

N° d'ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement  
Supérieur Et de la Recherche  
Scientifique  
Université Mohamed Ben  
Ahmed ORAN



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة محمد بن أحمد

وهران

Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département des Sciences de la Terre

Mémoire de Master

Option : Risque Naturel et Gestion

**Impact de la sismicité sur les risques technologiques en  
milieu industriel cas de la région d'Arzew**

Présenté par M. ZIANI Elhachemi

Soutenu le : 26/06/2016 devant le jury :

Mr. FOUKRACHE Mohamed  
Mr. MANSOUR Hamidi  
Mme. ABLAOUI Halima

Président  
Encadreur  
Examineur

Oran, 2016

# Table des Matières

	Pages
Sommaire.....	I
Liste des figures .....	III
Liste des tableaux ..... ;.....	IV
Remerciement.....	V
Dédicace.....	VI
Résumé.....	1
Introduction générale .....	2
I. Chapitre 1 LA SCIENCE DU RISQUE	
1 .Définition (Aléas, vulnérabilité et risque .....	4
2. Les différents niveaux de risque.....	7
3. Vocabulaire élémentaire du risque.....	8
4. Les catégories de risques.....	9
5. Comment réduire et gérer les risques.....	10
6. Le risque selon la réglementation algérienne.....	12
7. Risque naturel.....	14
8. Risque sismique.....	15
9. La perception du risque sismique.....	15
10. Gestion du risque sismique urbain.....	15
10.1. Plan de gestion de la catastrophe et plan d'action.....	15
11. Les étapes de la gestion.....	16
12. Le Microzonage.....	16
13. Les risques technologiques majeurs.....	17
13.1. Les principales manifestations des risques technologiques .....	17
13.2. Caractérisation de l'événement technologique.....	17
14. Le risque de transport.....	18
15. Le risque nucléaire.....	18
16. Le risque de rupture de barrage.....	19
17. Le risque industriel.....	19
18. Causes d'un accident industriel.....	20
19. Effets d'un phénomène dangereux et conséquences d'un accident industriel.....	21
II. Chapitre 2 Le risque sismique à Arzew	
1. Généralités.....	22
1.1 Cadre géographique de la région d'Arzew.....	22
1.2 Cadre géologique de la région d'Arzew.....	22
1.3 Contexte climatologique.....	23
2. Séismicité historique de l'Algérie du Nord.....	24

3. Séismicité historique de l'Oranie.....	25
4. La séismicité instrumentale de l'Oranie.....	28
5. La séismicité actuelle en Oranie.....	28
6. Le risque sismique à Arzew.....	31
7. Arzew : une zone à forte concentration démographique.....	33
8. Approche probabiliste.....	34
<b>III. Chapitre 3 Le risque technologique à Arzew</b>	
1. Présentation du pôle industriel d'Arzew.....	39
2. Arzew une zone pétrochimique stratégique.....	40
3. Les risques anthropiques et naturels potentiels dans la zone d'Arzew.....	41
4.1 Le risque explosif.....	42
4.1.1 Le BLEVE (boiling, liquid expanding vapor explosion) .....	42
4.1.1.1 Les effets thermiques.....	45
4.1.1.2 L'effet de surpression.....	45
4.1.1.3 L'effet missile .....	45
4.1.2 L'effet Boil-over .....	46
4.1.3 L'explosion chimique.....	47
5. Rayons des cinq complexes qui déterminent le territoire d'Arzew .....	47
6. Les plans de préventions des risques technologiques : une solution durable .....	53
7. Les différents modes d'action pour maîtriser ou réduire la vulnérabilité des personnes à l'aléa industriel .....	53
Conclusion générale .....	56
Bibliographie .....	57

## Liste des figures

N° De figure	Titre	Page
1	Exemples de relations entre catastrophes naturelles et catastrophes technologiques	2
2	Aléa d'éboulement	5
3	présentation de la vulnérabilité	5
4	présentation du risque	6
5	présentation de la catastrophe	7
6	Courbe de Farmer (source : Le risque majeur. Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement et de la Prévention des Risques Technologiques et Naturels - Direction de l'Eau et de la Prévention des Pollutions et des Risques - Délégation aux Risques Majeurs	8
7	mécanisme de la réduction des catastrophes	12
8	les regles de gestion du risque	12
9	explication de la notion risque	15
10	risque de transporte	19
11	risque nucléaire (Hiroshima)	19
12	risque de rupture de barrage	20
13	situation géographique de l'Oranie in BOUBTANA .G & CHAMI .N (2015)	22
14	Carte géologique des monts d'Arzew in BOUBTANA .G & CHAMI .N (2015)	23
15	Cadre schématique de la tectonique actuelle entre les Açores et la Tunisie (D'après Bufo, 2008)	24
16	Extrait de la carte isoséiste du séisme du 12/12/1959 BENABDELLAH.M (2011)	27
17	schéma structural du massif d'Arzew (BOUBTANA .G & CHAMI .N (2015)	28
18	Carte de localisation du séisme d'Oran 06/06/2008 BENABDELLAH.M (2011)	29
19	Carte de localisation de séisme d'Oran 24/07/2008 BENABDELLAH.M (2011)	30
20	sources sismiques proches de la zone d'Arzew d'après Aini djemal (2011)	32
21	carte d'aléa sismique pour la période de retour T= 50 ans BENABDELLAH.M (2011)	35
22	carte d'aléa sismique pour la période de retour T= 200 ans BENABDELLAH.M (2011)	35
23	carte d'aléa sismique pour la période de retour T= 500 ans BENABDELLAH.M (2011)	36
24	Site archéologique (ex Portus Magnus. à Bethioua	37
25	Situation du pôle industriel d'Arzew in KACEMI .M (2006))	39
26	explication du BLEVE	42
27	schéma explicative du l'UVCE	43
28	L'incendie d'un stock de produits	43
29	schéma explicative du L'émission et la dispersion de produits toxiques	44
30	schéma explicative du feu de nappe	44
31	schéma explicative du L'explosion de poussières	44

<b>32</b>	schéma explicative du L'explosion de produits explosibles	45
<b>33</b>	Schéma explication du boil-over	46
<b>34</b>	rayon d'affichage pour le complexe GNL1 (Aini Djemal ,2011)	48
<b>35</b>	rayon d'affichage pour complexe RTO (Aini Djemal ,2011)	49
<b>36</b>	rayon d'affichage pour le complexe GP1Z (Aini Djemal ,2011)	49
<b>37</b>	Le rayon d'affichage pour le complexe NAFTEC (Aini Djemal ,2011)	50
<b>38</b>	rayon d'affichage pour le complexe FERTAL (Aini Djemal ,2011)	51
<b>39</b>	ensemble des rayonnements d'affichage (Djemal Aini 2011)	52
<b>40</b>	voie d'accès à ARZEW	55

## Liste des tableaux

<b>N° de tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	classification des risques (Jean- François .G (2002)	9
<b>2</b>	Le risque selon la réglementation algérienne	12
<b>3</b>	Etapas dans la gestion du risque sismique (BELAZOUGUI et al, 2001)	16
<b>4</b>	Tableau 4 : Précipitations moyennes mensuelles (station d'Arzew) in (BOUBTANA .G (2015))	23
<b>5</b>	Principaux séismes historiques de l'Oranie (I > IV) BENABDELLAH.M (2011)	25



## *Remerciements*

En premier lieu, mes plus grand gratitude sont pour Allah, le tout puissant, le miséricordieux, de m'avoir appris ce que j'ignorais, de m'avoir donné la santé et tout dont je nécessitais.

J'adresse mes vifs remerciements à mon encadreurs : Dr MANSOUR Hamidi ; qui s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'elle a bien voulu me consacrer.

Que les membres du jury Mr FOUKRACHE Mohamed et Mme ABLAOUI Halima, qui ont accepté de lire et juger ce mémoire en soit remercié.

Enfin, je remercie du fond du cœur ceux qui ont contribué de près ou de loin à la finalisation de ce travail ainsi qu'à tous ma famille et mes amis pour leur soutien.





## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :  
À ma chère mère ;  
À mon cher père ;  
À tous mes proches de la famille  
ZIANI, et plus  
particulièrement, mes frères et mes  
sœurs tout à son nom  
À tous mes chers amis et mes  
collègues de l'Université de  
Mohamed Ben Ahmed ORAN;  
Et à tous ce qui ont enseigné moi au  
long de ma vie scolaire ;*

*Elhachemi*



## Résumé.

L'étude des interactions entre risque sismique et risques technologiques en milieu urbain poursuit deux objectifs : le premier consiste à acquérir une meilleure connaissance des risques sismique et technologiques dans la région étudiée, et surtout des relations existant entre eux. Le second objectif consiste à imaginer des scénarios catastrophiques de manière à évaluer les conséquences d'une catastrophe dans l'optique d'une meilleure gestion des risques. L'agglomération d'Arzew (Oran, Algérie) se place dans un contexte particulièrement favorable à une telle étude car il s'agit d'une ville industrielle exposée à des risques technologiques et naturels (risque sismique, inondations, explosion, incendie, pollution.)

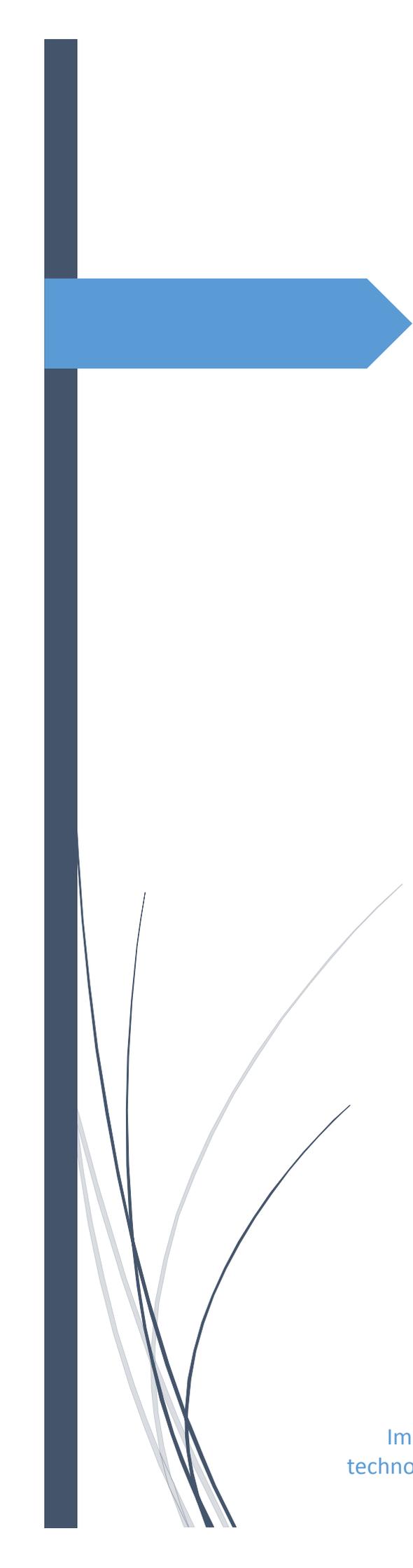
**MOTS-CLÉS :** risque technologique, risque sismique, interactions, système d'information géographique, gestion du risque.

**ABSTRACT.** The research aims at studying the interactions between seismic and technological risks in an urban area. The first objective of the study consists in improving the knowledge concerning the seismic and the technological risks in the studied area, and particularly their interactions. The second objective consists in imagining catastrophic scenarios in order to evaluate the consequences of a catastrophe. This would lead to a better risk management. The urban area of Arzew (Oran, Algeria) stands in a favorable context to such a study, as it is an industrial city exposed to different technological and natural risks (seismic risk, floods, explosion, fires, pollution).

**KEY WORDS:** technological risk, seismic risk, interactions, geographic information system, risk management

**ملخص.** لدراسة التفاعلات بين مخاطر الزلازل والمخاطر التكنولوجية في المناطق الحضرية هدفان: الأول هو التوصل إلى فهم أفضل للمخاطر الزلزالية والتكنولوجية في منطقة الدراسة، وخاصة في العلاقات بينهما. والهدف الثاني هو أن نتخيل سيناريوهات كارثية من أجل تقييم عواقب كارثة بهدف تحسين إدارة المخاطر وضع مدينة أرزيو (وهران، الجزائر) في بيئة إيجابية وخاصة لمثل هذه الدراسة لأنها مدينة صناعية تتعرض لمخاطر التكنولوجية والطبيعية لأنواع مختلفة (الزلزالية (خطر، والفيضانات، الانفجار، الحرائق التلوث).

**الكلمات الرئيسية:** مخاطر التكنولوجيا، مخاطر الزلازل، والتفاعلات، وإدارة المخاطر



# Introduction Générale

Impact de la sismicité sur les risques  
technologiques en milieu industriel cas de la  
région d'Arzew

## Introduction

L'actualité est quasi-quotidiennement marquée par l'occurrence d'événements catastrophiques de natures différentes. Les uns ont une origine naturelle, comme les tremblements de terre : toutes magnitudes confondues, le nombre annuel de séismes sur la surface totale du globe s'élève à un million (MADARIAGA et PERRIER, 1991). Mais tous les événements sismiques ne sont pas d'origine tectonique, certains résultent d'activités anthropiques telles que l'exploitation de carrières, les tirs de mines, la mise en eau d'un barrage, etc. Lorsque des séismes affectent des zones peuplées, notamment des villes, ils sont susceptibles d'engendrer des dommages considérables. Par ailleurs, les activités anthropiques ont des conséquences sur la sécurité des populations, et chacune d'entre elles peut s'avérer dangereuse pour l'homme. En effet, de nombreux incidents et accidents technologiques ont lieu chaque année (CUTTER, 1993). Certaines catastrophes sont plus complexes qu'un simple séisme, puisqu'elles sont le résultat de phénomènes en cascade (figure 1) : par exemple, un tremblement de terre peut être à l'origine de la rupture de conduites de gaz, de l'effondrement de cavités issues de l'exploitation minière ; la rupture d'un barrage peut aussi entraîner des inondations. Il semble que des relations existent entre certaines catastrophes naturelles et certaines catastrophes technologiques. On peut se demander quelle est la nature de ces liens et comment les caractériser.

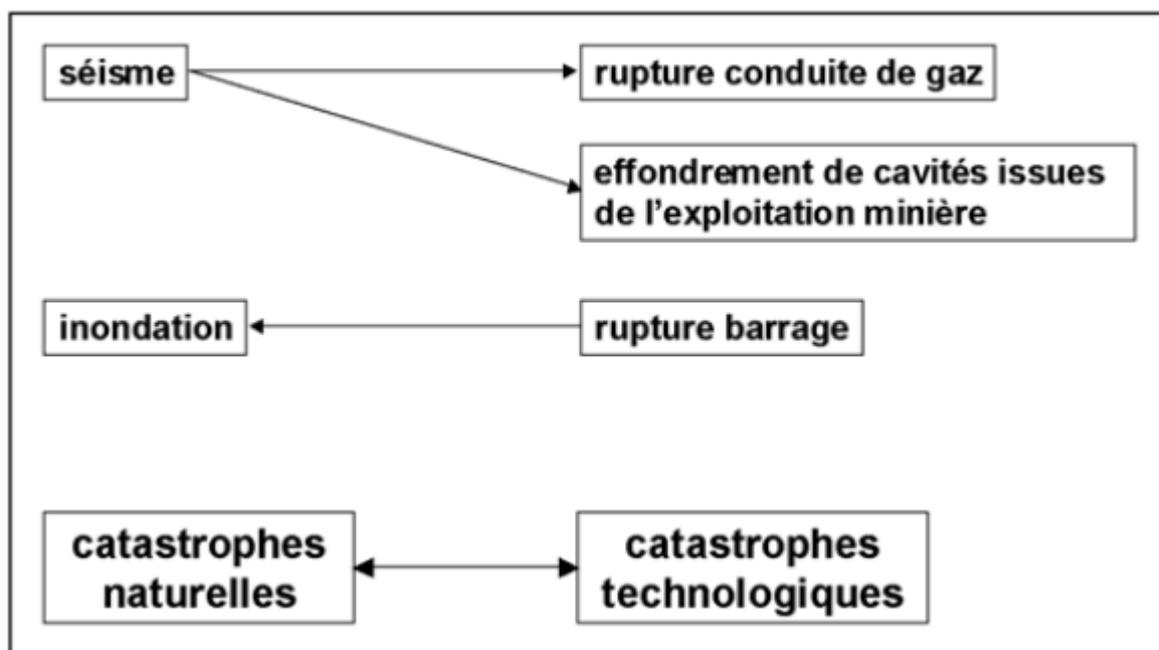
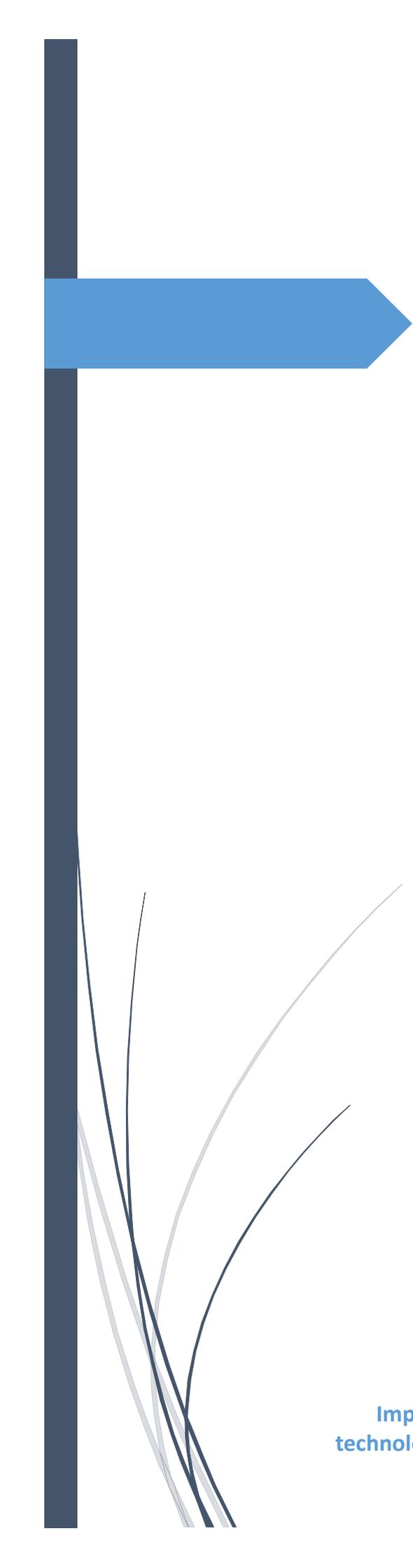


Figure 1 : Exemples de relations entre catastrophes naturelles et catastrophes technologiques

La recherche présentée ici a pour objectif d'étudier les interactions qu'il peut y avoir entre risque sismique et risques technologiques, en considérant que le risque est le résultat de la combinaison entre le phénomène catastrophique (ou aléa), qu'il soit naturel ou technologique, et la vulnérabilité. Une telle étude a d'autant plus de sens qu'elle est appliquée au milieu urbain, puisque la ville est, par définition, un milieu vulnérable de par les hommes et les activités qu'elle concentre. Dans le cas présent, l'agglomération d'Arzew (Oran, Algérie) a été choisie en tant que site d'étude. Arzew satisfait à la définition de grande ville en raison de son importante population (Une population qui justement, en l'espace de dix ans a doublé, rien qu'au niveau de la commune d'Arzew, passant ainsi de 40 000 habitants en 1998, à 90 000 en 2008.), et parce qu'elle concentre de nombreuses activités économiques et de services. La vulnérabilité de cette agglomération s'avère être relativement élevée. Par ailleurs, Arzew est caractérisée par de nombreuses voies routières, autoroutières, ferroviaires, navigables, ce qui pourrait causer de graves problèmes de congestion en cas de crise.



# Chapitre 1

## *LA SCIENCE DU RISQUE*

Impact de la sismicité sur les risques  
technologiques en milieu industriel cas de la  
région d'Arzew

## I. La science du risque

### 1. Définitions

- **Aléas**

L'aléa est un phénomène qui se caractérise par son imprévisibilité/ Ce concept récent est emprunté au langage des probabilités et se traduit par la détermination de l'occurrence d'un phénomène. Un aléa peut être naturel (séisme, mouvement de terrain ; inondation), technologique (explosion chimique, accident industriel ; rupture de barrage), il peut relever de la violence des rapports sociaux (manifestations) ou provenir d'autres espèces vivantes (épidémies, etc.)

- **La vulnérabilité**

La vulnérabilité est la susceptibilité à succomber au danger ou perte due aux chocs externes (catastrophes naturelles), elle englobe les caractéristiques d'une ou d'un groupe de personnes à la limite de leurs capacités d'anticiper, d'affronter, de résister de l'impact d'un événement naturel extrême (WISNER, 2002).

La Stratégie Internationale des Nations Unies de Prévention des Catastrophes, définit la vulnérabilité comme : L'ensemble de conditions ou de processus résultant de facteurs matériels, sociaux économiques et environnementaux, qui accentuent la sensibilité d'une communauté à l'impact de l'aléa et la capacité du système de faire face à la menace survenue et de rétablir après le fonctionnement normal

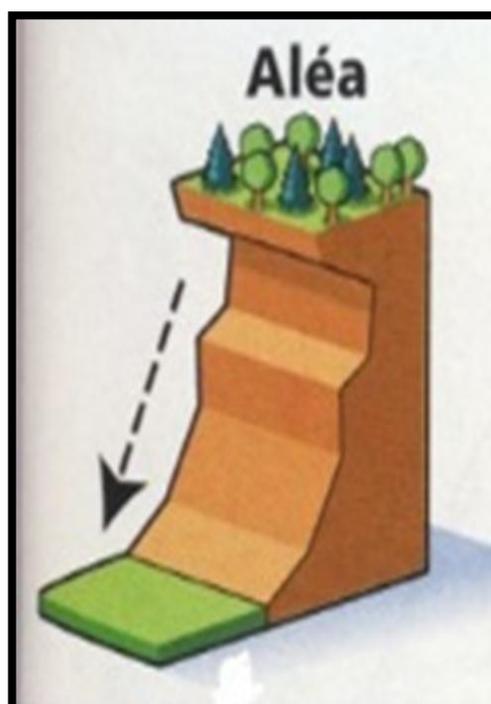


Figure 1 : Aléa d'éboulement in INERIS (2012)

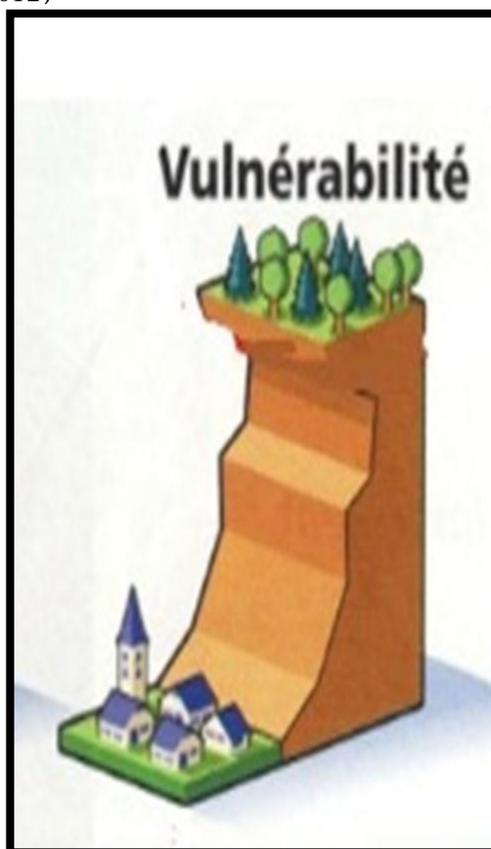


Figure 2: présentation de la vulnérabilité

- **Le risque**

La notion de risque possède une dimension probabiliste et elle est traduite sous la forme d'une fonction :

$$\text{Risque} = \text{aléa} * \text{vulnérabilité}$$

Dépendant à la fois de l'aléa et de la vulnérabilité, le risque est apprécié de façon variable et souvent sous-estimé car toujours de l'ordre d'une probabilité et non d'une certitude. Un événement suffit pour qu'émerge une réalité mal contrôlée dans un monde où tout est a priori stable et maîtrisable. Les situations à risque font entrer de nouvelles composantes inconnues dans un système équilibré pour le déstabiliser et le modifier. Il est possible de définir des zones à risques, des périodes à risques sans jamais savoir où et quand une catastrophe surviendront. Et bien souvent, le risque perdure même après une catastrophe, ce qui implique la nécessité de mettre en place des politiques de prévention.

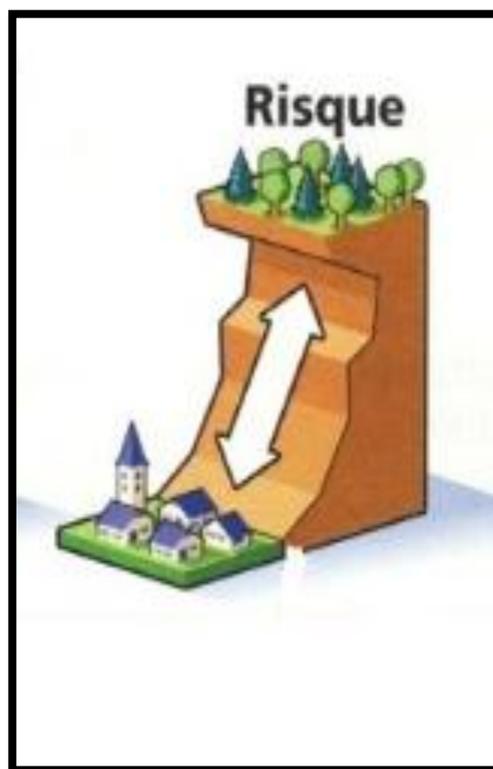


Figure 3 : présentation du risque

La perception du risque, c'est-à-dire le modèle que s'en font les acteurs intervenant dans sa gestion, doit être suffisamment intense dans la société pour que les précautions pour le limiter puissent être acceptées et justifiées. Une fois la menace identifiée, les gestionnaires doivent arbitrer entre les différentes manières d'appréhender et de réduire le risque. La lutte contre le risque devient alors un enjeu économique, politique et social, écologique majeur et se traduit par des enjeux d'appropriation des territoires.

Mais, la perception du risque varie selon les époques et les cultures. Certains risques sont relativement bien acceptés alors qu'ils sont très importants et inversement. De plus, les médias arrivent à banaliser des risques graves ou au contraire à surestimer de moins importants, impliquant une perturbation dans la perception que nous pouvons en avoir et sur les politiques de gestion qui en découlent. Spatialement, le risque se traduit par la délimitation d'aires, c'est-à-dire des zones à risques relativement vastes où les probabilités

d'apparition d'une catastrophe sont élevées, ou par la détermination des réseaux que pourrait emprunter la catastrophe. Il est alors possible de cartographier les risques.

Nous pouvons dire que le risque majeur est caractérisé par deux critères :

Une faible fréquence : l'homme et la société peuvent être enclins à l'ignorer que les catastrophes sont peu fréquentes.

Une énorme gravité : nombreuses victimes, dommages importants aux biens et à l'environnement.

- **La catastrophe**

La catastrophe se définit par la transformation du risque en une certitude, un phénomène qui s'est déjà produit. Elle se traduit par des impacts et des dommages et est principalement définie par les pertes en vies humaines. Cette définition induit alors une problématique de détermination de seuil de pertes de vies humaines et implique un questionnement plus général de l'ordre de l'appréciation d'une catastrophe, basée uniquement sur le nombre de pertes en vies humaines.

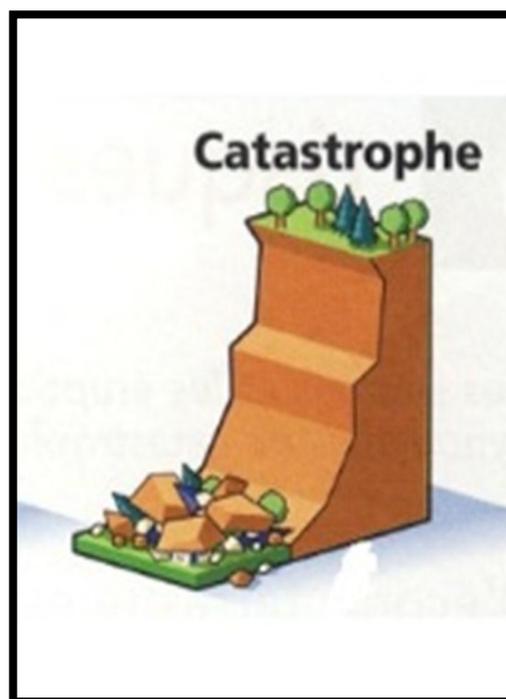


Figure 4 : présentation de la catastrophe

La catastrophe survient à une date non prévue, malgré une anticipation du risque. Spatialement la catastrophe est ponctuelle, localisée : elle survient généralement dans les zones de risques mais ses effets peuvent les dépasser. Malgré un lien spatial souvent avéré, l'intensité de la catastrophe n'est pas en relation directe avec l'intensité du risque. Un risque important peut déclencher une catastrophe faible et inversement.

Sa temporalité est contrastée, c'est-à-dire que la durée de la catastrophe peut-être plus ou moins longue. Le moment de la survenue de la catastrophe est connu, ce qui n'est pas le cas pour ses effets indirects (famine après une catastrophe naturelle, désorganisation des services de santé, des services administratifs...) et non immédiats. De plus, il existe une réelle difficulté de mesure de la catastrophe et de ses impacts. La graduation des niveaux de catastrophe implique la

détermination d'indicateurs précis car toute catastrophe est un phénomène multidimensionnel qui peut toucher l'économie, les paysages, les hommes et les organisations sociales, l'écologie et la culture.

## 2. Les différents niveaux de risque

L'importance de la gravité d'un événement ne caractérise pas à elle seule le risque. En revanche, on peut distinguer trois domaines de risque en faisant intervenir à la fois fréquence et gravité. Le comportement simultané de ces deux composantes est décrit par la courbe de Farmer. L'allure grossière de cette courbe met en évidence les trois domaines de risques évoqués.

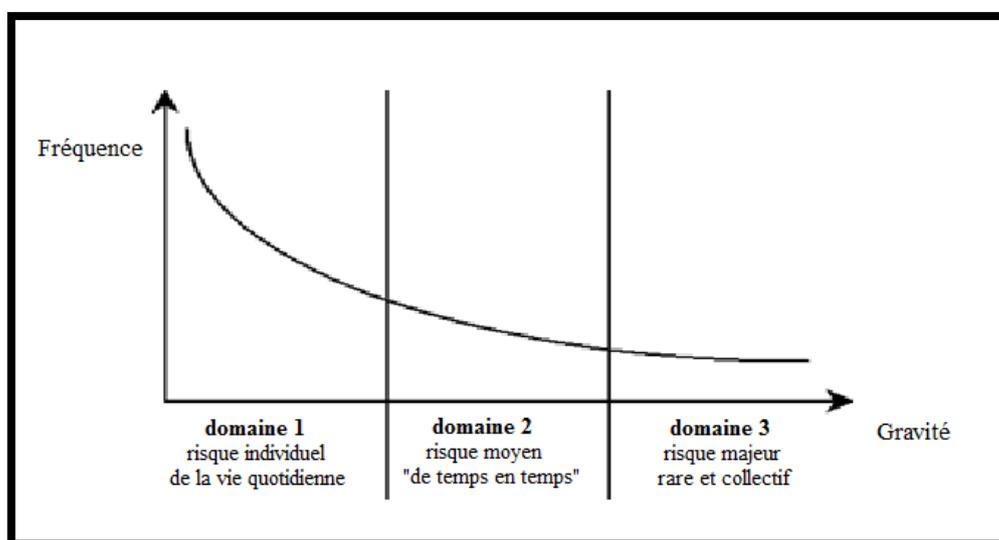


Figure 5: Courbe de Farmer (source : *Le risque majeur. Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement et de la Prévention des Risques Technologiques et Naturels - Direction de l'Eau et de la Prévention des Pollutions et des Risques - Délégation aux Risques Majeurs*)

Cette courbe fait apparaître la notion de risque majeur. Celui-ci est caractérisé par :

- Une faible fréquence : l'homme et la société peuvent être d'autant plus enclins à l'ignorer que les catastrophes sont peu fréquentes,
- Une énorme gravité : nombreuses victimes, dommages importants aux biens, aux activités et à l'environnement.

### 3. Vocabulaire élémentaire du risque

Plusieurs termes sont associés à la notion de risque et à sa décomposition en aléa X vulnérabilité. Nous en donnons ici les significations afin d'éviter les confusions :

- **Danger** : Menace de la sûreté ou de l'existence de personnes, de biens ou de l'environnement, source de l'accident potentiel. Contrairement au risque lui-même, le danger existe indépendamment de la présence d'unités vulnérables au sol. Il est uniquement dû à la présence d'un aléa, car il est inhérent aux effets catastrophiques du phénomène : par exemple, le danger de Arzew est inhérent aux séismes et aux inondations, celui d'ensevelissement aux avalanches et celui d'écrasement à une chute de blocs ou à un éboulement. Son niveau est fonction de la probabilité d'occurrence de ce phénomène et de sa gravité.
- **Aléa** : Incertitude quant à la réalisation d'un accident. En général, l'aléa est décrit par la probabilité d'occurrence et l'intensité du phénomène.
- **Enjeux** : Personnes, biens, activités, moyens, patrimoine (etc.) susceptibles d'être affectés par la réalisation du phénomène redouté.
- **Vulnérabilité** : Niveau de conséquences prévisibles (ou gravité) du phénomène sur les entités menacées. Celui-ci est évalué par le niveau d'endommagement d'un élément exposé, soumis au phénomène redouté. Dans certaines études, la vulnérabilité intègre la valeur des enjeux et correspond ainsi aux dommages potentiels consécutifs à la réalisation du phénomène.
- **Accident** : Réalisation de l'incertitude liée à l'aléa, danger avéré.
- **Domages** : Dégâts, perturbations et préjudices constatés à la suite de l'accident.

Le risque naît du danger. Il existe ainsi à travers l'éventualité d'un phénomène dangereux (aléa) et dans la mesure où les populations, les richesses, les activités et l'environnement (enjeux) peuvent être endommagés ou détruits (vulnérabilité). La réalisation du risque correspond à l'accident, celui-ci ayant pour effet de provoquer des dommages.

Exemple : si l'événement considéré est une crue centennale :

- Le danger est la crue elle-même, caractérisée par l'ensemble de ses facteurs explicatifs,
- L'aléa correspond à la probabilité de réalisation annuelle (ici 1/100) et se matérialise par l'intensité de la crue,
- L'enjeu correspond aux ressources menacées par la crue et à leur valeur,
- La vulnérabilité correspond au niveau d'endommagement de chacun des enjeux, étant donnée l'ampleur de la crue,
- l'accident est la réalisation effective de la crue,
- les dommages sont les dégâts, perturbations et préjudices déplorés, suite à la crue constatée. (Jean- François .G (2002)

#### 4. Les catégories de risques

Nous proposons ici de dresser une liste détaillée des différents risques, recensés à divers niveaux d'intervention et regroupés en 4 catégories (Tableau 1), qui ne sont pas sans se recouper

Catégorie de risque		Risque
Risques naturels		inondations
		feux de forêt
		mouvements de terrain
		avalanches
		séismes
		volcans
		cyclones, tempêtes
Risques technologiques		risques industriels
		risques de ruptures de barrage
		risques de transports de matières dangereuses
		risques nucléaires
Risques urbains	Risques	menace de ruines
		risques diffus (chantiers, matériaux...)
	Risques de réseaux	Transports
		communication
		énergie (gaz, électricité, eau...)
	Risques de société	Menaces pour la tranquillité publique, la sécurité des personnes
		menaces pour la sécurité des biens
		risques diffus (manifestations, fêtes, grèves.)
		conflits, attentats
Risques sanitaires et environnementaux		toxicité, pollutions
		insalubrité, épidémies, maladies
		risques alimentaires

Tableau 1 : classification des risques (Jean- François .G (2002)

## 5. Comment réduire et gérer les risques

Les objectifs de la gestion des risques se résument en une idée principale : le risque doit conserver son caractère potentiel. Ainsi, les actions peuvent être menées : avant la catastrophe par la prévision, la surveillance ou l'alerte, en termes de prévention, de réduction du danger faisant ici appel aux niveaux de perception des risques par les individus ou les institutions.

Quand cela est possible, la réduction du risque passe par une action sur l'aléa, c'est-à-dire sur la limitation ou la réduction de l'ampleur de l'aléa pour que la catastrophe n'existe pas comme les risques technologiques. On utilise alors des techniques permettant de réduire la probabilité d'occurrence d'un phénomène (surveillance, prévision, mise en place de systèmes d'alerte). On peut également agir sur la vulnérabilité afin que les impacts soient moins importants. La mise en place de normes de sécurité (ou de plans d'évacuations préventives, sont les dispositions les plus courantes. Il est aussi courant de réduire conjointement l'aléa et la vulnérabilité. Il s'agit alors d'engager des modifications sur les processus physiques en action mais aussi sur les enjeux menacés par la catastrophe. Elles se traduisent par des mises en place d'ouvrages techniques, de Plans Locaux d'Urbanisme (PLU), de zones constructibles où les risques sont limités. La réduction du risque induit par un aléa quelconque doit obéir à une démarche qui comprend une gestion basée sur une stratégie de réduction du risque qui doit avoir un caractère multisectoriel. Le concept management du risque intervient dans la relation qui relie le risque et la vulnérabilité par l'introduction de la maîtrise du risque par la qualité des mesures préventives :

Réduire le risque revient à :

- Réduire la vulnérabilité
- Améliorer les conditions et les délais d'intervention des secours
- Améliorer la qualité des mesures de la prévention
- Déplacer les enjeux (si possible)

Risque = aléas \* vulnérabilité / prévention

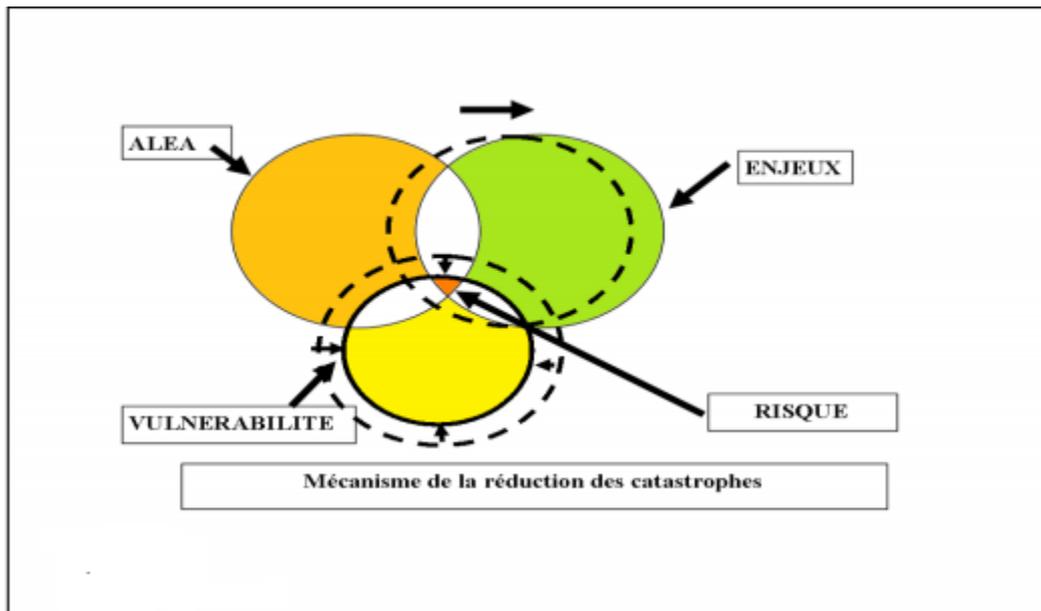


Figure 6 : mécanisme de la réduction des catastrophes

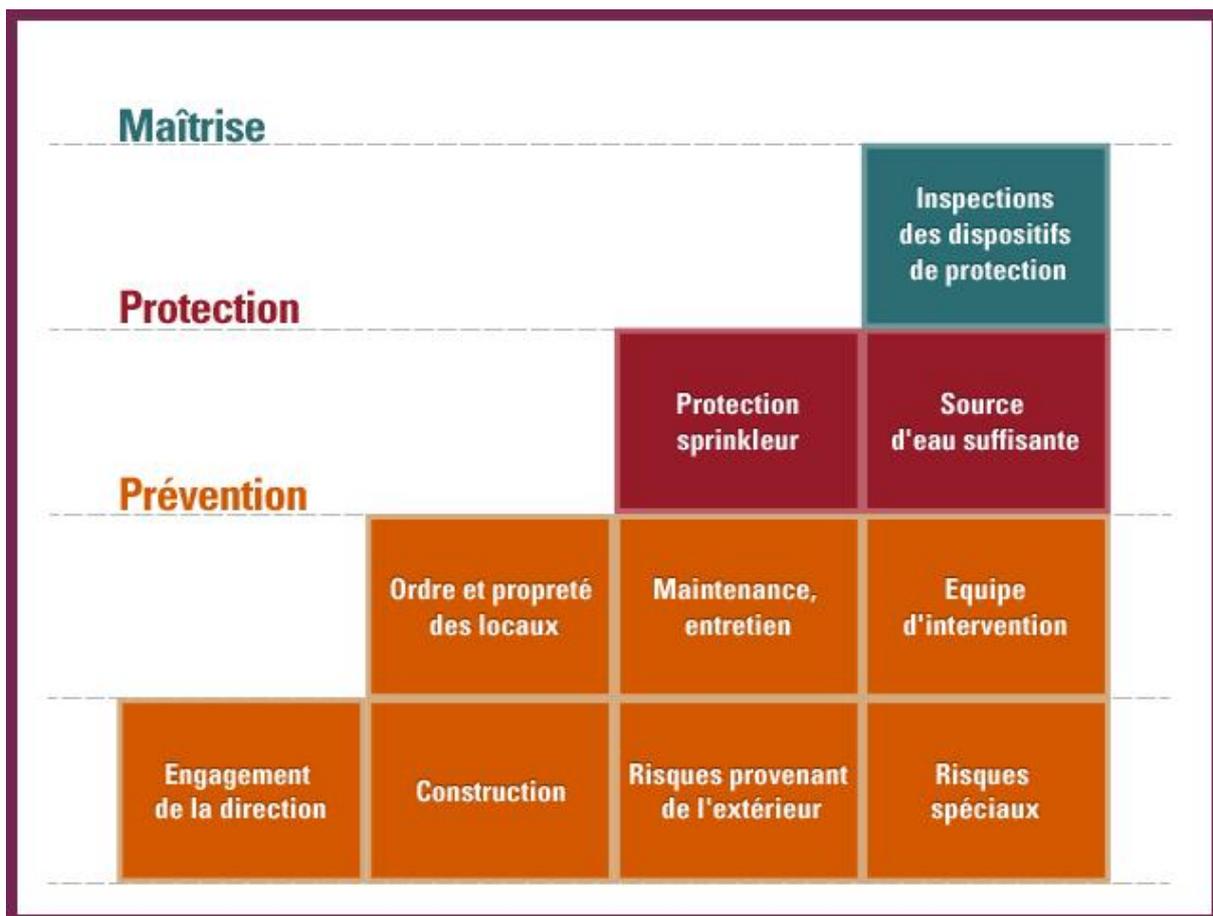


Figure 7 : les regles de gestion du risque

## 6. Le risque selon la réglementation algérienne

Selon la loi 04-20 du 25 décembre 2004, le risque est défini comme toute menace probable pour l'Homme et son environnement pouvant survenir du fait d'aléas naturels exceptionnels et/ou du fait d'activités humaines.

Cette loi a institué 17 risques majeurs :

	Risques Majeurs		Risques Majeurs
1	Les séismes	10	Les risques portant sur la santé humaine
2	risques géologiques	11	Les risques portant sur la santé animale
3	Les inondations	12	Les risques portant sur la santé végétale
4	Les risques climatiques	13	Les pollutions atmosphériques
5	Les feux de forêts	14	Pollutions Telluriques
6	Les risques industriels	15	Pollution Marines
7	Énergétiques	16	Pollution Hydriques
8	Les risques radiologiques	17	Les catastrophes dues à des regroupement humains
9	Nucléaires		

Tableau 2 : Le risque selon la réglementation algérienne

L'article 10 de la loi 04-20 prête à quelques remarques

On y décèle l'absence de deux risques pourtant omniprésents sur le territoire Algérien, le transport et la désertification. Pour le transport citant l'exemple de la collision d'un train de marchandise tractant des citernes de carburant avec une locomotive dans un tunnel à Lakhdaria en mars 2008. Le sinistre a immobilisé le transport ferroviaire entre l'est et le centre de l'Algérie durant une année, engendrant des désagréments importants pour la population. Il n'y a pas lieu de s'attarder sur l'avancé de la désertification : Cheval de bataille du pouvoir public depuis les années 70. Ce risque est assez connu mais non mentionné par l'article sus cité.

- Il y est évoqué le risque énergétique qui pourtant n'existe pas en Algérie, vu le potentiel en ressource naturelle dont elle dispose pour plusieurs décennies

- 
- Nous trouvons qu'il y a manque de précision qui peut prêter à une confusion terminologique en déclarant les pollutions atmosphérique, tellurique, marine et hydrique comme risques majeurs. en fait, il existe deux notions de pollution :
    - La pollution chronique n'est pas considérée comme risque majeur. C'est une pollution permanente causée soit par des émissions répétées ou continues de polluants, soit par la présence de polluants très persistants.
    - La pollution accidentelle est considérée comme risque majeur. C'est une pollution qui se caractérise par l'imprévisibilité sur le moment de l'accident, le type de polluant, la quantité déversée et les conséquences de l'accident.

## 7. Risque naturel

Les séismes sont l'une des catastrophes « naturelles » des plus destructives à la différence des inondations, des cyclones ou des éruptions volcaniques. Les séismes avec leurs apparitions inattendues, frappent en quelques secondes donnant aucune chance de fuir, causent d'énorme destruction et souvent de nombreuses victimes. Le risque sismique auquel sont exposées de plus en plus les agglomérations urbaines est devenu un phénomène mondial. Une coopération à l'échelle mondiale est nécessaire pour un échange d'information et d'expérience pour la prévention et la mise en place de plans de gestion et d'actions dans les pays sujets à ce phénomène dont la tâche est de sauvegarder les vie humaine et limiter considérablement les dommages. Les séismes provoquent des handicaps majeurs tels que la désorganisation du tissu urbain et du tissu économique et la structure sociale et peuvent remettre en cause tout développement dans les régions où ils se déclenchent. Dans certains cas, une catastrophe peut remettre en cause le processus de développement et effacer des années d'efforts. Il importe donc d'entreprendre une véritable réflexion sur la prévention avant d'investir dans des programmes de développement qui pourraient se trouver réduit à néant par une catastrophe (HCCI/Croix Rouge Française, 2004). Les études de prévention sismique conduisent de plus en plus à des études de Microzonage afin de localiser les zones les plus dangereuses. Dans la plupart des pays en voie de développement, les mesures de prévention s'avèrent inexistantes pour les tissus détériorés par le temps, par les phénomènes naturels (pluie, vent et séisme), l'abandon et la négligence ainsi que le manque d'entretien régulier, adéquat et efficace.

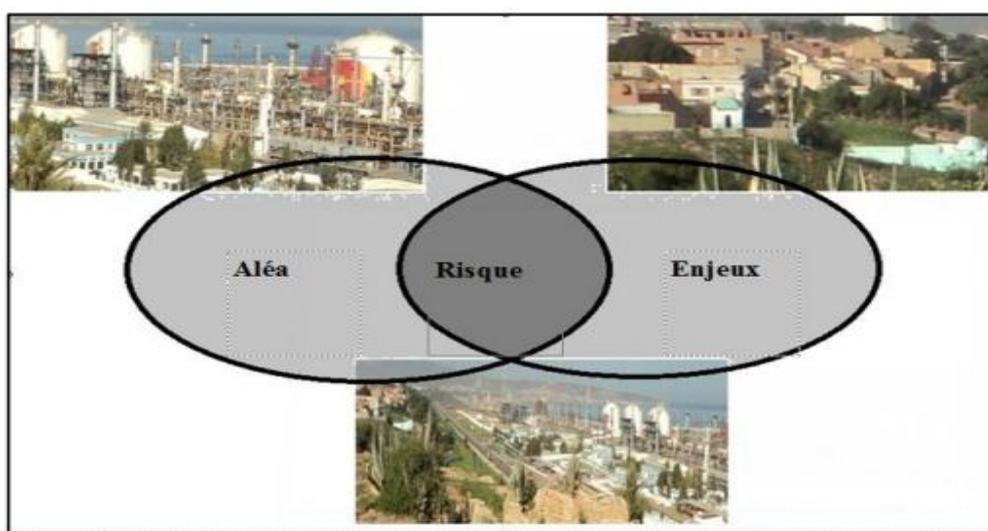


Figure 8 : explication de la notion risque

## 8. Risque sismique :

Le risque sismique est défini comme : « un évènement sismique destructeur, doté d'une certaine probabilité, conséquence d'un aléa naturel survenant dans un milieu vulnérable ». Par risque sismique on entend donc généralement un évènement sismique aléatoire pouvant déstabiliser le bien être d'une communauté. Il est considéré par le biais de la définition, que celle-ci est la résultante de la conjugaison de deux concepts : celui de l'aléa sismique et de la vulnérabilité ; c'est dans ce contexte qu'il est développé cet organigramme

Deux composantes étroitement liées : l'Aléa sismique (probabilité d'occurrence d'un évènement dangereux) et la vulnérabilité (estimation des dommages susceptible d'être ainsi créent) D'où : L'énergie dégagée lors d'un séisme peut atteindre, voire dépasser pour les évènements cataclysmes, une puissance de dix millions de fois plus importante que la bombe lâchée sur Hiroshima en 1945.

## 9. La perception du risque sismique.

Le niveau de conscience du risque sismique dépend en grande partie de la disponibilité de l'information et de la perception des personnes du risque. Les gens sont plus vulnérables quand ils ne se rendent pas compte des risques qui constituent une menace à leurs vies et propriétés. La prise de conscience change parmi les individus, les communautés et gouvernements, selon leurs perceptions particulières.

## 10. Gestion du risque sismique urbain

### 10.1. Plan de gestion de la catastrophe et plan d'action.

- **Plan de gestion de la catastrophe.**

Il doit être préparé en se basant sur les analyses techniques et les évaluations. Dans une étude complète, il doit contenir les aspects suivants :

- Le plan de développement urbain ;
- Le plan d'amélioration de structures urbaines existantes telles que le renforcement des bâtiments vulnérables et des infrastructures ;
- Les espaces verts et les routes de secours ainsi que les aires d'évacuation ;
- L'organisation des secours ; Les mesures prises pour les structures importantes
- L'information et l'entraînement du public (simulation à l'échelle de la ville).

- **Le plan d'action.**

Sur la base du scénario « Catastrophe sismique » et en tenant compte du plan de développement de la ville, un plan d'action sera proposé. Il donnera la priorité aux actions nécessaires (technique, organisationnelles, informatives, préventives, préparatoires) de sorte qu'elles soient rapidement appliquées. Les priorités doivent être mentionnées dans un rapport spécial avec des tableaux et des délais.

## 11. Les étapes de la gestion.

Tableau Etapes dans la gestion du risque sismique

<b>Etapes</b>	<b>Actions engagées</b>
<b>Avant le phénomène sismique</b>	Prévention en généralisant les études de vulnérabilité et les actions de réduction du risque sismique, Surcharge logistique ;
<b>Pendant le phénomène sismique</b>	Elaboration d'un plan de secours avec tous les secteurs concernés ;
<b>Après le phénomène sismique</b>	Installation de la population touchée dans des lieux adéquats provisoires ; déblayage des lieux du désastre ; Reconstruction

Tableau 3 Etapes dans la gestion du risque sismique (BELAZOUGUI et al, 2001)

## 12. Le Microzonage

La microzonation sismique identifie les zones présentant une homogénéité de cause et effets, qui sont caractérisées par certains paramètres : la fréquence des séismes et la distribution de leurs intensités et définit sur chacune de ces régions le comportement du site sous séisme et l'aléa correspondant. Les cartes de micro zonage estiment donc la réaction d'un site sous l'effet d'un évènement catastrophique tel que le séisme. L'Urbaniste et l'Architecte doit impérativement connaître le micro zonage du site à urbanisé et ce avant la conception du projet - Cela permettra une meilleurs maîtrise de l'espace à construire et une réduction de la vulnérabilité sur la structure urbaine Le zonage pour l'occupation du sol est

la première étape à aborder. Il implique la délimitation des secteurs de micro zonage sismique.

### **13. Les risques technologiques majeurs**

Les risques technologiques majeurs peuvent être définis comme des « dangers potentiels pour la santé et la sécurité de l'homme mais aussi pour les milieux naturels ». Un risque majeur naît de la conjonction d'un aléa et des enjeux en présence : une explosion importante dans une zone inhabitée présente un risque faible, tandis qu'une explosion minimale dans une zone fortement urbanisée présente un risque fort.

- le risque industriel : événement accidentel pouvant se produire sur un site industriel et entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, les riverains, les biens et l'environnement ;
- le risque de transport de matières dangereuses : consécutif à un accident pouvant se produire lors du transport par voie routière, ferroviaire, aérienne, d'eau ou par canalisation, de matières dangereuses. Il peut entraîner des conséquences graves pour la population, les biens et/ou l'environnement

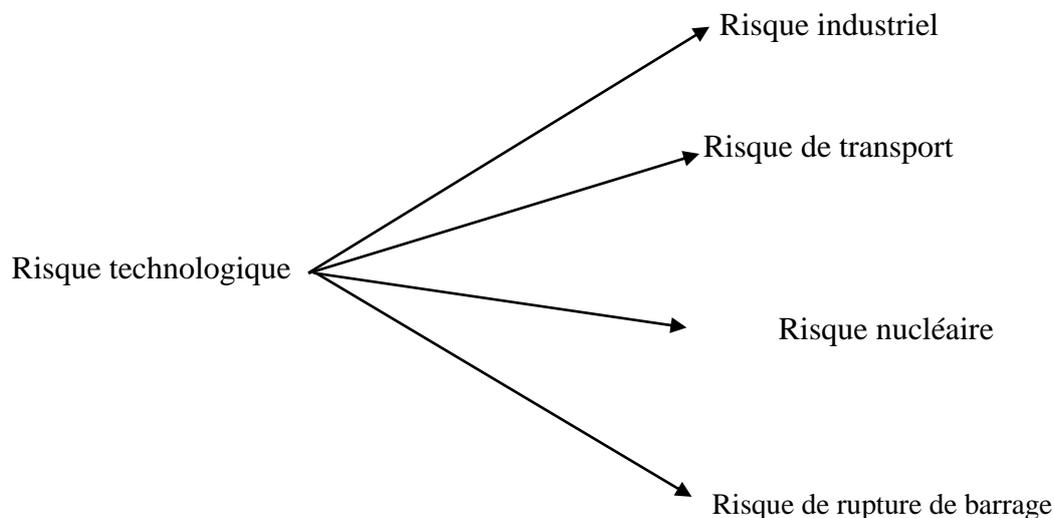
#### **13.1. Les principales manifestations des risques technologiques sont :**

- l'incendie avec risque de brûlures et d'asphyxie,
- l'explosion avec risque de traumatismes directs ou par onde de choc,
- la dispersion dans l'air, l'eau ou le sol de produits dangereux avec toxicité par inhalation, ingestion ou contact. Ces manifestations peuvent être associées.

#### **13.2. Caractérisation de l'événement technologique**

Dans le cadre de cette étude, seuls les risques technologiques majeurs (par opposition aux risques technologiques mineurs) sont pris en compte. Par définition, un risque majeur est caractérisé par une occurrence faible et est à l'origine de dommages importants, qu'ils soient humains et/ou matériels. La caractérisation du risque technologique majeur passe non seulement par l'inventaire des sites dits à risques (usines classées Seveso, silos, etc.), mais aussi par l'évaluation de la nature et de l'ampleur des incidents et accidents probables et des conséquences sur le milieu environnant

Le risque technologique industriel englobe quatre risques :



#### 14. Le risque de transport :

Le risque de transport de matières dangereuses, ou risque TMD, survient lors d'accident du transport de ces substances par voie routière, ferroviaire ou par voie d'eau, ainsi que lors du transport par canalisation (oléoduc, gazoduc, etc.).



Figure 9 : risque de transport

#### 15. Le risque nucléaire :

Les produits nucléaires sont des substances naturelles ou artificielles émettant, par suite de désintégration des noyaux de leurs atomes, des rayonnements sous forme de particules ou de rayonnements électromagnétiques (identiques aux rayons lumineux, radio ou aux rayons X). Appelés rayonnement ionisants en cas d'accident majeur



Figure 10 : risque nucléaire (Hiroshima)

## 16. Le risque de rupture de barrage :

Partielle ou totale, la rupture a plusieurs origines. Sur le plan technique, il s'agit d'un défaut de fonctionnement des vannes permettant l'évacuation des eaux, de vices de conception ou de matériaux, ou encore du vieillissement des installations. Les accidents sont aussi d'origine naturelle : séismes, crues exceptionnelles, glissements de terrain... Ils ont également pour cause une insuffisance des études préalables et des contrôles d'exécution (erreurs d'exploitation, de surveillance et d'entretien), sans compter la malveillance.

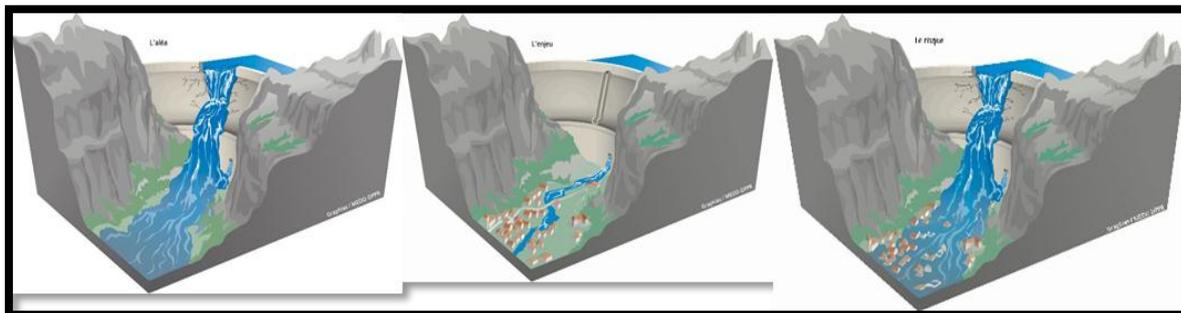


Figure 11 : risque de rupture de barrage

## 17. Le risque industriel :

Le risque industriel est aujourd'hui omniprésent dans notre vie quotidienne. En effet, la plupart des produits de grande consommation sont issus des industries chimiques ou pétrolières, qui sont génératrices de risques : les substances dangereuses utilisées par ces industries, mais aussi les processus de fabrication, de manipulation ou de transport et les conditions de stockage de ces substances peuvent être à l'origine de phénomènes dangereux.

Un autre facteur vient s'ajouter à cela : l'urbanisation autour des industries. Le risque industriel résulte en effet de la combinaison de l'aléa et de la présence d'enjeux susceptibles d'être affectés par les effets d'un phénomène dangereux. Longtemps les populations se sont rapprochées des sites industriels, mais au fil du temps la coexistence de l'industrie et de la ville a parfois conduit à des accidents majeurs aux conséquences dramatiques.

Le risque industriel peut se manifester par un accident se produisant sur un site industriel et pouvant entraîner des conséquences graves pour le personnel, les populations, les biens, l'environnement ou le milieu naturel. Il est lié à l'utilisation, au stockage ou à la fabrication de substances dangereuses.

On recense différents types d'industries à risque :

- les industries chimiques, qui produisent ou utilisent des produits chimiques en grande quantité ;
- l'ensemble des industries travaillant les produits pétroliers, depuis les raffineries jusqu'à la distribution, en passant par le stockage (exemples : sites pétroliers et/ou pétrochimiques) ;
- les stockages de gaz ;
- les sites pyrotechniques de fabrication et de stockage d'explosifs ;
- les silos et installations de stockage de céréales, grains, produits alimentaires ou autre produit organique dégageant des poussières inflammables ;
- les autres établissements utilisant des substances dangereuses, tels que les sites pharmaceutiques et sites agroalimentaires utilisant de l'ammoniac en quantités importantes dans le cadre des systèmes de refroidissement, ou encore les sites de traitements des déchets dangereux.

Ces types d'industries peuvent générer des phénomènes dangereux. Mais le phénomène dangereux n'implique pas forcément la présence d'un risque :

On parle en effet de risque industriel dès lors qu'un phénomène dangereux est susceptible de menacer des personnes, des biens et/ou l'environnement.

La notion de risque industriel repose sur la combinaison de l'aléa et des enjeux. Néanmoins, la classification des installations à risque repose sur le potentiel de dangers, indépendamment de l'évaluation du risque.

### 18. Causes d'un accident industriel :

Les causes potentielles pouvant conduire à un accident industriel sont diverses :

- **une défaillance du système** : il peut s'agir d'une défaillance mécanique ou d'une défaillance liée à un mauvais entretien par exemple (vanne bloquée, capteur défaillant, etc.) ;
- **une erreur humaine** : le facteur humain peut être lié par exemple à une méconnaissance des risques, à une erreur de manipulation (mauvais dosage, inattention, etc.), à un défaut d'organisation, etc. ;

- **un emballement réactionnel** : une réaction chimique mal maîtrisée peut entraîner un débordement, une montée en pression, la génération de gaz, la génération de produits corrosifs ou toxiques, etc. ;
- **des causes externes** peuvent engendrer un accident industriel : les risques naturels tels qu'un séisme ou une inondation, une panne due à un problème d'alimentation électrique mal gérée, ou encore une cause extérieure comme la chute d'un avion ;
- **un incident sur une installation voisine**, du même établissement ou non, ayant des effets sur d'autres installations à risques, on parle alors d'effets dominos entre équipements, etc.
- **la malveillance** peut également être à l'origine d'un accident industriel, comme par exemple un attentat ou une dégradation volontaire d'un outil de production.

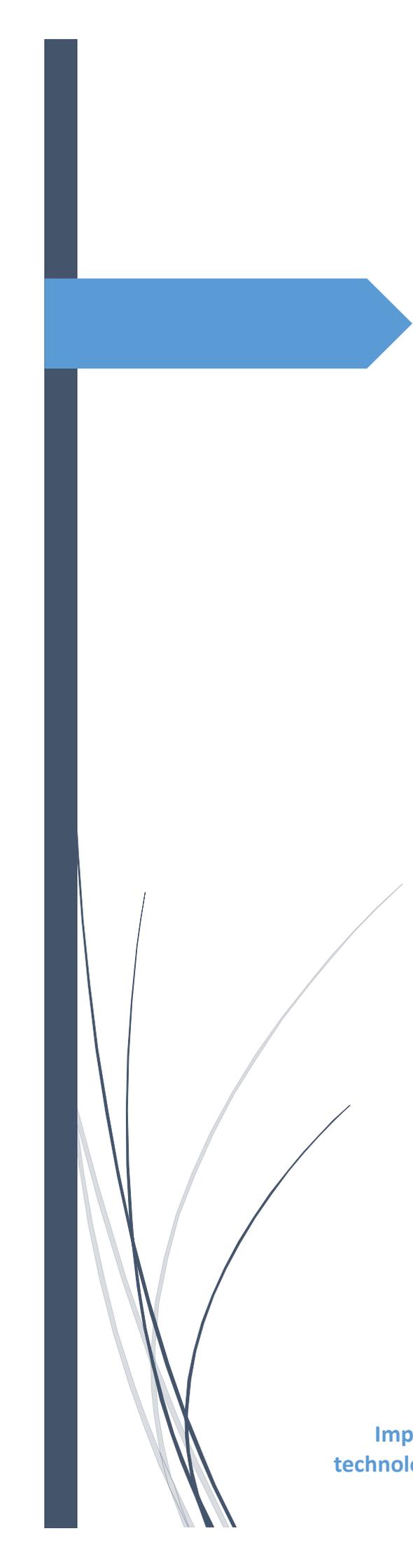
### 19. Effets d'un phénomène dangereux et conséquences d'un accident industriel

Un phénomène dangereux peut engendrer plusieurs types d'effets :

- les effets thermiques engendrés par la combustion d'un produit inflammable ou d'une explosion ;
- les effets toxiques résultant de la fuite d'une substance chimique plus ou moins toxique ;
- les effets de surpression résultant d'une onde de choc (déflagration ou détonation) provoquée par une explosion ;
- les effets de projection liés à l'impact d'un projectile.

Ces effets auront des conséquences s'ils atteignent des enjeux, on parle alors des conséquences d'un accident, dont la gravité est calculée en fonction de la présence et du nombre d'enjeux touchés.

Un phénomène dangereux est caractérisé par son intensité et sa probabilité d'apparition, alors que les conséquences sont caractérisées par leur niveau de gravité.



# Chapitre 2

## *Le risque sismique à Arzew*

Impact de la sismicité sur les risques  
technologiques en milieu industriel cas de la  
région d'Arzew

## I. Le risque sismique à Arzew

### 1. Généralités :

#### 1.1 Cadre géographique de la région d'Arzew :

Situés à 40Km à l'Ouest de Mostaganem et à 40 Km à l'Est de la ville d'Oran. Elle est limitée à l'Est par le plateau de Mostaganem, la plaine de l' Habra, à l'Ouest par la plaine des Andalouses, au Nord, elle est bordés par la mer méditerranée et au Sud elle est limitrophes au plateau d'Oran et la plaine de la Mleta. La ville s'étend sur 71,9 km<sup>2</sup>. La densité de population est de 1 191,3 habitants par km<sup>2</sup> sur la ville. Entourée par Aïn El Bia et Sidi Benyebka, Arzew est située à 7 km au nord-ouest d'Aïn El Bia. Située à 131 mètres d'altitude, la ville d'Arzew a pour coordonnées géographiques Latitude : 35° 52' 12" nord Longitude : 0° 19' 12" ouest.

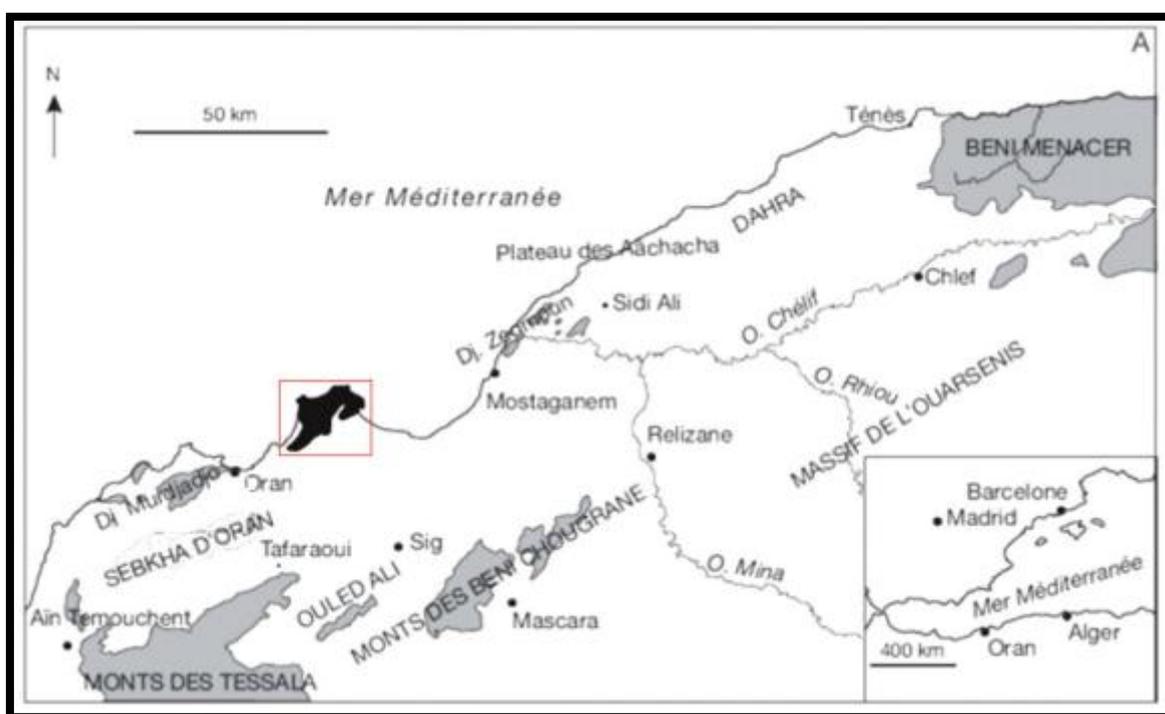


Figure 13 : situation géographique de l'Oranie in BOUBTANA .G & CHAMI .N (2015)

#### 1.2 Cadre géologique de la région d'Arzew

Les Monts d'Arzew sont constitués par trois entités géologiques apparentes et distinctes qui se relaient respectivement d'Est en Ouest : Djebels Borosse, Orouse et Djebel Kristel. les deux première entités géologiques sont constituées par des formations carbonatées et calcaires schisteuses relativement épaisses. Les calcaires marmoréens tronqués par des surfaces d'érosion dominant. Leurs falaises aux abrupts impressionnants formés par des schistes métamorphiques qui se caractérisent par la présence d'une série renversée dans le Djebel

Borousses Les faciès de ces unités renferment d'importantes lentilles calcaires marmorisées, parfois dolomitisées, passant à des calcschistes à faunes Barrémiennes et le tout repose sur des schistes métamorphiques. Cette formation représente un intérêt économique de valeur.

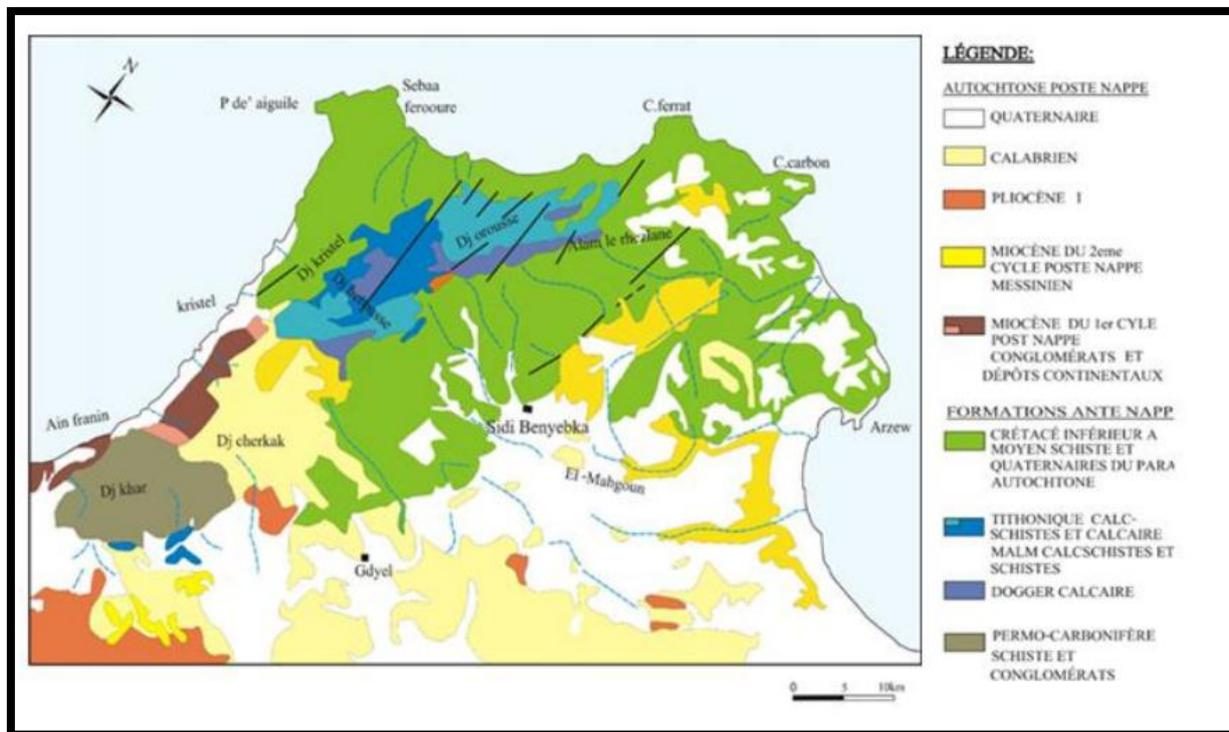


Figure 14 : carte géologique des monts d'Arzew in BOUBTANA .G & CHAMI .N (2015)

**1.3 Contexte climatologique** Le climat caractérisant la région d'Arzew appartient au domaine méditerranéen, celle-ci jouit d'un climat semi-aride doux.

• **Précipitations**

MOS	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Année
<b>P (mm)</b>	11	30	55	57	46	33	28	20	22	5	1	2	310

Tableau 4 : Précipitations moyennes mensuelles (station d'Arzew) in (BOUBTANA .G (2015))

La région d'Arzew est caractérisée par une pluviométrie moyenne annuelle assez faible de l'ordre de 310 mm. Cependant, la répartition de cette pluviométrie est très variable : le mois de décembre est plus pluvieux, avec 57 mm, par contre le mois de juillet avec 1mm enregistre la valeur la plus faible des précipitations.

La connaissance des caractéristiques des tremblements de terre se fait par l'analyse critique des documents historiques variés (photos, lettres, articles de presse ou autres récits), et/ou par dès

Les différentes études menées ont d'ailleurs permis d'obtenir les caractéristiques. Des principales structures actives en Algérie du Nord. Les différents mécanismes au foyer montrent un raccourcissement fig15 selon une direction NNW–SSE (N140 E) dans les régions occidentales et centrales (Bezzeghoud et al. 1996 ; Stich et al. 2003).mesures instrumentales (réseau WWSSN dans le monde).

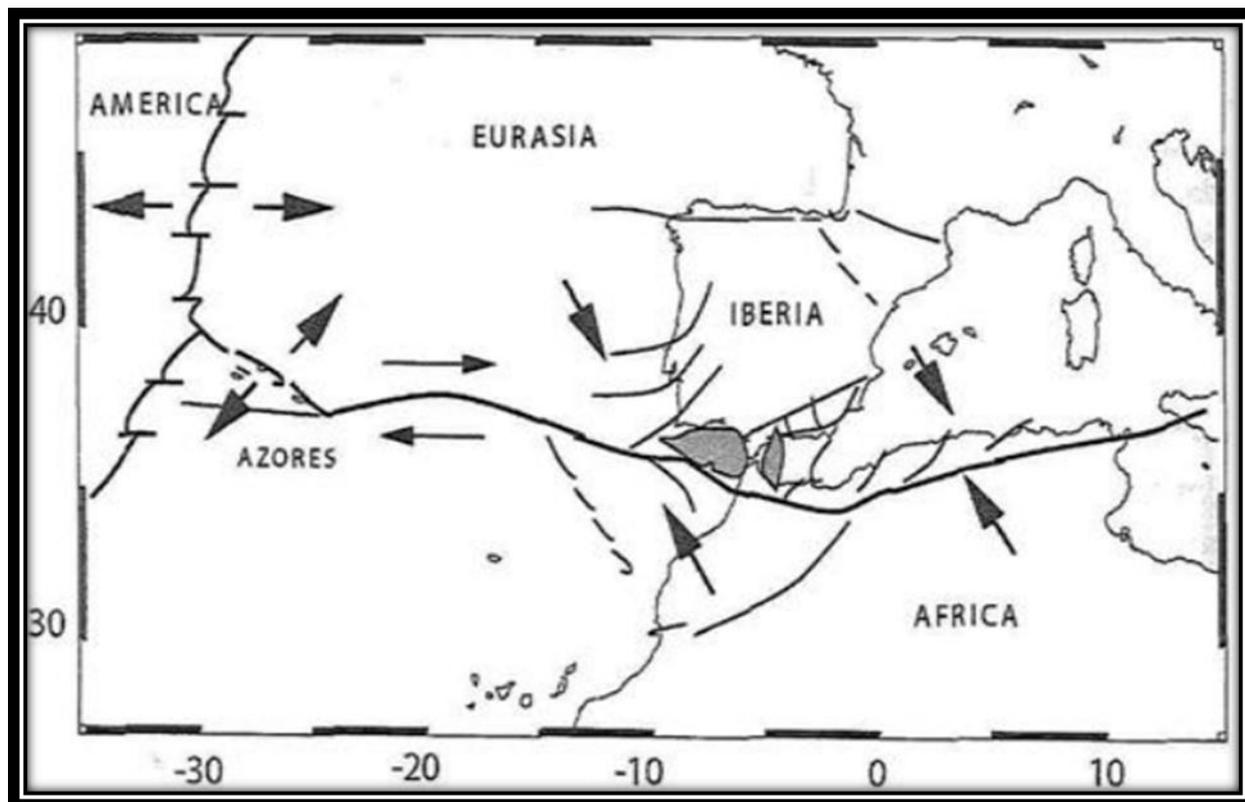


Figure 15 : Cadre schématique de la tectonique actuelle entre les Açores et la Tunisie

(In Buforn, 2008)

## 2. Séismicité historique de l'Algérie du Nord

Par rapport à d'autres régions du monde, l'Afrique du Nord n'apparaît pas comme une région très active du point de vue sismique car, malgré quelques événements catastrophiques, l'activité sismique n'y est pas régulière et soutenue (Adams et Barazangi, 1984).

En Algérie, les différents travaux de séismicité historique entrepris par A. Perrey (1847), M. Chesneau (1892), De Montessus de Ballore (1906), Ambraseys et Vogt (1988), A. Harbi, Maouche et H. Benhallou (2003), ont permis de montrer que les séismes historiques les plus violents, voire les plus meurtriers, sont ceux qui se sont produits dans la région littorale .

Le séisme d'El Asnam (10/10/1980), restera d'après les données historiques, portant sur plus de 250 ans d'observations documentées, comme le plus grand séisme connu dans le Maghreb.

La plupart des événements majeurs ont leur épïcentre situé dans une bande côtière large de 700 Km ; leur extension se fait d'Ouest en Est sur plus de 2000 Km allant du Rif au Maroc jusqu'en Tunisie. BENABDELLAH.M (2011)

### 3. Séismicité historique de l'Oranie

De 1505 (date du début de l'occupation espagnole) à 1959, la région d'Oran n'a connu au total que six événements historiques classés sensibles à destructeurs (Tableau n°5). Les autres sont d'intensité modérée.

Rcf	Date	Coordonnées	I	M	Localisation	Nombre de Victimes
Roussel, 1973 Ambraseys, 1982	09/10/1790		X		Oran	3000
Roussel, 1973	/03/1819	35.7N/0.7W	IX	-	Mascara	nombreuses
(Mokrane et al. 1994 ; (Benouar, 1994).	1836	35.7 N 0.6 W	VI		Oran	0
Karnik, 1971	26/07/1861	35.4N/0.1 <sup>E</sup>	VII	-	Oran	-0
(Mokrane et al. 1994 ; (Benouar, 1994).	1889	35.8 N 0.8 W	VII	4.6	Oran	0
Karnik, 1969	02/02/1910	36.4N/2.8 <sup>E</sup>	VII		Oran	0
(Mokrane et al. 1994 ; (Benouar, 1994).	1949	35.7 N 0.7 W	V	4.1		0
Mortgat et al, 1978	08/01/1913	36.7 N/0.1 E	VII		Oran	0
Benahallou et roussel, 1971	12/12/1959	36.5 N / 2.7 E	VII	-	Oran	0
(Mokrane et al. '1994 Benouar, 1994.).	1975	35.64 N 0.72 w	IV	3.2	Oran	

Tableau 5 : principaux séismes historiques de l'oranie (i > iv)

- **Le séisme du 09 octobre 1790 (1H, 35°7N, 0°7W)**

Il fut l'un des plus désastreux qu'ait jamais subi l'Algérie et se fit même ressentir dans tout le pourtour méditerranéen et ce jusqu' à Malte. Les récits indiquent que presque toutes les maisons furent démolies causant la mort de près de trois mille victimes. L'ensemble des édifices publics

(palais de la casbah, la Trésorerie, l'intendance, la caserne du régiment des Asturies et les églises) s'écroula. Les rares habitations encore debout furent évacuées et la population invitée à s'établir sur les hauteurs de la ville. En même temps, des mesures vigoureuses furent prises pour défendre la ville contre les pillards.

Les effets les plus désastreux constatés furent enregistrés dans la dépression située entre la base du Murdjadjo et la colline sur laquelle s'élève le château neuf ; par contre le château Neuf, les forts de Santa Cruz et de Saint Grégory ne paraissent pas avoir trop souffert du cataclysme.

- **Le séisme du 29 Juillet 1872 (8H 15', 35°9N, 0°1E)**

Plusieurs maisons furent lézardées à Mostaganem. Cette secousse fut ressentie d'Oran jusqu' à Alger.

- **Le séisme du 21 Mai 1889 (4H 15', 35°7N, 0°8W)**

Se produisant à Oran, ce séisme ayant provoqué le réveil général des habitants fut ressenti en mer (sur le navire Issac Péreire ancré dans le port de Mers El Kebir), à Sidi C'hahmi et à Tlélât. Quelques maisons furent lézardées, des cheminées détruites et la caserne de la douane très éprouvée.

- **Le séisme de Juillet 1912 (18H 06', 35°7N, 0°4W)**

Les effets de ce séisme indiquent que l'intensité fut de VII à Arzew, V à Renan, III à Oran. Plusieurs répliques furent enregistrées le 24 et 25 juillet.

Ce séisme, très violent dans la région d'Arzew, se caractérisa par un grand nombre de maisons lézardées, des meubles et objets renversés, des plafonds effondrés et un grondement sourd pareil à une explosion.

- **Les séismes du 19, 20 et 21 Juin 1925 (35°8N, 0°4W)**

Trois secousses ont été ressenties dans la région d'Oran à 14H44' le 19, à 12H33' le 20 et à 03H01' le 21.

19Juin : Port aux Poules (I=VI), Arzew, Mangin, Saint Louis

20Juin : Saint Leu, Port aux Poules, quelques lézardes (I=VI) ; Oran, Saint Louis, Saint Denis de Sig, Mangin (I=V) ; Mostaganem (I=III) ; ressentie également à port aux Poules, Renan, Arcole, Hassi Ben Okba, Saint Cloud. L'épicentre est probablement voisin de Saint Leu et de Port aux Poules et peut être sous-marin. L'ISS indique pour le 21 juin un épicentre situé 37°0N, 0°5W) à 120 Km au nord de Saint Leu. Une détermination microséismique approximative situe l'épicentre à 36°1 N, 0°7W, H=03H. 00,4

- **Le séisme du 01 Avril 1939 (08H 02', 35°9N, 0°1 E)**

La secousse principale a été enregistrée à Alger. A Mostaganem, la secousse fut ressentie assez violemment. Des murs dégradés ; des cheminées écroulées, des lézardes, des toitures affaissées y ont été constatés. Pendant le mois d'Avril, il a été ressenti à Mostaganem environ 30 secousses.

- **Le séisme du 12 Décembre 1959 (35°7N, 0°7W)**

Un séisme modéré se produisit à 20H00 dans la région d'Oran, St Cloud et Kristel produisant des fissures sur les vieilles habitations et causant la frayeur des populations. L'intensité du séisme était de VII pour une Magnitude de 5.2. L'épicentre macro-séismique se situe en bordure de côte au large d'Oran (fig.16). De nombreuses répliques se sont produites après le séisme majeur et ceci jusqu'à la fin Janvier 1960. Sur le terrain, une fissure de plusieurs mètres de longueur et de 35 cm de largeur fut observée. Une canalisation d'eau fut également rompue dans la ville d'Oran.

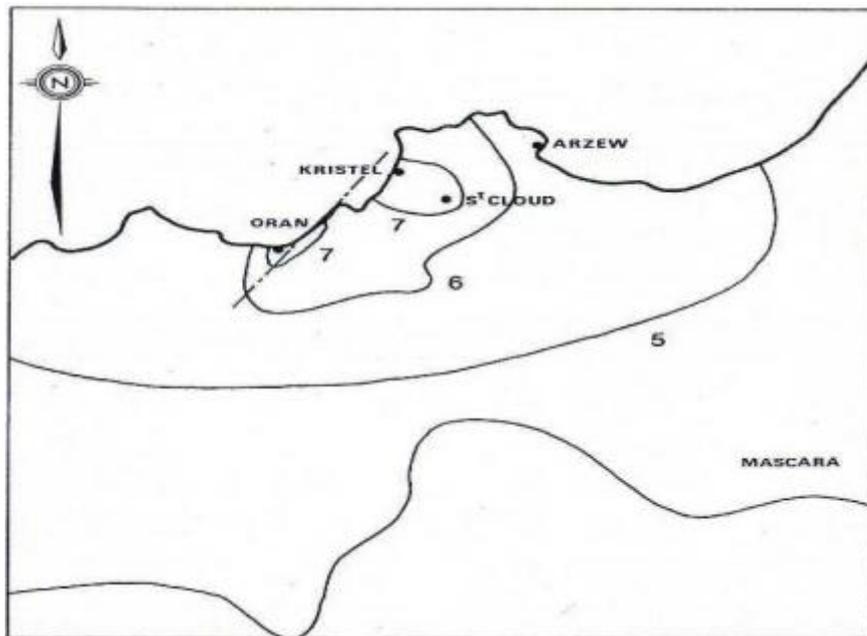


Figure 16 : Extrait de la carte isoséiste du séisme du 12/12/1959 BENABDELLAH.M (2011)

#### 4. La sismicité instrumentale de l'Oranie

Dans l'Oranie, avant 1962, l'enregistrement instrumental des événements sismiques n'était assuré que par la station sismique de Relizane (1955). Quelques années plus tard et à intervalle rapproché des stations tri composante ont été installées à Sidi Mohamed Benaouda sur le site du barrage du même nom puis à Tlemcen sur le site du barrage de Meffrouche.

Aujourd'hui, la région d'Oran est le siège de l'une des quatre (4) stations régionales du réseau algérien Télémétré composé de 32 stations. Cette station régionale permet de centraliser les informations collectées par six stations uni-composantes réparties à travers l'ensemble des wilayat de l'Ouest algérien et celles qui lui parviennent des stations espagnoles avoisinantes

#### 5. La sismicité actuelle en Oranie

En Algérie, la tectonique active, comme on vient de le voir, est localisée, à terre, dans la région nord du pays, plus particulièrement dans le Tell. Dans cette région, frontière entre les plaques Africaine et Eurasiatique, la déformation tectonique est l'expression de la convergence actuelle de ces deux plaques. Par contre, le long de la marge, les nombreux épacentres marins confirment la présence de structures actives générant, parfois, d'importants séismes, comme ceux qui se sont produits très récemment dans la région d'Oran.

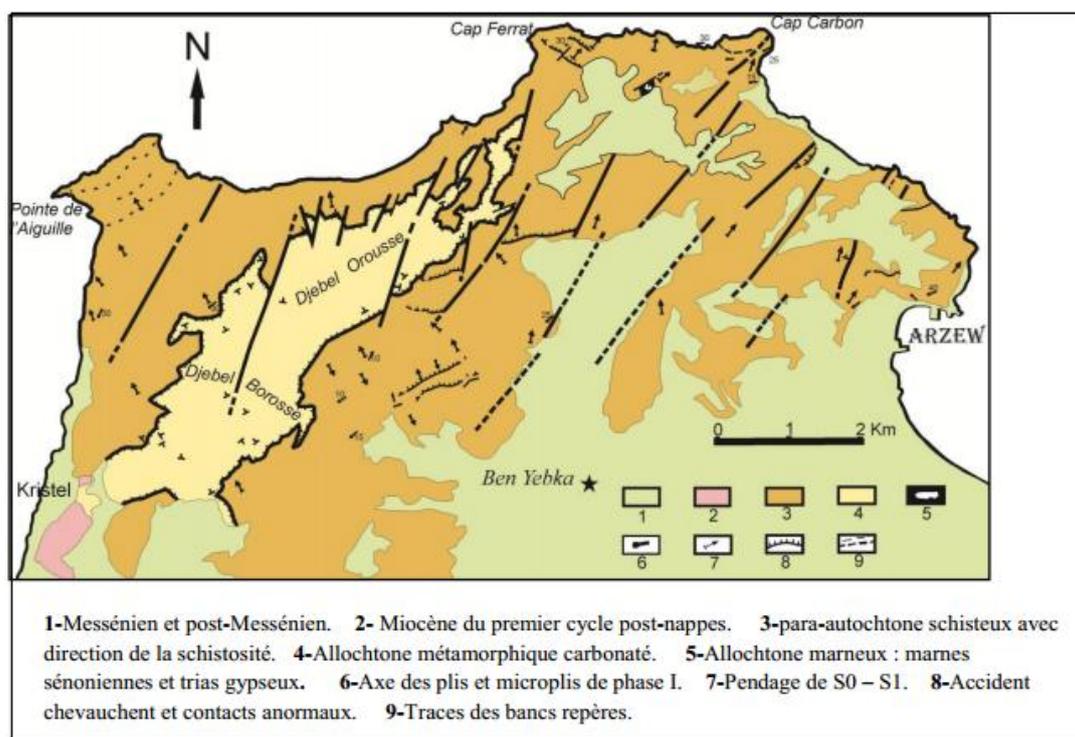


Figure 17 : schéma structural du massif d'Arzew (BOUBTANA .G & CHAMI .N (2015)

**En effet, le 06/06/2008**, Oran a enregistré, vers 20H.02 GMT, un séisme d'une forte Magnitude (M) de 5.6, suivi par 18 autres événements de magnitude supérieure à 2.7 dont un dépassant une magnitude de 4. L'épicentre du choc principal a été localisé au large d'Oran. Le CRAAG a localisé à la latitude  $36.06^\circ$  N et la longitude  $0.64^\circ$  W. La profondeur est estimée à 6.5 km

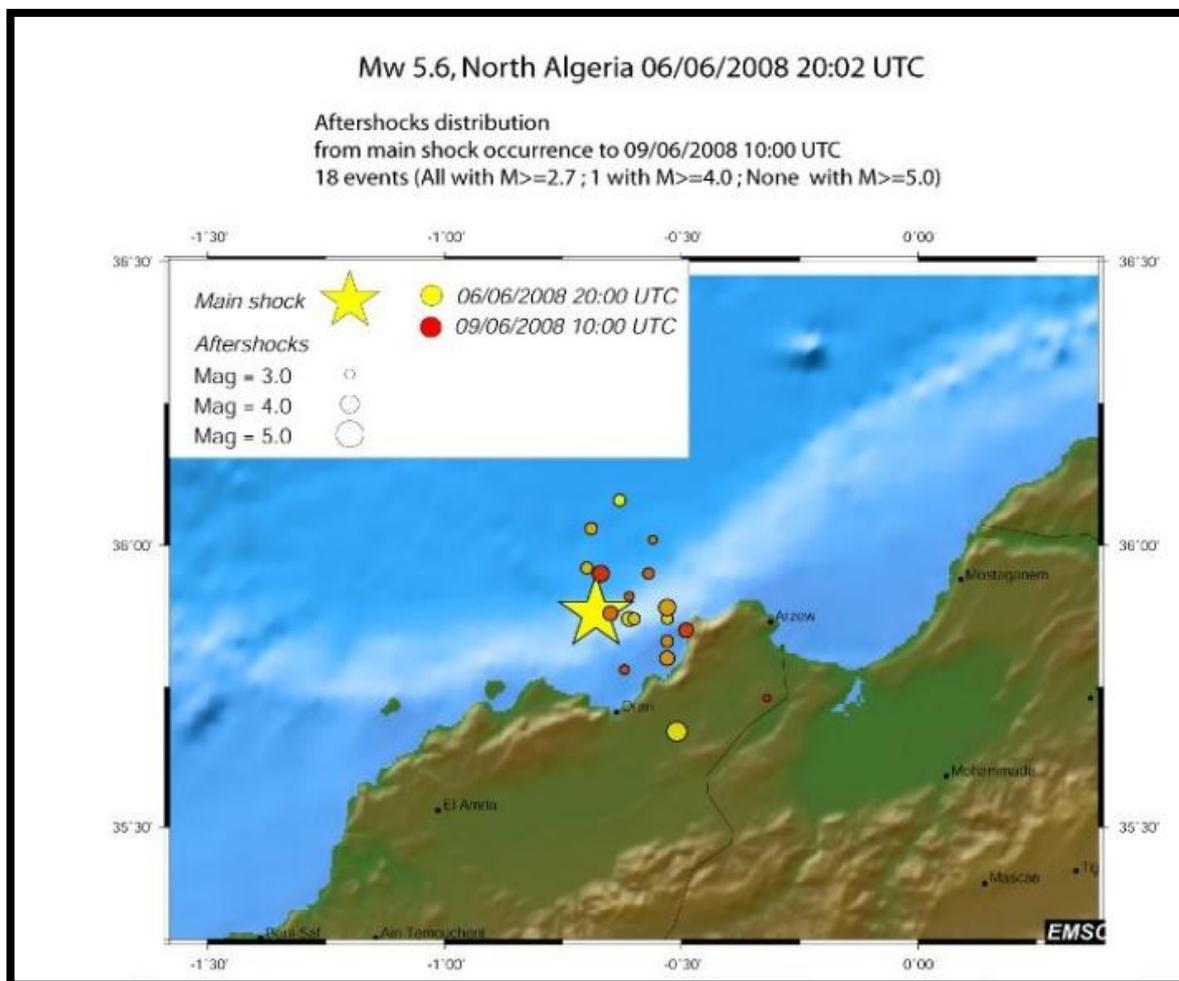


Figure 18 : Carte de localisation du séisme d'Oran 06/06/2008 (in BENABDELLAH.M (2011))

Une victime a été enregistrée ainsi que l'effondrement de quelques habitations vétustes. Des glissements de terrain ont été, aussi, observés le long de la frange maritime avec apparition de quelques fissures sur la chaussée et les remblais

**Le 24/07/2008, à 17 h 19min. 53 (GMT)** un autre événement d'une profondeur de 20 km a frappé le large d'Oran (Lat =  $35.99$ , Lon =  $-1.23$ ), la puissance de la secousse a atteint une magnitude de 4.3 fig(19)

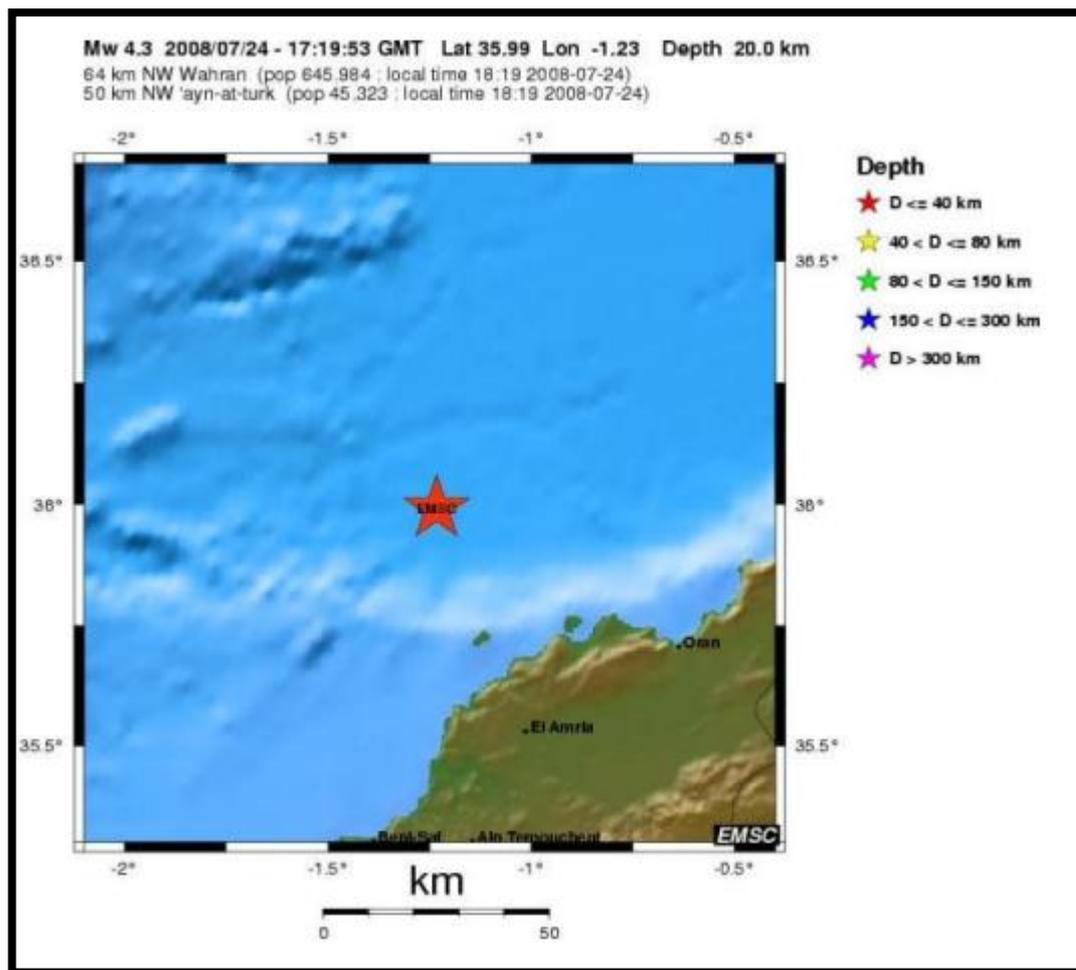


Figure 19 : Carte de localisation de séisme d'Oran 24/07/2008 (in BENABDELLAH.M (2011))

Comme on le constate, les chocs principaux sont localisés dans la partie de la plaine abyssale proche du continent alors que les répliques, mêmes les plus fortes, se produisent non seulement dans le bassin algérien au niveau de la pente, mais également sur le plateau continental et sur la bordure occidentale du bassin du Bas Chéelif. Cette dernière se déforme en donnant des structures plicatives (synclinaux, anticlinaux) et parfois cassantes (pli-failles, failles inverses, chevauchements) orientées NE-SW à NNE-SSW. Ce sont ces dernières structures qui sont le plus souvent à l'origine des violentes secousses enregistrées à terre dans la région d'Oran et ses environs.

## 6. Le risque sismique à Arzew

La zone industrielle d'Arzew et s'étend sur les communes d'Arzew, d'Ain El Biya, de Bethioua et de Mars El Hadjadj. Elle occupe près de 2610 hectares. Sa population s'élève à 132 824 selon le RGPH (Recensement général de la population et de l'habitat) 2008, sans compter les 14 000 travailleurs qui la fréquentent quotidiennement. Cette population est majoritairement concentrée autour de la zone industrielle dans les principales agglomérations des quatre communes.

Souvent en parlant de prévention du risque industriel, on pense aux accidents humains ou aux défaillances techniques et on néglige le facteur aléa présent sur le territoire où s'implante l'installation ou la zone industrielle. Quelles que soient les précautions et les innovations technologiques disponibles, le territoire avec l'aléa sismique, représentera toujours un facteur aggravant du risque industriel. Tel est nettement le cas d'Arzew : par sa situation géographique à 35 km nord est d'Oran et 38 km sud-ouest de Mostaganem est menacé par des risques sismiques : d'après certaines sources historiques l'Oranie aurait connu à l'époque de l'empire Gallien un tremblement de terre effroyable suivie d'un tsunami qui a submergé toutes les villes côtières et portuaire. Selon aussi les catalogues de sismicités historiques. La ville d'Oran a été complètement détruite par un séisme majeur en 1790, Arzew ébranlé par un autre séisme en 1912 estimé à une magnitude de 5.3.

La sismicité algérienne reste toujours une grande inconnue pour les scientifiques. Le catalogue de la sismicité historique de l'Algérie ne va plus loin que le 02 janvier 1365 et le peu de données qu'on y trouve sont espacés dans le temps et ne cite que peu les petites villes comme Arzew. Cependant les investigations de paléosismicité effectuées après le séisme d'El Asnam ont permis de révéler l'existence de traces d'anciens séismes qui auraient affecté cette région voici à peu près 600 ans, alors que la sismicité historique ne les mentionne pas.

L'une des études les plus récente sur la Sur la sismotectonique de l'Ouest algérien et celle de F. Ousadou 1999, la carte qu'elle a réalisé indique les différentes sources sismiques dans ou proche de la zone d'Arzew.

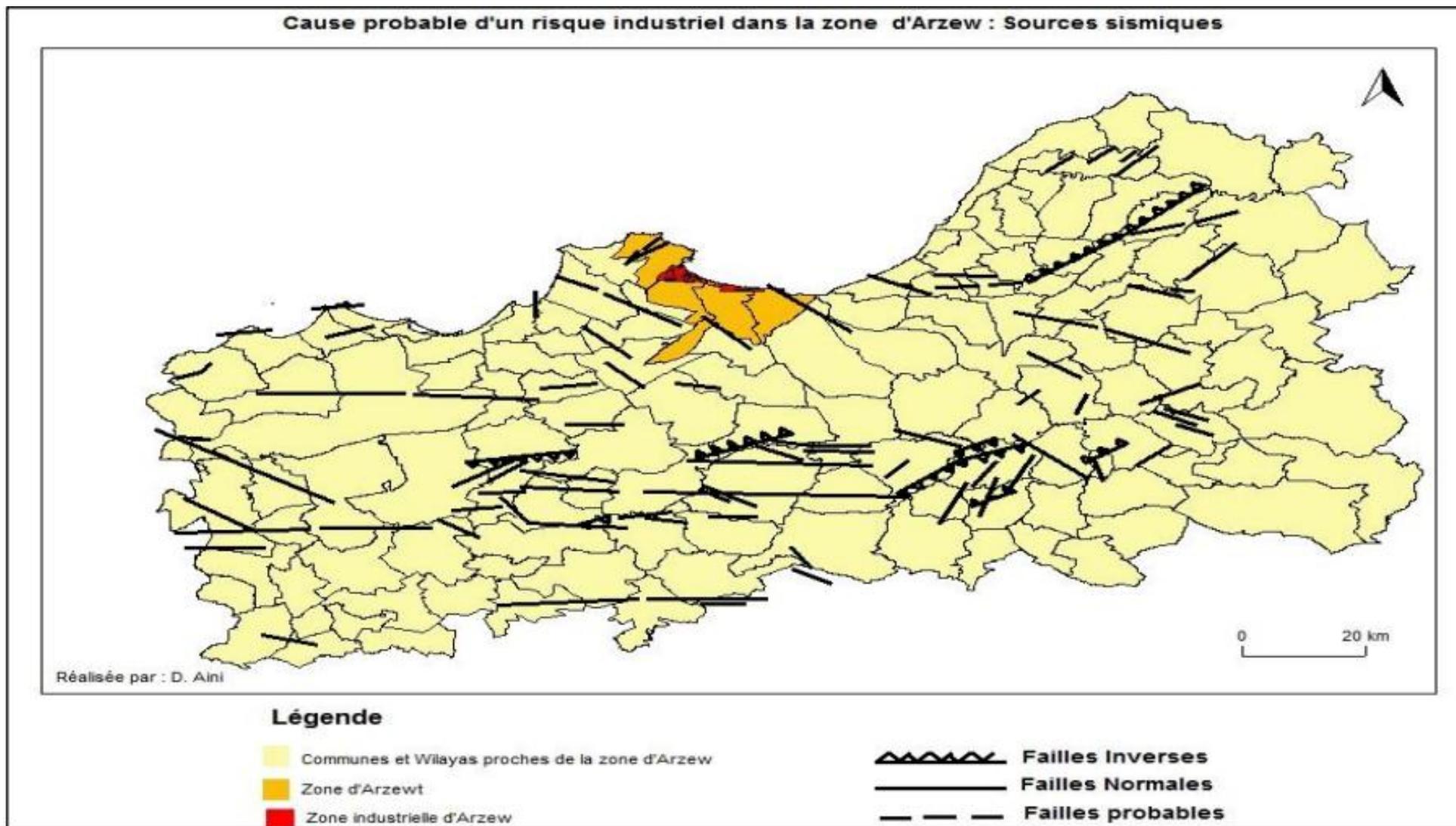


Figure 20 : sources sismiques proches de la zone d'Arzew (in Aini.D, 2011)

## 7. Arzew : une zone à forte concentration démographique

L'examen de la répartition de la population dans la zone d'Arzew n'est pas dépourvu d'intérêt. La population de la commune d'Arzew a triplé en deux décennies 1977-1998. Les décennies qui a suivie de 1998-2008 se distingue par une accalmie trompeuse : l'atténuation de la croissance de la population est due essentiellement, d'une part, au retard dans la réalisation de nouveaux projets de logement LSP. Sociaux. AADL et FNPOS lancés entre 2003 et 2004. D'autre part, au rétrécissement du foncier constructible dans l'agglomération principale de la commune d'Arzew.

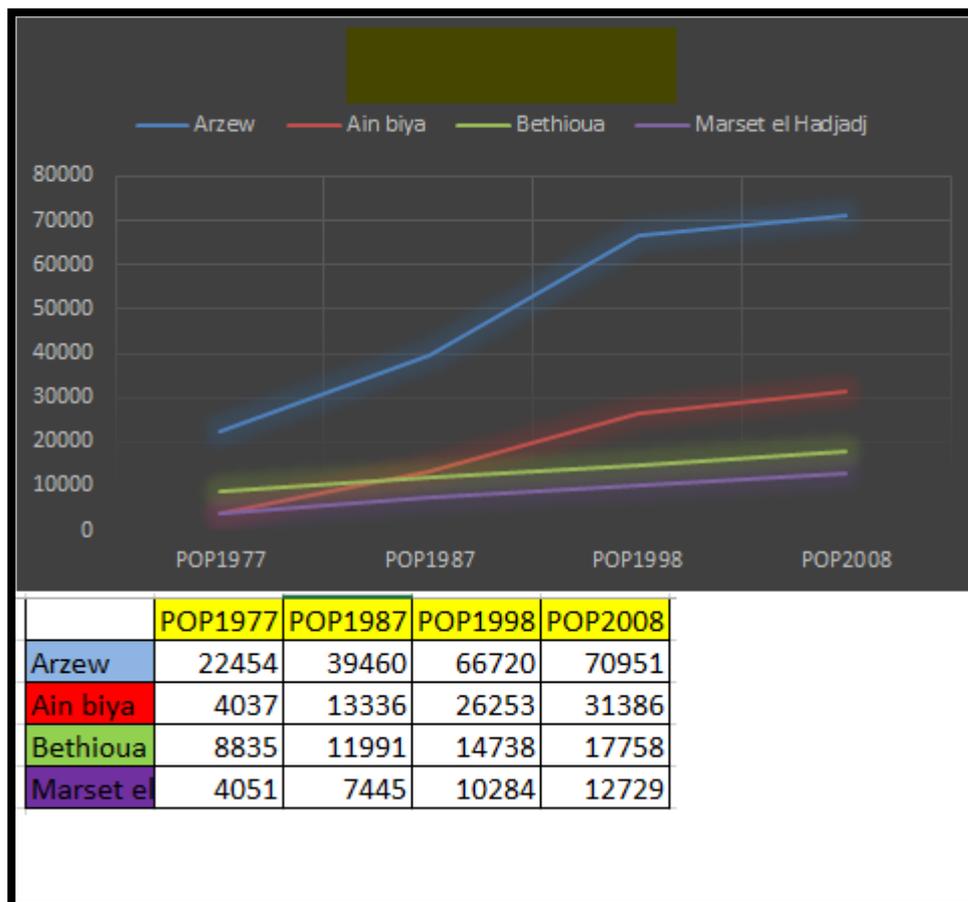
**La commune d'Ain El Biva** est très représentative de la croissance rapide de la population à vocation exclusivement agricole, elle possédait seulement quelques maisons avant Industrialisation. L'explosion démographique qu'elle a connu (multiplication par huit de sa population en trois décennies) est surtout la conséquence de la concession des logements se trouvant à l'intérieur des bases de vies par SONATRACH à ses employés et du programme de construction intense dont a bénéficié la zone industrielle ce qui a encouragé un mouvement migratoire vers cette agglomération.

**La population de Bethioua** a, par contre, toujours connu une croissance naturelle. Les facteurs qui influencent sa croissance sont :

- La superficie réduite de l'agglomération : celle-ci est limitée au nord par la zone industrielle, à l'est par un site archéologique, au sud par la route nationale et enfin à l'ouest par la commune d'Ain El Biya.
- Les constructions y sont majoritairement anciennes et de type individuel.

**Marsat El Hadjadj**, a toujours été une station balnéaire, le taux de croissance de sa population n'a pas été influencé par la présence de la zone industrielle. On note que cette commune compte qu'un seul établissement classé dangereux (SONALGAZ).

Le graphe (1) ci-contre illustre l'accroissement démographique dans la zone d'Arzew On remarque un accroissement démographique rapide pour la commune d'Arzew en bleu et Ain El Biya en rouge. L'accroissement rapide est dû essentiellement à une croissance urbaine induit par l'industrialisation de la zone d'Arzew et la disponibilité des terrains de construction. Les communes de Bethioua et Marsat El Hadjadj connaissent une croissance démographique naturelle Par saturation d'espace constructible pour la commune Bethioua et la vocation touristique pour Hadjadj.



Graphe 1 croissance de population dans la zone d'Arzew par commune

## 8. Approche probabiliste

La distribution de l'aléa sismique pour la ville d'Oran a été calculée par SOCOTEC (1986). Les résultats acquis par la méthode probabiliste sont représentés par trois cartes correspondant à des périodes de retour différentes (50 ans, 200 ans et 500 ans). Les courbes, obtenues par interpolation linéaire, représentent la même accélération pour chaque période de retour spécifiée.

- a) **Période de retour de 50 ans** Cette carte montre que la région oranaise est soumise, dans son ensemble, à de petits séismes se produisant d'une manière fréquente. L'accélération maximale horizontale  $y$  est relativement uniforme (0,10 g), sauf à l'Ouest où elle diminue pour atteindre les 0,07 g.

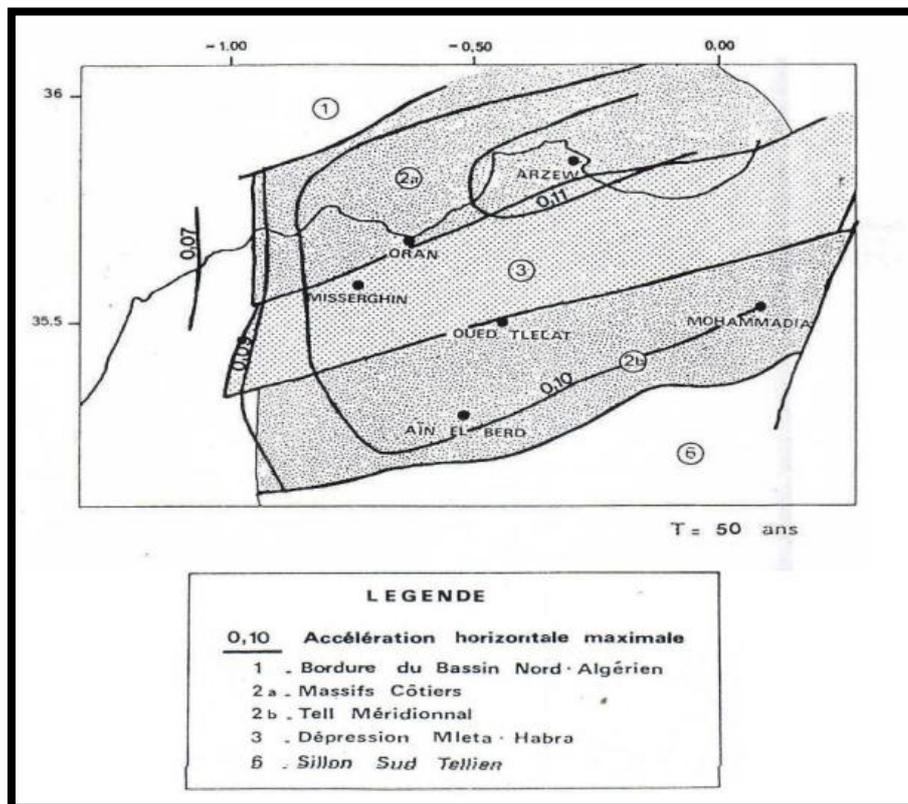


Figure 21 : carte d'aléa sismique pour la période de retour  $T=50$  ans  
 BENABDELLAH.M (2011)

b) **Période de retour de 200 ans** : La présente carte montre que la région d'Oran commence à être influencée significativement par les provinces des massifs côtiers et du Tell méridional : l'accélération calculée avoisine les 0.20 g

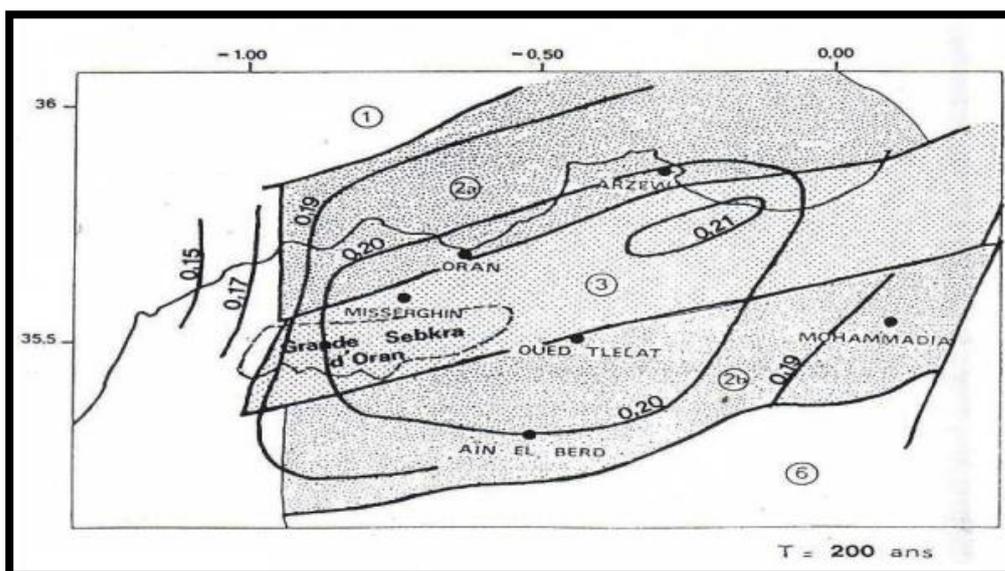


Figure 22 : carte d'aléa sismique pour la période de retour  $T=200$  ans

### c) Période de retour de 500 ans

La carte montre que sur le plan séismique, les provinces des massifs côtiers et du Tell méridional, sont les plus actives et orientent le tracé des courbes d'iso-accelération. Chacune d'elles présente un aléa qui est logiquement le même (0.24 à 0.25 g). Quant à la dépression Mléta Habra, prise entre les deux, elle est exposée à un aléa un peu supérieur (0.26 g).

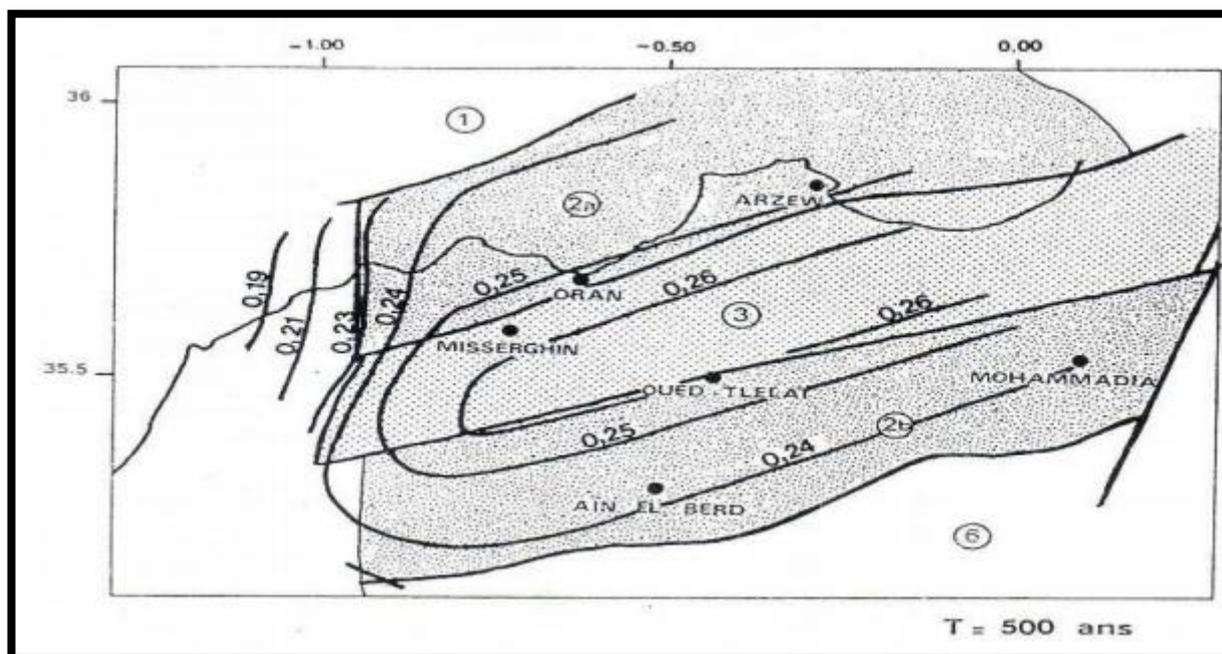


Figure 23 : carte d'aléa sismique pour la période de retour  $T= 500$  ans

Il est important de rappeler que ces cartes devront être utilisées avec prudence, et ce pour les motifs suivants :

- Ces cartes ne fournissent qu'un élément d'appréciation du risque sismique, à savoir une valeur d'accélération horizontale maximale évaluée selon une méthode probabiliste.
- Ces cartes ne tiennent pas compte de l'effet de site de la région d'Oran malgré son importance pour toute analyse du risque sismique (présence de failles potentiellement séismogènes, sols liquéfiables, instabilité de pentes, etc....).
- Les failles séismogènes restent encore mal localisées.

Sur la photo ci-contre l'ancienne ville du port portus Magnus. Selon les historiens la ville a été détruite et une grande partie de son port a été engloutie par un séisme suivie d'un tsunami en 262 durant le règne de l'empereur Gallien. Reconstituée puis détruite une deuxième fois par un autre grand séisme universel le 21 juillet en 365. Les deux complexes GNL1 et GNL2 sont situés au nord du site archéologique.



Figure 24 : Site archéologique (ex Portus Magnus. à Bethioua)



Photo 1



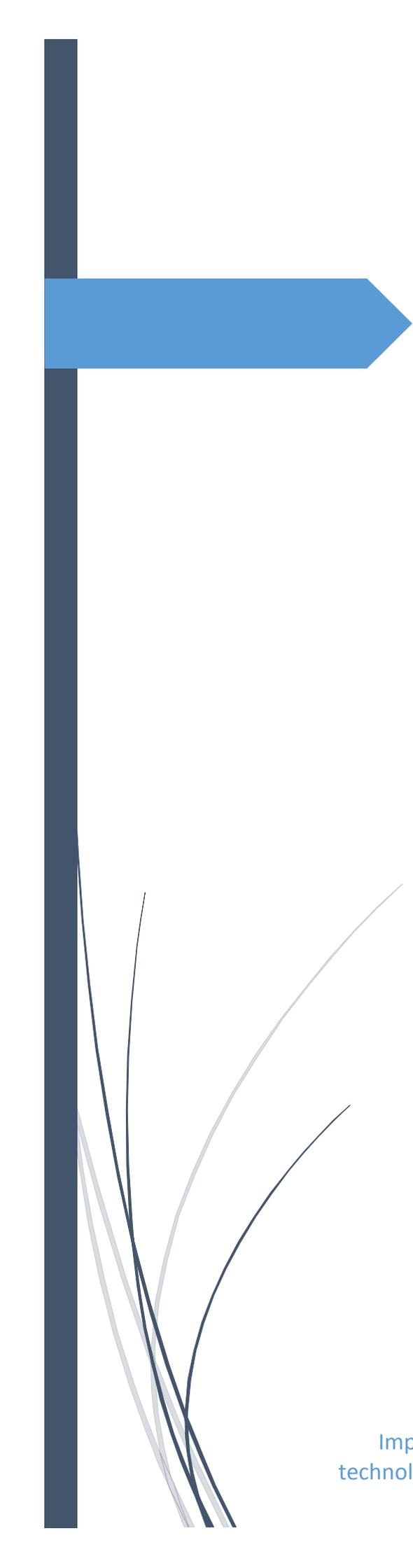
Photo 2

### CONCLUSION :

A l'échelle locale, le littoral oranais se caractérise, par rapport aux autres domaines du pays par un niveau important de sismicité et par des séismes qui peuvent être parmi les plus violents.

Mais comparativement à la région d'El Asnam ou à d'autres régions côtières du bassin méditerranéen, le domaine d'Oran est soumis à un aléa peu élevé. Il est, surtout, influencé par l'aléa engendré par l'activité sismique des massifs côtiers au Nord et du Tell méridional au Sud. Les autres domaines, présentant un potentiel sismogène plus faible ou plus éloigné, n'introduisent pas de risque significatif à Oran. Quelques épicentres sont cependant situés en mer à proximité immédiate de la ville d'Oran. Ils sont probablement en relation avec les discontinuités mises en évidence à terre (Transversale d'Arbal-Ain Franin, accident décrochant de Kristel ...).

A Oran, l'aléa sismique est, donc, dominé par un régime local d'une cinquantaine de kilomètres de diamètre centré sur la ville.



# CHAPITRE 3

## *Le risque technologique à Arzew*

Impact de la sismicité sur les risques  
technologiques en milieu industriel cas de la  
région d'Arzew

## I. Le risque technologique à Arzew

### 1. Présentation du pôle industriel d'Arzew

Le pôle industriel d'Arzew est situé à 42 Km à l'est d'Oran. Il s'étend sur environ 12 Km et comporte quatre communes : Arzew, Ain El Bia, Béthioua et Mers El Hadjadj (figure 25). Le pôle a eu pour objectif initial de structurer l'ensemble du territoire dans lequel il est inséré aussi bien au niveau international, national, que local.

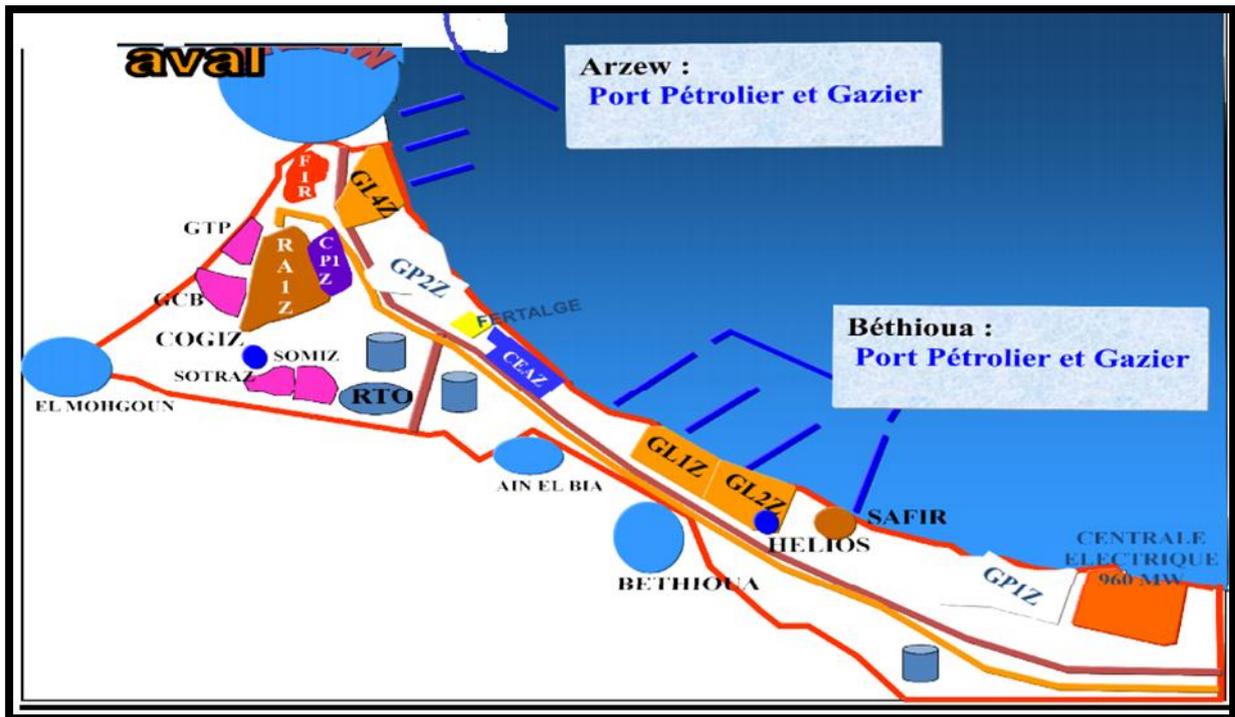


Figure 25 Situation du pôle industriel d'Arzew (in KACEMI .M (2006))

Avant la création de la zone industrielle, la côte était bordée de plages et de dunes vives sur presque toute sa longueur et s'appuyait sur un riche arrière-pays agricole ; Alors que la pêche côtière était pratiquée au port d'Arzew

La zone industrielle qui s'étend sur une superficie de 2800 hectares, comprend deux ports spécialisés et une plateforme industrielle. Cette plateforme industrielle comprend une concentration élevée de complexes pétrochimiques et de raffinage à haut risque (05 complexes de liquéfaction, une raffinerie, un complexe de production de méthanol et résines, un complexe d'ammoniac, etc.), une centrale électrique de capacité 960MW, six unités de production (Hélium, Azote, engrais liquides, gaz industriel, emballage...). un réseau de pipe provenant des champs pétrolifères de Hassi Messaoud et Hassi Rmel et un ensemble d'unités de prestation de

service dans les domaines de maintenance industrielle, de Génie Civil et de formation de personnel.

La première décision de déclarer une zone à risques majeurs a été prise durant l'année 2004, après les sinistres qui ont coûté la vie à des dizaines de personnes. L'explosion du 20 janvier 2004 ayant détruit, rappelons-le, la moitié du site gazier de Skikda, a fait 27 morts et plus de 74 blessés.

## **2. Arzew une zone pétrochimique stratégique**

Le pôle industriel d'Arzew, de par son potentiel économique, est reconnu comme site d'implantation stratégique. Il compte un nombre important d'installations classées dangereuses AM (Autorisation ministérielle) et AW (Autorisation de la wilaya) selon le décret exécutif n° 07-144 du 19 mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Durant les deux premières décennies post indépendance, l'Algérie a choisi la voie de l'industrialisation. Le secteur industriel a largement progressé sur la frange littoral, zone la plus menacée par l'aléa sismique. La zone tellienne regroupe ainsi près du tiers des unités industrielles dont 51% sont regroupées sur le littoral. Arzew et Skikda regroupe l'essentiel de ces grands complexes pétrochimique.

Dès 1850. Dans son « étude sur les ports de l'Algérie », Lieussou A, (ingénieur hydrographe de la marine, les ports de l'Algérie par département de guerre de la marine 1857) avait prédit le rôle important qu'Arzew allait jouer dans le développement économique futur de l'Algérie : « port Arzew, complètement délaissé aujourd'hui, est appelé à devenir un des premiers ports de commerce de l'Algérie, cet excellent mouillage sera un jour le grand port marchand de la province d'Oran ». Cette prédiction s'est concrétisée en 1964, date de la mise en service du Complexe GLAZ, première usine de liquéfaction du gaz naturel au monde.

La zone industrielle d'Arzew s'impose comme pôle industriel stratégique dans l'exportation, avec quatre complexes de GNL, trois complexes GPL, deux complexes pétrochimiques, trois complexes d'ammoniac et d'urée, une raffinerie, une unité d'extraction d'hélium. Cette concentration d'un grand nombre de complexes pétrochimiques sur une superficie réduite rend vulnérable la région et même le pays si un risque sismique majeur survient dans la région.

La zone industrielle a été déclarée zone à risque majeur depuis dix ans par le décret exécutif n° 06-162 du 17 mai 2006. A la lecture de ce décret on ne peut que rester perplexe. D'abord. Il ne

renseigne pas sur la nature exacte des risques majeurs auxquels la zone est censée être exposé. Ensuite, il accorde la primauté à la gestion politique et économique sur l'aspect social. En fait ce décret exécutif, en instituant seulement un plan d'intervention interne, confine les conséquences d'une survenance d'un risque majeur dans un espace réduit à la seule zone industrielle d'Arzew, faisant ainsi abstraction des quatre communes limitrophes qui abritent une population importante. D'autre part force est de constater que ce décret participe d'une logique qui privilégie l'aspect économique sur le social, AINI.D (2011)

### **3. Les risques anthropiques et naturels potentiels dans la zone d'Arzew**

En se référant à l'article 10 de la loi 04-20 Du 25 décembre 2004 qui identifie les risques majeurs, nous pouvons recenser six pour la zone industrielle d'Arzew. Ils sont de deux types

- Naturel : comme relevé précédemment ce risque est surtout sismique.
- anthropiques : il s'agit surtout ici des risque industriel, transport, tellurique, atmosphérique et marins et hydriques.

Par la diversité des installations et la quantité importante de matières dangereuses stocké ou produites, la zone industrielle présente des risques multiples. Chaque risque peut être la source d'explosion en chaîne par effet dominos en raison de la distance très courte qui sépare les différentes installations. Notons aussi que les installations sont dépendantes les unes des autres par souci d'alimentation d'énergie (gaz) ou alimentation en matières premières. En faisant abstraction des sources des risques qui, comme on l'a vu sont nombreuses (anthropiques ou naturels), nous citons ci-dessous les risques les plus décelables dans la zone industrielle (gazier, pétrolier, chimique).

Le périmètre d'Arzew paraît exposé à deux types des risques :

- les premiers sont d'ordre sanitaire. Certaines activités des complexes sont la source, de manière chronique, d'émissions de polluants toxiques dans l'air, l'eau, les sols
- Les deuxièmes, d'origine accidentelle, peuvent être produits par des causes internes (défaillance technique, erreur humaine défaut de conception ou d'exploitation...) ou par des causes externes (foudre, inondation, séisme...) ou résulter d'actes de malveillance (attentat, dégradation volontaire d'un outil de production).

#### 4. Le risque explosif

Il existe deux types d'explosion très redoutés. Pour qu'une explosion se produise, il suffit qu'un bac de stockage rempli de liquide comme le GNL ou tout hydrocarbure ou l'un de ces dérivées entre en contact avec une source de chaleur.

##### 4.1.1 Le BLEVE (boiling, liquid expanding vapor explosion)

Les gaz liquéfiés sous pression présentent un risque important en cas de rupture du réservoir (bac de stockage) : l'ébullition-explosion, ou en anglais BLEVE (boiling liquid expanding vapor explosion). Lorsque l'on comprime un gaz à partir d'une certaine pression, il se transforme en liquide ; cette propriété permet de stocker de grandes quantités de gaz dans des réservoirs : butane, propane, GPL (gaz de pétrole liquéfié)... On a au-dessus du liquide un « ciel gazeux » (la plus grande partie du produit est liquide, une petite partie est gazeuse et occupe le volume restant). Lorsque l'on soutire du gaz du réservoir, le liquide bout (à température ambiante) et la vapeur ainsi produite vient compenser le volume retiré ; c'est le fonctionnement normal (source Wikipédia).

Si le réservoir se rompt (suite à un choc, à sa corrosion, ou bien par fragilisation par un feu ou bien à un séisme), il se produit alors une explosion catastrophique :

- ✓ La pression du ciel gazeux se libère et crée à l'extérieur une onde de surpression, une détonation ; la pression baisse brusquement dans le réservoir ;
- ✓ le liquide se met à bouillir violemment pour compenser cette baisse de pression, la quantité de gaz libérée « regonfle » le réservoir (le gaz n'a pas le temps de s'échapper par la fuite) ; le réservoir explose alors littéralement, provoquant une deuxième onde de surpression (bien plus importante que la première) ainsi que la projection d'éclats métalliques ;
- ✓ le gaz libéré se mélange à l'air ; s'il s'agit d'un gaz inflammable, il peut former une véritable boule de feu.

Les effets du BLEVE sont de trois types : thermiques, surpression et missile.

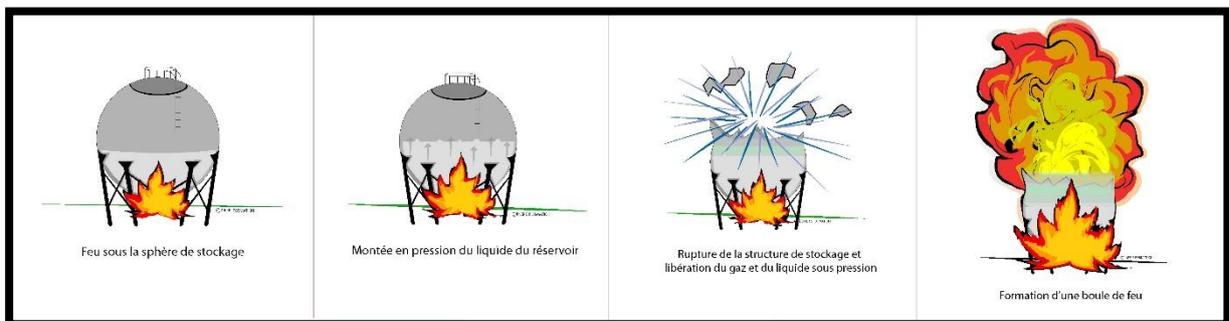


Figure 26 : explication du BLEVE (Wikipédia.)

- L'UVCE : « Unconfined Vapor Cloud Explosion », c'est-à-dire explosion d'un nuage de gaz en milieu non confiné.

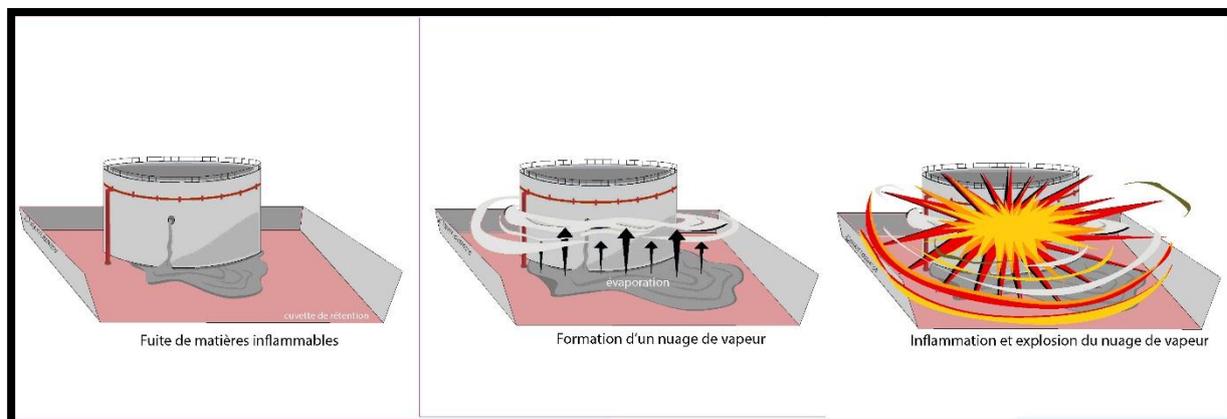


Figure 27 : schéma explicative de l'UVCE (Wikipédia)

Suite à une fuite de gaz inflammable, le mélange du gaz et de l'air forme un nuage qui en rencontrant une source d'inflammation peut exploser. Les effets sont essentiellement des effets de pression.

- **L'incendie d'un stock de produits**, en entrepôts par exemple : aux effets thermiques de l'incendie en lui-même peuvent s'ajouter, suivant la nature des produits stockés, des risques d'explosion et des risques toxiques.

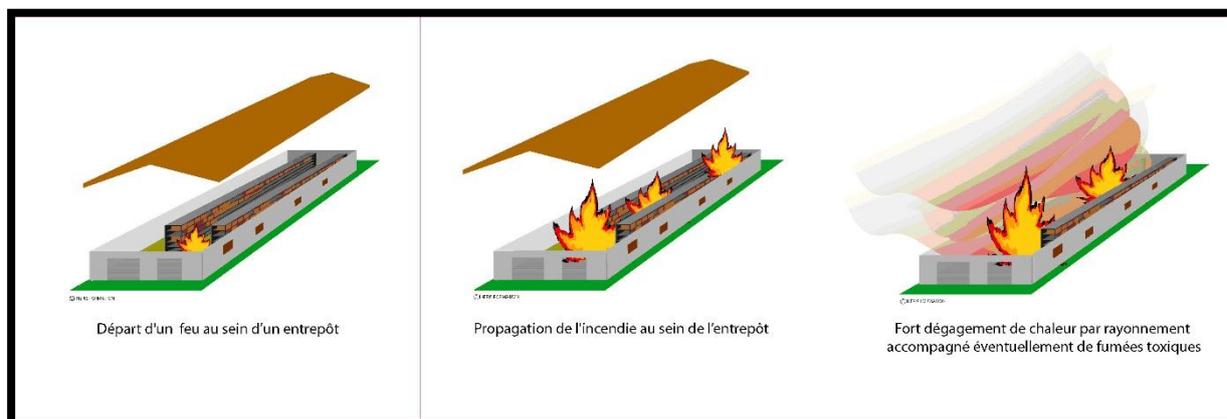


Figure 28 : L'incendie d'un stock de produits (Wikipédia)

- **L'émission et la dispersion de produits toxiques**, lors d'un accident majeur, suite à une explosion, un incendie ou une fuite importante, conduisant à une pollution de l'air, de l'eau, du sol, entraînant des conséquences mortelles ou des contaminations durables des sols et des conséquences possibles pour la santé.

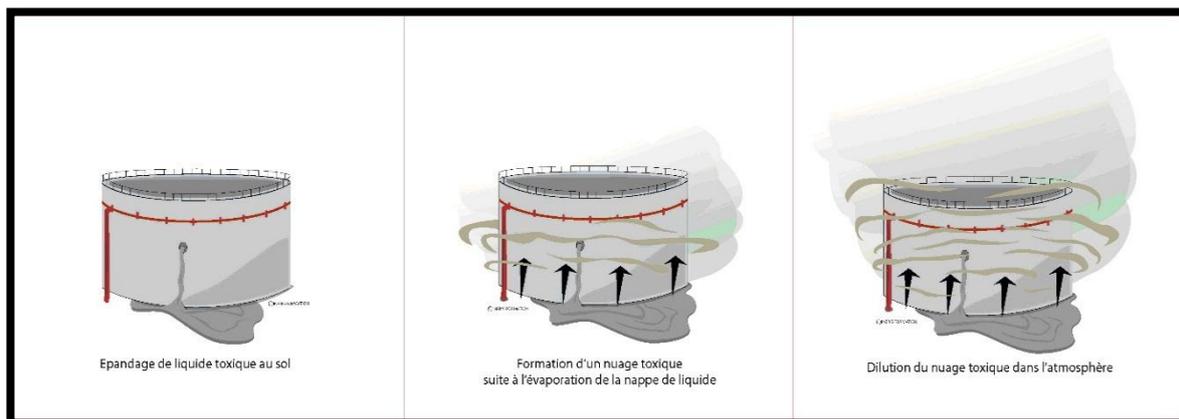


Figure 29 : schéma explicative de l'émission et la dispersion de produits toxiques (Wikipédia)

- **Le feu de nappe**, lorsqu'une nappe de liquide inflammable, produite à la suite de la perte de confinement d'un réservoir, prend feu. Celui-ci peut générer des effets thermiques importants.

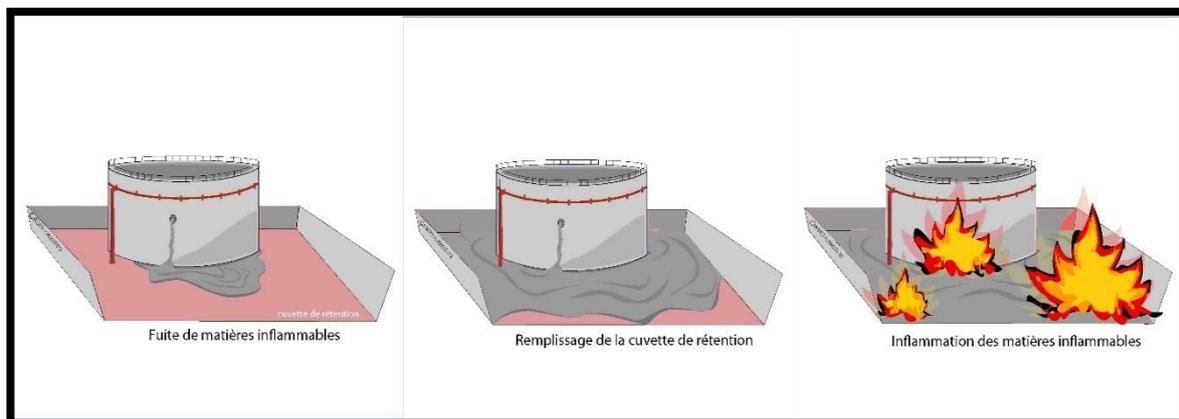


Figure 30 : schéma explicative du feu de nappe (Wikipédia)

- **L'explosion de poussières**, phénomène entraînant des effets de surpression et de projection

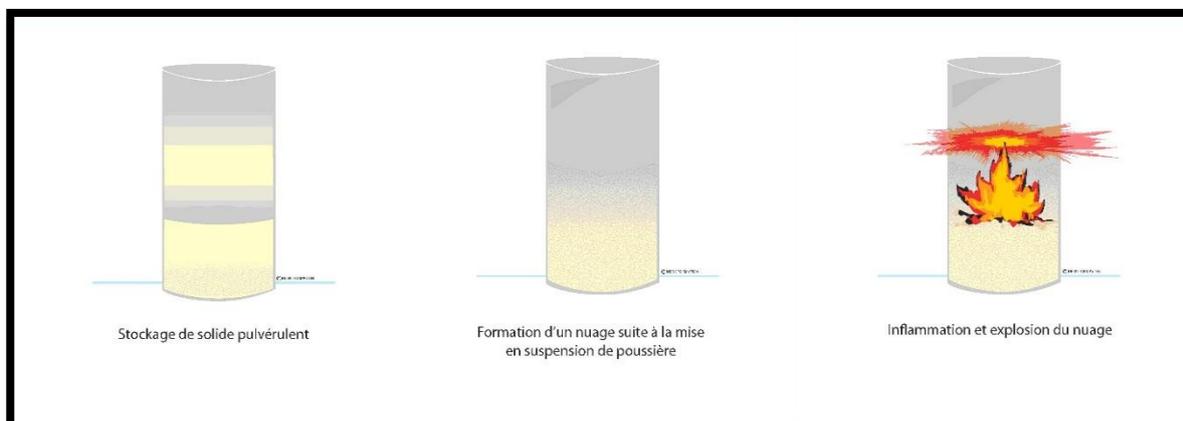


Figure 31 : schéma explicative de l'explosion de poussières (Wikipédia)

- **L'explosion de produits explosibles**, tels que les produits pyrotechniques ou, dans certaines conditions, certains engrais (cas de l'accident d'AZF en Toulouse en 2001, 30 morts).

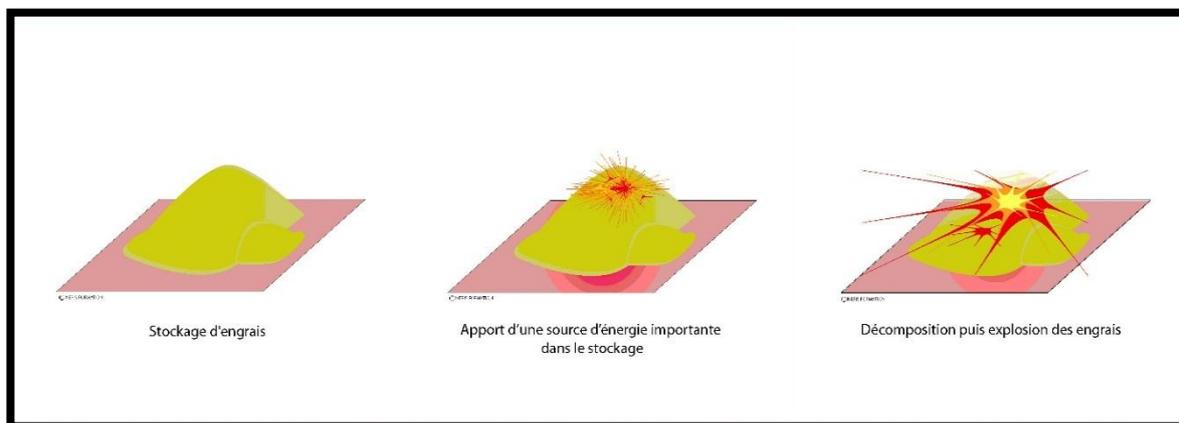


Figure 32 : schéma explicative de l'explosion de produits explosibles (Wikipédia)

#### 4.1.1.1 Les effets thermiques

Les effets thermiques sont liés au rayonnement thermique de la boule de feu et le cas échéant, de la combustion de la flaque au sol. La durée d'exposition au rayonnement, qui dépend de la composition, de la quantité et la température du produit présent est de courte durée (d'environ quelques secondes pour un petit camion-citerne à environ quelques dizaines de secondes pour une sphère de 1.000 m<sup>3</sup>). Le rayonnement suit la cinétique du phénomène. Pendant la phase d'inflammation du nuage et de croissance de la boule de feu. Le flux thermique atteint rapidement le maximum de son intensité, pour décroître (au niveau du sol) à mesure que la boule de feu s'élève dans le ciel, avant de chuter rapidement quand la boule de feu se résorbe

#### 4.1.1.2 L'effet de surpression

Ces effets se font sentir suite à une explosif qui provoque une onde de surpression pouvant déstabiliser les structures matérielles (projections, effondrement des bâtiments, et causer des lésions chez l'homme (lésions internes au niveau des tympans et des poumons, traumatismes).

#### 4.1.1.3 L'effet missile

L'énergie d'expansion engendre une surpression qui peut conduire à l'éclatement du réservoir. Des fragments sont alors projetés à plusieurs centaines de mètres.

Des études ont montré que tous types de réservoir confondus :

80 % des fragments sont projetés à moins de 250m

90% des fragments sont projetés à moins de 400m

La distance maximale de projection observée est d'environ 1200m

En raison de l'énergie libérée lors d'un BLEVE, il est possible de voir des fragments de grosses tailles propulsés à partir du réservoir à des distances importantes : Dans l'accident de Mexico, un fragment de 9.5 tonnes a été propulsé à 1200m.

#### 4.1.2 L'effet Boil-over

Lorsque le bac est en feu en partie haute au cours de l'incendie une Onde de chaleur migre vers le bas du bac. Lorsque ce front de chaleur atteint l'eau celle-ci se vaporise immédiatement. Un litre d'eau donne environ 1 700 litres de vapeur. Ce volume de vapeur pousse l'hydrocarbure vers le haut de bac et l'expulse. Il y a formation d'une boule projetant des résidus enflammés tout autour du bac. Ce phénomène n'est possible que si l'hydrocarbure est lourd et visqueux, la vapeur d'eau formée vagir sur le volume d'hydrocarbure qui forme un piston et va le projeter en l'air. Le boil-over ne se réalise pas avec de l'essence ou tout hydrocarbure léger car la viscosité importante du produit reste la condition primordiale du phénomène. Lorsque l'hydrocarbure est léger, l'eau vaporisé par l'onde de chaleur de l'incendie va pousser le liquide inflammable sous la forme de bulles qui vont projeter une partie seulement du liquide enflammé au-dehors du bac ou du récipient. On appelle ce phénomène le « slop-over », il est nettement moins puissant que le boil-over (source Wikipédia).

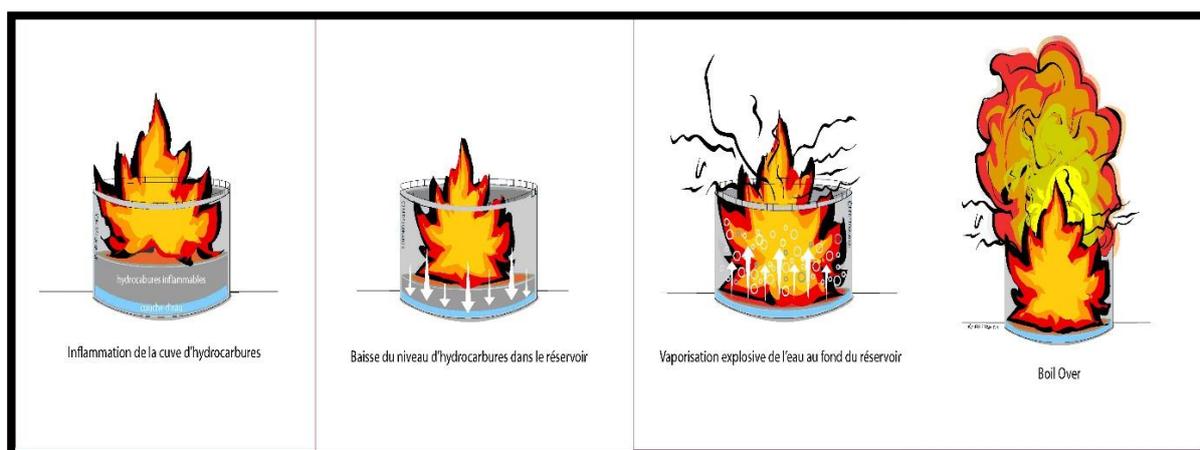


Figure 33 : schéma explication du boil-over (Wikipédia)

#### 4.1.3 L'explosion chimique :

Par la présence de l'unité de FERTIAL et la quantité importante de stockage et production de l'ammoniac et du nitrate d'ammonium, des effets redoutés d'explosions et de nuages toxiques qui peut s'étaler sur un rayon large en km et touché un nombre de population large selon la direction des vent dominant au moment de l'accident. Le retour d'expérience nous a montré la dangerosité de ces produits, l'exemple de l'usine de nitrate d'ammoniac en 1923 à Oppau en Allemagne a causé 591 morts et 7000 blessés et l'explosion d'AZF en 2001 à Toulouse en France à causer 30 morts et 5000 blessés et 27 000 logements détruits ou endommagés. Le nitrate d'ammonium ( $\text{NH}_4 \text{N}_3$ ) est à la fois un engrais azoté, le nitrate d'ammonium agricole (NAA) et un constituant d'explosif, le nitrate d'ammonium industriel (NAI ou NAEO). Sous ces deux formes, le nitrate d'ammonium est fabriqué par l'action de l'ammoniac sur l'acide nitrique, c'est un comburant fortement oxydant, c'est à dire qu'il entretient la combustion de matériaux déjà enflammés, comme l'oxygéné de l'air entretient celle de l'essence dans un moteur ou plus simplement quand on souffle sur un feu. Le nitrate d'ammonium est réputé stable ; il ne brûle pas mais sous l'effet d'une forte chaleur. S'il est par exemple pris dans un incendie, il fond à partir de  $165^\circ$ , puis il se décompose en émettant les fumées rousses caractéristiques des oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ). A  $210^\circ$  par exemple,  $\text{NH}_4 \text{N}_3$  produit de l'eau et un gaz oxydant et anesthésiant très toxique, le protoxyde d'azote aussi appelé oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ou « gaz hilarant » qui est utilisé notamment en anesthésie. Vers  $250^\circ$  il y a formation de peroxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}_2$ ). Ce gaz lui aussi oxydant et très toxique, mélangé à l'acide nitrique, est utilisé comme comburant dans certains moteurs de fusées. Ces gaz peuvent finalement détoner au bout de quelques dizaines de minutes, voire de quelques heures, à condition que l'incendie ait lieu dans une enceinte confinée. AINI.D (2011)

#### 5. Rayons des cinq complexes qui déterminent le territoire d'Arzew :

le complexe GNL1 produit quotidiennement 54 000 m<sup>3</sup> de gaz naturel liquéfié et 350t de gazoline. Le rayon d'affichage a été tracé que pour la quantité produite du gaz naturel liquéfié et qui est de 4km. Sur la figure 34 (rayon d'affichage pour le complexe GNL1) nous observons que toute l'agglomération principale de Bethioua et une grande partie d'Ain El Biya sont concernées par des risques majeurs d'incendie et d'explosion. Nous supposons qu'une enquête publique a été menée à l'intérieur du rayon d'affichage pour l'autorisation de réalisation du complexe. Donc la population concernée par le territoire est au courant des activités et les risques de l'installation. (AINI D ,2011)

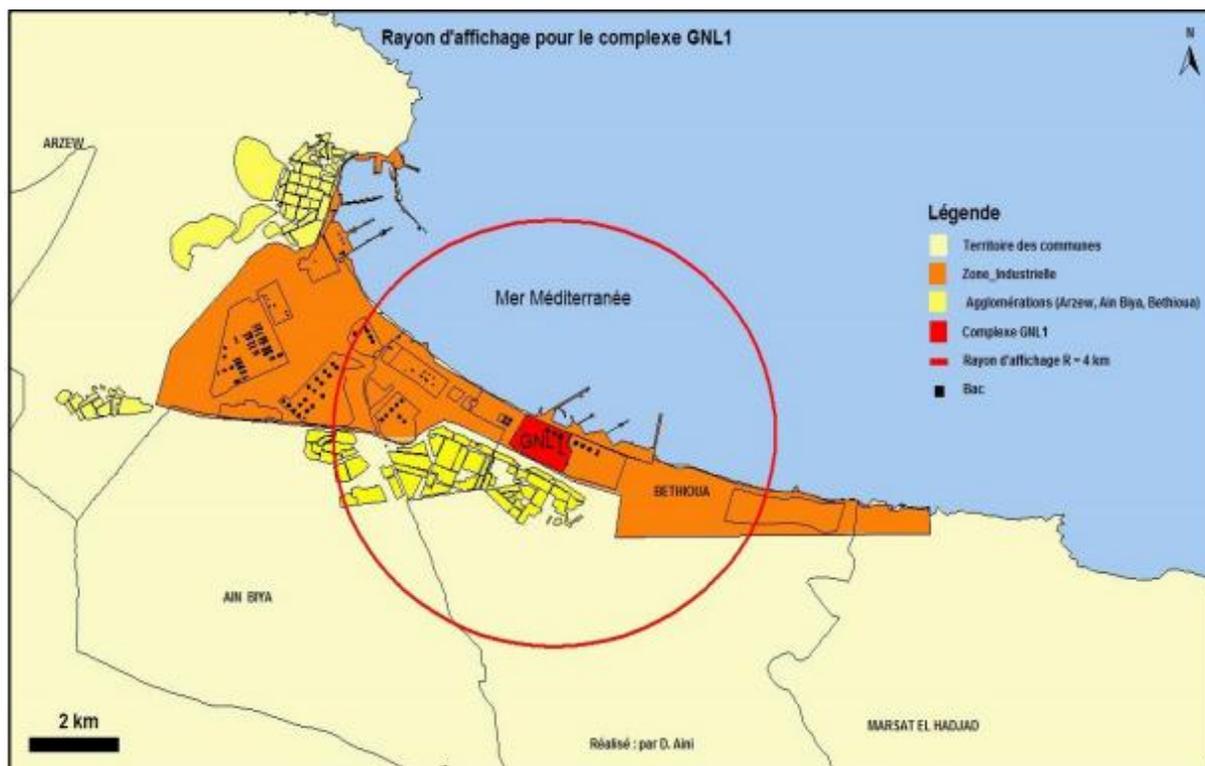


Figure 34 : rayon d'affichage pour le complexe GNL1 (Aini D ,2011)

Le complexe RTO s'occupe essentiellement du stockage et transport par pipeline ou oléoduc de plusieurs matières dangereuses telles que le Brut, condensât, GPL et Gaz naturel. Sans évoquer tous les détails nous ne citerons que les bacs de capacité de 35000 m<sup>3</sup> de condensât et de brut qui sont en nombre de 21. Le rayon d'affichage est de quatre km pour chaque produit. Sur La figure 35 (rayon d'affichage pour complexe RTO) nous constatons que le risque d'explosion et d'incendie peut toucher l'agglomération d'Ain El Biya, une petite partie de la population de Bethioua, la partie Nord-est et sud-est.

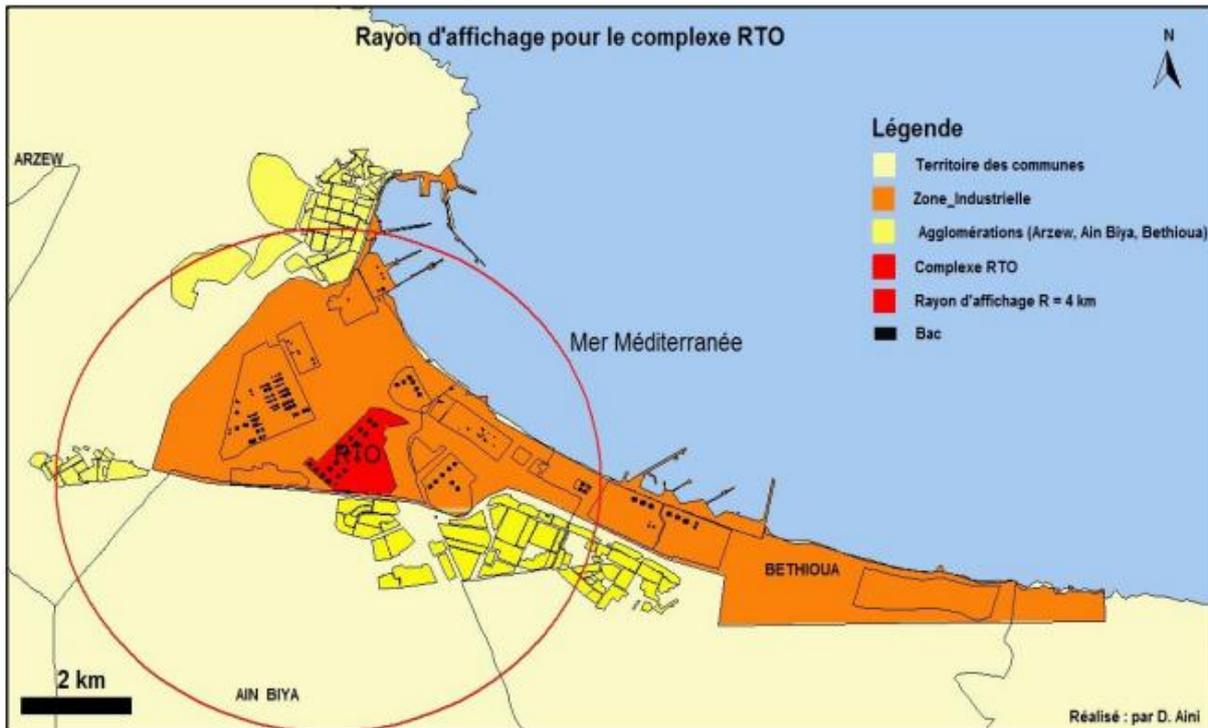


Figure 35 : rayon d'affichage pour complexe RTO

Dans le complexe GP1Z existe plusieurs matières dangereuses stockées ou produites respectivement tels que GPL, propane liquide, butane liquide et Gazoline, les risques par rapport à ces produits sont l'explosion et l'incendie. Le rayon d'affichage montré par la figure 36 «rayon d'affichage pour le complexe GP1Z» est de quatre kilomètres. Une petite partie de la population de l'Agglomération de Bethioua est concerné par les risques.

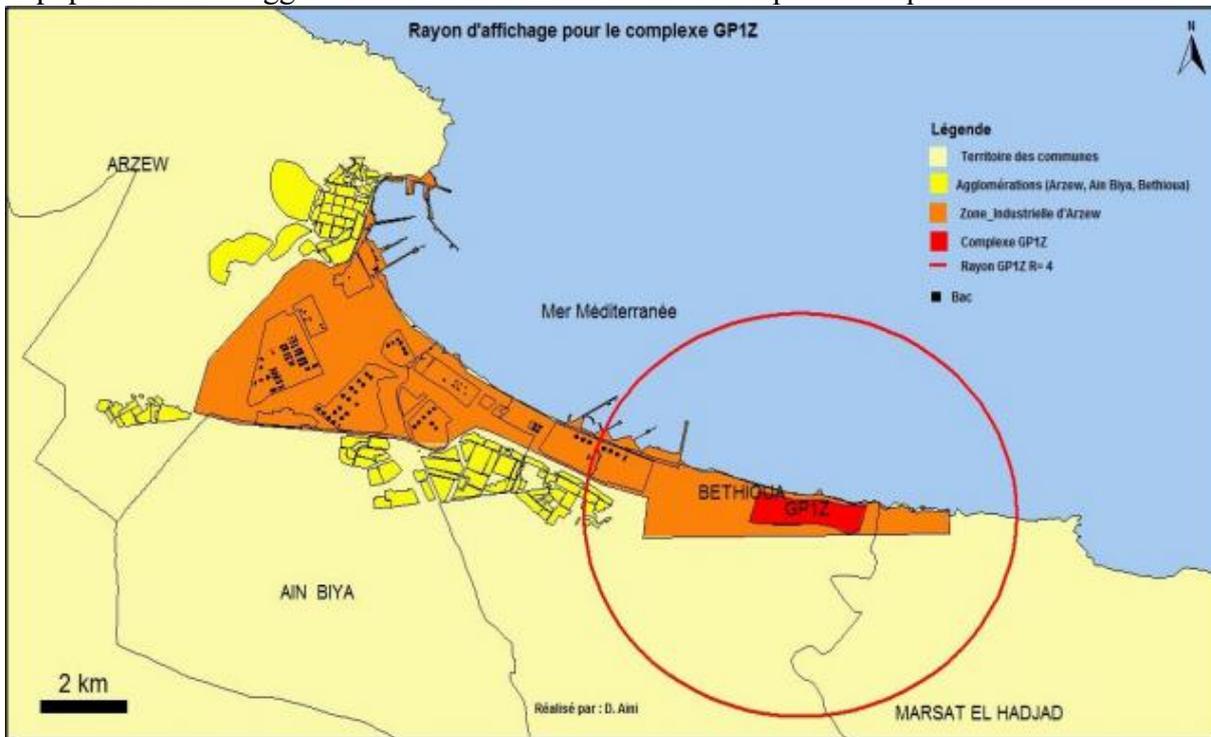


Figure 36: rayon d'affichage pour le complexe GP1Z

Dans le complexe NAFTEC on trouve une quantité importante et diverse de matières dangereuses stockées ou produites comme propane, butane, kérosène et essence la population fera face à des risques d'explosion et d'incendie. La figure 37 Le rayon d'affichage est de quatre kilomètres. La population d'une grande partie de l'agglomération d'Arzew et celle de l'agglomération de Mohgoun est exposée aux risques évoqués.

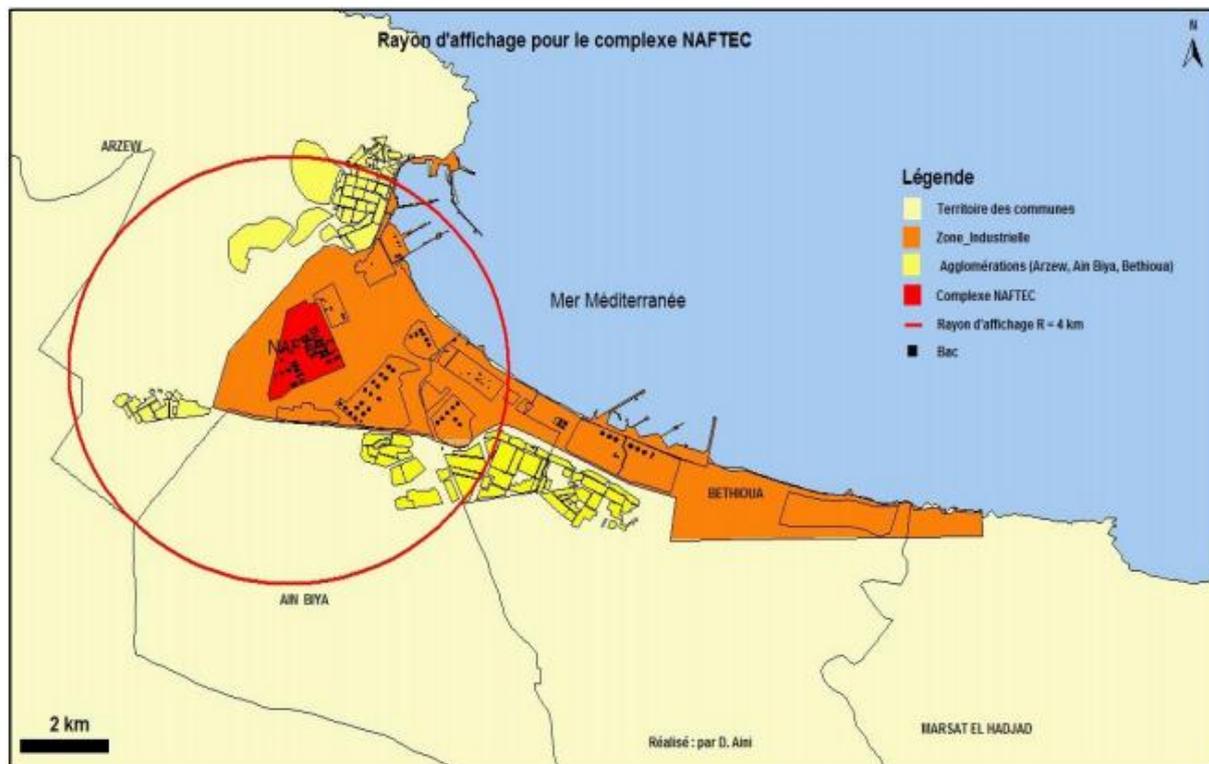


Figure 37 : Le rayon d'affichage pour le complexe NAFTEC

Le complexe FERTIAL présente des risques divers, nuages toxiques, explosion et incendie. Le rayon d'affichage est de 6 km les traumatismes physiques sont nombreux : plaies, fractures, amputations, contusions... Les troubles auditifs consécutifs au double effet du blast et au traumatisme sonore dû à l'explosion sont assez importants : surdité partielle ou totale, perforations tympaniques, hypoacousie, acouphènes, otalgies.etc...

Le N<sub>2</sub>, le NH<sub>3</sub> et les particules libérés par l'explosion sont responsables d'irritations transitoires oculaires (conjonctivite, troubles de la vision...) et respiratoires (trachéo-bronchite...) dans la population résidant à proximité du site. Toutes les agglomérations sont concernées par le rayon d'affichage selon la figure 38.

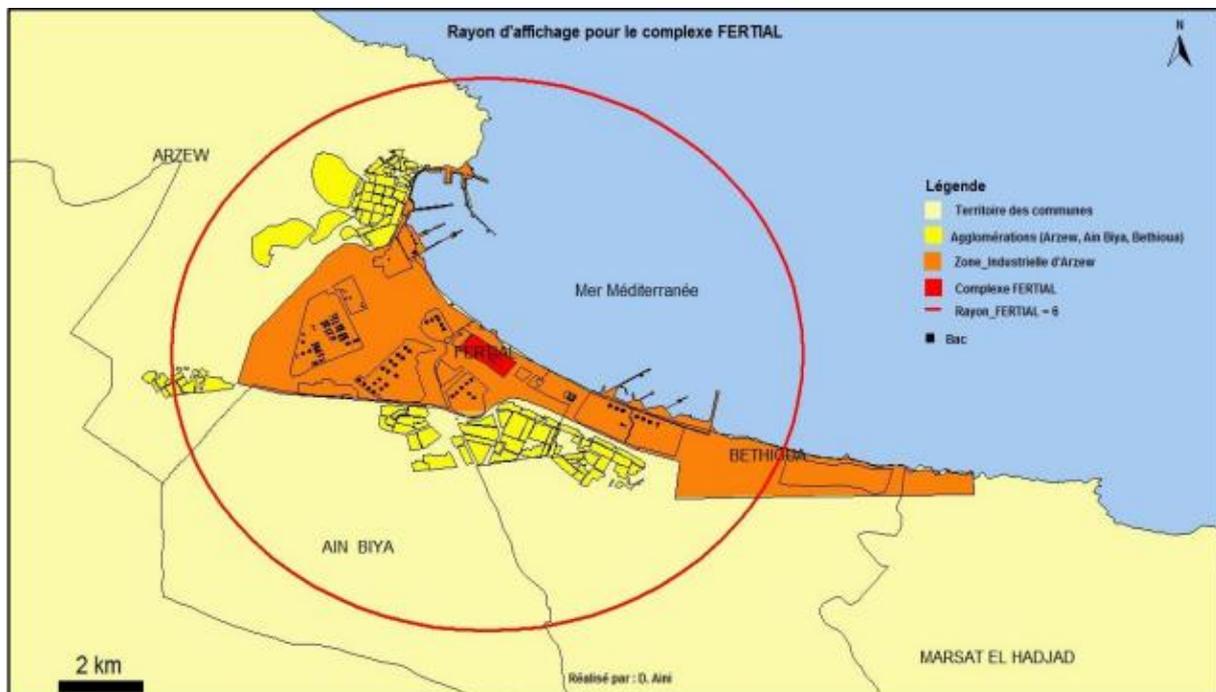


Figure 38 : rayon d'affichage pour le complexe FERTIAL

Enfin, la carte 37 nous donne un aperçu général sur notre territoire. Nous excluons la population de l'agglomération de Marsat El Hadjad, puisque seulement une petite partie de son territoire qu'est touchée par un seul rayon d'affichage.

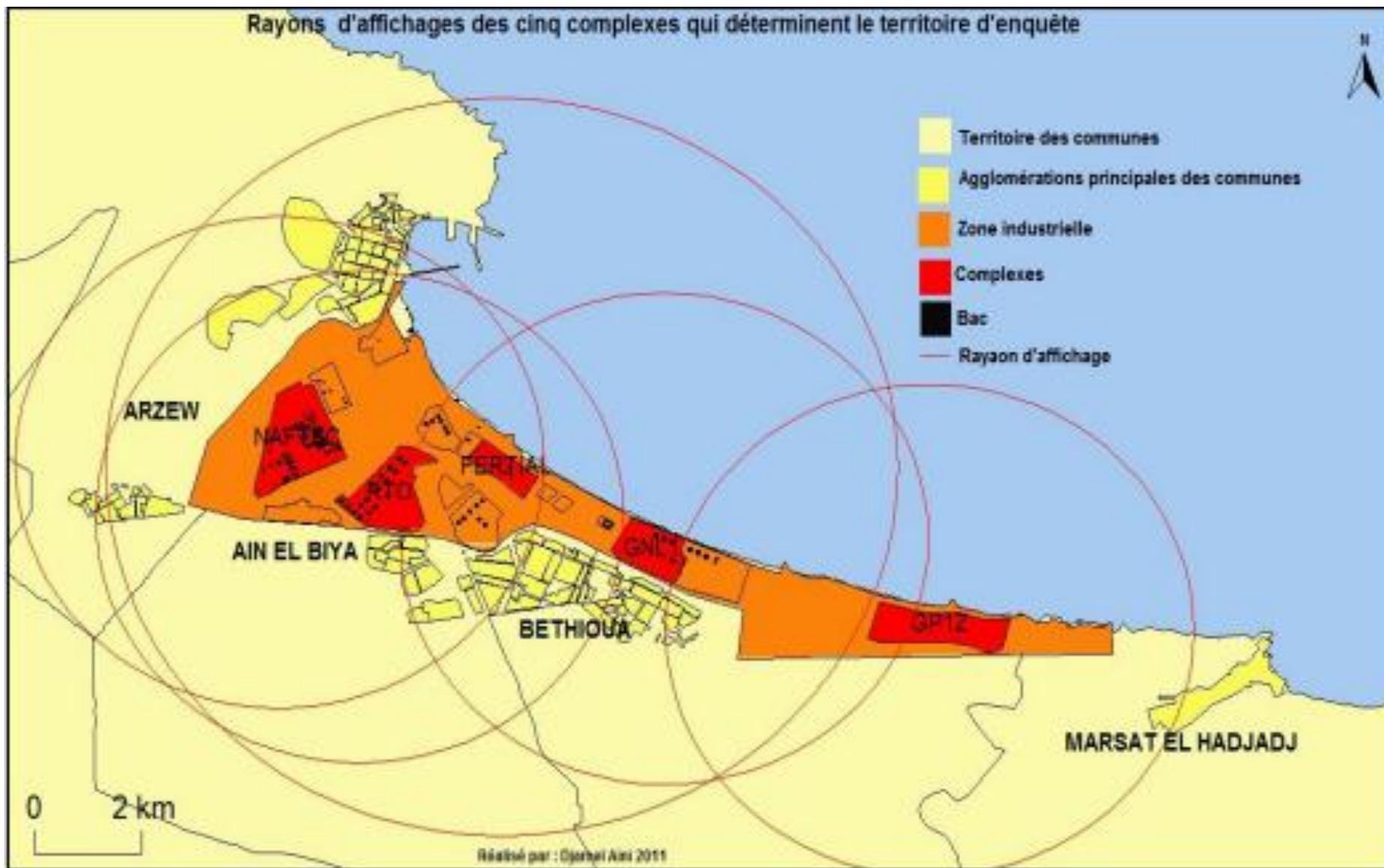


Figure 39 : ensemble des rayonnements d'affichage (Djemal Aini 2011)

## 6. Les plans de préventions des risques technologiques : une solution durable

### - Les objectifs des plans de préventions des risques technologiques

Ces plans ont pour effet de limiter l'exposition de la population aux conséquences des accidents, dont l'impact est notamment appréhendé au travers des études de danger réalisées par l'industriel. Ces PPRT ont pour objectif de résorber une situation existante difficile en matière d'urbanisme et d'éviter qu'une telle situation se renouvelle dans l'avenir.

Les PPRT délimitent, autour des installations classées à haut risque, des zones à l'intérieur desquelles des prescriptions peuvent être imposées aux constructions existantes et futures et celles à l'intérieur desquelles les constructions futures peuvent être interdites. Ils définissent également les secteurs où l'expropriation est possible pour cause de danger très grave menaçant la vie humaine, ceux à l'intérieur desquels les communes peuvent donner aux propriétaires un droit de délaissement pour cause de danger grave menaçant la vie humaine, et ceux où les communes peuvent préempter les biens à l'occasion de transferts de propriétés.

### - Quelle situation du PPRT vis-à-vis des autres outils de gestion du risque industriel ?

Les PPRT correspond à la mise en œuvre du volet "maîtrise de l'urbanisation" de la politique de prévention du risque industriel autour des sites classés. Il constitue donc un élément du dispositif d'ensemble fondé sur la maîtrise du risque à la source - assurée en amont par la procédure installation classée - et intégrant - en aval - la mobilisation des secours dans le cadre du plan particulier d'intervention

## 7. Les différents modes d'action pour maîtriser ou réduire la vulnérabilité des personnes à l'aléa industriel

Dans le champ du PPRT, un certain nombre d'outils sont susceptibles d'être utilisés pour limiter les mises en situation vulnérable des personnes exposées à l'aléa technologique, il s'agit de Trois instruments de maîtrise foncière sont prévus par le Code de l'urbanisme ou le Code de l'expropriation ont la possibilité d'être mobilisés lorsque les conditions d'utilisation sont réunies

Le **droit de préemption** peut être institué par délibération d'une commune ou d'un établissement public de coopération intercommunale compétent sur l'ensemble du périmètre d'exposition au risque. Il confère à cette personne le droit d'acquérir un immeuble ou partie d'immeuble, nu ou bâti, ainsi que certains droits immobiliers à un prix fixé à l'amiable ou par le juge de l'expropriation. Ce droit régi par le Code de l'urbanisme ne peut s'exercer que si le bien fait l'objet de la part de son propriétaire d'une aliénation, volontaire ou non, (vente,

échange, adjudication...). Enfin, l'acquisition doit avoir pour finalité de réduire le risque technologique.

**Le droit de délaissement**, il confère au propriétaire d'un bâtiment ou partie de bâtiment situé dans le secteur, la possibilité d'exiger l'acquisition de ce bien par la personne qui l'a institué, à un prix fixé à l'amiable ou par le juge de l'expropriation. Le droit de délaissement peut être instauré par délibération d'une commune dans le ou les secteurs délimités par le PPRT.

L'expropriation autorise une personne publique à procéder à l'acquisition forcée, dans un but d'utilité publique, d'un immeuble ou d'un droit immobilier appartenant à une personne privée ou publique (domaine privé), moyennant une indemnisation préalable. La procédure prévue par le Code de l'expropriation comporte une enquête d'utilité publique menée par le Wali. L'indemnisation peut se faire à l'amiable ou être décidée par le juge de l'expropriation. Le droit de délaissement existe aussi dans les secteurs d'expropriation de tout PPRT, dès que l'expropriation a été prise. Il permet à tout propriétaire de terrain situé dans ce secteur d'exiger l'acquisition de ce terrain par l'expropriant.

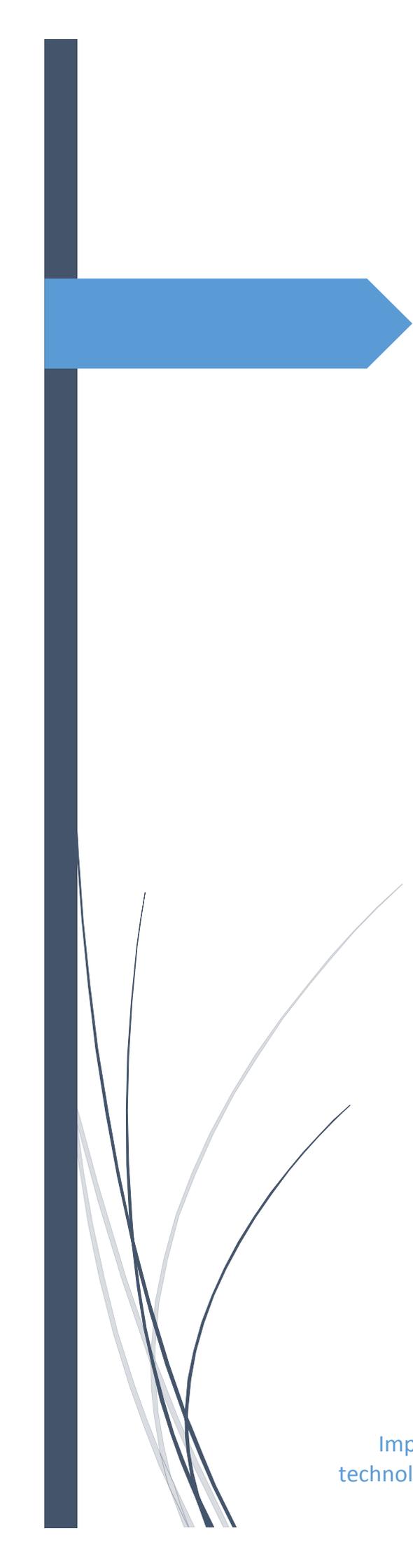
Considérant l'ampleur des conséquences dues à un événement majeur (Risque sismique, inondation, ras de marée, mouvement terrains ... etc.) aggravés par la proximité de la zone industrielle (risques industriels). Une méthodologie de gestion du risque est proposée afin d'intervenir rapidement et efficacement. BENDJEMILA .I (2011)

Ceci ne pourrait se réaliser sans un réaménagement total des accès de la ville.

- De nouvelles voies d'évacuation sont nécessaires sachant qu'il n'existe actuellement qu'une seule voie d'accès à ARZEW).
- Et ensuite libérer l'espace, destruction des bâtiments vulnérables et édifier de nouvelles constructions en respectant les normes de sécurité.



Figure 40 : voie d'accès à ARZEW



# CONCLUSION Générale

Impact de la sismicité sur les risques  
technologiques en milieu industriel cas de la  
région d'Arzew

## Conclusion

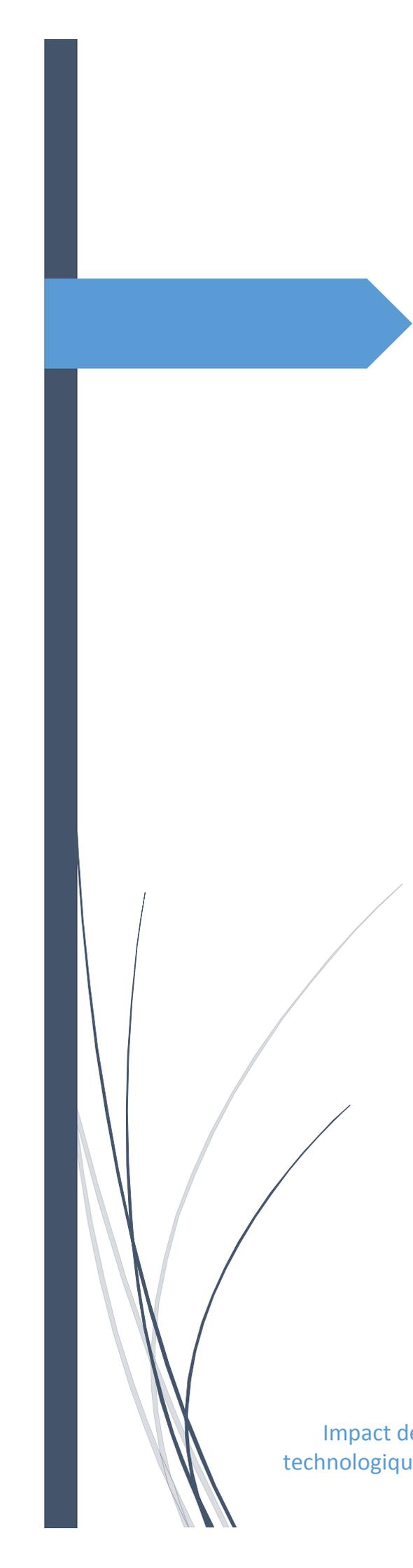
Le territoire de la région d'Arzew située géographiquement à 35 km au nord est d'Oran et 38 km au sud-ouest de Mostaganem constitué une zone de conflit menacé par des risques sismiques qui peuvent engendrer des catastrophes sur le plan industriel et cette prévision confirmée par certaines sources historiques ; l'Oranie aurait connu à l'époque de l'empire Gallien un tremblement de terre effroyable suivie d'un tsunami qui a submergé toutes les villes côtières et portuaires. Selon aussi les catalogues de sismicités historiques. La ville d'Oran a été complètement détruite par un séisme majeur en 1790, Arzew ébranlé par un autre séisme en 1912 estimé à une magnitude de 5.3.

Selon les historiens de la ville d'Arzew, il a été existé une ancienne ville du port portus Magnus qui a été détruite et une grande partie de son port a été engloutie par un séisme suivie d'un tsunami en 262 durant le règne de l'empereur Gallien. Reconstituée puis détruite une deuxième fois par un autre grand séisme universel le 21 juillet en 365. Les deux complexes GNL1 et GNL2 sont situés au nord du site archéologique, en déduire que les risques pour la zone industrielle d'Arzew. Ils sont de deux types

- Naturel : comme relevé précédemment ce risque est surtout sismique.
- Anthropiques : il s'agit surtout ici des risques industriels, transport, telluriques, atmosphériques et marins et hydriques.

Par la diversité des installations et la quantité importante de matières dangereuses stockées ou produites, la zone industrielle présente des risques multiples. Chaque risque peut être la source d'explosion en chaîne par effet dominos en raison de la distance très courte qui sépare les différentes installations. Notons aussi que les installations sont dépendantes les unes des autres par souci d'alimentation d'énergie (gaz) ou alimentation en matières premières. En faisant abstraction des sources des risques qui, comme on l'a vu sont nombreuses (anthropiques ou naturels), nous citons ci-dessous les risques les plus décelables dans la zone industrielle (gazier, pétrolier, chimique). Le périmètre d'Arzew paraît exposé à deux types de risques :

- les premiers sont d'ordre sanitaire. Certaines activités des complexes sont la source, de manière chronique, d'émissions de polluants toxiques dans l'air, l'eau, les sols
- Les deuxièmes, d'origine accidentelle, peuvent être produits par des causes internes (défaillance technique, erreur humaine défaut de conception ou d'exploitation...) ou par des causes externes (foudre, inondation, séisme...) ou résulter d'actes de malveillance (attentat, dégradation volontaire d'un outil de production).



# Bibliographie

Impact de la sismicité sur les risques  
technologiques en milieu industriel cas de la  
région d'Arzew

## Bibliographie

- ❖ **ADAMS. R.D & BARAZANGI, (1984):** Seismotectonics and seismology in the Arab Region a Brief Summary and Future Plans. Bull.; Seismological; Soc ; America, vol.74, n°3 pp.1011-1030.
- ❖ **AINI.D (2011) :** risque industriel et représentation sociale Enquête dans la zone d'Arzew ;Mém ;Magister ;univ ;Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem 93P
- ❖ **BECK. É, GRANET. M, WEBER. C (2003) :** risque sismique et risques technologiques ; art ; 6èmes Rencontres, Théo Quant ;
- ❖ **BELAZOUGUI M. FARSI M.N., REMAS A., BENSAIBI M., (2001) :** Rapport équipe C.G.S. « Etude de vulnérabilité et d'évaluation du risque sismique de la ville d'Alger », direction ; construction, 102p
- ❖ **BENABDELLAH.M (2011) :** Mise en évidence des phénomènes dynamiques contrôlant le littoral oranais (de la Calère à la Pointe de Canastel) : étape fondamentale pour une cartographie des risques géologiques ;mém, magister ;risque ;nat ;univ ;Oran : 284p
- ❖ **BENDJEMILA .I (2011) :** de la prudence a la prevention vers une ethique du risque cas de skikda ;mém ;magister ;univ ;Mentouri, Constantine 276p
- ❖ **BOUBTANA .G & CHAMI .N (2015) :** Relation Fracturation-Morphologie. Implications hydrogéologiques et environnementales. Cas des calcaires et des schistes des monts d'Arzew (wilaya d'Oran) ;mém ; master ;univ ;Oran 60P
- ❖ **Bufom, E. & al (1988):** Seismicity and focal mechanisms in south Spain. Bull. Seismol. Soc. Am. 78, 2008-2024
- ❖ **MADARIAGA R., PERRIER G. (1991) :** Les tremblements de terre, Presses du CNRS, 210 p.
- ❖ **CUTTER S. (1993),** Living with risk – The geography of technological hazards.. Edward Arnold edit, London, 214 p.
- ❖ **HCCI/Croix (2004) :** Rouge française, commission crises, prévention des crises et reconstruction,
- ❖ **JEAN- F.G (2002) :** le risque ;inst ;geog ;nat ;lab ;cogit;liv;PP 16 – 19
- ❖ **WISNER B (2002):** Disaster Risk Reduction in Megacities: Making the most of humain and social capital, Washington DC, Dec., p.5

## Webographie:

- ❖ INERIS (2012) : Risque industriel [en ligne]  
<http://www.mementodumaire.net/risques-technologiques/rt-1-risque-industriel/> consulté le [6 juin 2016]
- ❖ KACEMI M (2006), « Protection du littoral en Algérie entre politiques et pouvoirs locaux : Le cas du pôle industriel d'Arzew (Oran Algérie) », *VertigO la revue électronique en sciences de l'environnement* Vol 7 N 3 [En ligne] <https://vertigo.revues.org/8815> consulté le [24 mars 2016]