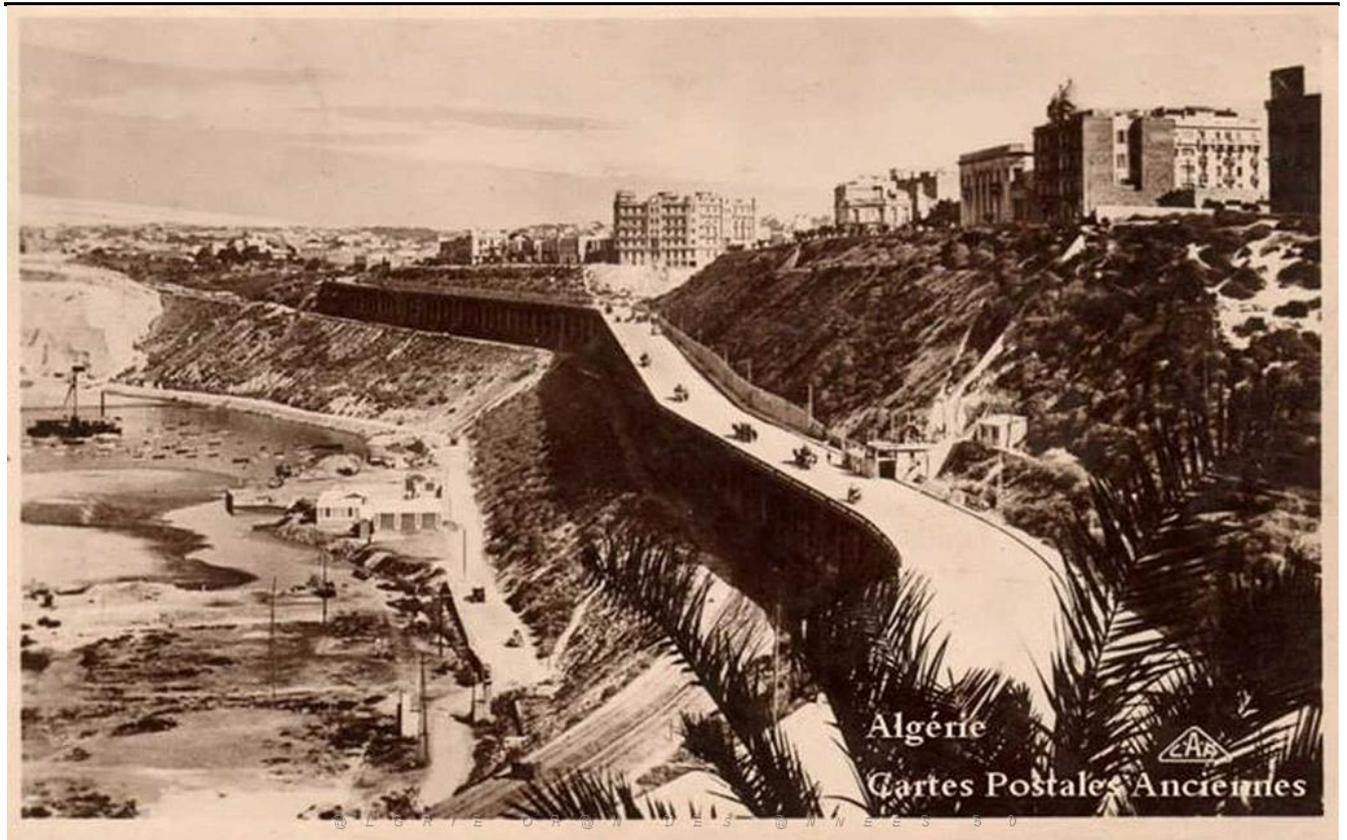
## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

Ces équipements consolidés et complétés par un épi de 1844 à 1864 formèrent le premier port d'Oran, actuel "Vieux Port", vite jugé insuffisant et d'ailleurs inaccessible aux navires de gros tonnage. Il fut donc complété à partir de 1858 sur les projets de l'ingénieur Aucour et formait en 1876 un parallélogramme d'environ 30 ha ouvert à l'est, qui enfermait l'ancien port dans son angle Sud-ouest. Une nouvelle tranche de travaux, de 1906 à 1920, comportant 1280 m de jetée, 15 ha supplémentaires de bassin, et 6 ha de terre-plein, fut jugée insuffisante avant même son achèvement. En son dernier développement, le port comportait avant 1950, une jetée au large de 3 km, un avant-port de 45 ha (fonds de -10 à-30 m), un bassin de 16 ha (fonds de-10,4 m à-12 m), un bassin de 14 ha (fonds de-7,4 m) et les bassins anciens d'environ 29 ha, des quais se développant sur 5 km, et 40 ha de terre-plein gagnés principalement par le comblement de l'ancienne baie Ste-Thérèse.D **Fig. 3.11**



**Fig. 3-13 Oran front de mer 1966**

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE



**Fig. 3 14 Photos de la localisation du ravin-blanc par rapport à la route du port:**



**Fig. 3 15** photos de la localisation du ravin-blanc par rapport cheminne de l usine thermique



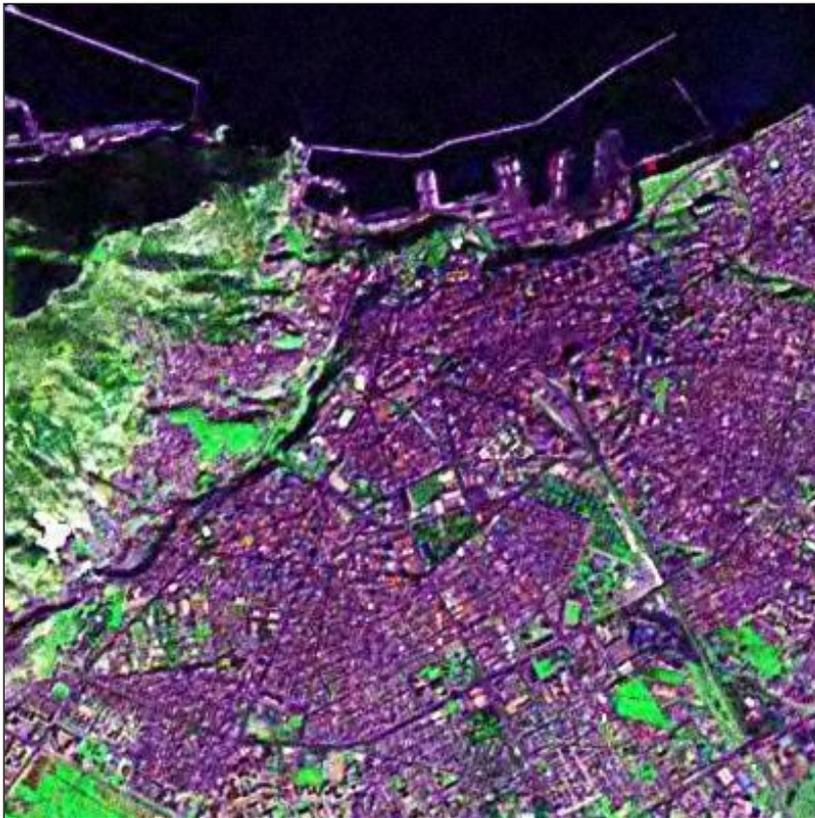
**Fig. 3 16** photos de la localisation du ravin-blanc par rapport au pont zabana

### 3.5 Considérations générales

#### 3.5.1.Cadre géologique général de la région d'Oran

Les terrains de la région d'Oran comprennent deux séries bien distinctes de formations sédimentaires. La plus ancienne, date du Jurassique et du Crétacé (ligne de partage des eaux souterraines de la nappe du plreau Nord d'Oran) tandis que l'autre, beaucoup plus récente, est essentiellement Néogène incluant le Miocène supérieur et les recouvrements Plio-Quaternaire. En outre, les dépôts des deux séries ont subi une période d'émersion avec une phase d'orogénèse liée aux mouvements tectoniques du système Alpin.

Du point de vue morphologique, l'agglomération d'Oran marque la limite entre une chaîne de hautes collines orientées grossièrement Ouest-Est, le Djebel Murdjadjo (fig. 05a) et une région de plateaux faiblement ondulés qui lui relie vers l'Est avec la marge littorale d'Oran-Est(5Fig. 3).



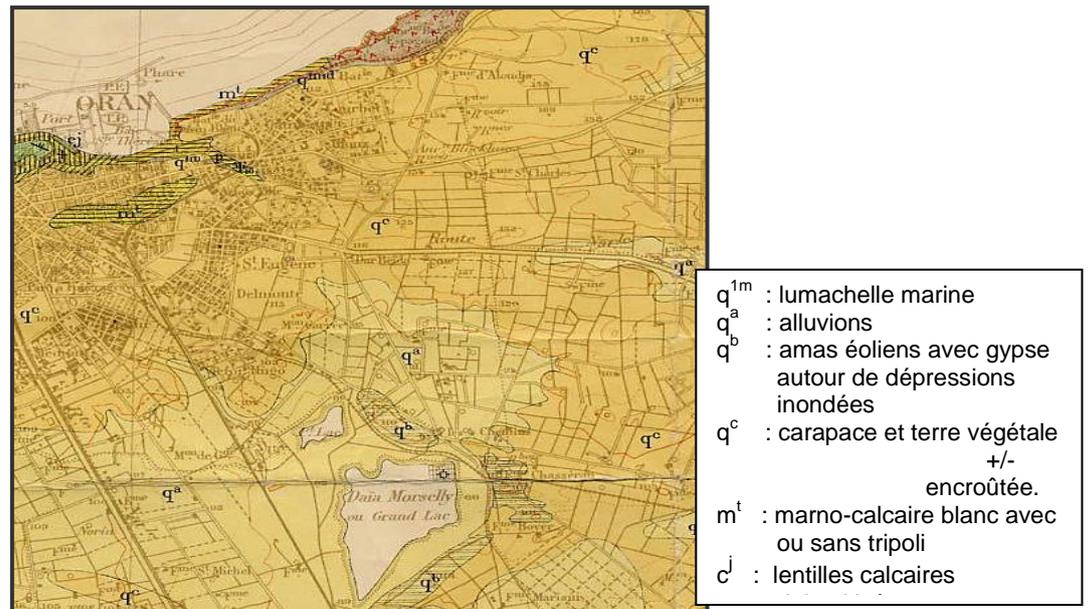
**Fig. 3 17** Vue spatiale de la Ville d'Oran-Ouest (image Landsat, 1990)



**Fig. 3 18 Vue spatiale de la Ville d’Oran-Est (image Landsat, 1990)**

La série stratigraphique comprend les formations qui s’étalent depuis le secondaire, représenté par les schistes et les quartzites (ossature du djebel Murdjadjo) jusqu’au Plio-Quaternaire généralement à composante argileuse, calcaire ou gréseuse. Les dépôts quaternaires tapissent le plateau d’Oran par une sédimentation hétérogène (calcaire tufeux fissuré, parfois riche en gypse et avec de très nombreuses lentilles d’argiles détritiques).

Vers le Nord, les terrains post-Calabriens deviennent de plus en plus minces et réduits donnant un placage discontinu sur les grès Calabriens ou les calcaires gréseux pliocènes. On observe plus particulièrement du Quaternaire récent s’étendant au Nord d’une ligne qui relie le centre ville vers l’Est d’Oran (Sidi-Maârouf). Au Sud d’Oran, aux environs Es- Sénia et Nedjma, les couches argileuses ‘Plio-quaternaires’ sont affaissées marquant un plongement méridional vers la Sebka d’Oran (Fig. 03.19).[12]



**Fig. 3 Extrait de la carte géologique de la région d'Oran au 1/50.000e (Golurind, 1952)**

### 3.5.2. Les risques géologiques de la région d'Oran

La région d'Oran, de par sa complexité morpho-structurale et son activité sismotectonique, présente des risques géologiques liés la nature de ses terrains qui menacent l'instabilité de sites urbains.

Classée parmi les zones littorales les plus exposées, la région d'Oran est caractérisée par l'existence d'un réseau de failles qui, lors de leur rejeu vont engendrer des glissements, des affaissements et des éboulements au niveau des falaises (photo 02) et des zones de piedmonts (faille de la Calère d'Oran, tunnel près de la pêcherie).



**Fig. 3 20 Affaissement des calcaires gréseux Pliocènes de la falaise de Canastel**

D'autres phénomènes particuliers, liés étroitement à l'hydrogéologie urbaine (écoulements de surface et souterrains), s'ajoutent aux risques géologiques, notamment les phénomènes de dissolution de certaines formations géologiques par les eaux d'infiltration.

L'agglomération Oranaise a souffert et souffre encore d'un important déficit d'eau, pallié en grande partie par le dessalement de l'eau de mer et des transferts d'eau de wilayas limitrophes. Les ressources locales en eaux souterraines, en milieu urbain, souvent mal réglementées sont vulnérables aux pertes souterraines ainsi qu'à une contamination par un certain nombre de polluants, notamment les nitrates. Dans ce contexte, nous présentons 02 phénomènes régulièrement observés, relatifs aux risques géologiques, affectant le bâti du centre ville d'Oran.

### **3.5.2.1-Impact des écoulements souterrains sur la stabilité du bâti**

Les écoulements superficiels et les infiltrations peuvent provoquer des risques potentiels d'effondrement, particulièrement ceux du centre ville d'Oran. Il est fondamentalement important de signaler qu'une bonne partie des constructions (Boulevard Emir Abdelkader, Boulevard de la Soummam, Place du 1er novembre) pour ne citer que ceux là, sont érigées

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

---

sur une formation de remblai, étalés à l'ère coloniale pour combler et aménager l'oued Rouina. Ceci dans le but d'une opération d'extension de la ville d'Oran de l'époque vers l'Est.

Ces remblais étant instables dans le temps, vont provoquer au sein des constructions une fissuration importante des murs, résultant le plus souvent de l'imbibition de ce remblai (très perméable) par les venues d'eau d'infiltration et suralimentées continuellement par un réseau d'assainissement défectueux. Le piézomètre du Boulevard Emir Abdelkader a révélé une eau fortement nitratée avec notamment la présence de coliformes fécaux, dénotant ainsi le mélange des eaux infiltrées avec celles des eaux usées domestiques.

On assiste donc à Oran de temps à autre à des affaissements de terrains dont l'impact est certain sur le bâti. A titre d'illustration, l'état visuel de la pharmacie, à côté de la maison de la presse, place du 1er novembre et la déformation des trottoirs, angle Boulevard Emir Abdelkader sont les signes évidents et alarmants de l'instabilité de toute cette zone.

### **3.5.2.2- Impact du phénomène de dissolution des formations géologiques**

La nappe du plateau d'Oran est contenue principalement dans les calcaires gréseux fissurés du Calabrien, reposant en discordance sur les marnes à Tripoli du Miocène supérieur. La photo 03 21 est prise en exemple pour illustrer la coupe géologique standard et le degré de karstification des calcaires gréseux. Ainsi l'épaisseur moyenne atteint 45 m entre les falaises du ravin blanc à l'Est et la terminaison du front de mer à l'Ouest. Un ensemble de sources, jalonnant la falaise côtière Oranaise, constitue l'exutoire Nord du plateau d'Oran. Vers le Sud, la nappe suit l'allure de la topographie, en direction du petit lac (Dayat Morcely) où elle est reprise par évaporation.

Il y a lieu de signaler un phénomène de dissolution affectant d'une part les calcaires gréseux, développant une structure karstique (coupe de la carrière de Cardeaux) et d'autre part des lentilles de calcaires gypseux, générant de véritables cavités souterraines, qui sous le poids du bâti existant aura un impact conséquent sur la stabilité des immeubles. C'est le cas de la rue de Mostaganem au Sud du centre ville ou encore le cas de la piste de l'aérodrome Es Sénia où des forages d'injection ont pu solutionner le problème d'affaissement.



**Fig. 3 21 Série géologique et phénomène de dissolution donnant le karst(falaise de la carrière de Carteaux, rive gauche du ravin blanc)**

### 3.5.3 Cadre hydro climatologique

D'une manière générale, la région Oranaise jouit de ce qu'il est convenu de dénommer le climat Méditerranéen. Cette appellation ne constitue cependant qu'une première approche en raison de l'existence de multiples micro climats locaux régis aussi bien par des conditions atmosphériques que topographiques ou géographiques.

La présence de cuvettes endoréiques, dolines, dayas, Sebkhass dans la région d'Oran ne fait que confirmer le caractère aride de la région.

#### 3.5.3. 1 Les températures

Les moyennes des températures sont données dans le tableau ci après.

**Tableau 3 1: Températures moyennes\_mensuelles 2012**

	<i>Janv.</i>	<i>Fév.</i>	<i>Mars</i>	<i>Avr.</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juill.</i>	<i>Août</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dec</i>
<i>Es-Senia</i>	11	12	13,2	15,4	18,5	21,8	24,8	25,6	23,0	19,1	14,7	11,9

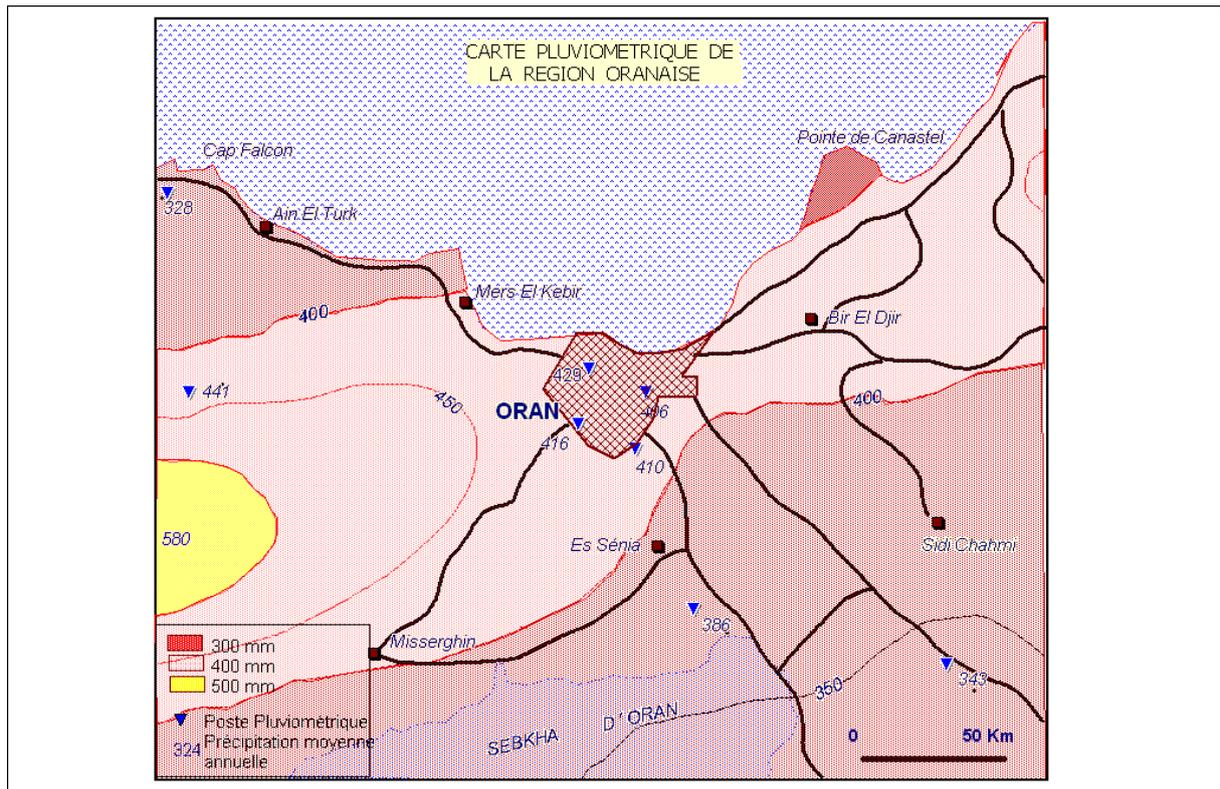
La température moyenne annuelle est de l'ordre de 18° C. La température moyenne mensuelle maximale (25,6° C) est observée au mois d'Août. La température moyenne mensuelle décroît à partir de ce mois, jusqu'au mois de Janvier où elle atteint sa valeur moyenne minimale (11° C). Les écarts de température au cours d'une même journée en moyenne de 6° C en hiver et 8 ° C en été. [11]

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

### 3.5.3. 1. La Pluviométrie

La région est arrosée irrégulièrement suivant un gradient pluviométrique d'altitude. Le versant Nord est bien exposé aux vents pluvieux.

L'extrait de la carte des précipitations moyennes dressée par l'ANRH sur une période de 50 années (fig. 02), indique une pluviosité supérieure à 500 mm sur les crêtes et de seulement 300 mm/an à proximité de la mer.



**Fig. 3 – Carte pluviométrique de la région d’Oran (ANRH – 1963-2002)**

Les pluies qui étaient très fréquentes sont devenues très rares; le nombre de jour pluvieux a diminué considérablement; le régime est variable avec 45% de pluies d’hiver, 52% de pluies d’automne et 3% de pluies d’été.

**Tableau 3 2: Répartition mensuelle des précipitations (mm)[11]**

	SEPT. 2001	OCT- 2001	NOV. 2001	DÉC. 2001	JANV. 2002	FEVR- 2002	MARS- 2002	AVR- 2002	MAI- 2002	JUIN- 2002	JUIL- 2002	AOUT- 2002	TOTAL
ORAN ANRH	12,4	19,6	139, 7	21,4	3,2	6,8	78,0	50,5	41,0	0,3	1,9	10,4	385, 2



**Fig. 3 Paléo hydrographie de la ville d'Oran**

Afin de mieux comprendre l'origine des mouvements du sous sol (affaissements, glissements) observés sur certaines parties de la ville d'Oran, il est nécessaire de retracer l'historique des écoulements superficiels relatifs à la paléo hydrographie et ceux bien avant l'édification de cette grande métropole.

L'analyse morphométrique du littoral d'Oran nous a permis de faire ressortir 02 bassins versant séparés par une limite hydrogéologique représentée par l'unité géologique jurassico-Crétacé faisant office de ligne de partage des eaux qui s'étend depuis l'entrée actuelle du port jusqu'aux hauteurs du quartier des amandiers (photo 01).

### **3.5.4 1 Bassin versant de Ras El Ain:**

Situé à l'Ouest de la ligne de partage des eaux et drainé par l'oued Rehhi, ce bassin versant a pour exutoire la source de Ras El Ain dont le débit actuel oscille autour de 60 l/s.

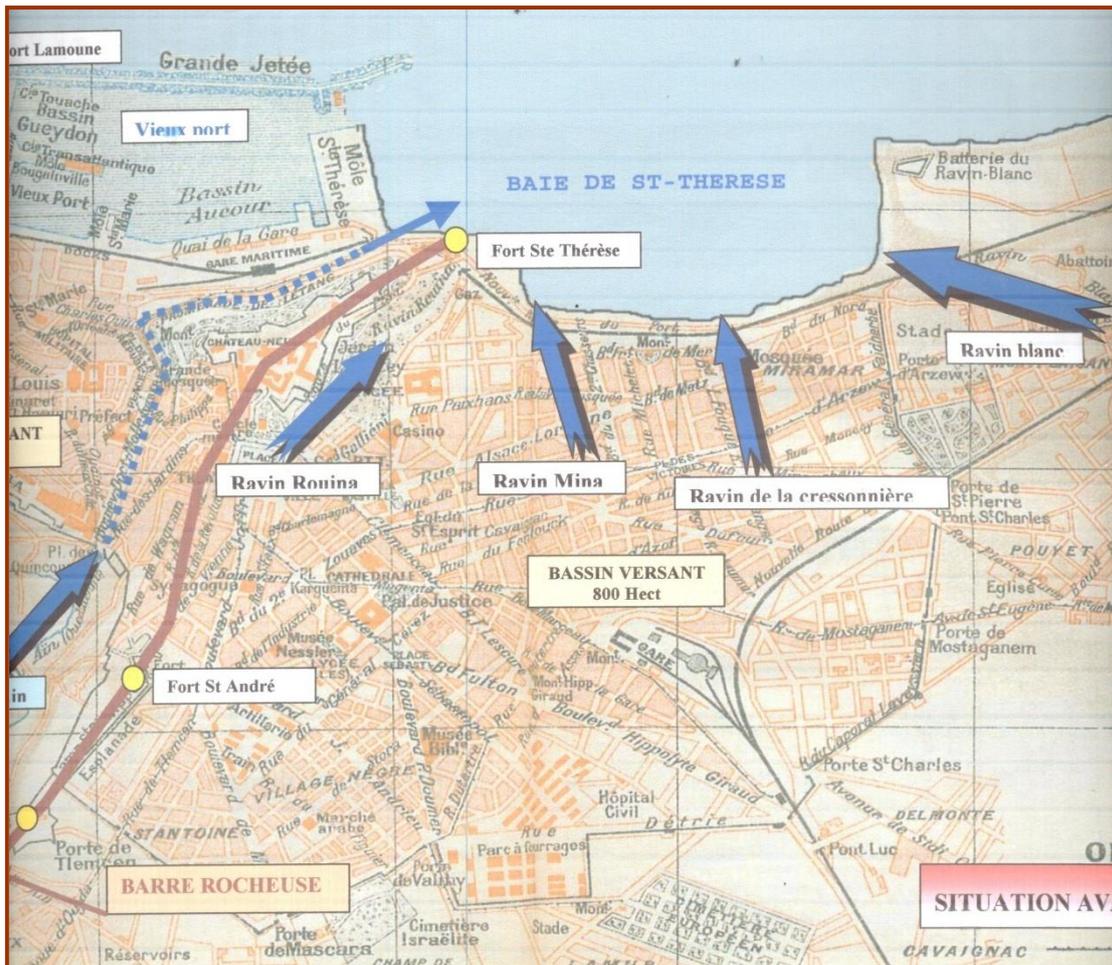
### **3.5.4 2 Bassins versants de la baie de Sainte Thérèse:**

Comprend 0 4 ravins dont celui du ravin blanc limité vers l'Est par la falaise de Gambetta. Ainsi on distinguera d'Est en Ouest les ravins suivants (Fig. 03.24):



**Fig. 3 24 Substratum dolomitique faisant office de ligne de partage des eaux entre les bassins versants de Ras El Ain et celui de la baie de Sainte Thérèse**

- **Ravin Rouina:** prend naissance sur les hauteurs de la ville nouvelle, dévale le long du Boulevard A/Rahman PMira, puis le Boulevard Emir Abdelkader à l'arrière de l'hôtel royal pour aboutir à la rue des sœurs Benslimane en passant entre la banque BCA et l'hôtel des finances. De là, il descendait vers le port en dessinant une légère courbe vers l'Est.
- **Ravin Mina:** alimenté par l'oued Mina et prenant naissance près de la place commandant Medjoub (ex place Hoch), il rejoint le front de mer juste à l'Est de l'Hôtel HadeF.
- **Ravin de la Cressonnière:** très profond, ce ravin prenait naissance non loin de la place des victoires en passant sous le front de mer au droit de la place Port Saïd (ex Square Lyautey).
- **Ravin blanc:** représente le bassin versant le plus important de par sa superficie avec environ 450 ha, séparant les quartiers de St Eugène et de Gambetta. C'est au niveau de l'intersection entre le ravin blanc et un oued plus petit venant de la place Gambetta au droit de la route menant au port à contenaires que la fissure s'est manifestée. Ce sera l'objet principal de notre étude.

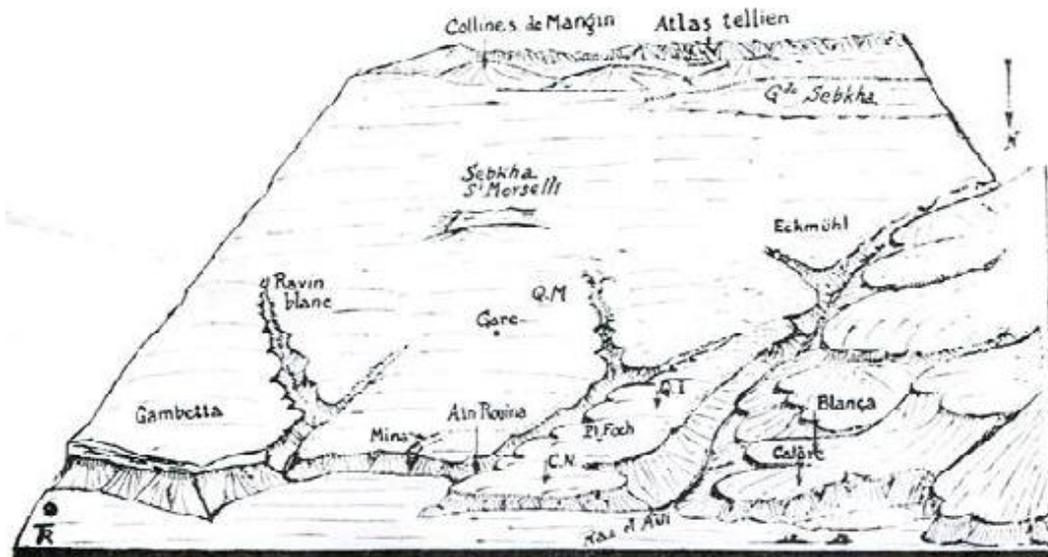


**Fig. 3 2 5 Reconstitution de la paléo hydrographie du versant Nord d'Oran (Somatre, 2005)**

### **3.5.5 Drainage des bassins versants de la baie de Ste Thérèse**

L'extension de la ville d'Oran vers l'Est a imposé le remblaiement de tous les ravins sur les quels sont réalisées particulièrement les infrastructures routières (routes et chemins de fer) et en dessous desquels sont installés de grands collecteurs (fig. 04) permettant le drainage et la déviation des eaux hors de la baie de Sainte Thérèse (extérieur des futurs bassins projetés).

Le projet à l'époque consistait à réaliser un collecteur de forme ovoïdale géant de 2870m de longueur, prenant départ à -26 mètres sous le Boulevard de la Soummam, transportant sur son passage les eaux des 04 ravins pour ensuite les déverser à l'Est de la falaise de Gambetta, en suivant la rue de la vieille mosquée puis l'axe du front de mer à 30 mètres de profondeur.[11]



VUE PANORAMIQUE DE LA VILLE D'ORAN, VUE DE LA MER  
 C.N. : Château neuf. Q.L. : Quartier israélite. Q.M. : Principal quartier musulman.

Fig. 3 26 Vue panoramique de la Ville d'Oran vue de la Mer

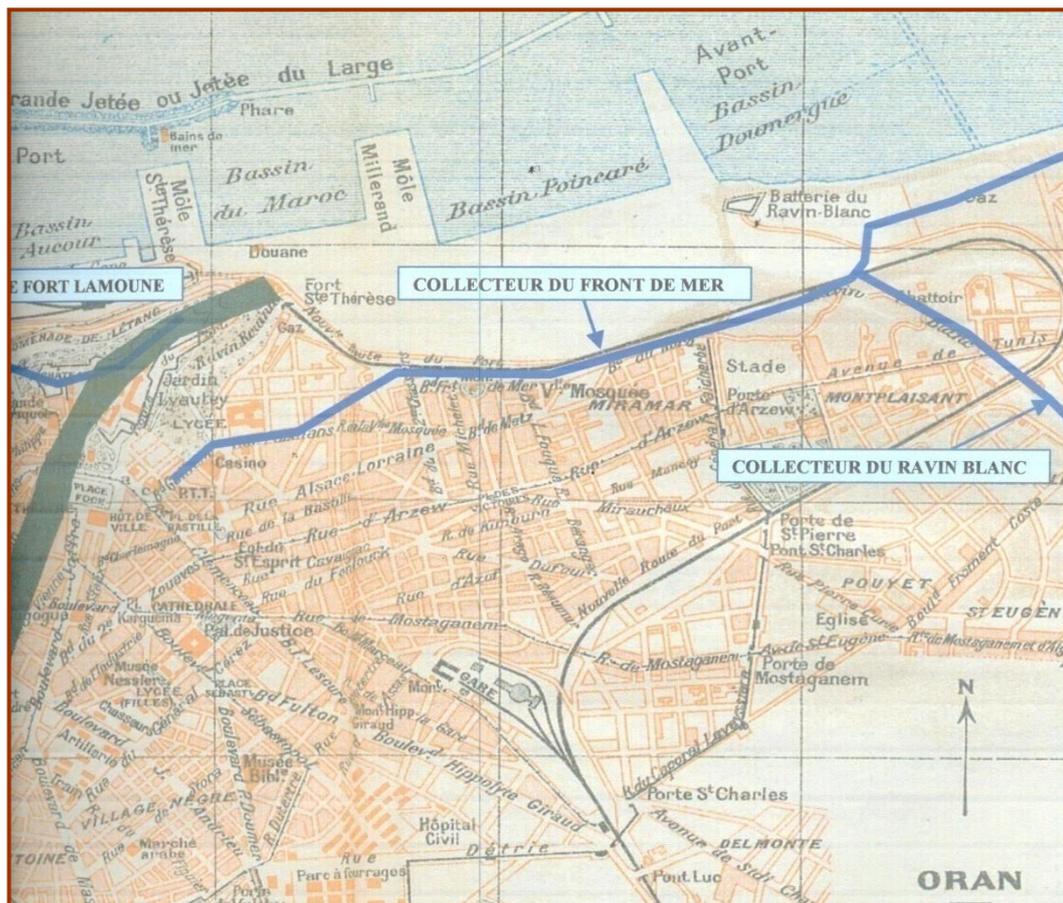


Fig. 3 26 Drainage par collecteurs (ovoïdes) des eaux superficielles et souterraines des ravins de la baie de Ste Thérèse vers l'Est d'Oran (Somatre, 2005)

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

Un second collecteur d'une longueur de 2500m, suit le lit du ravin blanc et est raccordé au premier au droit du pont Zabana par le biais d'un grand regard de chute. Cet ouvrage permet de drainer les eaux des quartiers situés plus hauts (Cité Djamel, Gambetta, hippodrome et Saint Eugène).

### 3.5.6 Hydrogéologie du ravin blanc

Le cadre géologique de la région d'Oran a permis d'individualiser plusieurs aquifères plus ou moins interconnectés. On s'intéressera plus particulièrement à l'aquifère Pliocène du plateau d'Oran juste au droit du ravin blanc.

#### 3.5.6.1 Coupe de la falaise de Gambetta (fig. 07)

La série complète est reconstituée au niveau de la falaise de Gambetta où on distinguera une formation grésocalcaire (grés Calabrien), parfois fissurée reposant en discordance sur un substratum représenté par des marnes à tripolis (miocène supérieur).

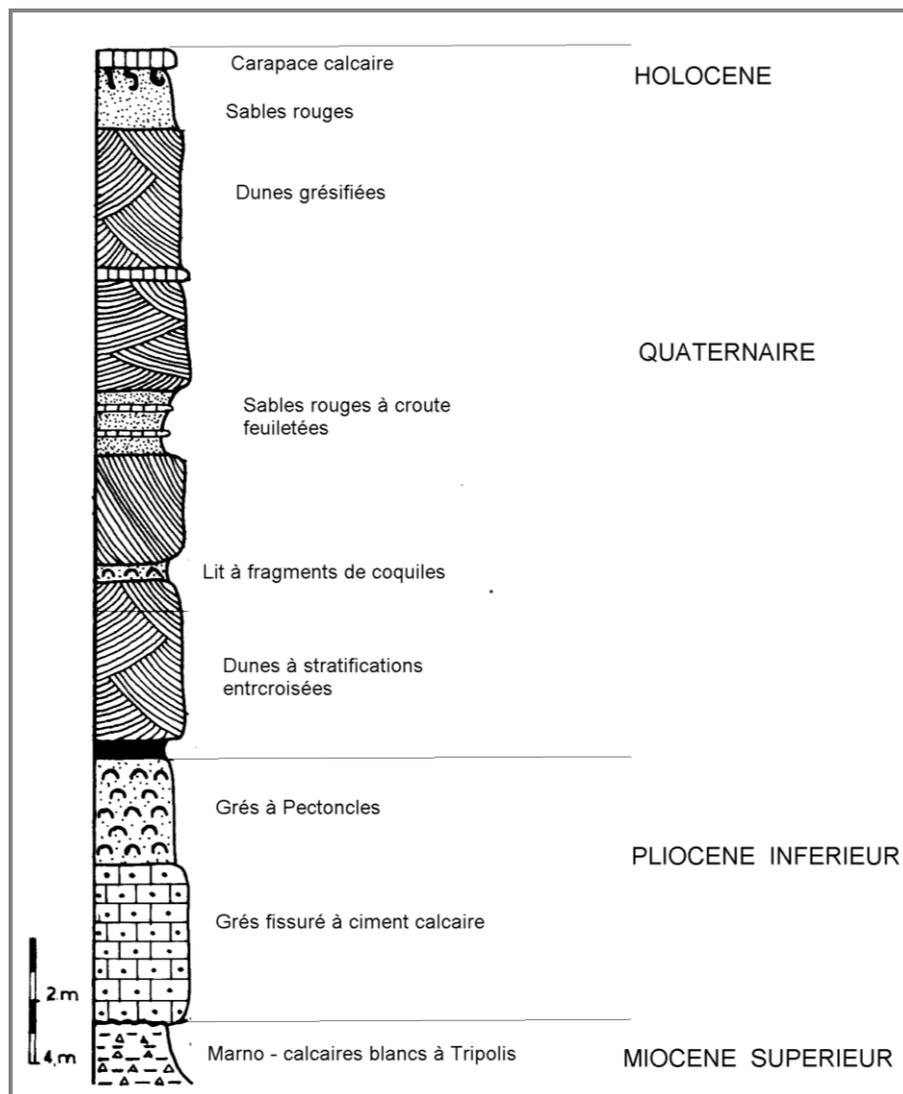


Fig. 3 28 Coupe de la falaise de Gambetta

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

---

Le contact est souligné par une ligne de sources qui jalonnent le front de mer de part et d'autre du ravin blanc. Des dunes consolidées à stratifications entrecroisées attribuées à l'holocène viennent recouvrir la formation grésocalcaire. Le sommet de la coupe est représenté par des sables rouges coiffés par une carapace calcaire.

En conséquence, ce sera la limite entre les marnes blanches à tripolis et les grés calcaires du Calabrien qui matérialisera la base de tous les écoulements d'eau souterraine au droit du ravin blanc.

### **3.5.7. Caractéristiques hydrogéologiques des formations du ravin blanc**

Les formations géologiques du tertiaire (marnes, calcaire marneux et grés) offrent de bonnes possibilités aquifères, particulièrement au droit du ravin blanc. On distinguera:

- Le miocène: Il forme en général le mur imperméable de la nappe du plateau d'Oran sauf pour la nappe des calcaires à algues du Murdjadjo où il constitue un aquifère à très bonnes potentialités hydrogéologiques.
- Le pliocène: Les bancs de grés, les sables et lumachelles forment un aquifère libre ayant tantôt les marnes bleues du miocène tantôt les marnes à tripolis comme substratum imperméable. Cette nappe couvre l'espace entre Oran Est et Ain franin en s'appuyant contre le Dj Khar sur sa partie Est. Elle est bordée au Sud Ouest par les plans d'eau du Petit Lac et Daya Morselly et au Sud par la plaine du figuier.
- L'aquifère représenté par les lumachelles très poreuses est limité au Nord par les marnes miocènes qui passent à des formations pliocènes plus ou moins imperméables vers le Sud.

### **3.5.8. Cartographie des eaux souterraines du plateau d'Oran**

La carte piézométrique (fig. 08) du plateau d'Oran réalisée par l'université d'Oran, département des Sciences de la Terre (Juin, 1999) a permis de mettre en évidence la présence de 03 bassins hydrogéologiques séparés par des lignes de partage des eaux souterraines:

- Bassin hydrogéologique de Ras El Aïn au Nord Est
- Bassin hydrogéologique de Daïat Morcely au Sud
- Bassin hydrogéologique au Nord Ouest comprenant 02 sous bassins hydrogéologiques:

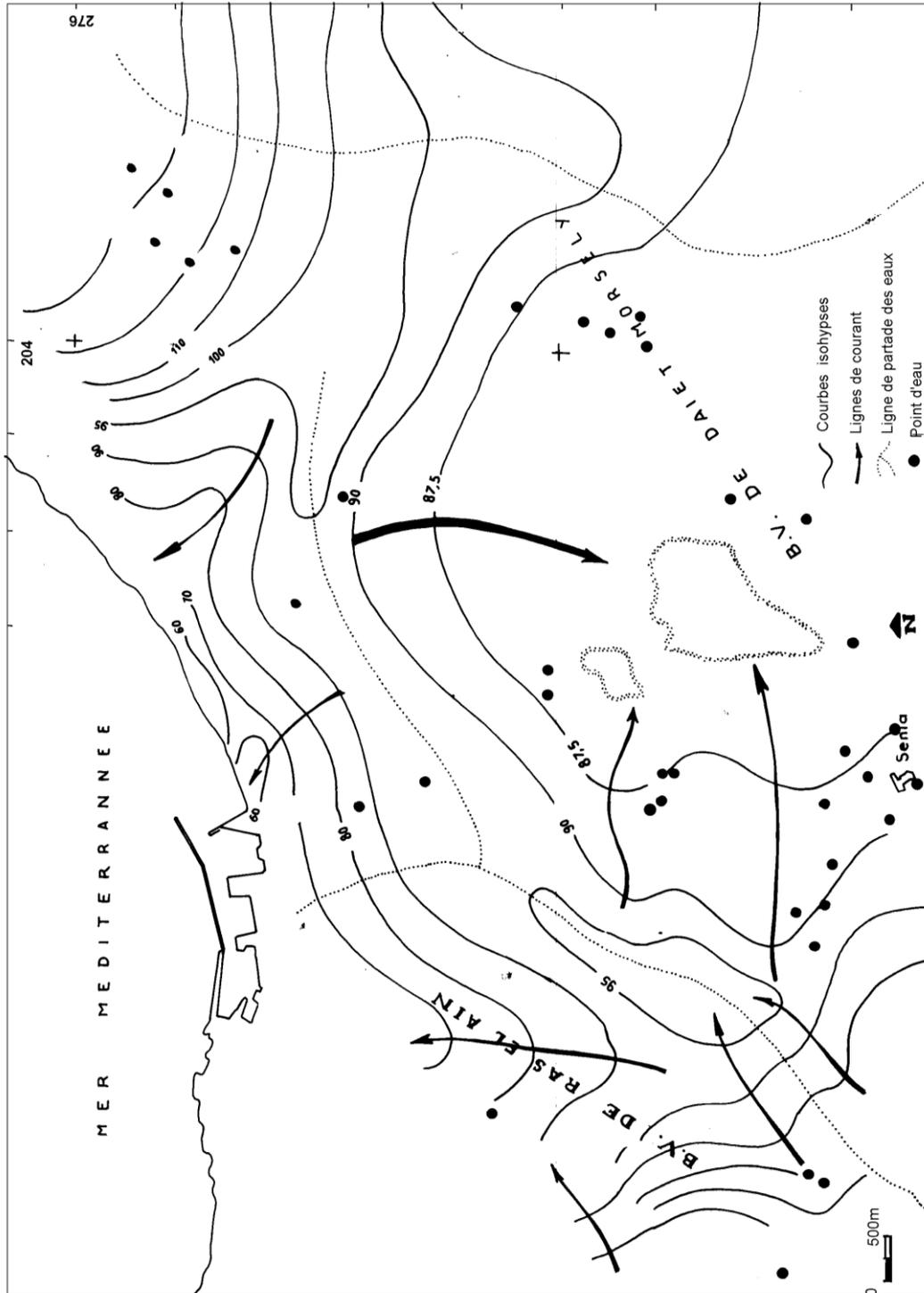


Fig. 08 - Carte piézométrique de la nappe du plateau d'Oran Nord (Université d'Oran Nord, Juin 1999)

**Fig 3.29** Carte Piezometrie de la nappe plateau d'Oran nord (Université d oran, juin 1999)

\* Sous bassin hydrogéologique matérialisé par un axe de drainage alimentant la région de Canastel.

\* Sous bassin hydrogéologique alimenté par les ravins de la cressonnière et du ravin blanc, matérialisé par un axe de drainage alimentant la baie de Sainte Thérèse. **C'est**

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

particulièrement cet écoulement qui draine la vallée du ravin blanc et les remblais sur lesquels est édifée la route du port affectée par la fissure

Le système aquifère du plateau d'Oran constitue donc un ensemble hydrogéologique complexe, caractérisé par un substratum imperméable ondulé et par de fréquents changements latéraux de faciès. Ainsi, vers le Nord la nappe est caractérisée par un système de trop plein le long de la frange maritime alors que vers le Sud c'est le système de drainance qui alimente la nappe alluvionnaire.

### 3.5.9 Carte piézométrique au droit du ravin blanc (fig.10)

Un essai de carte piézométrique a été réalisé au droit du ravin blanc en prenant en considération des points d'eau témoins inventoriés selon leur situation stratégique dans l'espace considéré (tableau 03). La campagne piézométrique a été réalisée le 08 avril 2007, accompagnée d'un prélèvement pour quelques échantillons à des fins d'analyse chimiques.

**Tableau 3 3: points d'eau inventoriés le 08/04/2007**

N°	COORDONNEES LAMBERT		Niv. Statique (m)	PROFONDEUR (m)
	X	Y		
1	199,920	273,070	58,00	80,00
2	200,730	272,740	42,25	65,50
3	200,480	272,580	38,10	48,55
4	199,180	272,000	25,30	35,00
5	199,230	272,010	28,20	42,00
6	199,420	272,840	46,20	60,00
7	199,500	271,930	39,50	51,00
8	199,090	271,440	--	38,00
9	200,560	271,430	59,50	93,00
10	199,750	272,500	6,20	20,00
11	200,100	272,500	8,45	22,00
12	199,400	272,750	5,50	20,00
13	200,500	268,900	--	28,50
14	199,600	272,800	source	Source

L'examen attentif de la carte piézométrique (fig. 10) met en relief un grand écoulement, matérialisé par l'existence d'un axe de drainage qui se superpose parfaitement sous

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

---

l'écoulement superficiel du ravin blanc. Ce qui dénote qu'il existe une relation hydrodynamique entre l'écoulement souterrain (nappe du plateau d'Oran) et l'écoulement superficiel (oued du ravin blanc).

En effet, lors des crues qui affectent le plateau Nord d'Oran, c'est le ravin blanc qui, depuis la cité Djamel et son confluent venant de Gambetta qui alimentent la nappe alors qu'en période de déficit pluviométrique, c'est la nappe qui par le phénomène de capillarité (drainance ascendante) alimente le ravin blanc (photo 04). Ce phénomène hydrodynamique a pour conséquence d'imbiber les terrasses alluviales et par voie de conséquence le remblai qui supporte l'ouvrage routier menant au port.[11]

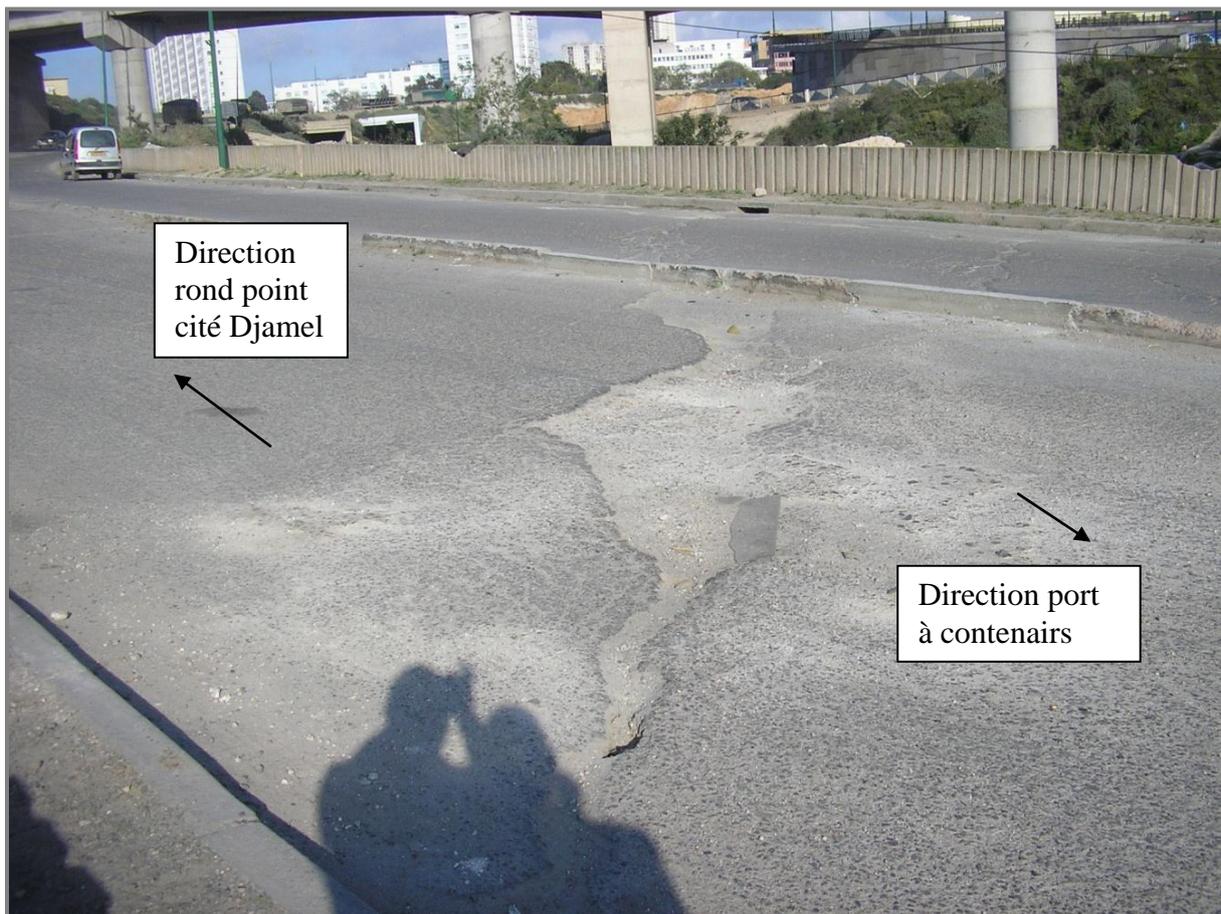


**Fig. 3 30 Affleurement de la nappe par remontée capillaire sur la rive gauche du ravin blanc entre la RN11 et la rue Passeti (mise à jour par les travaux d'excavation pour un complexe immobilier, avril 2007)**

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

Cet écoulement souterrain est alimenté d'une part, par le ravin de la Cressonnière et d'autre part, par le ravin blanc lui-même ainsi que par un autre ravin plus petit que lui, venant de la place Gambetta (tracé de la voie ferrée).

C'est au niveau de la confluence de ces deux ravins, à une centaine de mètres en contrebas que la fissure s'est déclarée à travers toute la largeur de la chaussée qui mène au port à conteneurs (photo 05).



**Fig. 3 31 Fissure affectant la chaussée menant au port à conteneurs**

### **3.6. ORGANISATION DE LA RECONNAISSANCE:**

En vue de réunir l'ensemble des données et éléments techniques nécessaires à l'analyse de la situation pathologique du cas et l'approche des causes les plus probables ayant

Déclenché le phénomène déstabilisateur, il a été prévu la réalisation des investigations suivantes:

#### **3.6.1 Investigations géotechniques par LTPO**

Sondages carottés et préssiométriques

Essais de pénétrations dynamiques

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

---

Essais géotechniques de laboratoire et analyses chimiques

Etablissement des coupes géologiques des sondages

En vue de réunir l'ensemble des données et éléments techniques nécessaires à l'analyse de la situation pathologique du cas et l'approche des causes les plus probables ayant

Déclenché le phénomène déstabilisateur, il a été prévu la réalisation des investigations suivantes:

### **3.6.2 Investigations hydrogéologiques:**

Inventaire des points d'eau

Analyse chimique des eaux

Etablissement de la coupe hydrogéologique synthétique Nord-Sud (Dhaya Morsli au front de mer)

Etablissement de cartes piézométriques

### **3.6.3 RESULTATS DES INVESTIGATIONS REALISEES:**

#### **3.6.3.1 SONDAGES CAROTTES:**

Quatre sondages carottés et un sondage préssiométriques de 35 mètres de profondeur ont été réalisés LTPO en forage rotatif avec injection d'eau à l'aide de la machine de forage type GALAXY (Constructeur TEC-Système; France; série n AH-058; au moyen de carottier double et couronne diamantée de diamètre 116 mm

La reconnaissance géologique en sub-surface a été faite grâce aux cinq sondages qui ont été implantés selon le plan schématique ci-joint le long de la route portuaire et l'ancienne voie ferrée marchande encore existante en place.

Le choix d'implantation des sondages a été fait à ce niveau étant donné que cette partie de la zone affectée semble être le lieu où se rassemblent le plus les eaux aléatoires d'écoulement en surface et en profondeur pour s'infiltrer par suite en majeure partie dans le corps du remblai de la route dans cette zone où le terrain original sous-jacent de nature marneux et imperméable présente une déclivité Nord/Nord-Ouest.

D'autre part, l'implantation des cinq sondages a été établie dans cette bande pour vérifier à ce niveau précis l'exactitude de l'épaisseur du remblai, la mise en place d'un drain longitudinal pour barrer au maximum et canaliser vers un exutoire la migration des eaux d'infiltration dans le corps du remblai lesquelles ont engendré son lessivage où s'en sont suivis des tassements notables et fissurations de grandes ouverture dans le corps de chaussée.

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

---

Les sondages ont été descendus, selon la présence dans le substratum marneux, aux profondeurs d'investigations suivantes:

Sondage SN1 à 12,0 mètres

Sondage SN2 à 10,0 mètres

Sondage SN3 à 9, 0 mètres

Sondage SN4 à 9,0 mètre

Sondage SP2 à 35,0 mètres

Les récupérations obtenues et déposées respectivement dans les caisses en bois ont permis de dresser les configurations des sols existants en ces points et les prises des photos des caisses des récupérations, tel qu'il est reporté ci-après:

Description des sols en profondeur à partir des sondages carottés:

### **Sondage SN1, profondeur: 12,0 mètres**

0,00 m à 0,40 m: Terre végétale

0,40 m à 1,20 m: Remblai formé par des fragments de roches hétérogènes et un liant argileux

1,20 m à 2,40 m: Galets centimétriques emballés dans une matrice marneuse de couleur verdâtre

2,40 m à 12,0 m: Marnes diatomitiques de couleur verdâtre, renfermant des tests de lamellibranche et devenant plus marneuse vers la base

### **Sondage SN2, profondeur 10,0 mètres**

0,00 m à 0,30 m: Terre végétale

0,30 m à 1,0 m: Remblai formé par des fragments de roches hétérogènes et un liant argileux

1,0 m à 14,0 m: Marnes graveleuse de couleur verdâtre

1,40 m à 10,0 m: Marnes diatomitiques de couleur verdâtre, renfermant des coquilles de lamellibranche et devenant plus marneuses à certains niveaux.

### **Sondage SN3, profondeur: 9,0 mètres**

0,0 m à 0,80 m: Remblai constitué par des fragments hétérométriques de roches hétérogènes

0,80 m à 9,0 m: Marnes diatomitiques de couleur verdâtre, renfermant des coquilles de lamellibranche et devenant plus marneuses à certains niveaux

### **Sondage SN4, profondeur: 9,0 mètres**

0,0 m à 0,60 m: Terre végétale associée à un remblai renfermant des éléments d'ordre centimétrique.

0,60 m à 9,0 m: Marnes diatomitiques de couleur verdâtre, renfermant des coquilles de lamellibranche et devenant plus marneuse à certains niveaux

### Sondage SP2, profondeur: 35,0 mètres

0,0 m à 2,80 m: Terre végétale associée à un remblai renfermant des éléments d'ordre centimétrique.

2,80 m à 35,0 m: Marnes diatomitiques de couleur verdâtre, renfermant des coquilles de lamellibranche et devenant plus marneuse à certains niveaux.

### 3.6.3.2 INVESTIGATIONS " IN SITU " PREVUES

(Puits de reconnaissance, pénétrations dynamiques et essais géotechniques de laboratoire) Au vu de l'apparition du toit marneux en niveau assez superficiel, (voir entre: -2,40 m en S1 et -0,60 en S4) il n'a pas été jugé nécessaire de réaliser les investigations prévues.

#### 3.6.3.2 1 Essais Préssiométriques

Onze (11) essais préssiométriques ont été réalisés au droit du sondage préssiométrique SP2, à raison d'un essai tous les 2.00m à 3.00m de profondeur, à partir de 3.00m de profondeur et ce jusqu'à 30.00m de profondeur.

#### Principe de l'ESSAI :

On rappelle que l'essai préssiométrique consiste à introduire dans un forage une sonde de mesure cylindrique dilatable radialement. Cette sonde est constituée par un cylindre métallique revêtu d'une membrane en caoutchouc, elle est reliée à un contrôleur (pression / volume) qui permet d'injecter sous une pression donnée, une certaine quantité d'eau entre le noyau métallique et la membrane déformable. L'application d'une pression croissante exerce donc sur les parois du forage un champ de contrainte cylindrique et uniforme. L'essai préssiométrique permet de déterminer trois caractéristiques fondamentales, à savoir : la Pression limite "PI", le Module préssiométrique "E" et la Pression de fluage "Pf". Par ailleurs le rapport  $E/PI$  permet d'apprécier l'état de consolidation du sol considéré.

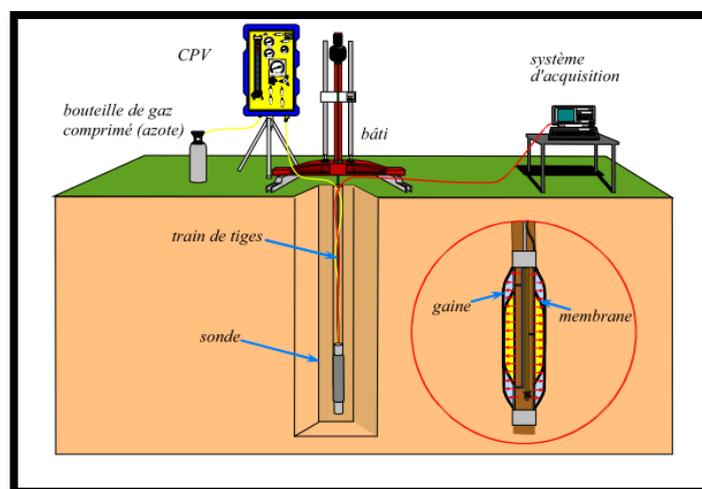


Fig. 3 32 Terminologie de l'essai

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

### Résultats de l'essai :

Les essais réalisés dans le cadre de cette étude ont donné lieu aux résultats qui figurent dans le tableau ci-dessous :

Sondage N°	Profondeur (m)	Pf (Bars)	Pl (Bars)	EM (Bars)	EM/PL	Formation Géologique	Etat de Serrage
SP.2	3,00	18,0	31,6	982	31,4	Marnes diatomitiques verdâtre	Surconsolidé ou très serré
	6,00	24,8	33,8	410	12,3	Marnes diatomitiques verdâtre	Normalement consolidé
	7,00	14,7	19,6	440	23,3	Marnes diatomitiques verdâtre	Surconsolidé ou très serré
	9,00	03,0	05,8	100	20,2	Marnes diatomitiques verdâtre	Surconsolidé ou très serré
	12,00	03,8	06,9	51	8,9	Marnes diatomitiques verdâtre	Sous consolidé – ou altéré
	16,00	04,8	11,5	55	5,4	Marnes diatomitiques verdâtre	Sous consolidé – ou altéré
	17,00	18,6	41,4	434	10,9	Marnes diatomitiques verdâtre	Normalement consolidé
	21,00	17,0	41,6	1015	25,6	Marnes diatomitiques verdâtre	Surconsolidé ou très serré
	23,50	25,2	36,7	1390	40,1	Marnes diatomitiques verdâtre	Surconsolidé ou très serré
	26,50	42,5	42,5	1113	27,8	Marnes diatomitiques verdâtre	Surconsolidé ou très serré
	29,50	37,9	42,9	2105	52,3	Marnes diatomitiques verdâtre	Surconsolidé ou très serré

**Tableau 3.5 Résultats des essais préssiométriques**

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

De l'examen de la coupe de sondage préssiométriques réalisé, et des résultats des essais préssiométriques, il ressort principalement ce qui suit:

### **Pression limite et module préssiométriques :**

Les valeurs, de la pression limite "PI" et du module préssiométriques "E" obtenues, sont bonnes partir de 3.00m de profondeur, ces valeurs varient entre 31.6 bars et 42.9 bars, elles caractérisent en général la présence en place des marnes, de bonne consistance **intercalé** par une marne de moyenne à faible consistance entre 7.00m et 16.0m probablement du à une saturation d'eau ou présence d'eau de source.

### **Rapport E/PI:**

Les valeurs du rapport E/PI obtenues montrent, en général, que les niveaux marneux sont normalement consolidés à sur-consolidés dans l'ensemble à l'exception d'un passage de sous consolidation entre 12.00m et 16.00m de profondeur.

Des diagrammes synoptiques figurent en annexe du présent rapport.



**Fig. 3.33** Vue vers l'est sur la route d'accès au port d'Oran

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

### 3.6.3 3 Analyse chimique d'eau

a) Deux prélèvements d'eau ont été effectués, respectivement le premier au niveau d'un écoulement d'une source du ravin blanc située à côté du complexe immobilier " Mobil-Art " près de la voie ferrée limitrophe et le deuxième au niveau plus haut à côté du passage à vue de la conduite AEP de l'EPEOR,(voir positions des deux prélèvements sur le plan de la zone de dégradation et d'implantation des sondages joint en pages annexes du présent rapport).

b) **Résultats des analyses effectuées:**

**Résultats des analyses chimiques d'eau:**

**Lieu de prélèvement:** Source du ravin blanc (Voie ferrée) à coté de MOBILART.

Cations	mg/l	Meq/l	Anions	mg/l	Meq/l
Calcium (Ca)	339,60	16,94	Chlorures (Cl)	1130,32	31,84
Magnésium (Mg)	119,73	9,84	Sulfates (SO4)	867,64	18,07
Sodium Na)	-	-	Carbonates (CO3)	Neant	Néant
Potassium (K)	-	-	Bicarbonates (HCO3)	532,90	8,72
Balance cations	459,33	26,78	Balance Anions	2 530,86	58,63

Conductivite a 25 °C	5,55
Résidu sec a 105°c (mg/l)	3 734
P.H	7,72
Matière en suspension (mg/l)	0,48
Matières organiques milieu acide (mg/l)	0,92
Anhydride carbonique libre (mg/l)	23,56
Nitrates (NO3) (Mg/L)	---

### AUTRES DETERMINATIONS

Titres hydrotimétriques. TH (°F)	134,00
Titres calcique. Tca (°F)	84,73
Titre alcalimétrique simple .TA (°F)	Néant
Titre alcalimétrique complet .TAC (°F)	43,60

**Tableau 3.6 Résultat des analyse chimique d'eau à cote de MOBILART**

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

### Résultats des analyses chimiques d'eau:

**Lieu de prélèvement:** Source du ravin blanc (Voie ferrée) à coté de la fuite de la conduite d'eau de l'EPEOR.

Cations	mg/l	Meq/l	Anions	mg/l	Meq/l
Calcium (Ca)	174,31	8,70	Chlorures (Cl)	781,00	22,00
Magnésium (Mg)	64,42	5,30	Sulfates (SO4)	628,62	13,10
Sodium(Na)	-	-	Carbonates (CO3)	Neant	Néant
Potassium (K)	-	-	Bicarbonates (HCO3)	135,46	2,22
Balance cations	238,73	14,00	Balance Anions	1 545,08	37,32

Conductivite a 25 °C	3,37
Résidu sec a 105°c (mg/l)	2 292
P.H	7,24
Matière en suspension (mg/l)	0,31
Matières organiques milieu acide (mg/l)	0,49
Anhydride carbonique libre (mg/l)	21,13
Nitrates (NO3) (Mg/L)	---

### AUTRES DETERMINATIONS

Titres hydrotimétriques. TH (°F)	70,00
Titres calcique. Tca (°F)	43,49
Titre alcalimétrique simple .TA (°F)	Néant
Titre alcalimétrique complet .TAC (°F)	11,10

Tableau 3.7 Résultat des analyse chimique d eau a cote de la fuite de la conduite d eau de l'EPEOR

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

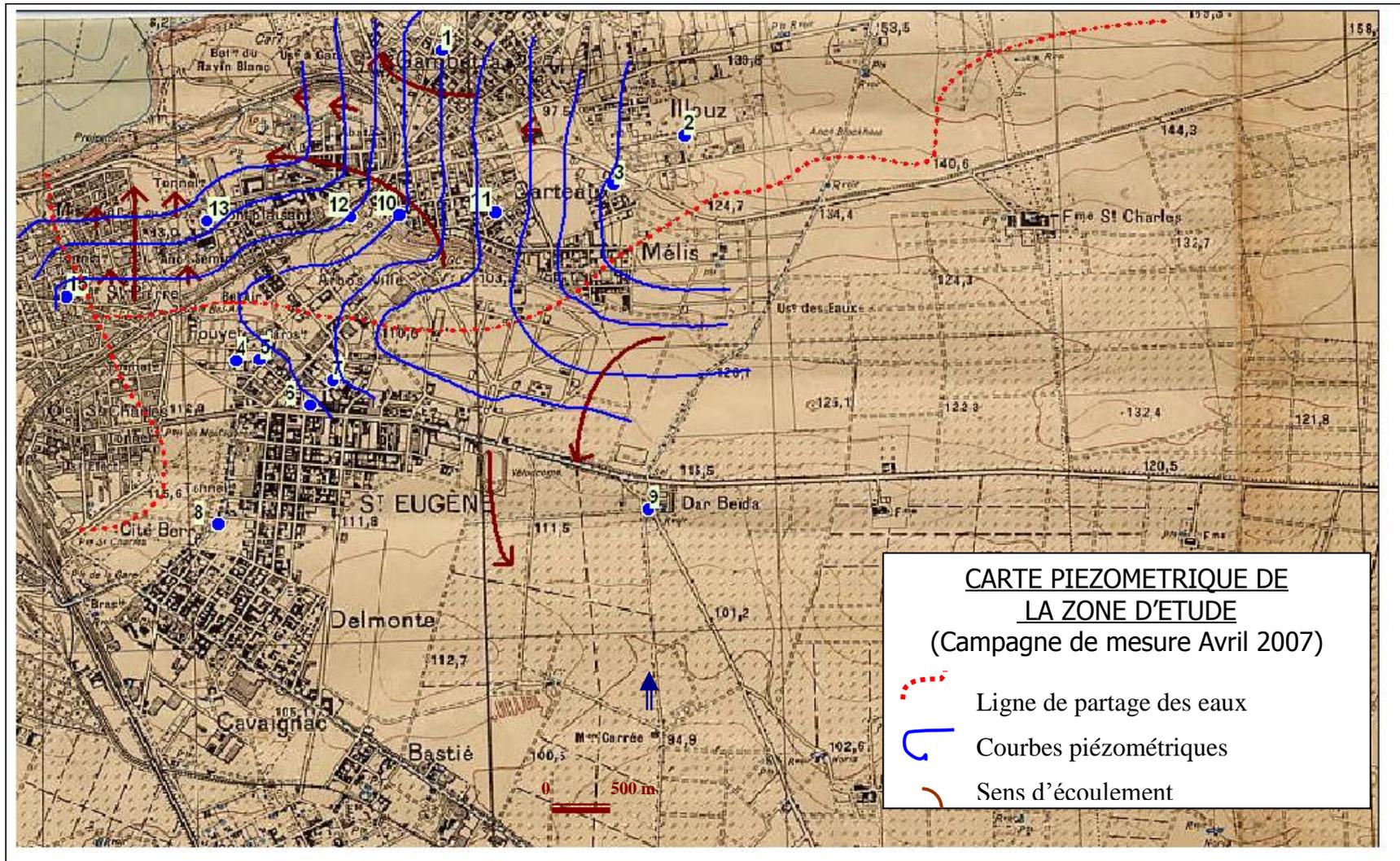


Fig. 3- 34 Carte piézométrique au droit du ravin blanc (avril, 2007)

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

### 3.6.3 4 Hydrochimie de la nappe du ravin blanc

Lors de la campagne piézométrique, on a procédé au prélèvement de 08 échantillons pour des analyses chimiques. Le tableau 04 présente les résultats des analyses des principaux éléments majeurs.

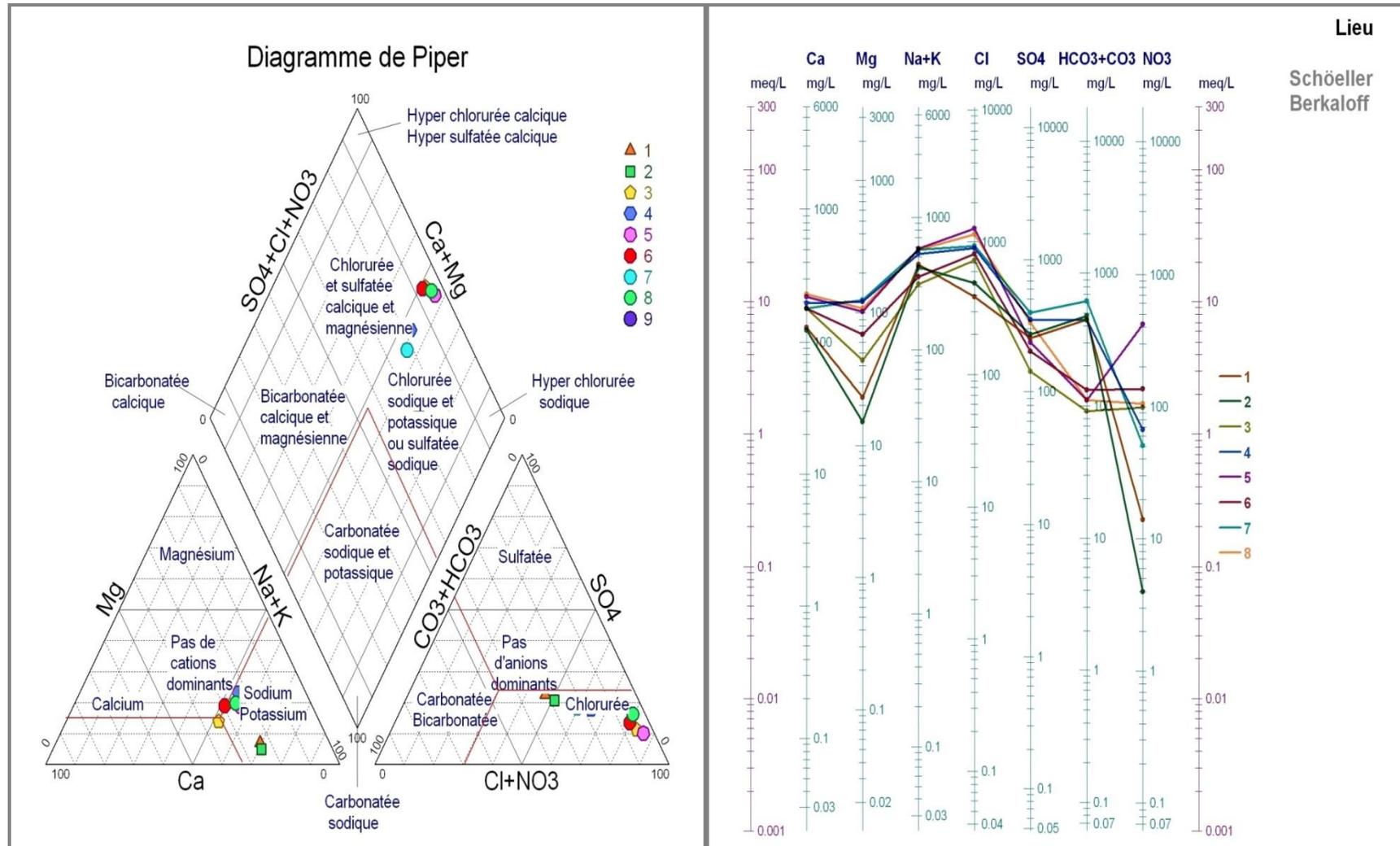
**Tableau 3 8 Résultats des analyses d'échantillons d'eau de la nappe du ravin blanc**

N°	X	Y	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	CO <sub>3</sub> H	NO <sub>3</sub>	PH	C25	MIN.	RS
1	199,4	272,7	128	23	412	29	386	258	448	14	8.3	2800	1936	1880
2	199,4	272,7	122	15	393	29	491	274	480	4	8.3	2800	1736	1880
3	201,7	271,5	180	44	311	5	733	142	91	98	8.1	2700	1674	2020
4	198,4	267,2	196	121	529	6	909	355	445	67	8.2	3770	2594	2620
5	201,7	271,5	220	102	575	8	1276	240	110	120	8.0	4200	2604	2900
6	201,7	271,5	178	69	350	7	819	204	131	135	8.0	2900	1798	2300
7	198,4	267,1	180	126	552	21	937	400	622	51	7.7	3740	2839	3060
8	201,7	271,5	230	109	564	5	1150	336	110	105	8.0	3800	2356	2880

La classification des échantillons analysés selon Les diagrammes de Schoeller-Berkaloff et Piper (fig. 11) permet de faire ressortir des eaux à faciès bicarbonaté à forte résonance anionique tels que les chlorures, les sulfates et à un degré moindre le sodium. Certains points d'eaux (3, 5, 6 et 8) présentent de fortes teneurs en nitrates, dépassant 100mg/l et dénotant une pollution par des fuites d'un réseau d'assainissement défectueux.

On distinguera donc un faciès bicarbonaté, chloruré et sulfaté, conditionné par une zonalité géologique relative à la présence des calcaires gréseux pliocène (bicarbonaté) et des marno calcaire à tripoli du miocène (chloruré et sulfaté).

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE



**Fig. 3.35 Représentation graphique des eaux souterraines de la nappe du plateau Nord d'Oran selon la classification de Schoeller et Piper**

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

### 3.7 SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE DES RAVINS

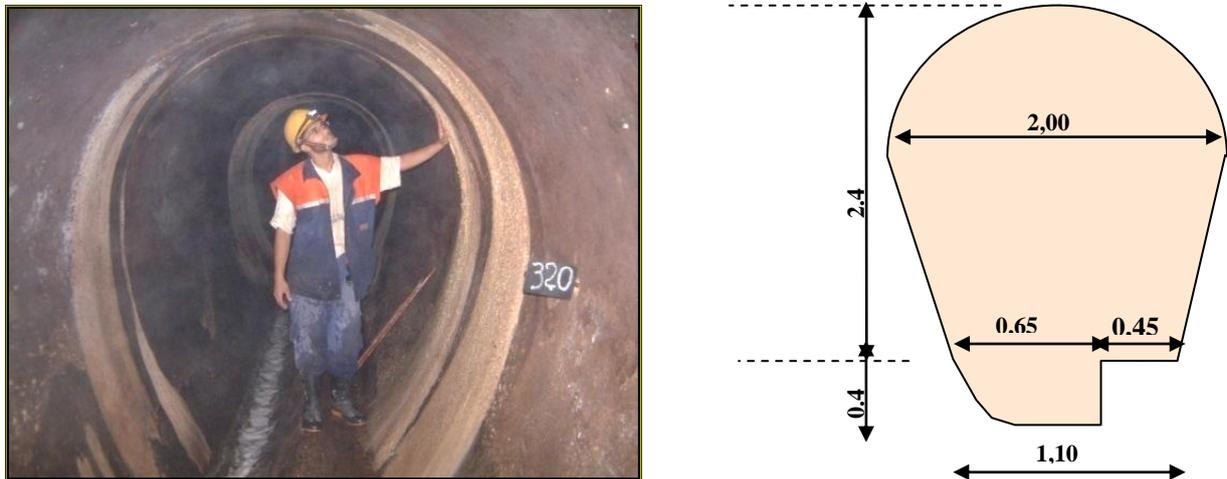
#### 3.7.1 RAVIN PRINCIPAL:

Réseau d'assainissement des eaux usées et pluviales:

Le réseau d'assainissement propre à ce ravin principal se compose d'un ovoïde de 2500 mètres linéaires de long, longeant exactement le lit du ravin du rond point de la cité Djamel jusqu'au pont Zabana où il rejoint l'ovoïde géant passant sous le front de mer et allant vers la falaise de Gambetta (rejet en mer).

Cet ouvrage souterrain mis en service au mi-juillet 1932, collecte sur son passage toutes les eaux usées et pluviales des sous réseaux des deux quartiers de Sainte Eugène et Gambetta Sud par le biais de raccordements appropriés ainsi que les eaux pluviales propre à la voie expresse par le biais des différents avaloirs de chaussée.

Sa forme, sa section et la constitution de ses parois varient le long de son tracé comme suit:

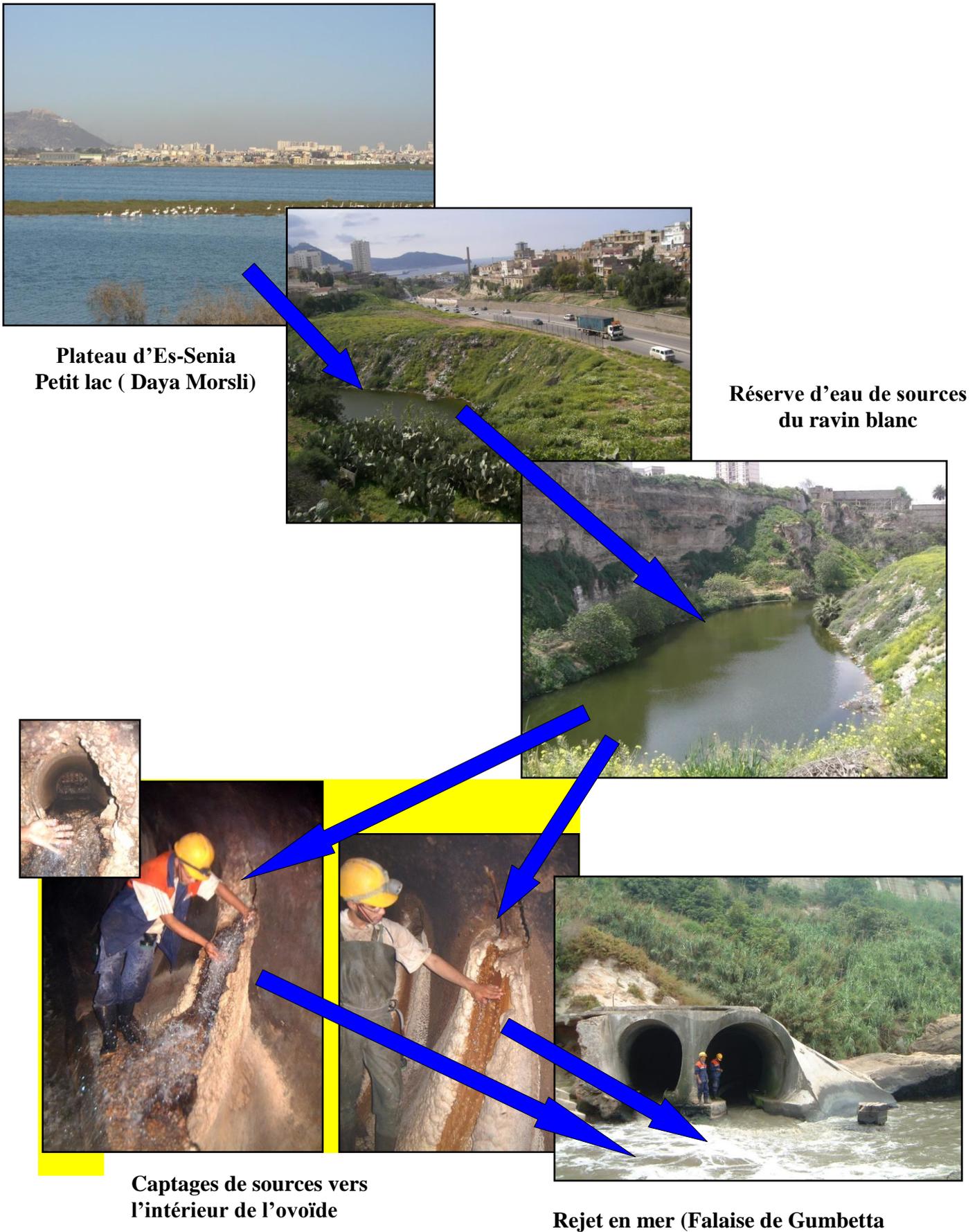


**Fig. 3 36 Du profil zéro (pont Zabana ) au profil P 650: 650 ml**

**Réseau de drainage des eaux de sources:**

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

Fig. 3 37 Réseau de drainage des eaux de sources:



**La transition des eaux souterraines ou de sources entre le troisième bassin versant du plateau de la Senie (sebkha) et le plan d'eau de baie d' Oran s'effectue tel le principe des vases communicants en suivant des chemins privilégiés le long des anciens ravin et passant au dessus du toit de la marne constituant le sol en profondeur**

**La particularité de circuit de drainage de ravin est qu'il contient en plus une réserve d'eau jouant le rôle de réservoir tampon alimentée par sebkha et des dispositifs de captage de sources directement dans l'ovoïde [11]**

### **3.7 2 Ravin secondaire:**

#### **3.7.2.1 Réseau d'assainissement des eaux usées et pluviales:**

Entre la place Gambetta, lieu de passage de ce ravin et le pont Zabana où il rejoint le ravin principal existe un ovoïde visitable de 700 mètres linéaires de long permettant d'acheminer les eaux usées et pluviales du quartier Nord de Gambetta vers l'ovoïde géant du front de mer en passant sous la cité la fontaine.

#### **3 7 2 2 Réseau de drainage des eaux de sources et pluviales:**

Ce ravin situé entre le rond point de Gambetta et le pont Zabana est doté de deux caniveaux longeant latéralement la voie de chemin de fer sur environ 650 m, permettant d'acheminer aussi bien les eaux pluviales propre à ce ravin qu'une partie des eaux de sources qui sortent en surface pour ce cas précis. Ces deux caniveaux se raccordent entre eux pour aller rejoindre la grande chute des chemins de fer menant à l'ovoïde géant.



**Fig. 3 38 Vue de la chute des chemins de fer**

Cette chute permet d'absorber toutes les eaux pluviales et de sources provenant par ce ravin par le biais des deux caniveaux latéraux à la voie de chemin de fer. Sa conception sous forme d'une succession de trois toboggans aboutissant chacun à un puit de réception jouant le rôle de brise charge, lui permet d'acheminer toutes les eaux vers l'ovoïde géant du front se trouvant à une profondeur de 36,00 mètres.

### **3.7.3 EXUTOIRE DU RAVIN**



**Fig. 3 L'ancien exutoire de ce ravin est compris entre le pont Zabana et les terre pleins portuaires. Il se trouve actuellement remblayé par les travaux de réalisation de la route COUTANT.**

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

---

### **3 7 3 1 Réseau d'assainissement des eaux usées :**

La grande partie des eaux usées et pluviales de la ville est déviée de cette zone et acheminée par le grand collecteur (ovoïde géant) vers la falaise de Gambetta. Un sous réseau en provenance du quartier de la Wilaya et non raccordé au collecteur principal, traverse perpendiculairement cet exutoire sous les remblais pour aboutir aux bassins portuaires en passant à l'arrière de la centrale de Sonelgaz. Il est composé de buses en amiante Ø 600 millimètres raccordées à un ancien ovoïde en maçonnerie.

### **3 7 3 2 Réseau d'assainissement des eaux pluviales:**

L'assainissement des eaux pluviales de cette zone vers les bassins portuaires est assuré par le réseau propre à la route COUTANT composé de:

- Plus d'un kilomètre de buses placées à l'axe de la route à une profondeur de 1,70 mètre et une pente de 4,5 % allant du pont Zabana jusqu'au bassin portuaire.
- Vingt (20) regards de visite.
- Trente huit (38) avaloirs.
- Une cunette de 400 mètres sur le côté gauche de la chaussée.
- Une cunette de 200 mètres sur le côté droit de la chaussée

### **3 8 DECOUPAGE DE LA ZONE:**

Vu la complexité des réseaux et afin de mieux mener les travaux d'expertise et d'étude de cet immense ravin, nous avons procédé à un découpage convenable en trois zones:

**Zone «A»:** zone du ravin blanc comprise entre le pont Zabana et le rond point de la cité Djamel. Soit sur une longueur de 2 500 mètres en suivant le lit du ravin principal.

**Zone «B»:** zone du ravin secondaire ou ravin de la ligne de chemins de fer comprise entre le pont Zabana et le rond point Gambetta. Soit sur une longueur de 650 mètres-en suivant le lit du ravin secondaire.

**Zone «C»:** zone de l'exutoire du ravin blanc comprise entre le pont Zabana et les terre pleins portuaires, autrement dit la zone qui englobe la route COUTANT.

### **3 8 1 ETAT ACTUEL DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE:**

#### **3 8 1 1 ZONE «A»:**

le réseau d'assainissement se compose d'un ovoïde principal longeant le lit du ravin et collectant toutes les eaux confondues sur son passage à savoir les eaux usées, les eaux pluviales et les eaux de sources pour les emmener vers l'ovoïde géant passant sous le pont Zabana, qui à son tour les rejette en mer au pied de la falaise de Gambetta.

### 3 8 1 1 Eaux usées:

Les travaux de reconnaissance à l'intérieur de l'ovoïde ont montré que ce dernier ne collecte qu'une partie des eaux usées des différents sous réseaux des quartiers de Gambetta Sud et Sainte Eugène. En effet, la majeure partie des raccordements de réseaux à ce collecteur se trouvent bouchés soit partiellement soit totalement par des déchets tout genre (ordures ménagères, matériaux solides, pneus, gravats, plastique etc.....)



**Fig. 3 40 Raccordements particuliers totalement bouchés**



**Fig. 3 41 Buse Ø 1000 mm totalement bouchée.**

Cet état de fait se traduit par un retour des eaux usées vers les caves des immeubles et des fuites vers le sol entraînant la contamination de la nappe souterraine.



**Fig. 3- 42 Débordement des eaux par le tampon du regard**

### **3 8 1 1 2 Eaux de sources:**

Il a été constaté lors de la reconnaissance de l'intérieur de l'ovoïde que l'insuffisance ou même l'absence de réseau de drainage des eaux de sources par endroit s'est traduit par une nette augmentation des pressions sur les parois externes des collecteurs autrement dans les remblais entraînant des éclatements des parois laissant apparaître des infiltrations dans tous les sens et des coulées de calcaires assez importants..[2]



**Fig. 3 43 Vue d'intérieur des collecteur (ovoïde)**

### 3 8 1 1 3 Eaux pluvial:

Le réseau d'assainissement se compose d'un ovoïde visitable longeant le lit de ce ravin principal et acheminant toutes les eaux aussi bien souterraines que superficielles vers l'ovoïde géant du front de mer.

Cet ouvrage est doté de 15 regards de visite dont dix (10) se trouvent complètement enterrés sous le revêtement de chaussée ou par le trottoir et le terre plein de la voie express.[11]



**Fig. 3 44 Regards sous Revêtement**

### REGARD SOUS TROTTOIR



### REGARD SOUS TERRE PLEIN

**Fig. 3 45 Quelques position De Regard**

Pour ce qui est de l'assainissement des eaux superficielles ou pluviales de ce ravin principal, la voie express était dotée à l'origine de trente six (36) avaloirs. Malheureusement à présent, ils ne sont visibles que de l'intérieur de l'ovoïde, car de l'extérieur on ne peut localiser que seize (16) d'entre eux mais dans un état de dégradation très poussé. Les autres ont été

## CHAPITER 3 PRESENTATION DE SITE ET DIGNOSTIQUE

volontairement démolis lors des travaux de dédoublement de la voie ainsi que de pose de câbles téléphoniques et autres.

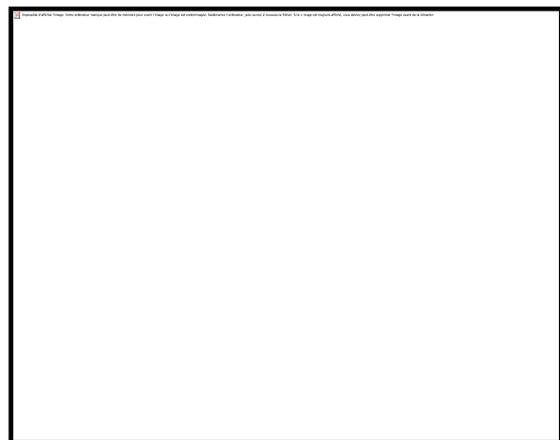
Notons qu'aucun assainissement de cette voie expresse ne s'effectue à présent, par conséquent toutes les eaux pluviales créent un courant vagabond qui suit superficiellement le lit du ravin sur les 2,5 kilomètres jusqu'au terre pleins portuaires.



**Fig. 3 46 Inondation de la Route du Port**

Il en est de même pour le sous réseau face au terrain du groupement Chérif Athman, composé de quatre regards de visite et quatre avaloirs raccordés entre eux par buses  $\varnothing$  200 et 400 mm. Il achemine les eaux pluviales au grand collecteur se trouvant à l'axe de la voie expresse.

Ce réseau est hors d'usage par son état de dégradation très poussé. En effet, pratiquement tous les avaloirs sont carrément cimentés de l'extérieur. [11]



**Fig. 3 47 Avaloirs Complètement Cimentés**

### **3 8 1 2 ZONE << B >>:**

#### **3 8 1 2 1 Eaux usées:**

Le diagnostic détaillé de l'intérieur de l'ovoïde visitable reliant la place Gambetta au pont Zabana en passant sous la cité la fontaine et longeant en grande partie le ravin des chemins de fer, montre que la grande partie des raccordements des sous réseaux des eaux usées et pluviales des quartiers Nord de Gambetta se trouve partiellement ou totalement bouchée.

#### **3.8.1.2.2 Eaux pluviales**

Vu l'obstruction de la majeure partie des avaloirs des quartiers Nord de Gambetta, les eaux pluviales rejoignent partiellement le collecteur précité. La grande partie de ces eaux converge superficiellement vers le ravin des chemins de fer proprement dit et suivent les deux canaux latéraux jusqu'à la chute en créant un courant assez important estimé visuellement en période coloniale entre 18 et 20 mètres cubes par seconde, ce qui est énorme de nos jours.

Malheureusement, le manque d'entretien depuis des décennies a entraîné la mise hors d'usage de l'ensemble de ce réseau d'assainissement d'une importance capitale. En effet, les deux canaux d'une longueur de 700 environ, se trouvent dégradés et partiellement enterrés. Aussi, ils ont été partiellement démolis lors des travaux de réalisation de la route coutant.

Par conséquent, lors des précipitations un courant vagabond se crée et suit en surface et d'une manière anarchique le tracé de l'ancien ravin pour aboutir aux terre pleins portuaires.



**FIG 3 48CHUTE DES CHEMINS DE FER  
TOTALEMENT ENTERREE**

---



**Fig. 3 44 canal latéral gauche  
Totalement enterre**

### 3 8 1 2 3 Eaux de sources:

La circulation des eaux de sources le long de ce ravin s'effectue par trois chemins. Une première partie rejoint la mer en suivant le lit du ravin en profondeur et au dessus du toit de la marne. Une seconde partie rejoint le collecteur par le biais de fissures créées à travers ses parois. Une troisième partie sort en surface juste au droit des canaux latéraux à la voie de chemin de fer pour être théoriquement acheminée vers la chute. Cette troisième partie rejoint les terre-pleins portuaires d'une manière anarchique en suivant en surface le tracé de l'ancien ravin car la chute se trouve totalement enterrée.

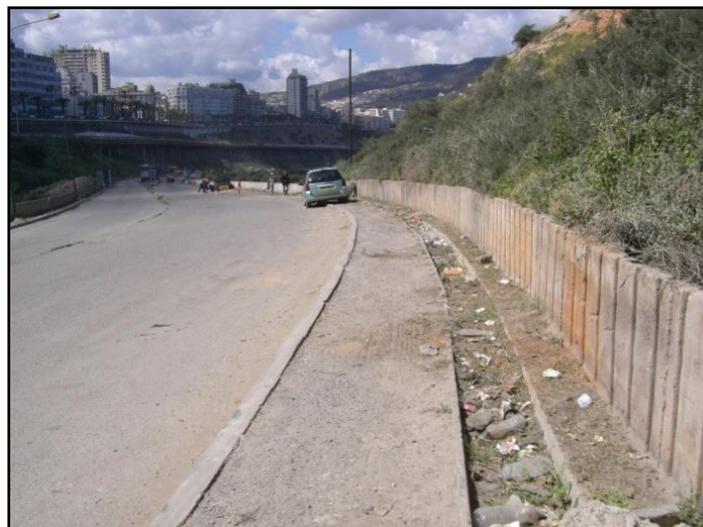


**Fig. 3 49 Infiltrations des eaux de sources avec coulées de calcaire**

### 3 8 1 3 ZONE << C >>:

#### 3 8 1 3 1 Eaux pluviales:

Tout le réseau d'assainissement de cette zone se trouve hors d'usage et à présent l'ensemble des eaux superficielles errent superficiellement en suivant la route COUTANT puis la terre pleine pour rejoindre les bassins portuaires.[11]



**Fig. 3 50 Exemple d'avaloir et cunette bouchée**

### **3 8 1 3 2 Eaux de sources:**

Pour cette zone aucun dispositif de drainage des eaux de sources n'a été prévu lors de l'étude des différents aménagements et en particulier pour la route COUTANT.

### **3 9 Conclusion**

L'ensemble des éléments enregistrés et recueillis des investigations menées (sondages carottés, hydrogéologie du site laissent apparaître que l'instabilité permanente de la route portuaire située dans la zone dite du ravin est liée principalement à l'infiltration des eaux de position à la fois superficielles et souterraines dans le corps du remblai.

L'étude hydrogéologique réalisée au droit du ravin blanc, il ressort que le risque géologique en milieu urbain est fondamentalement lié à l'action des eaux tant superficielles que souterraines. La région de par complexité morpho-structurale présente des risques potentiels liés à la nature des terrains qui menacent la stabilité des sites urbains et de l'infrastructure routière.

On note par ailleurs qu'après l'examen détaillé de la zone de l'exutoire du ravin, on remarque que les positions des différents désordres (fissures et affaissements) ne sont pas totalement arbitraires. En effet la zone la plus sensible se trouve localisée dans l'axe de l'ancien ravin blanc, comblé par le fossé par un important apport de remblai hétérogène fait de décharges très anciennes d'épaisseur: 15,0 à 20,0 mètres fournis des sondages réalisés au niveau de ce site. Ces remblais sous l'effet des infiltrations importantes demeurent assujettis à un lessivage entraînant son tassement continu.

# Solutions & Perspectives

### 4.1 Introduction :

Le manque d'entretien des réseaux des eaux usées et pluviales à l'extérieur de la zone portuaire depuis des décennies voir même leur détérioration partielle volontaire ou par ignorance s'est traduit par la création de courants vagabonds, notamment en période pluviale, aussi bien en sous sol qu'en surface et particulièrement le long des anciens ravins remblayés.

Ces courants amplifiés par toutes les fuites des autres réseaux tels que réseau d'A.E.P. ou autres entraînent la remontée de la nappe d'eau souterraine et par conséquent sont la cause principale d'apparition des désordres suivants :

- Inondation des caves des immeubles.
- Inondation des boulevards et ruelles.
- Inondation des terre-pleins portuaires.
- Dégradation des chaussées.
- Affaissements.
- Glissements de terrains.
- Affouillements des talus.
- Fissuration des édifices.
- Dégradation des fondations d'immeubles et d'ouvrages.

### 4.2 Traitement Du Probleme Dans Son Ensemble (A Court Terme)

En vue de protéger au maximum cette zone exutoire du ravin blanc avec la route du port, il est impératif de traiter les deux principales lignes d'arrivées d'eau au sein du remblai de la route la ligne d'apport la plus importante de l'amont du ravin et les eaux de résurgence venant du talus du front de mer.

Le traitement de ce problème dans sa globalité passe impérativement par le traitement de chacune des zones séparément comme suit :

#### 4.2.1 Drainage Des Eaux Superficielles:

### 4.2.1.1 Zone « A » :

#### a) Réhabilitation des avaloirs :

Réhabilitation des avaloirs visibles de l'intérieur et de l'extérieur en majorité situés sur le côté droit de la voie expresse en descendant au port. Cette opération intéresse le curage et la réparation des avaloirs proprement dits ainsi que leurs buses  $\varnothing$  300 mm de raccordement à l'ovoïde.

#### b) Ouverture et surélévation des regards de visite obstrués:

Sur les quinze regards de visite que compte ce réseau, dix (10) se trouvent complètement enterrés soit par le revêtement de chaussée soit par le béton du terre plein ou du trottoir. Leur ouverture avec surélévation est impérative.

#### c) Reprise du terre plein central de la voie expresse:

Le terre plein central réalisé en 2004 constitue un véritable obstacle aux eaux pluviales pour se rabattre sur les trottoirs et rejoindre les avaloirs, en particulier pour les tronçons à dévers à sens unique. Afin de permettre à ces eaux de rejoindre convenablement les avaloirs, il est indispensable de réaménager ce dernier en créant des ouvertures de 2,00 mètres tous les 15,00 à 20,00 mètres.



**Fig. 4.1 Stagnation des eaux superficielles sur le côté droit de la chaussée uniquement.**

### a) Réhabilitation du réseau d'assainissement face au groupement Chérif Athmane:

A cet endroit, la remise en service par débouchage et réparation du réseau secondaire est indispensable.

#### 4.2.1.2 Zone «B»:

### a) Réhabilitation de la chute des chemins de fer:

Le traitement du problème des eaux superficielles de ce ravin se résume à la réhabilitation de la chute des chemins de fer par curage et réparation, ce qui a été inclus dans les travaux d'urgence.



**Fig. 4.2 Curage des canaux latéraux à la voie des chemins de fer :**

Comme complément de travaux de réhabilitation du réseau de ce ravin secondaire, on note le curage des deux canaux latéraux à la voie de chemin de fer et la création du raccordement entre eux. Le premier canal, situé sur la gauche de voie est de section de faibles dimensions (0,60 X 0,60 mètre carré). Sa longueur à curer s'étale sur 450 mètres entre la place Gambetta et le pont de la clinique Chilia.

Le second canal, situé à gauche de la voie est de section plus importante. Sa longueur totale à curer est de 600 mètres allant de la place Gambetta au pont Zabana dont une partie de 101,50 mètres de longueur se trouve recouverte par des dalles de protection en béton armé et le mur de la culée du pont cadre de la voie des chemins de fer.

### **b) Couverture par dallage du grand canal:**

La continuité de la couverture par dallage en béton armé de 5,00 mètres de largeur et sur les 34,00 derniers mètres aboutissant à la chute, est nécessaire afin d'éviter toute chute de matériaux ou déchets dans ce canal qui se trouve au pied du talus.

### **c) Surélévation du regard de visite:**

La surélévation du regard de visite de la chute de chemins de fer sur 1,50 mètres.

#### **4.2.1.3 Zone «C» la route du port :**

La zone «C» intéresse aussi bien la route Coutant que l'exutoire du ravin blanc.

### **a) Injection de la fissure de la route:**

Afin d'éviter toute amplification du problème par glissement d'ensemble du talus de la route suite aux infiltrations des eaux superficielles (pluviales), il était urgent d'intégrer le traitement de la fissure dans les travaux d'urgence. Cette opération a été faite par forage et injection au coulis de ciment ainsi que par remplissage au béton faiblement dosé à base de grave concassée et sable.



**Fig. 4.3 Injection de coulis par le forage Fig. 4.4 Remplissage au béton à grave concassée**

### b) Réhabilitation du réseau d'assainissement propre à la route:

La réhabilitation du réseau de la route du port se résume aux travaux de curage de tous les regards et avaloirs ainsi que les buses entre le pont Zabana et les bassins portuaires. De même que les cunettes latérales longeant la route. Soit au total 20 regards de visite situés à l'axe de la route et 38 avaloirs le long des trottoirs.



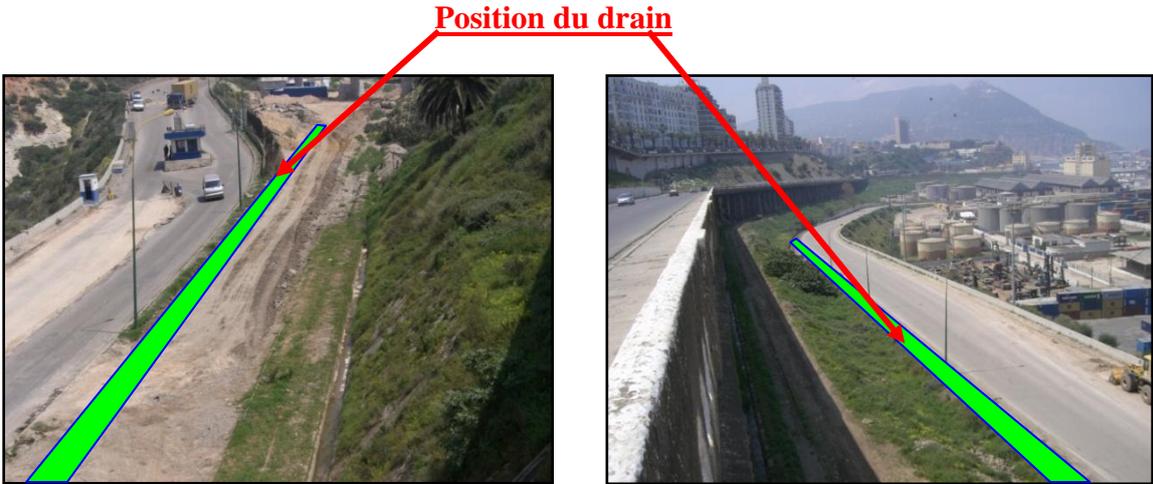
**Fig. 4.5 CURAGE D'UN REGARD DE LA ROUTE DU PORT**

#### 4.2.1.4 Zone «C»:

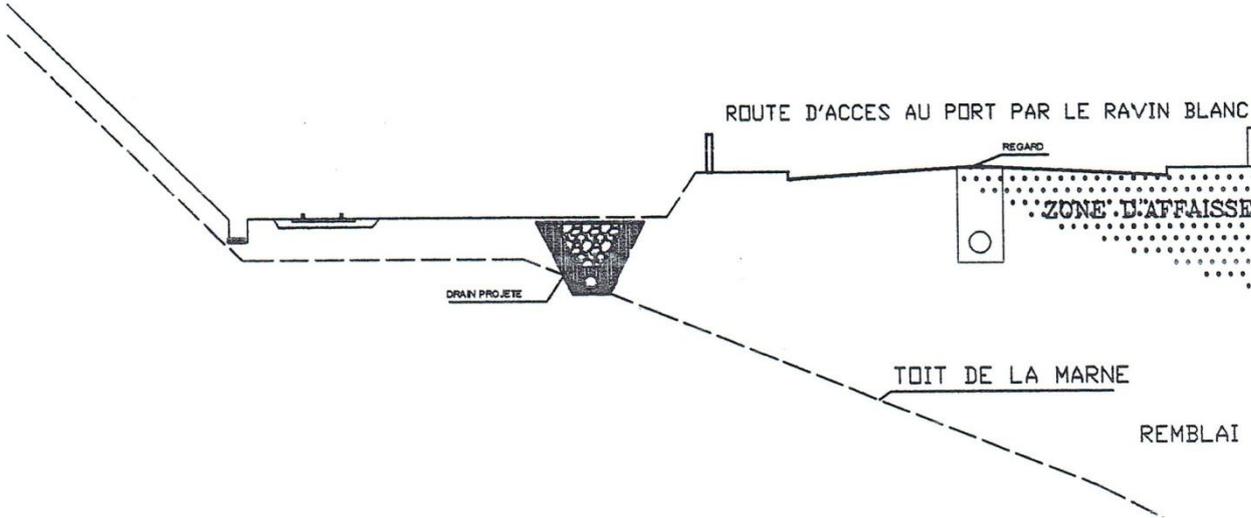
Pour cette zone, la solution proposée est le captage et le drainage des eaux souterraines la réalisation d'un drain enterré composé de différents matériaux jouant le rôle de filtres ( voir Fig4.8). Ce dernier doit faire barrière à ces eaux souterraines circulant au dessus du toit de la marne de l'ancien talus et allant vers le noyau en remblai de la route.

Au total quatre sondages carottés ont été exécutés à l'emplacement présumé du drain et ont montré que le toit de la marne à ce niveau varie de 2,40 mètres à 1,00 mètre de profondeur. De même qu'ils montrent la présence d'eau souterraine à faible profondeur, en particulier en partie amont du ravin.

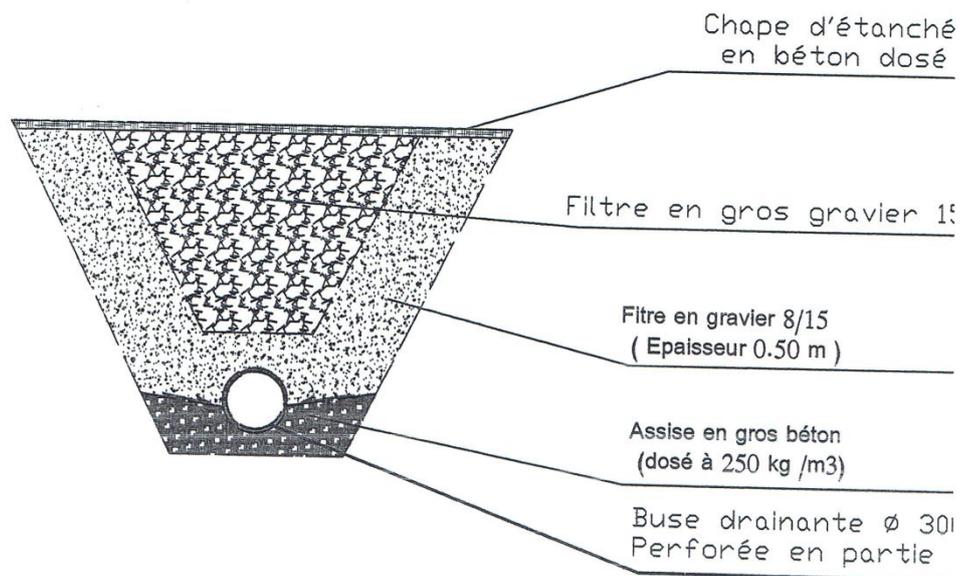
Par conséquent, ce drain doit être projeté entre la route et la voie de chemin de fer et sa position exacte sera fonction de celle du passage du câble de la haute tension de la Sonelgaz enterré dans cette zone. Sa profondeur varie de 2,50 mètres en amont à 1.00 mètre à en aval au droit du regard de raccordement tout en longeant la route sur 450 mètres avec une pente de 4 %.



**Fig. 4.6 Position Schématique Du Drain.**



**Fig 4.7 coupe transversale d'ensemble au droit de l'affaissement avec l'implantation d'u drain**



**Fig. 4.8 Type De Drain A Installer**

**a) Traitement de l'ancienne fissure de la culée en terre armée enlevée :**

Traitement par injection et remplissage de la fissure du sol au droit du remblai de l'ancienne culée en terre armée enlevée.



**Fig. 4.9 Fissure profonde sur la rive gauche du ravin**

### b) Reprofilage du talus de la rive sud du ravin:

Le Reprofilage au droit de la fissure est recommandé afin de soulager le talus de la rive sud du ravin d'une part et de permettre la projection convenable d'un réseau d'assainissement local d'autre part.

### c) Réseau local d'assainissement du talus :

Après Reprofilage du talus il est recommandé de créer un réseau local d'assainissement du talus de la rive gauche du ravin. Ce dernier doit être composé de quatre descentes d'eau reliées à un canal résultant du prolongement de celui de la voie des chemins de fer sur une longueur de 200 mètres linéaires.



Fig 4.10 Réseau local d'assainissement du talus de la rive sud

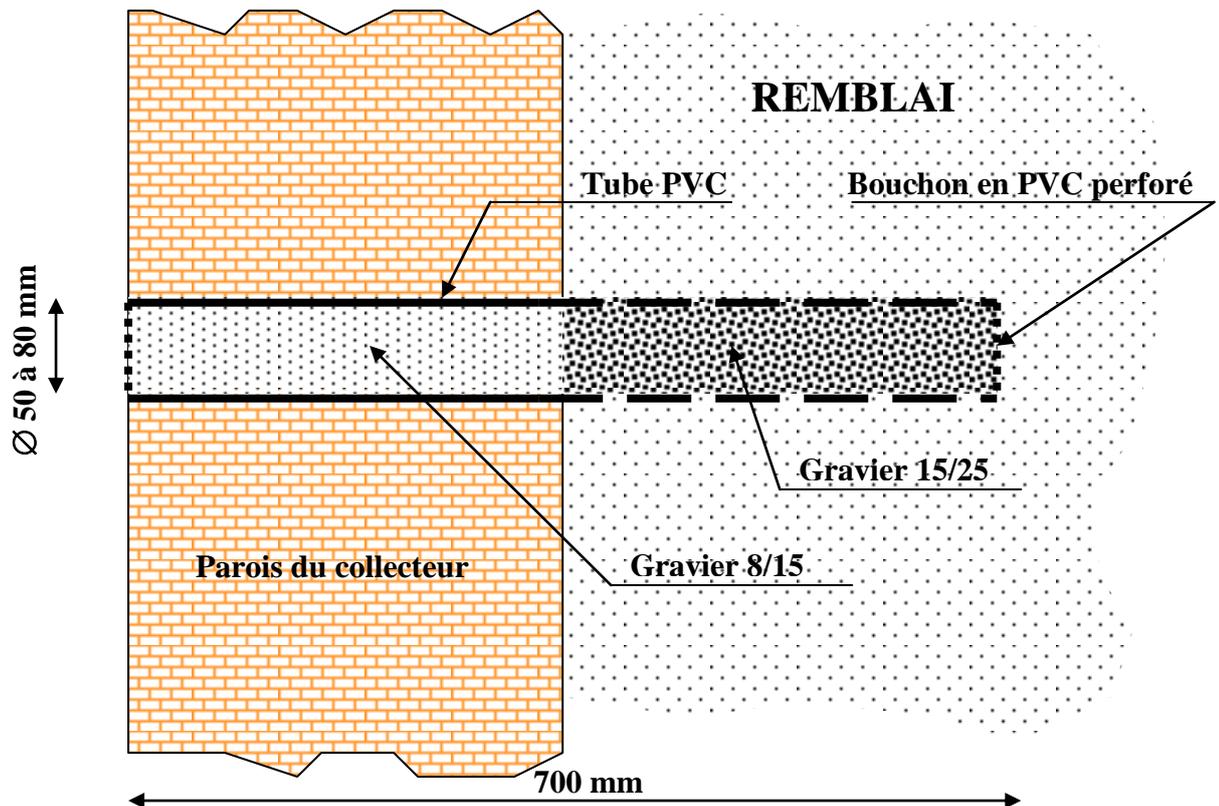
### 4.2.2 – Drainage Des Eaux Souterraines:

#### 4.2.2.1 - Zone «A» et Zone «B»:

L'absence de réseau de drainage sur les 360 derniers mètres des deux collecteurs des deux zones «A» et «B» est à l'origine de l'apparition des fissures entraînant des coulées de calcaire.

Il est recommandé de procéder à la réalisation d'un réseau de drainage par installation de barbacanes de diamètre compris entre 50 et 80 millimètres. Ces barbacanes en nombre de 150 à 200 seront créées par forage à travers les parois des collecteurs aux endroits choisis des anciennes coulées de calcaire et des actuelles infiltrations des eaux de sources à travers les fissures. Aussi, elles seront faites en tubes PVC de 70 centimètres de long et de même

diamètre que le trou de forage remplis de deux types de graviers ( 8 / 15 ) et ( 15 / 25 ) servant de filtre.



**Fig. 4.11 Type De Barbacanes A Installer**

### 4.3 Perspectives Et Solution Final (A Long Terme):

Afin de pouvoir mettre fin aux problèmes des désordres et des effondrements sur la route menant au port d'Oran, la solution finale est d'éliminer toutes infiltrations des eaux superficielles ou souterraines, avec l'installation et l'entretien des réseaux des eaux de surface et du sous-sol de toute la ville d'Oran, ce qui engendre des coûts et un budget très important pour assurer un entretien durable et permanent, pour cela on propose de rentabiliser le dispositif d'entretiens des réseaux par l'installation d'un système de traitements de l'eau containerisés sur plusieurs point bas de ces derniers soit superficiels ou souterraines.

Le système de traitements de l'eau containerisés est très facile à installer et ne demande pas une grande surface ni un grand budget, la vente de l'eau récupéré avec ce système assurera le financement de l'opération d'entretien des réseaux, empêchant par la suite toute infiltration

d'eau dans le sol, et une solution durable pour les désordres de la route d'accès du port d'Oran.

La description du système de traitements de l'eau containerisés est comme suite :

### 4.3.1 Stations d'épuration conteneur :

Les stations container sont des systèmes biologiques préassemblés pour le traitement des eaux usées domestiques ou les eaux usées de compositions similaires. avec une capacité minimum de 200 m<sup>3</sup> / jour et qui peut atteindre des centaines de milliers de mètres cube jour selon le dispositif.



**Fig. 4.12** Systèmes d'osmose inverse containerisés

#### 4.3.1.1 Secteurs d'activités :

- Bases de travail de l'industrie minière et pétrolière
- Chantiers
- Camps de réfugiés et opérations humanitaires consécutives à des catastrophes
- Stations de recherche
- Régions glacières, déserts et autres lieux avec des climats extrêmes

Le concept de base de nos stations container est l'installation d'épuration prête à l'emploi implantée à l'intérieur d'un conteneur ISO, ce qui permet la mise en service sur site la plus

rapide possible. Des stations dans un ou plusieurs conteneurs ISO de 20 ou 40 pieds sont disponibles, elles le sont également pour des lieux isolés avec un système de chauffage additionnel pour les régions polaires ou une ventilation et un système de refroidissement pour les zones tropicales et équatoriales.

Les réservoirs internes des conteneurs sont entièrement composés de plastique PE résistant aux eaux usées. En plus de la facilité de transport des installations partout dans le monde, le conteneur ISO constitue aussi une protection pour la station d'épuration installée en surface contre les éléments extérieurs. Ainsi, même les conditions les plus extrêmes n'affectent pas la durée de vie de l'installation. Cela permet un emploi répété, années après années.

### 4.3.1.2 Facile à transporter:

Grâce aux dimensions standards mondiales ISO pour les conteneurs maritimes, stations de traitement mobiles peuvent être déplacées et transportées par tous les transporteurs capables de prendre en charge des conteneurs maritimes.



**Fig. 4.13** Unité de traitement d'eau de surface (ultrafiltration/osmose inverse)

**Fig. 4.14** Unité d'osmose inverse containérisée



### 4.3.1.3 Taille des systèmes:

Différents containers sont disponibles pour des tailles de 10, 20 ou 40 pieds.

	<b>10 pieds</b>	<b>20 pieds</b>	<b>40 pieds</b>
<b>Dimensions externes</b>			
Longueur m	2.9	6.0	12.2
Largeur m	2.4	2.4	2.4
Hauteur m	2.5	2.5	2.5
<b>Dimensions internes</b>			
Longueur m	2.8	5.8	12.0
Largeur m	2.3	2.3	2.2
Hauteur m	2.3	2.4	2.4
<b>Volume m<sup>3</sup></b>	16	33	67
<b>Masse vide kg</b>	1450	2170	3310
<b>Poids brut maximal Tonnes</b>	20	24	30
<b>Accessibilité</b>	1 porte double		

**Tableau 4.1: Classification selon la taille des Différents containers [8]**

	20ft	40ft
<b>Dimensions externes</b>		
Longueur m	6.0	12.2
Largeur m	2.4	2.4
Hauteur m	2.5	2.5
<b>Dimensions internes</b>		
Longueur m	5.5	11.5
Largeur m	2.2	2.2
Hauteur m	2.2	2.5
<b>Volume m3</b>	28	67
<b>Masse vide kg</b>	2950	4250
<b>Poids brut maximal Tonnes</b>	30	34
<b>Accessibilité</b>	1 porte double	

**Tableau 4.2: Containers isolés (Chaud/Froid) [8]**



**Fig 4.15 Container de 40 pieds avec des portes latérales**



**Fig 4.16 Container de 20 pieds avec portes latérales et fenêtre**

Dans les zones de climat chaud, les appareils électriques et les fluides doivent être maintenus en dessous de 35 degrés afin d'optimiser leur performance. La température dans le container placé directement sous le soleil peut facilement atteindre 80 degrés. C'est pourquoi des containers avec un revêtement extérieur spécifique peuvent être refroidis par air.

Dans les zones froides, les fluides doivent être maintenus au dessus du point de congélation et les équipements extérieurs souffrent avec des températures inférieures à 5 degrés. Dans ce cas des containers isolés avec des équipements de chauffage.

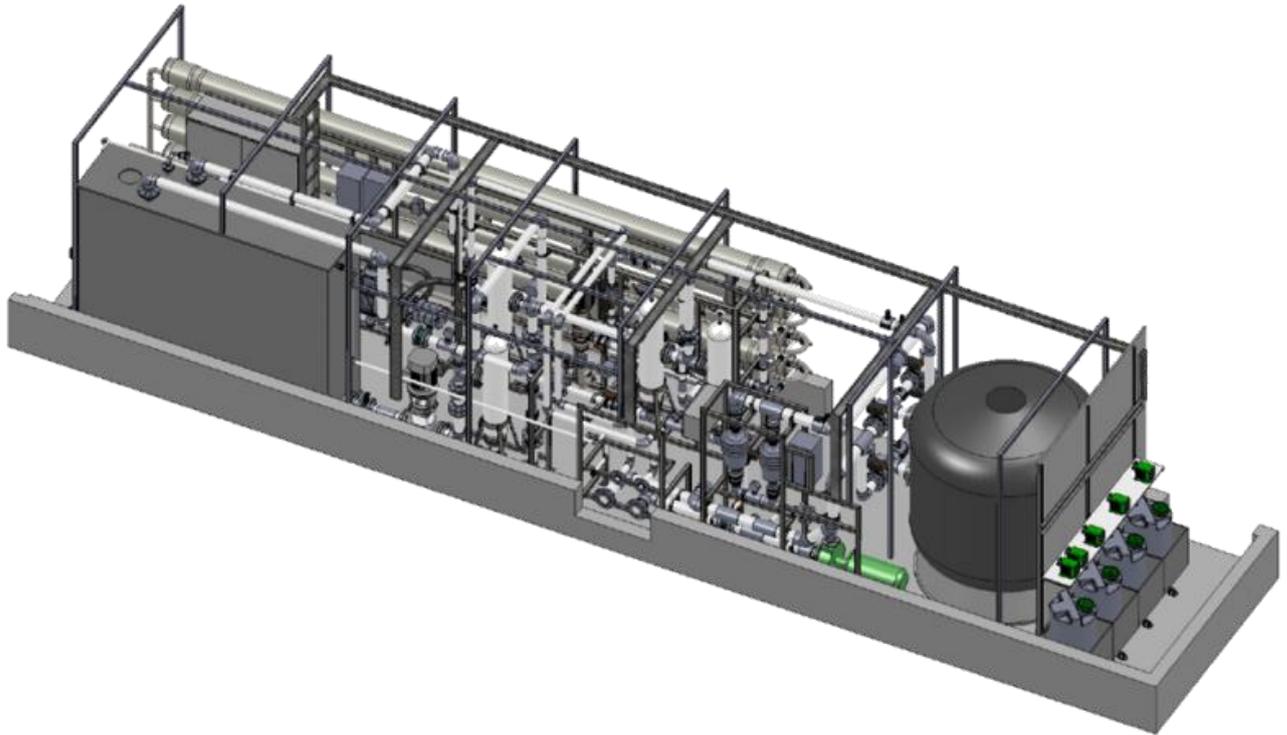
En cas d'importantes variations de température, celle-ci peut ainsi être maintenue entre 5 et 35 degrés.

#### **4.3.1.4 Facile à installer:**

Les installations sont entièrement préfabriquées. Après une phase de test poussée, les stations sont préparées pour le transport routier ou maritime. Des systèmes de montage rapides et un matériel parfaitement ajusté comme les canalisations, les tuyaux et les câbles permettent une installation rapide et une mise en service immédiate après la pose des conteneurs à leur place. Branchez et utilisez!

### 4.3.1.5 Traiter l'eau pour votre environnement:

Aucun problème pour protéger l'environnement de la pollution ou utiliser l'eau traitée pour l'irrigation – les stations de traitement container constituent des solutions sur mesure pour les projets et respectent les plus hautes exigences environnementales



**Fig 4.17 schéma d'installation du système de traitements de l'eau containerisés.**

### 4.3 Conclusion :

Au terme de ce chapitre, il ressort que le risque géologique en milieu urbain est fondamentalement lié à l'action des eaux tant superficielles que souterraines. La région de par complexité morpho-structurale présente des risques potentiels liés à la nature des terrains qui menacent la stabilité des sites urbains et de l'infrastructure routière.

La fissure s'est manifestée donc justement sous le remblai imbibé d'eau et par voie de conséquence, vulnérable à tout facteur ayant une incidence sur l'ouvrage routier.

A cet effet on propose des solutions a long et a court terme présentées comme suite :

**-a court terme :** la réalisation d'une tranchée de drainage, parallèle à l'accotement de la chaussée affectée par la fissure. Un système de barbacanes placées perpendiculairement au sens d'écoulement des eaux accompagnera cette tranchée (à base étanche) pour évacuer les

eaux récupérées vers le collecteur principal à partir d'une canalisation enterrée, et réhabilitation des réseaux des eaux pluviales (curage et réhabilitation des avaloirs), la réparation des réseaux des eaux souterraines (ovoïde et rehaussement des regards de visite), afin de maîtriser toute infiltration des eaux qui peut nuire à la stabilité de la route d'accès au port route COUTANT.

**-a long terme:** assuré l'entretien de l'ensemble des réseaux des eaux pluviales et souterraines de la ville d'Oran, avec l'implantation d'un système de traitements de l'eau containerisés sur différents points d'accumulations de ces eaux, pour but d'optimiser les coûts des travaux d'entretien et de réhabilitation de l'infrastructure routière.

# Conclusion Générale

## Conclusion Générale

---

L'objectif de ce travail était de chercher les causes et facteurs ayant contribué aux désordres de la route d'accès au port d'Oran, en se basant sur les informations des expertises et compagnes de reconnaissances engagées par les laboratoires :

- Laboratoire Des Travaux Publics De L'ouest L.T.P.O.Unité d'Oran
- Bureau D'étude BETP Ghanem Mokhtar Mascara
- Société Maritime Des Travaux, Reconnaissances Et Expertises S.O.M.A.T.R.E.

Mostaganem

Au terme de notre travail, nous pouvons conclure qu'il reste à énoncer toujours que les remblais supportant la route du ravin blanc ont été soumis depuis des années à des infiltrations très importantes d'eau canalisées par le ravin le long de la voie ferrée.

Les conséquences de ces infiltrations se sont traduites en partie par les différentes désordres enregistrés jusque là au niveau de la route portuaire, au niveau de la culée en terre armée du port et les fissures très profondes de la rive Sud en liaison avec la voie Sud reliant la voie express.

D'autre part le remblai en question très hétérogène (remblai de vieilles déchargés) ne pourrait par ces occasions qu'être affecté en profondeur et contenir soit des poches lessivées se présentant sous forme de vides ou des passages très peu compacts, faisant de sorte que la consolidation du remblai se poursuivra encore le temps si les préconisations envisagées ne seront pas mises en place. En effet des études pathologiques ont montré que la majorité des sinistres étaient dues à l'eau.

Pour remédier aux problèmes cités au dessus une solution a été proposée qui est devisé en deux parties:

Partie 01 A court terme qui consiste au traitement du problème dans son ensemble des travaux d'urgence et de réhabilitations des réseaux des eaux pluviales et souterraines et pour éviter les infiltrations de ces eaux a travers les fissures apparus en surface de la route , des injections en coulé de béton de la Fissure profonde et la reconstruction de la route COUTANT.

Partie 02 A long terme qui consiste a assuré le traitement de l'ensemble des réseaux des eaux pluviales de la ville d'Oran et rentabiliser les couts engendrés par un système de traitement de l'eau containérisés afin d'empêcher toute infiltrations d'eau a long terme et d'éliminer toute menace de ruine (mouvement de sol) sur la route en question.

## Bibliographie

---

[1] cour Mme Abdeslam pathologie de construction

[2] Cours : Ossatures Bâtiment (2015/2016) – MASTER Génie Civil – Option : Structures civiles et industrielles- Prof. Amar KASSOUL –UHBChleF

Site :<http://www.univ-chlef.dz/fgca/CHAPITRE-2-FONDATIONS.pdf>

[3] PATHOLOGIE DES CONSTRUCTIONS GSL 566

[https://ft.univ-tlemcen.dz/assets/uploads/pdf/departement/gc/chap6\\_maconnerie.pdf](https://ft.univ-tlemcen.dz/assets/uploads/pdf/departement/gc/chap6_maconnerie.pdf)

[4] pathologie par Jean Daniel Meerlet Ingénieur de l'école centrale de Paris Directeur technique de centre scientifique et technique du Bâtiment (CSTB)

[5] 2007-mouvement- de- terrain.pdf

[6]<http://www.risquesmajeurs.fr/le-risque-mouvements-de-terrain>

[7] [memoireonline.com](http://memoireonline.com) Etude d'un glissement de terrain par talus laboratoire central des ponts et chaussées

[8] Les Glissements de talus routiers : étude de désordres observés de Groupe d'étude des talus Laboratoire central des ponts et chaussées (Auteur

[9] ) Étude des glissements des talus argileux : Par M. Florentin (Reliure inconnue) de J. Florentin (Auteur)

[10] PILOT G. (1974). Stabilité des pentes. Techniques de l'ingénieur

### **Sites Internet :**

<http://www.geo-slope.com>

[www.enpc.fr](http://www.enpc.fr)

<http://www.techniques-ingenieur.fr> [www.lcpc.fr](http://www.lcpc.fr)

<http://earth.google.fr>

<http://eost.u-strasbg.fr>